



저작자표시-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2014년 2월
박사학위논문

정량적 위험성 평가에 의한 소규모
건설현장의 안전작업 최적 매뉴얼 설계

조선대학교 대학원

산업안전공학과

박 준 호

정량적 위험성평가에 의한 소규모
건설현장의 안전작업 최적 매뉴얼 설계

Designing the Optimum Manual for Safe Working at
Small-scale Construction Sites through Quantitative Assessment

2014년 2월 25일

조선대학교 대학원

산업안전공학과

박준호

정략적 위험성 평가에 의한 소규모
건설현장의 안전작업 최적 매뉴얼 설계

지도교수 박 해 천

이 논문을 공학 박사학위신청 논문으로 제출함

2013년 10월

조선대학교 대학원

산업안전공학과

박 준 호

박준호의 박사학위 논문을 인준함

위원장 조선대학교 교 수 최형일(인)

위 원 조선대학교 교 수 차용훈(인)

위 원 조선대학교 석좌교수 김현수(인)

위 원 (주)AERIX 대표이사 정태현(인)

위 원 조선대학교 교 수 박해천(인)

2013년 12월

조선대학교 대학원

목 차

List of Tables	iv
List of Figures	viii
ABSTRACT	ix
I. 서 론	1
1.1. 연구 필요성 및 목적	1
1.2. 연구 범위 및 방법	3
II. 이론적 배경	4
2.1. 건설 재해 현황 및 특성	4
2.2. 건설업 종류 및 공종 별 재해 특성	6
2.2.1. 건설업 종류 및 특성	6
2.2.2. 건설공사 공종 별 재해 특성	8
2.3. 소규모 건설현장 안전관리 및 국내·외 지원 정책	24
2.3.1. 소규모 건설현장 안전관리 특성	24
2.3.2. 국내 소규모 건설현장 안전관리 지원 정책	24
2.3.3. 국외 소규모 건설현장 안전관리 지원 정책	26
2.4. 위험성 평가 고찰	29
2.4.1. 위험성 평가 개념	29
2.4.2. 국내·외 위험성평가 사례	30
III. 연구 조사 및 가설	32
3.1. 연구 대상	32

3.2. 연구 모형 및 가설	33
3.3. 분석 방법	36
3.3.1. 위험성 평가 방법	36
3.3.2. 신뢰도분석과 요인분석	38
3.3.3. 다변량 회귀분석	39
3.3.4. AHP기법을 이용한 가중치 분석	40
3.3.5. T-test 분석 및 ANOVA	45
IV. 연구 분석 결과 및 고찰	46
4.1. 위험성 평가	46
4.1.1. 위험성 평가 기법 가설 검증	46
4.1.2. 위험성 평가 분석	47
4.2. 현장 조사 분석	57
4.2.1. 표본의 일반적 특성	57
4.2.2. 변수의 조작적 정의	58
4.2.3. 회귀식을 활용한 변수 간 우선순위 비교	62
4.2.4. 소규모 건설현장 위험 공중 최종 선정 결과	70
4.2.5. 위험 공중에 대한 집단 별 위험 체감도 차이 고찰	71
4.3. 매뉴얼 개선을 위한 AHP 분석	103
4.3.1. 계층 내 분석	104
V. 공중 별 안전작업 매뉴얼 개발	108
5.1. 위험 공중 별 안전 대책 도출	108
5.1.1. 거푸집 작업 재해 특성 및 안전 대책	109
5.1.2. 철근작업 재해 특성 및 안전 대책	113
5.1.3. 콘크리트 작업 재해 특성 및 안전 대책	115

5.1.4. 조적, 미장, 견출 작업 재해 특성 및 안전 대책	117
5.1.5. 석재(토목포함)·타일작업 재해 특성 및 안전 대책	120
5.1.6. 도장 작업 재해 특성 및 안전 대책	123
5.1.7. 금속 및 잡철물 작업 재해 특성 및 안전 대책	125
5.1.8. 창호 및 유리 작업 재해 특성 및 안전 대책	128
5.1.9. 수장 작업 재해 특성 및 안전 대책	130
5.1.10. 판넬 등 외부마감 작업 재해 특성 및 안전 대책	133
5.1.11. 전기 설비 작업(통신포함) 재해 특성 및 안전 대책	136
5.1.12. 기계설비 작업(소방포함) 재해 특성 및 안전 대책	139
5.1.13. 맨홀 및 관 부설 작업 재해 특성 및 안전 대책	142
5.1.14. 포장 작업 재해 특성 및 안전 대책	145
5.1.15. 안전가시설 작업 재해 특성 및 안전 대책	147
5.1.16. 기존 구조물 철거, 보수 작업 재해 특성 및 안전 대책	149
5.1.17. 지붕 작업 재해 특성 및 안전 대책	151
5.2. 위험 공종 별 안전작업 매뉴얼 개발	154
5.3. 안전작업 최적 매뉴얼 효과성 검증	157
VI. 결 론	161
참고문헌	164
부록	166

List of Tables

Table 2-1. 2008년~2012년 건설업 전체 재해 현황	4
Table 2-2. 2007년~2010년 공사 금액별 재해 현황	5
Table 2-3. 2008년~2010년 소규모 건설 현장 재해 발생 형태	5
Table 3-1. 산재 요양 일수에 따른 환산지수	36
Table 3-2. 빈도·강도 위험도 지수 5단계 구분 기준	37
Table 3-3. 단 계별 빈도·강도 조합에 의한 위험도 지수	37
Table 3-4. 위험도 지수에 따른 등급 평가	37
Table 3-5. 위험도 등급에 따른 관리 기준	38
Table 3-6. 쌍대비교의 척도	42
Table 3-7. 난수 지수	44
Table 4-1. 59개 공종에 대한 위험성 평가 분석 결과	46
Table 4-2. 거푸집 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과	47
Table 4-3. 철근 작업 하위 작업의 위험성 평가 분석 결과	48
Table 4-4. 콘크리트 작업 하위 작업의 위험성 평가 분석 결과	48
Table 4-5. 조적 및 미장(건축) 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과	49
Table 4-6. 석재 및 타일 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과	49
Table 4-7. 도장 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과	50
Table 4-8. 금속 및 잡철물 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과	50
Table 4-9. 창호 및 유리 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과	51
Table 4-10. 수장 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과	51
Table 4-11. 판넬등 외부 마감 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과	52
Table 4-12. 전기 설비 작업(통신포함)의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과	52
Table 4-13. 기계 설비 작업(소방포함)의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과	53
Table 4-14. 맨홀 및 관 부설작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과	53
Table 4-15. 조경작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과	54
Table 4-16. 포장작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과	54
Table 4-17. 안전가시설 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과	55
Table 4-18. 기존구조물 철거 및 보수 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과	55

Table 4-19. 정리정돈(청소) 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과	56
Table 4-20. 지붕 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과	56
Table 4-21. 표본의 일반적 특성	57
Table 4-22. 안전작업 매뉴얼 평가를 위한 6가지 측정 변수	59
Table 4-23. 소규모 건설현장 위험도 측정 6개 변수에 대한 설명된 총분산	60
Table 4-24. 소규모 건설현장 위험도 측정 6개 변수에 대한 회전된 성분행렬	60
Table 4-25. 소규모 건설현장 위험도 측정 6개 변수에 대한 결과변수들의 상관계수	61
Table 4-26. 소규모 건설현장 위험도 측정 6개 변수에 대한 신뢰도 통계량 및 항목 총계 통계량	61
Table 4-27. 각 공종 간 위험도에 대한 회귀분석 결과(1)	62
Table 4-28. 결과변수에 대한 공종 별 회귀계수(1)	63
Table 4-29. 각 공종 간 위험도에 대한 회귀분석 결과(2)	64
Table 4-30. 결과변수에 대한 공종 별 회귀계수(2)	65
Table 4-31. 각 공종 간 위험도에 대한 회귀분석 결과(3)	66
Table 4-32. 결과변수에 대한 공종 별 회귀계수(3)	67
Table 4-33. 59개 공종에 대한 표준가중치 및 유의미 여부 결과	68
Table 4-34. 주요 작업공종과 결과변수간의 상관성	69
Table 4-35. 회귀모형 및 위험성 평가 결과 비교	70
Table 4-36. 기계설비(소방포함) 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과	71
Table 4-37. 기계설비(소방포함) 작업에 대한 경력별 LSD 검증	72
Table 4-38. 기계설비(소방포함) 작업에 대한 직무분야별 LSD 검증	73
Table 4-39. 조적 및 미장(건축)작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과	74
Table 4-40. 조적 및 미장(건축)작업에 대한 소규모 근무 경험별 LSD 검증	75
Table 4-41. 조적 및 미장(건축)작업에 대한 자격증별 LSD 검증	75
Table 4-42. 거푸집 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과	76
Table 4-43. 거푸집 작업에 대한 소규모 경력별 LSD 검증	77
Table 4-44. 지붕작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과	78
Table 4-45. 지붕 작업에 대한 성별 LSD 검증	79
Table 4-46. 지붕작업에 대한 소규모 경력별 LSD 검증	79
Table 4-47. 금속 및 잡철물 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과	80
Table 4-48. 수장 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과	81
Table 4-49. 판넬 등 외무 마감 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과	82

Table 4-50. 판넬 등 외무 마감 작업에 대한 직무분야별 LSD 검증	83
Table 4-51. 석재 및 타일 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과	84
Table 4-52. 석재 및 타일 작업에 대한 경력별 LSD 검증	85
Table 4-53. 석재 및 타일 작업에 대한 자격증별 LSD 검증	86
Table 4-54. 안전가시설 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과	87
Table 4-55. 전기설비(통신포함) 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과	88
Table 4-56. 전기설비(통신포함) 작업에 대한 자격증별 LSD 검증	89
Table 4-57. 맨홀 및 관 부설 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과	90
Table 4-58. 맨홀 및 관 부설 작업에 대한 소규모 근무 경험별 LSD 검증	91
Table 4-59. 가설구조물 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과	92
Table 4-60. 가설구조물 작업에 대한 직무분야별 LSD 검증	93
Table 4-61. 철근 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과	94
Table 4-62. 철근 작업에 대한 소규모 근무경험별 LSD 검증	94
Table 4-63. 도장 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과	95
Table 4-64. 도장 작업에 대한 직무분야별 LSD 검증	96
Table 4-65. 포장 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과	97
Table 4-66. 포장 작업에 대한 소규모 근무 경험별 LSD 검증	97
Table 4-67. 포장 작업에 대한 자격증별 LSD 검증	98
Table 4-68. 창호 및 유리 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과	99
Table 4-69. 콘크리트 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과	100
Table 4-70. 콘크리트 작업에 대한 소규모 근무경험별 LSD 검증	101
Table 4-71. 콘크리트 작업에 대한 경력별 LSD 검증	101
Table 4-72. 콘크리트 작업에 대한 직무분야별 LSD 검증	102
Table 4-73. 고유벡터와 중요도	104
Table 4-74. 일관성 비율	105
Table 4-75. 기준별 상대적 중요도 : 고용노동부 감독관	106
Table 4-76. 기준별 상대적 중요도 : 한국산업안전보건공단 기술위원	106
Table 4-77. 기준별 상대적 중요도 : 재해예방 전문지도기관 전문가	107
Table 4-78. 기준별 상대적 중요도 : 소규모 건설현장 소장	107
Table 5-1. 거푸집 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율	109
Table 5-2. 철근 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율	113

Table 5-3. 콘크리트 작업의 재해 형태 및 기인물별 발생 비율	115
Table 5-4. 조적, 미장, 견출 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율	117
Table 5-5. 석재(토목포함) 및 타일작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율 ..	120
Table 5-6. 도장 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율	123
Table 5-7. 금속 및 잡철물 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율	125
Table 5-8. 창호 및 유리 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율	128
Table 5-9. 수장 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율	130
Table 5-10. 판넬 등 외부마감 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율	133
Table 5-11. 전기 설비 작업(통신포함)의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율	136
Table 5-12. 기계설비 작업(소방포함)의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율	139
Table 5-13. 맨홀 및 관 부설 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율	142
Table 5-14. 포장 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율	145
Table 5-15. 안전가시설 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율	147
Table 5-16. 기존 구조물 철거, 보수 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율	149
Table 5-17. 지붕 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율	151

List of Figures

Fig. 3-1. 연구 모형	33
Fig. 3-2. AHP 적용의 4단계	40
Fig. 3-3. AHP의 표준 계층	41
Fig. 4-1. 최적 매뉴얼 설계 의사결정의 계층구조	103
Fig. 5-1. 최초 개발된 소규모 건설현장 안전작업 매뉴얼	154
Fig. 5-2. 최종 개발된 소규모 건설현장 안전작업 매뉴얼	156
Fig. 5-3. 최종 매뉴얼에 대한 집단 별 편의도 평가	157
Fig. 5-4. 최종 매뉴얼에 대한 집단 별 적합도 평가	158
Fig. 5-5. 최종 매뉴얼에 대한 집단 별 적용도 평가	158
Fig. 5-6. 최종 매뉴얼에 대한 집단 별 감소도 평가	159
Fig. 5-7. 최종 매뉴얼에 대한 집단 별 만족도 평가	159
Fig. 5-8. 최종 매뉴얼에 대한 집단 별 활용도 평가	160

ABSTRACT

Designing the Optimum Manual for Safe Working at Small-scale Construction Sites through Quantitative Assessment

Park Joon Ho

Advisor : Prof. Park Hai-chun, Ph.D.

Department of Industrial Safety Engineering

Graduate School of Chosun University

Due to its characteristics with various types of business, construction industry has an accident rate higher than those of the other industries. Taking a look at the annual accident statistics from the government, the industrial accident rate of all the industries has decreased from 0.71% in 2008 down to 0.59% in 2012, but that of the construction industry has increased from 0.64% to 0.84% consistently. Especially, the accident rate of small-scale construction sites amounting to less than 0.3billion won of total construction price is 3 times as high as the total accident rate of the whole construction industry and the accident victims take 40% of the total of the industry.

Although the government has prepared for various kinds of institutional arrangements as a scheme to lower the accident rate at such construction sites, it is in the situation that such a scheme is implemented centered mainly on medium- and large-scale construction sites, but only technology support business through private assignments to accident prevention organizations is implented for small-scale construction sites with less than 0.3billion won of construction price. Implementing such policies resulted into the outcomes that the accident rates of medium- and large-scale construction sites have been maintained at a low level. However, in case of small-scale construction sites with 0.3billion won construction price, since its accident rate is high every year due to the environment with poor safety and insufficient legal and institutional arrangements, etc., it acts as a hindrance factor for lowering the accident rate of

the construction industry.

As a part of its policy to reduce the industrial accident rate, the government added a new provision into the Industrial Safety and Health Act, Article 41, Paragraph 2, "Risk Assessment" and publicly noticed in order for all of the construction companies to participate in. And regarding to all of the construction sites where construction is commenced after March 13, 2014, a compulsory rule that construction should be commenced after working out some proper safety measures according to the results from a risk self-assessment was specified.

However, since the risk assessment system which is currently operated has the structure depending on the qualitative interpretation of risk factors and the subjective judgements of an assessor, it has limits in securing objectivity and reliability. In addition, it is hard to be adopted into construction sites due to the utilization of vast quantity of manuals and instructions which are not appropriate for numbers of work types and reality, the complexity and difficulty of the risk assessment procedures, the errors of statistics, the limits of managing and overseeing and the format dependent on the experiences and ability of personnel concerned at a site. Especially, it is much harder to apply to poor small-scale construction sites lacking specialty personnel.

Therefore, it is necessary to develop an efficient manual which is scientifically and systematically designed for making the risk assessment system settled and activated early while solving the qualitative and subjective problems which occur during the process of institutionalizing, settling and activating the relevant risk assessment techniques and overcoming the limits, so called, the poorness of small-scale construction sites.

Therefore, this study was intended to verify the exactness of the risk assessment techniques of the government and to develop the optimal manual for safe working, which secures the reliability and objectivity, by utilizing field surveys and qualitative analysis techniques for making the risk assessment system for small-scale construction sites settled and activated.

In order to develop the optimum manual for safe working which can be used often & easily at a small-scale construction site and represents enough characteristics of accidents at a site, 52 work types which are classified by Korea Occupational Safety and Health Agency were more specifically reclassified into 59 work types and accordingly, 59 hypotheses were built and the statistical

analysis using data from some field surveys was conducted in order to test the hypotheses.

For testing such hypotheses, as the first step, the statistical data from 391 accidents which occurred in Gwangju and Jeonlanam-do from Jan. to Aug., 2013 was used. Regarding to such 391 accidents, the types of accidents were understood and they were classified by each work type. And each risk index was deduced by the risk assessment analysis on the accidents by each work type and the composite risk ratings by each work type were made.

As the second step, a questionnair survey questioning the risk level of each among 59 work types and the safety levels of small-scale construction sites were conducted targeting the groups related to small-scale constructon sties and, based on the results, some statistical analyses were conducted. As such statistical analyses, a multivariate regression analysis, a T-test, an ANOVA, a corelation analysis and a factor analysis were conducted and the multivariate regression analysis was used for deducing the risk rankings. For the multivariate regression analysis, 59 work types were used as the independent variable and the safety level of a small-scale construction site was used as the outcome variable. The risk rankings were made by deducing the work types- which significantly influence the outcome variable- and the standard weight for each work type. And the differences of the risk recognition levels between groups regarding to risky work types were deduced by using a T-test and an ANOVA.

After that, 17 final risky work types were deduced by comparing the risky work types which were deduced from the 1st and 2nd steps. And the administrative and technical countermeasures against each risky work type were theorized by using various kinds of references and interviews with specialists. In addition, a draft manual for safe working was developed while theorizing the administrative and technical countermeasures and the effectiveness verification for the manual was conducted by distributing the copies of the manual to specialists.

For such an effectiveness verification, the specialists were asked to fill in the pair-wise comparison questionnaires regarding to the convenience, appropriateness, reduction, satisfaction level, depth of applicability and utilization level of the manual. And first of all, a preferential ranking analysis was

conducted by using the AHP technique with the collected questionnaires and, regarding to the items which are evaluated relatively as a low ranking, some modification works were conducted and the modified manual and the first developed one were compared in order to complement the contents of the administrative and technical countermeasures. And then, the development of the final manual for safe working was confirmed.

Finally, in order to find out the effects of the manual for safe working, the copies of the finally completed manual for safe working were distributed to small-scale construction sites to be used there and the effectiveness was deduced by making the respondents evaluate their recognition levels after using the manual based on 6 items which were used in the AHP technique.

Therefore, the optimal manual for safe working which is appropriate for small-scale construction sites was developed and evaluated. The researcher of this study intended to develop the manual after designing most properly while considering the characteristics and environments surrounding small-scale construction sites as much as possible. However, unless a good manual is aggressively used at a small-scale construction site regardless of how good the manual is, it can be thought that it is meaningless.

Thus, the manual was intended to help the efficient safety management by selecting and focusing on while reducing some hold-ups of safety management which are suffered at small-scale poor construction sites. Therefore, it is intended to contribute for reducing similarly repeated conventional accidents occurring at small-scale construction sites and the overall accident rate of the Korean construction industry.

I. 서론

1.1. 연구 필요성 및 목적

건설업은 타 업종과 달리 근로자의 유동이 심하고 중량물을 취급하는 작업이 많으며, 수차의 하도급 작업이 이루어지는 형태를 갖추고 있다. 또한 옥외 및 고소작업 그리고 가변적이며 일회성 작업이 주를 이루고 있기 때문에 다양하면서 돌발적인 위험요소가 항상 존재하고 있으며, 이러한 특성들은 타 업종 대비 재해 발생 빈도가 많고, 재해 강도가 강한 형태를 나타내고 있다.¹⁾

최근 고용노동부에서 발표한 산업별 재해 발생현황 자료²⁾에 따르면 전 산업 재해율은 2008년 0.71%에서 2012년 0.59%로 감소하고 있는 반면 건설업은 0.64%에서 0.84%로 지속적으로 증가 추세에 있다. 특히 공사금액 3억원 미만의 소규모 건설현장의 재해율은 건설업 평균 대비 약3배의 높은 재해율을 매년 기록하고 있으며 재해자 비중은 40% 수준을 차지하고 있다.

정부는 이러한 건설 현장의 재해율을 낮추기 위한 방안으로 입찰 참가 자격 사전심사제도(PQ)와 환산재해율 제도, 안전기술지도, 관리책임자 및 안전관리자 선임, 유해위험방지계획서, 산업안전보건위원회, 안전 전담 감리 상주 등 제도적인 장치를 마련하였으며, 행정적 정책들에 대해서도 자율 안전보건 컨설팅 사업과 건설업 상생 협력 프로그램 사업, 안전보건 경영시스템, 취약시기 안전점검 등 다양한 사업들을 시행하고 있으나 대부분이 중·대형 건설현장 위주로 시행되고 있을 뿐 3억원 미만 현장에 대해서는 재해예방 전문지도기관을 통한 민간위탁 기술지원 사업이 유일하게 시행되고 있는 실정이다.

위와 같은 정책의 시행은 시공능력평가액 순위 1,000대 건설업체의 환산 재해율은 매년 0.4%대를 유지하는 수준을 달성하였으며 중·대형 건설현장은 “0”점대의 재해율을 유지하는 성과를 달성하였다. 그러나 예산과 전문 인력이 부족한 3억원 미만의 영세 건설현장의 경우에는 중·대형 건설현장에 비하여 상대적으로 위험도가 낮음에도 불구하고 열악한 안전 환경과 법적 제도적 장치의 미흡 등으로 인하여 매년 높은 재해율을 유지하고 있어 건설업 재해율을 낮추는데 저해 요소로 작용하고 있다.

1) 고용노동부, “2011년 업무보고 보도자료”, 2010.

2) 고용노동부, “2013년 건설업 산업재해 발생 현황”, 2013.

최근 정부는 위와 같은 문제들을 해결하기 위하여 다양한 산업안전보건 정책들을 검토 및 보완하는 과정에서 2013년 06월 12일에 산업안전보건법 제41조 2(위험성평가)³⁾항을 신설하고 전 건설업체가 참여할 수 있도록 공표하였으며, 2014년 03월 13이후 시공하는 모든 건설현장에 대해서는 자체적으로 위험성 평가를 실시한 후 그 결과에 따라 안전조치를 강구하여 시공하도록 강제 규정하였다.

그러나 현재 시행하고 있는 위험성 평가제도는 위험요인의 정성적인 해석과 평가자의 주관적인 판단에 의존할 수밖에 없는 구조이기 때문에 객관성과 신뢰성을 확보하는데 한계가 있다. 또한 수많은 공종(공사종류)과 현실에 적합하지 않은 방대한 분량의 매뉴얼과 지침서의 활용, 위험성 평가 절차의 복잡성과 난해성, 통계의 오류, 관리감독의 한계, 그리고 현장 관계자의 경험과 능력에 의존하는 형식이기 때문에 현장에 적용하는데 어려움이 따른다. 현재 일부 중·대형 건설현장에서 시행하고 있는 위험성 평가 프로그램도 위와 같은 다양한 문제들로 인하여 형식적이고 비효율적으로 운영되고 있어 영세한 소규모 건설현장에 적용하기에는 더 큰 어려움이 따른다.

그러므로 위험성 평가 기법을 제도화하고 정착 및 활성화하는 과정에서 발생하는 정성적, 주관적인 문제요인 해결과 소규모 건설현장에서 가지고 있는 영세성의 한계를 극복하고 위험성 평가제도의 조기정착과 실효성을 거두기 위해서 실제 발생된 재해사례를 통한 정량적이고 객관적인 방법에 의한 위험 공종을 분류할 필요가 있다. 또한 분류된 위험 공종에 대한 위험요인과 안전대책에 대해서도 과학적이고 체계적으로 설계된 효율적인 매뉴얼이 개발되어 보급되어진다면 3억원 미만 소규모 건설현장의 재해율도 평균 재해율 이하로 감소될 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 위험성 평가 제도의 단점을 보완하고 소규모 건설현장에서 직면하고 있는 다양한 한계를 극복하기 위하여 정량적인 분석 기법 등을 통해 신뢰성과 객관성이 확보된 최적 안전작업 매뉴얼을 개발하고자 한다. 그리하여 공사금액 3억원 미만 건설현장에 적용함으로써 소규모 영세 건설현장에서 겪고 있는 안전관리의 애로사항을 덜어주고, 선택과 집중에 의한 효율적인 안전관리를 할 수 있게 하여 3억 원 미만 건설현장에서 발생되고 있는 재해율을 낮추는데 기여하고자 한다.

3) 산업안전보건법 제41조의 2(위험성평가) ① 사업주는 건설물, 기계·기구, 설비, 원재료, 가스, 증기, 분진 등에 의하거나 작업행동, 그 밖에 업무에 기인하는 유해·위험요인을 찾아내어 위험성을 결정하고, 그 결과에 따라 이 법과 이 법에 따른 명령에 의한 조치를 하여야 하며, 근로자의 위험 또는 건강장해를 방지하기 위하여 필요한 경우에는 추가적인 조치를 하여야 한다. ② 사업주는 제1항에 따른 위험성평가를 실시한 경우에는 고용노동부령으로 정하는 바에 따라 실시내용 및 결과를 기록·보존하여야 한다. ③ 제1항에 따라 유해·위험요인을 찾아내어 위험성을 결정하고 조치하는 방법, 절차, 시기, 그 밖에 필요한 사항은 고용노동부장관이 정하여 고시한다.(본조신설 2013.6.12)

1.2. 연구 범위 및 방법

본 연구는 공사금액 3억원 미만의 소규모 건설현장의 재해 특성을 충분히 반영한 공종 별 최적 안전작업 매뉴얼 개발을 위하여 2013년 1월부터 8월까지 광주·전남지역의 3억원 미만의 소규모건설 현장에서 발생한 재해통계 데이터를 활용하고자 한다. 기존의 다양한 매뉴얼을 살펴보면 주로 전 공정을 대상으로 예방 대책을 수립하고 이에 대한 안전 대책을 제시하고 있으나 이는 소규모 건설 현장에서 적용하기란 내용과 범위가 방대하기 때문에 공사를 진행하면서 적용하기 어려울 뿐만 아니라 전반적으로 활용도가 낮다.

따라서 공사금액 3억원 미만 건설 현장의 공종의 특성을 반영하고 실제 발생한 재해통계 자료를 토대로 각 공종별 위험등급 및 요인을 도출함으로써 고위험에 대한 선택과 집중을 할 수 있는 안전작업 매뉴얼을 개발하고자 한다. 본 연구의 범위와 방법은 다음과 같다.

첫째, 한국산업안전보건공단에서 제공하는 광주·전남지역의 3억원 미만 건설현장에서 2013년 1월부터 8월까지 실제 발생한 391건의 재해 통계 자료를 활용하여 3억원 미만의 소규모 건설 현장의 각 공종 별 작업방법, 위험요인, 재해 발생 형태 등에 대하여 파악하고자 한다. 또한 실제 발생한 391건의 재해에 대하여 현재 전 산업 및 사업장에 적용 및 시행하고자하는 위험성 평가 기법을 활용하여 중 위험 공종과 상 위험공종을 도출하고자 한다.

둘째, 정부의 위험성 평가 기법에 대한 신뢰성을 검증하고, 위험성 평가 분석 결과 도출된 중·상 위험 공종에 대한 객관성 및 신뢰성 확보를 위하여 소규모 건설현장과 관련된 집단을 대상으로 설문조사를 실시하고 통계분석을 통하여 위험 공종 순위를 파악하고자 한다.

셋째, 위험성 평가 분석 결과와 통계분석 결과를 취합하여 소규모 건설현장의 중·상 위험 공종을 최종 선정하고 다양한 참고 문헌, 기술자료, 전문가 인터뷰를 통하여 소규모 건설현장 안전작업 매뉴얼을 개발하고자한다. 또한 최적의 매뉴얼 개발을 위하여 최초 개발된 매뉴얼에 대한 전문가 집단 평가를 실시하고 AHP기법 우선순위 분석을 실시하여 안전작업 최적 매뉴얼을 개선 및 보완하고자 한다.

넷째, 최종 개발된 매뉴얼을 소규모 건설 현장과 전문가 집단에 배포하여 매뉴얼에 대한 만족도를 도출하여 최종 확정된 매뉴얼의 효과성을 파악하고자 한다.

II. 이론적 배경

2.1. 건설 재해 현황 및 특성

건설업의 산업재해 발생은 대형 건설 현장의 경우 재해의 빈도율은 낮고 강도율은 높게 나타나는 반면에 소규모 건설현장은 빈도율이 높고 강도율이 낮은 형태를 보이고 있다. 특히 건설업은 우리나라 경제 발전에 크게 이바지한 산업으로써 전체 산업 대비 차지하는 비율 높으며 우리나라의 산업 재해율을 낮추기 위하여 집중 관리해야 할 대상이다.

최근 산업재해 통계 자료를 살펴보면 다음 Table 2-1과 같다⁴⁾. 전 산업 재해자수는 2008년 90,806명, 2009년 97,821명, 2010년 98,645명, 2011년 93,292명, 2012년 92,256명으로 지속 감소되는 반면 건설업은 2008년 20,865명, 2009년 20,998명, 2010년 22,504명, 2011년 22,782명, 2012년 23,349명으로 지속적으로 증가하고 있다. 또한 재해율은 전 산업의 경우 2008년 0.71%, 2009년 1.70%, 2010년 0.69%, 2011년 0.65%, 2012년 0.59%로 지속 감소한 반면 건설업은 2008년 0.64%, 2009년 0.65%, 2010년 0.70%, 2011년 0.74%, 2012년 0.84%로 지속 증가하고 있다. 그리고 사망자수와 사망만인율은 전체와 건설업 모두 지속적으로 감소하고 있으나 특히 사망만인율의 경우 전체에 비하여 건설업이 2배 수준에 머무르고 있는 실정이다.

Table 2-1. 2008년~2012년 건설업 전체 재해 현황

구분		2008년	2009년	2010년	2011년	2012년
전 체	재해자수(명)	90,806	97,821	98,645	93,292	92,256
	재해율(%)	0.71	0.70	0.69	0.65	0.59
	사망자수(명)	2,146	1,916	1,931	1,860	1,864
	사망만인율	1.59	1.38	1.36	1.30	1.20
건 설 업	재해자수(명)	20,865	20,998	22,504	22,782	23,349
	재해율(%)	0.64	0.65	0.70	0.74	0.84
	사망자수(명)	613	534	542	553	496
	사망만인율	2.94	2.54	2.41	2.38	2.12

4) 한국산업안전보건공단, “2008년~2012년 재해통계자료”, 2012.

건설업은 타 업종과 달리 근로자의 유동이 심하기 때문에 근로자 수를 통하여 사업장 규모를 구분하여 관리하는데 한계가 있어 공사금액 별로 사업장 규모를 구분하여 재해 통계자료를 조사 및 관리하고 있으며, 공사 금액 구분 별로 정부의 정책을 적용하고 있다. 공사 금액 별 재해 발생 현황을 살펴보면 Table 2-2와 같다.

120억원 이상 대규모 건설 현장 및 20~120억원의 중규모 건설현장의 재해자와 재해율이 모두 감소 추세인 반면 20억원 미만 건설현장의 재해가 증가 추세에 있으며, 특히 3억원 미만의 건설현장의 경우 건설업 전체 재해 중 차지하는 비율 40%가 넘는 비율을 차지하고 있는 실정이다. 이는 중·대규모 건설사에 비하여 상대적으로 비용이나 인력적인 측면에서 부족한 소규모 건설현장이 산업재해 예방을 위한 활동을 수행하는데 어려움이 있음을 나타내고 있으며, 건설업의 산업재해 감소를 위하여는 공사금액 3억원 미만의 현장에 대한 방안이 절실함을 알 수 있다.

Table 2-2. 2007년~2010년 공사 금액별 재해 현황

구 분	2007년		2008년		2009년		2010년		
	재해자	재해율	재해자	재해율	재해자	재해율	재해자	재해율	
120억 이상	2,103 (10.9%)	0.14	2,320 (11.1)	0.14	2,210 (10.5%)	0.13	1,793 (8.0%)	0.11	
20~120억	3,566 (18.0%)	0.74	3,759 (18.0%)	0.71	3,444 (16.4%)	0.67	3,385 (15.0%)	0.59	
20 억 미 만	소계	13,112 (67.0%)	1.54	14,111 (67.7%)	1.40	14,415 (68.9%)	1.47	16,096 (72.5%)	1.78
	3~20억	5,489 (27.7%)	1.26	6,005 (28.8%)	1.29	5,762 (27.5%)	1.16	6,532 (29.0%)	1.28
	3억 미만	7,623 (39.3%)	1.83	8,106 (38.9%)	1.48	8,653 (41.2%)	1.79	9,564 (42.5%)	2.41

그리고 최근 소규모 건설업의 재해 발생 형태를 살펴보면 정부에서 중점 관리 대상 3대 재해로 지정한 추락, 전도, 낙하 재해가 전체 재해의 60% 이상을 차지하고 있으며, 이 중 추락 재해가 33% 가장 많이 발생하고 있음을 아래 Table 2-3으로 확인 할 수 있다.

Table 2-3. 2008년~2010년 소규모 건설 현장 재해 발생 형태

연도	구분	총계	추락	전도	낙하	충돌	협착	절단	붕괴	기타
08년	인원수 비율	14,111	4,757 (33.7)	2,430 (17.2)	1,920 (13.6)	1,109 (7.9)	1,151 (8.2)	1,185 (8.4)	346 (2.5)	1,213 (8.6)
09년	인원수 비율	14,415	4,666 (32.4)	2,376 (16.4)	1,860 (12.9)	1,373 (9.5)	1,375 (9.5)	1,194 (8.3)	366 (2.5)	1,205 (8.4)
10년	인원수 비율	16,096	5,282 (32.8)	2,771 (17.2)	2,011 (12.5)	1,534 (8.5)	1,374 (8.5)	1,561 (9.7)	349 (2.2)	1,214 (7.6)

2.2. 건설업 종류 및 공종 별 재해 특성

2.2.1. 건설업 종류 및 특성

건설업의 종류는 종합공사를 시공하는 업종과 전문공사를 시공하는 업종으로 구분하며, 종합공사를 시공하는 업종은 토목공사업, 건축공사업, 토목건축공사업, 산업환경설비공사업, 조경공사업으로 구분된다.

전문공사를 시공하는 업종으로는 실내건축공사업, 토공사업, 미장·방수·조적공사업, 석공사업, 도장공사업, 비계·구조물 해체공사업, 금속구조물·창호공사업, 지붕판금·건축물 조립공사업, 철근·콘크리트공사업, 기계설비공사업, 상·하수도공사업, 보링·그라우팅공사사업, 철도·궤도공사업, 포장공사업, 수중공사업, 조경식재공사업, 조경시설물설치공사업, 강구조물공사업, 철강재 설치 공사업, 삭도 설치 공사업, 준설공사업, 승강기 설치 공사업, 가스 시설 시공업(1종, 2종, 3종), 난방시공업(1종, 2종, 3종), 시설물 유지관리업 등으로 세분되어있다⁵⁾.

건설업은 공사의 형태와 특성에 따라 다양한 방법에 의해 작업이 이루어지기 때문에 산업재해 예방을 위하여 안전대책을 수립하는데 많은 어려움이 따른다. 그러므로 건설업에 대한 특성을 파악해야 하며, 다음과 같은 특성을 갖는다.

첫째 근로자의 유동성이 크며 고용이 불안정하다. 건설업에 종사하고 있는 근로자들은 대부분 일용 근로자들로서 회사에 대한 소속감이 없고 계절 등에 따라 그 변동의 기복이 심하다. 근로자의 유동성이 심한 원인으로는 근로조건과 복지 수준이 낮은 이유도 있겠으나 3D 업종이라고 생각하기 때문에 직업으로서의 매력은 느끼지 못하고 무시당하기 때문이기도 하다⁶⁾.

둘째 건설 작업의 대형화와 고층화, 복잡화가 되면서 이로 인한 위험성도 다양화되고 있다. 가설물의 조립 및 해체, 중량물의 취급과 운반, 중장비의 운용 등 종합적인 작업이 동시에 동일한 장소에서 일률적으로 이루어지기 때문에 재해의 종류도 단순히 추락, 낙하, 및 감전에서부터 진동공구의 사용에 따른 청력 손실, 레이노드 병, 고기압 장애, 분진 직업병 등 재해 형태가 다양화되고 있고 위험성도 높아지고 있다.

셋째 건설업은 발주자 혹은 건축주를 통한 주문생산방식이며, 수주형태의 산업이

5) 건설산업기본법 시행령 별표1, “건설업의 업종과 업종별 업무내용”, 2007.

6) 강병수, “건설현장에서 발생하는 재해의 실태와 예방에 관한 연구”, 동의대학교 석사학위논문, 2002.

다. 건설업은 발주자로부터 주문을 받아 생산하게 되는데 이때, 생산하고자 하는 부지에 인력과 장비가 동원되어 생산현장에서 완성품을 인도하는 형태이다. 이는 프로젝트 형 생산 방식으로써 예정생산이 존재하지 않으며, 재고가 허용되지 않는다. 또한 공사 기간 중 발주자에 의한 설계 변경 등과 같은 구조물의 형태가 변경되는 등의 일이 발생되어 작업이 공중이 변경되는 일이 빈번하게 발생된다. 발주자는 정부를 상대로 하는 관급공사 발주자부터 민간기업체 그리고 개인에 이르기까지 다양하다.

넷째 건설업은 생산 현장이 옥외에서 이루어지고 작업 현장이 공중에 맞게 다양한 장소에서 이루어진다. 건설업은 옥외에서 이루어지기 때문에 계절 그리고 날씨의 영향에 의해 크게 좌우 된다. 또한 공중에 맞게 다양한 장소에서 작업이 이루어지므로 동시에 여러 장소에서 공종별 단위 작업이 이루어진다. 그러므로 생산 장소가 일정하지 않고 지속적·정착적이지 않으며, 이동성이 강하므로 제조업과 같이 일률적으로 안전관리를 하는데 많은 어려움이 따른다.

다섯째 생산의 구조가 복잡적이기 때문에 하도급에 대한 의존도가 높다. 건설업자가 자체적으로 모든 생산수단과 노동력을 상시적으로 갖출 수가 없으므로 전문 기술이나 기능·장비·노동력 등을 외부의 협력업체나 하도급업체에 의존하고 있다.

원도급업체의 건설업자가 공사를 수주하면 철강재나 시멘트 등의 자재는 제조업자로부터 조달하고, 조적·미장·철근·설비·수도공사 등은 각각의 전문건설업자에게 시공하게 하며, 노무자는 노동조합이나 인력공급업자로부터 알선받아 고용한다. 원도급업체의 건설업자는 이러한 요소들을 유기적으로 결합시키고 관리하여 하나의 체계적인 시스템으로 구축하고 관리하여 시설물을 완성시키는 것이다. 또한 고정자산에 투입되는 설비투자의 비중이 낮고 노동력에 의존하는 비중이 높기 때문에 건설업을 노동집약형 산업으로 볼 수 있다.

여섯째 구조물 규모에 따라 생산기간이 다르며, 제한적이다. 건설업은 공사의 규모 및 종류에 따라 작업 기간이 1개월 미만부터 수년이 걸린다. 특히 공사 규모가 대형화의 형태 일수록 공사기간은 길다. 그러므로 최초 계약된 공사 금액에 맞추어 완공을 달성하기 위해서는 자재 조달 및 인력 수급, 건설기계장비의 투입 등에 있어 체계적인 일정관리 및 공사 관리의 최적화가 중요하다. 그러나 이러한 부분이 달성되지 않고, 공사 기간이 최초 계획했던 일정을 벗어나게 되면 추가 비용으로 인한 손실이 발생하게 된다. 이러한 요인은 수익 발생을 위하여 무리한 공기 단축으로 이어지기 때문에 안전관리를 무시하는 결과를 초래하게 된다.

일곱째 다양한 공종으로 구성되어있기 때문에 타 산업에 비하여 무수히 많은 위험요인이 존재하며 산업재해 발생 빈도와 강도가 높다. 건설업은 생산품이 공급되는 현장에서 직접적으로 작업이 이루어지기 때문에 날씨에 영향을 많이 받으며, 건설 공사에 투입되는 자재와 장비의 상당부분이 중량물로 구성되어 운반 및 설치 시 많은 위험이 따른다. 또한 발파작업, 수중작업, 굴착작업 등과 같이 큰 위험이 따르는 작업이 발생되며, 건설업의 구조물의 특성상 높은 위치에서 이루어지는 작업이 상당부분 차지하고 있다.

2.2.2. 건설공사 공종 별 재해 특성

건설산업기본법 제2조 2항에서 “건설업이라 함은 건설공사를 수행하는 업을 말한다.”라고 정의하고 있으며, 4항에서는 “건설공사라 함은 토목공사, 건축공사, 산업설비공사, 조결공사 및 환경시설공사 등 시설물을 설치, 유지, 보수하는 공사(시설물을 설치하기 위한 부지조성공사를 포함한다) 기계설비 기타 구조물의 설치 및 해체 공사 등을 말한다.”라고 정의하며 구분하고 있다.

건설업의 세부공종들은 위와 같은 구분 가운데 공사 형태 및 규모에 따라 차이가 있으나 큰 틀 속에서 작업 방법이나 형태에 따라 나누어지며, 이러한 세부공종에 대하여 한국산업안전보건공단⁷⁾에서는 총 52개 세부 공종으로 구분하고 있다. 그러나 본 연구자는 한국산업안전보건공단에서 구분하는 52개 공종 중 기타 공종의 경우 소규모 건설현장에서 빈번하게 작업이 발생하는 점을 고려하여 기타 공종을 8개로 세분화 하여 총 59개 공종으로 구분하였다.

각 공종별 개념과 재해 특성을 다음과 같다.

1) 기초파일 작업

기초파일 작업은 연약지반에 건축물을 축조할 때 기초의 지내력을 증대시키기 위해 지중에 파일을 박거나 구축하는 공사이다. 주요 세부 공종은 자재반입, 파일 설치, 정리 작업으로 구분하며, 세부 공종 중 파일을 설치하는 작업 과정에서 재해의 발생이 빈번하다. 파일 작업 시에는 파일 인양 파일 낙하, 파일 향타기의 전도, 파일 박기 해머에 근로자가 맞아 사망하는 등의 재해가 발생된다. 과거 발생한 재해 발생 형태를 살펴보면 파일 인양 중 와이어 로프 파단에 의한 파일 낙하, 지게 차에 의한 재해, 파일 천공을 위한 향타기에 의한 재해가 발생된다.

7) 한국산업안전보건공단, “건설업 공종별 위험성 평가 모델”, 2009.

2) 굴착 작업

굴착 작업은 건축물을 구축하기 위해 지하에 터파기를 하는 작업을 말하며, 토사의 붕괴를 막기 위해 주변에 흠막이 시설을 설치하고 흠막이 내부의 토사를 굴착하게 된다. 세부 단위 작업으로는 장비반입, 굴착 작업, 굴착 후 발생된 토사를 반출하는 작업으로 이루어진다. 굴착 작업 시에는 흠막이 붕괴, 흠막이 버팀보 상에서의 추락, 굴삭기에 의한 충돌, 협착 재해 등이 주로 발생된다. 과거 발생된 재해 형태를 살펴보면 흠막이의 붕괴, 흠막이 상단부에서의 추락, 작업장 상단부에서의 다양한 자재 및 공구류의 낙하 등의 재해가 발생된다.

3) 발파 작업

발파작업은 건축물을 구축하기 위한 지하 암석 파쇄작업 또는 터널작업을 위해 암석 굴착 작업 등에 이용되며 암석을 천공하고 폭약과 뇌관을 천공구멍에 넣고 폭파시켜 화약의 폭발력으로 암석을 파쇄하는 작업을 말한다. 세부 단위 작업으로는 발파를 위한 발파 지점의 천공 작업, 발파 시 사용하는 폭약의 장약 작업, 발파 작업, 발파 후 발생하는 암 처리 작업, 발파 후 남은 폭약을 저장한 화약고 관리 작업으로 이루어진다. 발파 작업 시에는 화약의 반입, 보관관리, 천공장비에 의한 재해, 발파 시 암석의 비산 등의 위험이 있으며, 과거 발생된 재해 형태를 살펴보면 건설 기계 장비의 전도에 의한 협착 및 충돌 재해, 굴착 단부에서의 추락, 폭약에 의한 폭발 재해 등이 발생된다.

4) 흠막이 지보공 작업

흠막이 지보공은 지하를 굴착할 때 토사가 붕괴되지 않도록 지중에 흠막이 벽체를 설치하는 작업이다. 세부 단위 작업으로는 자재 반입 작업, 흠막이 지보공 설치 작업, 흠막이 지보공 해체 작업, 작업 종료 후 자재 반출 작업으로 이루어진다. 과거 발생된 재해 형태를 살펴보면 흠막이 지보공 설치 작업 중 H-pile의 낙하, 흠막이 버팀보 상에서 추락 등의 재해 등이 발생된다.

5) 되메움 작업

구조물을 지하에 구축하기 위해서는 터파기를 한 후 지하에 구조물을 설치하게 된다. 지하 구조물 완료 후 구조물과 굴착면 사이에 토사로 메우고 다짐을 하는 작

업을 되메움 작업이라 한다. 세부단위 작업으로는 토사반입 및 되메움 작업, 토사 다짐 작업으로 이루어진다. 되메움 작업 시에는 굴착법면 단부에서 추락, 다짐 및 차량계 건설기계에 충돌, 협착 등의 재해가 주로 발생된다.

6) 거푸집 작업

거푸집작업은 철근콘크리트 구조물의 형태를 구성하는 공사로서 철근 조립 후 패널 등을 이용하여 보, 기둥, 벽체 등의 형상을 만드는 공사를 말한다. 세부 단위 작업으로는 거푸집 작업을 위한 자재반입 및 가공·운반 작업, 거푸집 동바리 조립 작업, 거푸집 동바리 해체 작업, 거푸집 동바리 인양 작업으로 이루어진다. 과거 발생된 재해 형태를 살펴보면 거푸집 공사 시에는 개구부로의 추락, 슬라브 단부 추락, 콘크리트 타설 거푸집 동바리 붕괴 등의 재해가 발생된다.

7) 갱폼 작업

갱폼이란 대형 패널폼에 작업용 비계 및 작업발판을 일체화 시켜서 거푸집 설치와 해체를 용이하게 하고 성력화 시킨 시스템 폼으로 일반적으로 크레인을 사용하여 인양 및 해체작업을 한다. 세부 단위 작업으로는 갱폼작업을 위한 자재반입 작업, 조립 작업, 인양·설치 작업, 해체·반출 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 갱폼 작업 시에는 갱폼을 인양하고 해체하는 단계에서 갱폼이 낙하하는 재해, 갱폼 상에서 이동 중 추락 등의 재해가 발생된다.

8) 라이닝 거푸집 작업

라이닝 거푸집은 터널굴착 완료 후 터널 내부에 라이닝 콘크리트를 타설하기 위하여 설치하는 철제 대형 거푸집을 말한다. 세부 단위 작업으로는 라이닝 거푸집 작업을 위한 자재반입 및 하역 작업, 설치 작업, 해체 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면, 라이닝 거푸집은 제작 후 설치, 해체를 반복적으로 수행하는 과정에서 중량물 취급에 따른 협착, 운반차량에 충돌, 작업 대차 단부에서 추락하는 등의 재해가 주로 발생된다.

9) 철근 작업

철근콘크리트 구조물에서 콘크리트는 압축력을 받고 철근은 인장력을 부담하는

역할을 하고 있어 철근 시공은 구조적으로 매우 중요한 작업이다. 건설 공사에 있어서 매우 많은 양의 철근이 사용되고 있으며, 작업이 빈번하게 발생한다. 세부 단위 작업으로는 철근 작업을 위한 철근 반입 작업, 철근 가공 및 운반 작업, 철근 조립 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면, 철근 작업 시에는 철근 배근 중 개구부 또는 슬라브 단부로 추락, 철근 조립 중 철근구조물 전도, 철근 인양 중 낙하 재해 등이 발생된다.

10) 콘크리트 작업

콘크리트 작업은 철근콘크리트 구조물에서 철근배근과 거푸집 설치작업을 완료하고 거푸집 내에 콘크리트를 부어 넣어 철근콘크리트 구조물을 만드는 작업을 말한다. 세부 단위 작업으로는 콘크리트 반입 및 운반 작업, 콘크리트 타설 및 다짐 작업, 콘크리트 양생작업으로 이루어진다. 과거 세부 발생 재해 형태를 살펴보면, 콘크리트 작업 시에는 콘크리트 운반차량에서의 추락, 협착 및 타설용 고무호스의 갑작스런 요동에 의한 근로자 충돌 및 전도, 콘크리트 타설 중 슬라브 단부로 추락 등의 재해가 주로 발생된다.

11) 철골 작업

철골작업은 H-Beam등 철골부재를 공장에서 제작하여 현장에 운반해 온 후 이를 조립도에 따라 기초위에 볼트, 리벳, 고력볼트, 용접 등을 사용하여 조립하고 Beam 위에 Deck plate를 설치하여 바닥을 구성하는 공사를 말한다. 세부 단위 작업으로는 철골작업을 위한 부재반입 및 운반 작업, 인양 및 조립 작업, 데크플레이트 설치 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 철골 작업 시에는 철골 조립 작업 중 철골 상에서 추락, 가조립된 철골 부재 전도 또는 도괴, 데크플레이트 설치 중 단부로 추락 등의 재해가 주로 발생된다.

12) 조적 및 미장(건출) 작업

조적공사란 벽돌, ब्ल럭, ALC 등의 부재를 쌓아 올려 벽체를 구성하는 공사를 말한다. 미장공사는 시멘트 모르타르 등을 콘크리트 벽체나 조적벽체에 일정 두께로 바르고 경화시켜 마감시키는 공사이며, 건출공사란 콘크리트 면에 시멘트 풀칠을 하여 마감하는 공사이다. 세부 단위 작업으로는 조적, 미장 및 건출작업을 위한 자

재 반입 및 운반 작업, 조적 시공 작업, 미장 및 건축시공 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 조적, 미장, 건축공사 등의 작업 시에는 작업발판 상에서 추락, 달비계 상에서 작업 중 추락 등의 재해가 주로 발생된다.

13) 방수 작업

방수공사란 옥외에 면한 벽·지붕의 빗물침투, 지하실의 내·외 벽면 등의 지하수 침투, 옥실·저수탱크·수영장 등의 누수를 방지하는 공사이며 사용하는 재료에 따라 시멘트 액체 방수, 아스팔트루핑 방수, 합성고분자루핑 방수 등이 있다. 세부 단위 작업으로는 방수 면처리·방수 및 보호몰탈 등 시공 작업으로 이루어지며, 과거 발생 재해 형태를 살펴보면, 방수 작업 시에는 비계 또는 이동식 비계에서 추락, 말비계 상에서 추락, 이동 중 개구부에서 추락 및 밀폐 공간 작업 시 질식 재해 등이 발생된다.

14) 석재 및 타일 작업

석공사란 돌쌓기 공사와 천연석 또는 인조석 등을 구조체에 연결철물, 모르터, 접착제 등을 사용하여 설치하는 돌 붙임공사가 있고 설치공법에는 습식, 건식(anchor 긴결공법/강재 TRUSS 지지공법/GPC공법)공법이 있다. 세부 단위 작업으로는 석재 및 타일 작업을 위한 자재 반입 및 운반 작업, 석재 및 타일 붙임 작업, 타일줄눈, 코킹 시공 작업으로 이루어지며, 타일공사는 도기질, 자기질, 석기질 등의 타일을 접착제를 사용하여 벽·바닥 등에 붙이는 공사로 바탕면 처리, 타일붙이기, 줄눈시공, 보양 및 청소 순으로 진행된다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면, 주로 비계나 곤도라, 작업발판에서 작업 중 추락하는 재해가 주로 발생된다.

15) 도장 작업

도장작업은 도막을 형성시켜 내습성·내후성·내약품성을 가지게 방부·방청·방충·방화나 장식의 목적으로 하는 작업을 말하며, 도장재료에는 페인트·라카·바니시·옻칠 등이 있고, 도장 방법에는 일반적으로 로울러칠, 뽀칠, 붓칠 등이 있다. 세부 단위 작업으로는 도장 면 면 처리 작업, 실내 도장 작업, 실외 도장 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면, 도장 작업 시 작업발판에서 추락 또는 외벽 달비계 작업 시 달비계 로프가 풀리면서 추락하는 재해가 주로 발생된다.

16) 금속 및 잡철물 작업

금속공사는 건축물 공사 시 금속을 사용하는 공사를 총칭하며 잡철물 공사는 일반적으로 주요 금속 공사외의 부속철물 공사로 계단난간, 트랜치, 경량철골 공사 등을 말한다. 세부 단위 작업으로는 금속 및 잡철물 작업을 위한 자재 반입 및 가공 작업, 금속 및 잡철물 시공 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 금속, 잡철물 공사 시 작업 발판 상에서 추락, 전기기계기구 사용 시 절단 및 감전재해 등이 발생된다.

17) 창호 및 유리 작업

창호에는 목재, 철재, 금속재 창호 등이 있고, 일반적으로 창호 프레임에 유리를 설치하는 작업이 주로 이루어지며 유리의 종류에는 투명유리, 칼라유리, 접합유리, 강화유리, 페어클라스, 망입 유리, 유리타일, 스테인드글라스 등 다수가 있다. 세부 단위 작업으로는 창호 및 유리 작업을 위한 자재 반입·가공 및 운반 작업, 창호 및 유리 설치 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 달비계 및 곤도라 작업 시 추락, 자재 인양 시 낙하 등의 재해가 주로 발생된다.

18) 수장 작업

수장 공사는 실내 건축공사의 여러 공정 중에 최종 마무리 작업 단계를 말하며, 석고보드공사, 도배공사, 카펫트 공사 등 마감공사를 말한다. 세부 단위 작업으로는 수장작업을 위한 자재 반입 및 운반 작업, 수장 시공 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 수장 공사 시 자재 인양 중 추락, 작업발판 상에서 추락, 전기기계기구 사용 중 감전 등의 재해가 발생된다.

19) 판넬 등 외부 마감 작업

판넬 등 외부 마감작업은 건축구조물의 외벽에 알루미늄, 범랑 등의 판넬을 공장에서 제작하여 현장에서 설치하는 작업을 말한다. 세부 단위 작업으로는 판넬 등 외부 마감 작업을 위한 자재 반입 작업, 판넬 등 외부마감 시공 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 판넬 작업 시 그리고 자재 반입 시 또는 곤도라상에서 설치 작업 시 낙하 또는 추락하는 재해가 주로 발생된다.

20) 전기 설비 작업(통신포함)

전기작업은 건축물의 각 부위에 전등, 콘센트 등 전기를 공급해주는 시설을 설치하는 작업으로 전기 인입공사, 전기실공사, 전기 배선공사, 전등 및 콘센트 등 전열공사와 전주, 철탑 등에서 이루어지는 특고압 선로 활선근접 작업 등이 있다. 세부 단위 작업으로는 전기설비 작업을 위한 자재 반입·가공 및 운반 작업, 전기설비 배선 작업, 전기 설비 설치 작업, 특고압 선로 활선 및 전주 시공 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 전기설비공사는 건물 골조공사시 배선을 인입하는 등 작업이 복잡하고 사다리, 이동식비계에서 추락 등의 재해가 주로 발생되며 전주, 철탑 등의 특고압 선로에서의 작업은 접근 한계거리 미준수 등에 의한 감전 및 고소작업에 의한 추락재해가 주로 발생된다.

21) 기계 설비 작업(소방포함)

기계설비 작업은 건축물을 사용하는데 필요한 냉·난방시설, 정화시설, 소방시설 등을 설치하는 작업을 말한다. 세부 단위 작업으로는 기계설비 작업을 위한 자재반입·가공 및 운반 작업, 기계 설비 설치 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 기계설비 설치 시 덕트 설치, 냉난방 배관설치, 기계설치 작업 중에 추락 및 중량물에 의한 낙하, 협착 재해들이 주로 발생된다.

22) 엘리베이터 설치 작업

엘리베이터는 건축물의 승·하강용 설비로서 엘리베이터 피트의 상부에 인양기계를 설치하고 엘리베이터 승강구를 조립한 후 인양기계와 엘리베이터 승강구를 인양로프로 연결하여 상부로 인양 하면서 피트 벽면에 가이드 레일을 설치하게 된다. 세부 단위 작업으로는 기계 설치 작업, 엘리베이터 승강구 조립 작업, 가이드 레일 설치 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 엘리베이터 설치 작업 중 엘리베이터 피트로 추락하는 재해가 주로 발생한다.

23) 맨홀 및 관 부설 작업

맨홀 및 관 부설 공사는 건축물에 인입 또는 인출되는 상수, 하수, 오폐수, 가스관 등을 매설하기 위한 공사이다. 세부 단위 작업으로는 맨홀이나 관 부설을 위한

굴착 작업, 맨홀 및 관 부설 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 맨홀 및 관 부설 공사시 트랜치 굴착에 따른 토사 붕괴사고, 맨홀 개구부로 추락, 굴착장비에 의한 협착, 충돌사고 등이 발생된다.

24) 조경 작업

조경작업은 건축물 주변 대지에 조경 식재, 조형물 등을 설치하는 것으로 부대 토목공사 이후에 이루어지게 된다. 세부 단위 작업으로는 조경 작업이 이루어지는 작업 장소 조경 부지 정리 작업, 조경 시공 및 설치 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 조경 작업 시 조경석 인양 시 낙하, 조경수 식재 시 조경 수목에 협착, 굴삭기에 충돌 등 재해가 발생된다.

25) 부대 토목 작업

부대 토목작업은 건축물 주변 대지 내에 옹벽시공, 관로시설공사, 공동구시설공사와 이를 위한 부지정리 및 구내포장 등 토목공사를 말한다. 세부 단위 작업으로는 옹벽 시공 작업, 구내 포장 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 부대 토목 공사 시 굴삭기, 로울러 등 건설기계 장비에 충돌하거나 굴착 법면 붕괴, 옹벽 상부로부터의 추락 등의 재해가 발생된다.

26) 가설 도로 작업

가설도로 작업은 공사를 위한 진입도로를 만드는 공사로 건설 작업용 차량이 본 구조물 공사 장소로 안전하게 진·출입하기 위한 공사용 도로 건설공사를 말한다. 세부 단위 작업으로는 벌목 및 표토 제거 작업, 가설 도로 시공 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 벌목 작업 시 전도, 추락 등의 재해가 주로 발생된다.

27) 지장물 조사 및 이설 작업

지장물이란 구조물 시공 시 영향을 줄 수 있는 지상과 지중의 기존 구조물로서 지상의 전주 및 지중 전력구, 가스관, 상하수도관 등을 말한다. 세부 단위 작업으로는 지장물 조사 및 굴착 작업, 지장물 보호 및 보강 작업, 지장물 이설 작업, 지장물 되메움 작업으로 이루어지며 굴착 또는 지상 건축물 축조 시 사전에 지장물의

종류와 위치를 파악하여 공사 중 손상되지 않도록 보강하거나 이설 조치를 해야한다.

과거 발생 재해 형태를 살펴보면 굴착 작업 중 굴삭기에 의한 지장물 파손에 의한 가스 누출, 화재, 화상 등의 재해와 굴삭기에 의한 근로자 접촉, 충돌 재해 그리고 굴착 중 토사 붕괴와 추락 재해가 주로 발생된다.

28) 제작장 설치 작업

제작장 설치는 건설 현장 내에서 부재를 제작하기 위해 제작장을 만드는 것으로 ILM 교량상판 제작, PSC거더⁸⁾ 제작 등이 해당된다. 세부 단위 작업으로는 제작장 설치를 위한 부지조성 작업, 제작장 설치 작업으로 이루어진다.

과거 발생 재해 형태를 살펴보면 제작장 설치 작업은 현장 내에 임시 제작장을 만들어 가시설물이 불안정한 구조물이 될 수 있고 제작 시설물의 조립 시 추락, 굴삭기, 로울러 등에 의한 충돌과 협착 그리고 전기기계기구, 콘크리트 양생기계 등에 의한 재해가 발생된다.

29) 슬립폼(슬라이딩폼) 작업

슬립폼 또는 슬라이딩폼은 콘크리트 타설시 시공조인트(Joint)가 발생되지 않도록 거푸집을 일정한 속도로 상승시키면서 콘크리트를 연속적으로 타설하는 공법으로 연돌 및 교량의 교각 등에 적용된다. 세부 단위 작업으로는 슬립폼 제작 작업, 슬립폼 인양 작업, 슬립폼 해체 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 슬립폼 또는 슬라이딩폼 작업 시 고소작업에 따른 추락 재해가 주로 발생된다.

30) 케이슨 작업

케이슨은 교량의 기초, 해양구조물의 안벽(해안에 설치하는 콘크리트 벽체)등을 설치하기 위하여 제작되는 대형 콘크리트 구조물을 말한다. 세부 단위 작업으로는 케이슨 제작 작업, 케이슨 운반 및 거치 작업, 케이슨 내 속 채움 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 케이슨의 제작, 진수 및 운반, 거치, 속 채

8) 건설 구조물을 떠 받치는 보를 뜻하는 용어로서 보통I형이나 상자형 단명으로 만들어 자체중량은 줄이고, 힘이나 비틀림 수평하중 등에 대해 입체적으로 저항 할 수 있도록 설계하는 보를 뜻한다.

움 등의 과정에서 중장비 작업, 해상 및 수중작업에 따르는 협착, 추락 등의 재해가 발생 된다.

31) 강교 설치 작업

교량의 상부구조를 볼트, 리벳, 용접 등으로 강부재를 박스 또는 트러스 구조로 연결하여 설치하는 작업을 말한다. 세부 단위 작업으로는 강교 설치를 위한 부재 반입 작업, 운반 및 인양 작업, 조립 작업, 슬리브 시공 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 상부공 부재의 인양, 거치, 조립하는 과정에서 중량물 취급 및 고소작업에 의한 붕괴, 추락 등 재해가 발생된다.

32) PSC교량 작업

PSC 교량이란 PSC 거더를 지상에서 제작한 후 교각에 인양, 거치하여 상부 구조를 형성시키는 작업을 말한다. 세부 단위 작업으로는 PSC 거더 제작 작업, 거더 인양 및 상차 작업, 거더 운반 작업, 거더 인양 및 거치 작업, Cross Beam 설치 작업, 슬리브 시공 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 PSC 거더의 제작, 운반, 거치하는 과정에서 중량물 취급 및 고소작업에 의한 붕괴, 추락 등의 재해가 발생된다.

33) 포장 작업

포장작업이란 도로 등과 같이 차량의 교통하중을 직접 받는 아스팔트, 콘크리트 등으로 도로 표면에 포설하여 포장층을 형성하는 작업을 말한다. 세부 단위 작업으로는 포장 작업을 위해 사용되는 장비 반입 작업, 포장 시공 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 포장 작업중 차량계 건설기계 이용한 포장 작업 과정에서 충돌, 협착 등의 재해가 주로 발생된다.

34) 포설 및 다짐 작업

포설 및 다짐작업은 도로 등을 건설하기 위해 도로면 하부에 자갈, 토사 등 보조기층을 포설하고 다짐하는 작업을 말한다. 세부 단위 작업은 단일 작업으로 포설 및 다짐 작업으로 이루어져 있으며, 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 포설 및 다짐 작업 시 건설 중장비를 이용하여 토사 및 골재를 하역하고 포설하는 과정에서 충

돌 및 협착 등의 재해가 발생된다.

35) 특수 교량 작업

특수교량이란 강재교량, PSC 거더 교량 등과 같은 일반 거치식 교량외에 상부구조를 특수한 가설 공법에 의해 시공하는 FCM, MSS, ILM, 사장교, 현수교 등의 교량을 말한다. 특수 교량 작업은 교량의 공법에 따라 구분 할 수 있는데 그 종류를 살펴보면 FCM공법, MSS공법, ILM공법, 사장교공법, 현수교공법으로 구분할 수 있다. 특수 교량 작업은 가설공법에 따라 작업방법 및 시공 절차상 대형사고 발생위험이 높으므로 공법적용에 대한 이해와 이에 따른 주의가 요구되며 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 교량 작업이 강, 바다 등에서 이루어지기 때문에 추락, 익사 등의 대해가 빈번히 발생하며, 교량 제작에 소요되는 자재의 낙하, 충돌, 협착 등 다양한 형태의 재해가 발생된다.

36) 수직구 작업

수직구 작업은 터널 굴착작업에서 터널 환기시설, 지하터널과 수직연결 통로설치 등을 위해 지반을 수직으로 굴착하는 작업을 말한다. 세부 단위 작업으로는 보강 작업, 굴착 작업, 토사 반출 작업, 흙막이 지보공 시공 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 수직구 작업 시 수직터널 형성을 위한 천공, 발파, 버력처리 등 수직구를 형성해 나가는 과정에서의 붕괴나 추락 등의 재해가 발생된다.

37) 갱구부 작업

갱구부 작업이란 터널 굴진 전에 지반이 연약한 갱 입구를 보강하고 터널 굴진 작업을 안전하게 하기 위해 터널 입구에 설치하는 터널형상의 구조를 말한다. 세부 단위 작업으로는 벌목 및 표토제거 작업, 갱구부 보강 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 초기 갱구부를 형성하는 과정에서 사면붕괴 및 고소 급경사면에서 작업 시 추락 등의 재해가 발생된다.

38) 터널 굴착 작업

터널 굴착 작업이란 터널 단면을 형성하기 위해 폭약에 의한 발파력을 이용하여 계획된 파괴 단면을 형성하며 지반 내로 굴진해 나가는 작업을 말한다. 세부 단위

작업으로는 터널 굴착을 위한 천공 작업, 장약 설치 작업, 발파 작업, 버럭 처리 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 천공 작업 중 발생하는 부석에 의한 낙하 재해, 굴삭기 등 차량계 건설기계에 의한 충돌 및 협착 재해, 폭약에 의한 폭발 재해가 발생되므로, 폭발성이 강한 폭약저관 등의 취급과 발파진동에 의한 지반의 이완 등에 따른 철저한 관리와 주의가 요구된다.

39) 터널 보강 작업

터널 보강작업은 터널 굴진 과정에서 라이닝 콘크리트 작업이 완료될 때까지 원지반의 이완으로 인한 지지력 저하의 방지 및 안정성 확보를 위하여 Wire Mesh, Steel Rib, Shotcrete, Rock Bolt 등으로 보강하는 작업을 말한다. 세부 단위 작업으로는 강지보 작업, 슛크리트 작업, 락볼트 작업, 특수 보강 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 터널 보강과정에서 중량물의 운반, 지반 붕락 등의 재해가 발생된다.

40) 터널 방수 슈트 작업

터널 방수 작업은 방수 슈트를 터널면에 설치하여 터널 면에 방수층을 형성시켜 침투수를 배수구로 유도시키는 작업을 말한다. 터널 방수 슈트 작업은 방수 슈트 설치 작업만 있으며, 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 고소 작업대에서 방수 작업하는 과정에서 발생하는 추락, 감전 등의 재해가 발생된다.

41) 터널 배수 작업

터널 배수 작업은 터널의 근로자 통행 및 장비의 원활한 이동을 위하여 배수를 통해 지반의 연약화를 방지하고 작업능률을 향상하기 위하여 건조한 상태로 배수 관리하는 것을 말한다. 세부 단위 작업은 단일 작업인 터널 배수 작업으로만 이루어져 있으며, 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 배수작업 과정에서 배수 불량에 의한 지반의 연약화, 양수기 사용에 의한 감전 재해가 발생된다.

42) 특수 터널 작업

특수터널 작업은 NATM 터널 외에 터널 굴진장비를 이용한 터널 굴착공법으로 국내의 대표적인 특수터널 작업으로는 주로 연약지반에 적용하는 SHIELD 굴착공

법과 암반에 적용하는 TBM 굴착 공법이 있다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 특수터널 작업시 대형 중장비의 취급 및 사용과 굴진에 따르는 지반붕괴 및 충돌 재해가 발생된다.

43) 가체절(물막이) 작업

가체절 작업이란 댐 공사 등 수상구조물 작업 시에 본 구조물의 육상작업을 위하여 일시로 가체절에 의한 물막이 작업을 실시하는 것을 말한다. 세부 단위 작업으로는 가체절 작업을 위한 장비 반입 작업, 흙막이 시공 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 Sheet Pile, 강 Pile, 토사석 등을 이용하여 제방을 쌓는 과정에서 건설 중장비에 의한 충돌 및 중량물 취급시 중량물의 낙하 등의 재해가 발생한다.

44) 그라우팅 작업

그라우팅 작업이란 지반의 역학적 성질을 개량하여 물의 침투를 방지하거나 지반의 지지력을 강화할 목적으로 지반에 주입제, 침투제를 주입하는 작업으로서 차수 및 지반 보강에 사용된다. 세부 단위 작업으로는 그라우팅 작업을 위한 장비 및 자재 반입 작업, 천공 및 그라우팅 시공 작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해를 살펴보면, 그라우팅 작업에 사용되는 기계기구 및 설비에 의한 협착과 충돌 재해가 발생되며, 특히 주입을 위해 지반을 천공, 그라우트액 주입, 충전 등을 하는 과정에서 장비 및 약액 사용시 발생하는 위험에 대한 주의가 요구된다.

45) 특수댐 작업

특수 댐이란 양수발전용 댐, 유역변경 댐, 조수간만 댐 등 댐의 기능이 특수한 목적을 갖고 있거나 운영 형식이 특별한 댐을 말한다. 세부 단위 작업으로는 양수발전용 댐 작업으로 이루어져 있으며 과거 발생 재해 형태를 살펴보면 특수 댐 공사 시 복잡한 터널 구조, 터널 내부에 발전용 터빈 설치, 조수간만 유지를 위한 자동기계식 수문 등의 작업 공정중에 폭발, 붕괴, 익사 등의 재해가 발생된다.

46) 가설 플랜트 작업

가설플랜트란 건설공사에서 사용되는 콘크리트 및 슛크리트를 생산하기 위한 골재저장, 계량장치 및 혼합장치를 가진 Batch Plant 설비와 암석을 파쇄시켜 건설용 골재를 만드는 크라샤 설비 등을 말한다. 세부 단위 작업을 살펴보면 콘크리트

Batch Plant작업, 슛크리트 Plant작업, 크리샤 Plant작업으로 이루어진다. 과거 발생 재해 형태를 살펴보면, 가설플랜트에서 골재 운반 장비의 반출입 및 플랜트 운전 중 협착, 충돌 등의 재해가 주로 발생된다.

47) 작업환경

건축물 공사 시에는 조명의 불충분, 분진 발생 등 여러 가지 요인으로 인하여 작업하는 근로자의 건강에 유해를 일으킬 요인이 많이 있다. 따라서 특히 지하층과 같이 환기, 조명 등이 불충분한 장소에는 작업 중 근로자가 건강에 해를 입지 않도록 작업환경 개선에 노력이 필요하다.

48) 안전 가 시설 작업

안전 가 시설은 건축물 공사 시 재해예방을 위하여 설치하는 가설공사로서 개구부 덮개, 작업 발판, 비계, 추락 및 낙하물방지망 등을 말한다. 안전 가 시설 작업의 세부 단위 작업의 종류를 살펴보면 개구부 작업, 작업 발판 작업, 비계 작업, 이동식 비계 작업, 달비계 작업, 달대비계 작업, 추락방지망 설치 작업, 가설 경사로 작업, 가설통로 또는 가설계단 작업, 굴착선단부 작업, 이동식 사다리 작업, 철골 승강용 트랩 작업, 경사지붕 작업, 리프트 승강구 출입문 작업, 낙하물방지망 설치 작업, 방호선반 작업이 해당된다. 안전 가 시설 공사는 안전 가 시설이 미설치되어 재해가 발생되거나 안전 가 시설을 설치하거나 해체하는 작업 중에 추락하는 재해가 발생된다.

49) 가설 전기 작업

가설전기 작업은 건축물 공사 시 임시로 전기를 인입하여 사용하거나 발전기 등을 설치하여 전기를 사용하는 것을 말한다. 세부 단위 작업으로는 수배전 설비 작업, 분전반 작업, 전선 작업, 충전부 작업, 조명등 작업, 교류아크 용접기 작업, 이동식전기 기계기구 작업, 접지 작업이 속하며, 가설전기는 접지·누전차단기 등이 연결되지 않아 작업중 누전 등의 원인으로 감전재해가 많이 발생되므로 주의가 필요하다.

50) 양중기 작업

양중기는 건설공사에서 근로자나 화물 등을 수직, 수평으로 인양하는 기계기구로서 타워크레인, 리프트 등을 말한다. 양중기 작업의 세부 종류를 살펴보면 타워크

레인 작업, 리프트 작업, 이동식 크레인 작업, 곤도라 작업, 윈치 작업, 특수 작업대 작업이 속하며, 양중기는 설치, 해체 시 재해가 발생되거나 사용 중에 자재가 낙하하는 등의 재해가 발생되므로 설치, 해체 작업과정에서 각별한 주의가 필요하다.

51) 위험 기계·기구 작업

위험 기계·기구는 건축물 공사 시 사용되는 자재가공용 기계기구로서 목재가공용 등근톱, 연삭기, 철근 가공기 등을 말한다. 위험기계기구 작업의 세부 종류를 살펴보면 목재가공용 등근톱 작업, 연삭기 작업, 공기압축기 작업, 이동식 발전기 작업, 철근절단기 및 절곡기 작업, 그라우팅 장비 작업, 몰탈 믹서기 작업, 열풍기 작업이 속하며, 위험 기계·기구에는 회전부 덮개, 톱날덮개, 전기사용에 따른 누전차단기 부착 및 접지실시 등 안전조치가 필요하며 이를 미실시할 경우 절단·감전 등의 재해가 발생된다.

52) 가설구조물 철거 작업

가설구조물이란 비계, 거푸집 지보공, 흙막이 가 시설 등 본 공사를 위해 일시적으로 설치했다가 공사완료 후 철거하는 임시구조물을 말하며, 가설구조물 철거작업은 가설구조물을 해체하여 제거하는 작업을 말한다. 가설공사 현장에서 발생한 재해자가 전체 건설업종 재해자의 26%(2008~2012)정도로 큰 비중을 차지하고 있어 가설공사에 대한 특별한 관리와 주의가 필요하다.

53) 기존구조물 철거 작업

구조물이란 일정한 설계에 따라 여러 가지 재료를 엮어서 만든 시설물이나 건축물, 다리, 댐, 터널 따위를 말하며, 철거작업이란 이미 존재하고 있는 구조물을 해체하여 제거하는 작업을 말한다. 철거작업은 대형 건설기계와 중량물에 의한 작업이 이루어지기 때문에 재해 발생 시 재해강도가 크며 붕괴, 추락, 충돌 등의 위험에 대한 주의가 요구된다.

54) 궤도공사 작업

궤도공사는 철도궤도를 설치하는 공사로서 궤광 공사, 레일 공사, 레일 용접 공사, 분기 부 공사, 침목공사, 도상공사, 궤도임시받침공사, 선로차단공사, 아이빔 및 거더 설치공사, 건널목보판공사 등이 있다. 궤도공사는 중량물 취급에 의한 근골격계 질환과 전도 등의 재해가 발생되기 쉬우므로 이에 대한 주의가 필요하다.

55) 슈받침/교좌장치 설치 작업

슈는 교량 받침부분에서 보 밑에 설치되는 부분이며, 교좌장치는 상부구조의 하중을 하부구조에 전달하는 장치로서, 온도변화나 탄성변형에 의한 상부구조의 신축 및 처짐등의 변위 변형에 대해서 충실히 작동해야 하고, 지진력과 풍하중과 같은 횡하중에 대해서도 작용하중을 하부구조에 전달하기 위해 안전해야 한다. 주로 고소작업에 의해 이루어지기 때문에 추락과 낙하재해의 위험에 대한 주의가 요구된다.

56) 정리정돈 작업

정리정돈은 주변에 흐트러진 것이나 어수선한 것을 한데 모으거나 둘 자리에 가지런히 하는 것으로서, 통로와 작업장 바닥에 흩어져 있는 자재에 걸려 넘어지거나 미끄러지는 등 전도재해가 주로 발생되고 있고 특히 소규모 현장에서 많이 발생된다.

57) 문화재 수리 작업

문화재란 인위적이거나 자연적으로 형성된 국가적·민족적 또는 세계적 유산으로서 역사적·예술적·학술적 또는 경관적 가치가 큰 유무형 문화재와 기념물 같은 것을 말하며 문화재 수리란 문화재를 보수·복원·정비 및 손상 방지를 위해 조치하는 것을 말한다. 문화재수리 공사는 중량물과 인력, 건설기계에 의한 작업이 많으므로 재해발생 빈도가 높게 나타나고 있으며 추락, 낙하, 충돌 등의 위험에 대한 주의가 요구된다.

58) 지붕 작업

지붕작업은 기와·슬레이트·금속판·아스팔트싱글 등으로 지붕을 설치하는 공사로써 지붕공사, 지붕단열공사, 지붕장식공사, 판금공사, PVC가공 부착공사, 빗물받이 및 홈통공사 등 이 있다. 지붕작업은 대부분 고소작업이며 작업발판 설치가 곤란한 작업으로서 추락과 낙하 재해에 대한 주의가 필요하다.

59) 기타 작업

기타작업은 건설공사 세부공종에 분류되지 않은 비정형화 형태를 나타내는 공종을 말하며 재해 형태도 명확히 구분하기 어려운 다양한 특성을 나타내고 있다.

2.3. 소규모 건설현장 안전관리 및 국내·외 지원 정책

2.3.1. 소규모 건설현장 안전관리 특성

우리나라 산업안전보건법은 건설업의 산업재해 예방을 위하여 공사금액, 공사형태, 사용되는 건설기계장비 및 화학물질 등에 대하여 다양한 기준을 마련하고 이에 대하여 건설 현장이 준수 할 수 있도록 구축하였다. 그러나 소규모 건설 현장에 대한 법적 의무 조항은 미흡하다.

공사 금액 3억원 미만의 소규모 건설 현장의 경우 현재 우리나라 산업안전보건법상 안전 관리자 및 안전보건관리책임자에 대한 선임의무가 없으며 안전조직도 매우 취약하기 때문에 신속한 안전정보의 제공이나 교육 훈련 및 각종 안전자료의 보급이 원활하게 지원되지 못하고 있는 실정이다. 그리고 소규모 사업주의 영세성과 현장 관계자의 저조한 안전의식으로 인하여 쾌적하고 안전한 작업환경을 확보하는데 어려운 여건에 처해 있으며, 제도적인 안전장치도 미흡한 실정으로써 대규모 건설현장에 비하여 안전관리가 소홀해질 가능성이 높다.

산업안전관리비의 경우에도 공사금액 4천만원 이상의 현장은 산업안전보건관리비를 의무적으로 계상해야만하나 민간 건축 공사의 경우에는 대부분 계상하지 않고 있기 때문에 안전보호구, 안전시설 등에 대한 투자가 낮다⁹⁾. 또한 공사기간이 짧고 근로자의 유동이 1일 단위로 수시로 변하기 때문에 안전에 대한 사업주 및 현장소장의 관심도가 낮고 이로 인하여 안전의식 수준이 매우 낮으며 교육과 시설, 보호구의 활용도가 매우 낮다. 또한 전문 인력의 부재로 인하여 정부에서 제공하는 다양한 정책 및 기술 자료에 대한 참여 및 활용도가 미흡하다.

이러한 특성으로 인하여 공사금액 3억원 미만 소규모 건설 현장에서는 매우 취약한 환경 하에서 작업이 이루어지고 있으며 유사 동종 재해의 반복적인 발생으로 인하여 우리나라 건설업 재해율 감소를 저해하고 있다.

2.3.2. 국내 소규모 건설현장 안전관리 지원 정책

공사금액 3억원 미만 소규모 건설 현장을 위한 대표적인 안전관리 지원 정책은 민간 재해예방 전문 지도기관을 통한 국고 민간 위탁 사업이 있다. 재해점유율이 높고 단순 반복사고가 다발하는 공사금액 3억원 미만 영세규모 건설현장 및 영세 건설업체를 대상으로 경쟁력 있는 민간재해예방기관의 위탁을 통해 밀착지원과 감

9) 이기태, “소규모 건설현장의 재해예방의 문제점 및 개선 방안”, 한국산업안전보건공단, 2005.

성지원으로 건설재해를 예방하는데 그 목적을 두고 시행되고 있다.

법적 근거로는 산업안전보건법 제62조¹⁰⁾에 의거 시행되고 있으며, 한국산업안전보건공단은 매년 평균적으로 25~30개의 재해예방 전문 지도기관을 선정하여 밀착지원 30,000회와 감성지원 120,000회 총 150,000회의 소규모 건설현장 사업장 방문 및 지도 감독을 목표로 하고 있다¹¹⁾.

사업 수행 자격은 산업안전보건법 시행령 제26조의7 및 시행규칙 제32조의2에 의거 관할 지방 고용노동청에서 “건설공사 지도 분야” 재해예방 전문 지도기관을 지정된 기관이며, 기술지도 요원 자격은 산업안전보건법 시행규칙 [별표 6의3] 재해예방 전문 지도기관의 인력·시설 및 장비기준 제1호의 인력기준에 해당되는 사람이거나 인력기준 이상인 자 그리고 토목·건축 산업기사 이상으로 건설 실무경력 3년 이상인 자가 수행할 수 있는 자격을 갖는다. 1개의 기관 당 4명 이내의 수행요원을 사업에 투입 가능하며, 1명의 요원 당 하루에 3개 현장 까지만 지원할 수 있으며, 일요일 및 공휴일은 지원이 불가하다.

지원 대상은 밀착 지원의 경우 건설업체 또는 개인이 시공하는 공사금액 4천만원 이상 ~3억원 미만의 건설현장 중에서 재해가 다발하는 공종¹²⁾과 공사기간 3개월 이상 현장 중 1차 지원 후 30일 이후에 잔여공사기간이 1개월 이상 현장에 대한 추가 1회 방문 지원이 가능하나 이는 밀착지원 물량의 30%이내에서만 가능하다. 다만, 일선기관 별 관내 사업장 분포, 재해 현황 등 특성을 분석하여 집중관리 대상 현장 재설정이 가능하다. 또한 산재보험 미 가입 사업장 중 근로복지공단에서 통보한 사업장과 재해예방 전문 지도기관의 지도에서 제외되는 현장 중 공사기간이 3개월 미만인 공사, 육지와 연결되지 아니한 섬(제주특별자치도 제외)에서 이루어지는 공사 현장이다. 감성지원은 건설업체 또는 개인이 시공하는 공사금액 4천만원 미만의 건설현장, 4천만원 이상~3억원 미만의 건설현장 중 밀착지원 미 실시 현장(산재보험 미 가입 현장 포함), 전년도 시공능력평가액 1,000위 초과 건설업체 본사¹³⁾, 건축설계사무소, 재해발생위험이 높은 전문건설업체 본사¹⁴⁾가 해당된다.

10) 산업안전보건법 제62조(산업재해예방활동의 촉진)

11) 한국산업안전보건공단, “사업안전보건교육원, 위탁기술지도요원 실무”, 2013.

12) 주택시설(단독·연립·다가구 주택), 공장시설(공장 신·개축, 기계기구설치), 상가시설(상가, 백화점, 쇼핑센터), 건축물 및 구조물 해체공사, 아파트(아파트 주상복합 보수), 실내건축, 창고시설(일반창고, 물류창고), 소규모 근생시설 등 건설공사(전기·정보통신공사 제외).

13) 토목건축공사업, 토목공사업, 건축공사업, 산업·환경설비공사업, 조경공사업.

14) 전문건설업(대한전문건설협회 등록 9개 공종 : 철근콘크리트, 미장·조적·방수, 도장, 지붕 관금(조립식), 비계, 실내건축, 토공, 금속구조물·창호, 상하수도), 설비공사업(대한설비협회 등록), 시설물 유지관리업(대한시설물유지관리협회 등록).

주요 지원 방법 및 내용으로 밀착지원의 경우 공사 현장을 방문하게 되는데 요원은 현장개요, 공사 현황 파악 후 재해발생현황을 조사하고, 현장의 위험요인 도출 및 대책을 수립하며, 향후 발생할 위험요인을 발굴하게 된다. 모든 조사가 끝나면 근로자와 현장 관계자를 참여시켜 기술지원 결과에 대한 강평 교육을 실시하고, 기술자료 제공 및 자료에 대한 설명을 실시한다. 현장 지원 종료 후 요원은 밀착지원 현장 중 불량 현장 5% 이상을 한국산업안전보건공단에 신고하고, 현장 지원 결과에 대한 결과보고서를 작성하여 공단 홈페이지 K2B에 실적을 입력하게 된다. 감성지원은 현장을 방문하여 안전시설 설치 상태 확인 및 근로자 개인보호구 착용 계도 활동을 하고, 동시에 안전수칙 준수사항 및 홍보물 등 안전관련 자료를 전달하고, 사무실 방문지원의 경우 안전보건에 대한 컨설팅 및 당부사항 전달 및 홍보를 실시한다. 그리고 재해예방 전문 지도기관은 위 두 지원 사업을 수행하면서 안전문화 확산 캠페인을 실시하고, 현수막, 피켓, 어깨띠 및 홍보물 등을 활용하여 안전의식 극대화 캠페인 활동을 수행한다.

한국산업안전공단은 재해예방 전문 지도기관의 부패방지 및 컨설팅 능력 향상을 위하여 업무수행 모니터링을 실시, 실사평가, 실적평가, 업무수행능력 평가, 지도요원 전문교육 실시, 위탁사업 우수사례 발표회 등의 활동을 실시하고 있으며, 소규모 건설현장 재해예방을 위한 비용 지원은 국가에서 지원하고 있다.

2.3.3. 국외 소규모 건설현장 안전관리 지원 정책

1) 미국

미국은 소규모 사업장에 적용되는 평등권 측면에서 소규모 사업장에 대한 별도의 법적 규제를 갖고 있지 않으며 소규모 사업장에 대한 일반적인 지원 프로그램을 운영하고 있다¹⁵⁾.

미국은 소기업 지원국 (Office of Small Business Assistance)을 통하여 소규모 사업장의 산업재해예방을 위한 지원 활동을 실시하고 있다. 소기업 지원국은 소규모 사업장을 위한 OSHA¹⁶⁾내의 접촉·연락 역할과 전국 현장의 Consultant

15) 이용수, “소규모 건설현장 재해를 저감 방안 연구”, 명지대학교 박사학위논문, 2011.

16) OSHA(Occupational Safety and Health Administration) : 미국 노동성 산하 작업안전위생국으로써 안전 프로그램들의 실시, 위생 및 안전과 관련된 기준들에 대한 새로운 설정과 폐기, 기업체 감찰, 프로그램들에 대한 조사, 질병 및 상해의 발생 비율에 대한 계속적 감시, 소환장 발부, 벌과금의 산정, 안전 기준을 지키지 않는 고용주에 대해 적합한 행동을 취하기 위한 법원예의 청원, 안전 훈련의 제공, 상해방지 컨설팅 제공, 위생 및 안전에 관한 통계 데이터베이스의 관리 등을 수행하고 있다(Goetsch, 1996). OSHA는 일반 산업체뿐만 아니라 건설, 농업, 해양 부분과 같은 특수한 산업체 대해서도 안전기준을 발간하고 있다.

Program 운영 및 행정적인 처리 업무를 수행한다. 소기업 지원국은 소규모 사업장을 대신한 모든 활동을 촉진하는 지원을 제공하며 OSHA와 소규모 사업장의 고용주의 관계를 증진 시킨다.

소기업 지원국은 On-Site Consultation(현장에서의 상담) 활동을 통하여 전국 모든 주의 소규모 사업장에 지도·조언 활동을 실시하며, 위험이 높은 사업장에 우선권이 주어진다. 그리고 사업주는 OSHA를 통한 Consultation Service를 이용함으로써 사업장의 잠재적인 위험요인을 발견할 수 있고 그들의 안전보건 시스템을 개선하며 OSHA의 정기적인 검사를 1년간 면제 받을 수 있는 자격이 부여 된다.

Consultation Service는 주 정부의 전문요원에 의하여 시행되며 일부 서비스는 현장 이외의 곳에서 시행될 수도 있지만 대부분의 경우 현장 내에서 이루어진다. 가장 기본적인 목표는 소규모 사업장을 위한 것으로 OSHA의 감독과는 별개의 프로그램이며 소환이나 벌칙이 없다. Consultation Service대상의 회사, 이름, 사업장 정보와 컨설턴트가 지적하는 불안정한 작업조건은 비밀이 보장되며 OSHA의 감독관에게 보고되지 않는다¹⁷⁾.

Consultant는 사업장에서의 위험을 인식할 수 있도록 도와주고 안전보건 문제를 해결하기 위한 일반적 또는 선택적 방법을 제시해야 한다. 또한 더 많은 지원이 필요한 경우 유용한 도움에 대해 확인하여 지원하며 사업장의 지적된 사항을 요약보고의 제공 의무를 갖는다. 더불어 사업장의 효과적인 안전보건 프로그램이 유지 또는 개발될 수 있도록 지원하며 고용주와 근로자에게 교육과 훈련을 제공해야 한다. Consultant에 의하여 사업장의 안전보건 프로그램 구축 시 OSHA 프로그램의 기준과 부합이 되면 OSHA 감독을 1년간 면제 받을 수 있도록 추천 할 수 있다, 이 모든 사업은 국고에 의하여 지원된다.

2) 일 본

일본의 노동안전위생법에서는 소규모 사업장에 대한 별도의 규정은 없으며 목조가옥 등 소규모 건설공사 현장에 대한 안전관리가 미흡하고 안전점검 등의 결과를 보면 위반율이 높은 것으로 나타나고 있다.

따라서 안전보건업무를 담당하는 후생노동성에서는 이러한 소규모 건설공사의 재해를 예방하기 위하여 1998년도부터 건설업 노동재해 방지협회에 소규모 건설현장의 재해예방 사업을 포함한 전문공사사업자 안전관리 활동 촉진사업과 목조가옥 등 저층주택 건축공사 안전대책 추진 모델사업, 중소종합공사사업자 지도력 향상 사

17) 한국산업안전보건공단, “중·소기업을 위한 OSHA 가이드 북”, 2001.

업을 위탁하여 시행하고 있다.

위 세 가지 사업에 대하여 세부 지원 내용을 살펴보면, 전문공사업자 안전관리 활동 촉진 사업은 전문공사업자를 대상으로 안전관리 계획 작성 연수회의 개최, 안전보건 세미나의 개최, 안전보건교육의 실시, 안전순찰의 실시, 개별안전보건지도의 실시, 교육교재 등의 작성·배포, 안전보건정보 등의 제공 등을 하는 안전관리활동 등 촉진사업과 안전대회의 개최, 안전표창의 실시, 산업재해방지 계발용 포스터·팜플렛의 배포 등을 지원한다.

목조가옥 등 저층주택 건축공사 안전대책 추진 모델사업은 목조가옥 등 저층주택 건축공사의 안전을 위한 모델사업으로 정보자료의 제공, 교육실시, 비계선행공법의 지원, 안전 패트롤의 실시 등 다양한 활동을 하고 있다.

중소종합공사업자 지도력 향상사업은 중소기업의 토목, 건축공사를 시공하는 회사의 본사와 현장을 대상으로 현장소장 연수회의 실시, 안전위생관리 담당자의 연수회의 실시, 시범회사의 지정과 지원 실시, 시범회사의 안전위생관리 활동의 지원, 시범회사의 협력업체 근로자에 대한 안전위생 교육 실시의 지원, 경영자 안전위생 세미나 실시, 안전위생 정보의 제공 등을 지원한다.

3) 영 국

영국의 소규모 건설현장에 대한 세부관리 규정 및 지침은 건설업만 별도로 규정된 것이 없고 1997년 제정된 Health and Safety Executive(HSE)에서 생산된 소규모 사업장의 안전보건<Health and Safety in Small Firms>규정에 의거 관리하고 있다. 이 규정은 전 산업 업종에 해당 적용됨으로 그 내용이 전 업종에 해당 되도록 포괄적인 내용으로 구성되어 있다¹⁸⁾.

소규모 건설현장에 대한 관리 근거도 이 소규모 사업장의 안전보건규정과 건설공사 안전보건법<Health and Safety Construction Law>에 근거를 두고 현장관리를 하고 있으나 HSE에서도 소규모 건설 현장 관리 지침이 세부적으로 마련된 적은 없고 상황에 따라 Campaign등의 일회성 사업 등이 부분적으로 실시되고 있는 실정이다¹⁹⁾.

18) 한국산업안전보건공단, “영국 단기 해외연수 결과 보고서”, 2005.

19) 백신원, “소규모 건설현장 재해감소 전략에 관한 연구”, 한국산업안전보건공단, 2012.

2.4. 위험성 평가 고찰

2.4.1. 위험성 평가 개념

위험성이란 어떤 기회에 사람에게 상해를 입히거나 건축물, 설비 등에 손상을 주는 원인이 되는 잠재적인 위험요인이나 유해성을 말하는데, 위험성 평가란 유해위험요인을 파악하여 당해 유해위험요인이 사고 또는 질병으로 이어질 수 있는 가능성(빈도)와 중대성(강도)를 계산하고 감소대책을 수립하여 실행하는 일련의 과정이다²⁰⁾.

작업장에서 성공적인 안전·보건관리는 유해·위험요인의 잠재적인 위험 요인을 인식하는 것으로 부터 출발한다. 즉, 잠재적인 유해·위험요인들이 어떠한 조건과 상태에서 재해로 발전할 것인가를 정확하게 인식하기 위한 체계적인 분석이 필요하다.

위험성평가는 평가대상 공정(작업)에 있어 위험기계 또는 위험물질에 대한 유해·위험요인을 찾아내고 그 유해·위험요인이 사고로 발전 할 수 있는 가능성을 최소화하기 위한 대책을 수립하는 것이며, 안전사고 및 건강장해를 사전에 예방하고 빈도와 강도를 예측하여 합리적인 Lay-Out 개선으로 생산성 및 품질향상과 쾌적한 작업환경 조성으로 근로자의 근로의욕을 고취시키고 사업주의 포괄적 재해예방 의무(Accountability) 확보하는데 의의가 있다. 또한 건설업 측면에서는 건설공사에 잠재되어 있는 위험요인을 체계적으로 파악하여 위험의 크기를 평가한 후 허용범위를 벗어난 위험요인에 대해서는 개선을 통하여 허용 가능한 위험수준을 제어할 수 있는 위험성 평가 시스템 구축에 관한 기술적 사항을 제공함으로써 산업 재해를 예방하는데 그 목적이 있다.

위험성평가방법은 위험요인을 도출하고 위험요인에 대한 안전대책을 확인·수립하는 정성적평가과 위험요인별로 사고로 발전 할 수 있는 확률과 사고 피해 크기를 정량적으로 계산하여 위험도를 수치로 계산하고 허용범위를 벗어난 위험에 대한 안전대책을 세우는 정량적 평가가 있다.

20) 고용노동부, “위험성 평가 시범사업 업무수행 매뉴얼”, 2012.

2.4.2. 국내·외 위험성평가 사례

1) 영국의 위험성평가 제도

영국의 경우 1974년 「산업안전보건법(HSWAct)」을 도입할 때부터 어느 정도 위험성평가 제도의 원리를 반영하고 있었으나, 유럽의 기본지침(the Framework Directive 89/391/EEC)에 따라 「사업장안전보건관리규정(MHSWR)」을 제정함으로써 본격적으로 위험성평가 제도를 도입하였다고 볼 수 있다²¹⁾.

「사업장안전보건관리규정(MHSWR)」 제3조에는 모든 사업주들은 모든 근로자들이 일하는 동안 노출되는 안전보건상의 위험성에 대해서 적절하고 충분하게 평가되어야 한다고 명시되어 있으며, 특히 5인 이상 사업주는 평가결과의 주요 사항과 특별한 위험노출 근로자 집단을 기록하도록 하여 지속적인 관리가 가능하도록 규정하고 있다. 이를 위해 위험성평가 지침(A Guide to Risk Assessment Requirement)을 마련하였다.

이 지침에 의하면 사업주의 의무조항으로 사업장의 위험에 대해서 적절하고 충분한 평가(Suitable and sufficient assessment)를 수행하도록 명확히 규정하고 있다. 「사업장안전보건관리규정(MHSWR)」의 위험성평가 해설지침에 따르면 위험성평가의 구체적인 방법으로 5-Step risk assessment에 근거하여 위험성평가를 실시하도록 규정하고 있다.

EU 기본지침에 따라 The Management of Health and Safety at Work Regulation(1992) 제정 본격 도입, 일차적으로 사업장 내부에서 노사에 의한 안전보건관리가 먼저 이루어지도록 하는 시스템에 중점을 두고, 그 밖에 작업장 규정, 유해물질 규정, 석면규정, 보호구 규정 등 8개의 위험성평가 관련 규정(regulation)을 정하고, 사업주가 안전보건 조치를 결정할 때 위험성을 평가하고, 사업장 지도·감독 시 위험성평가 여부를 우선 점검, 산재사고 발생시 사업주가 위험성평가를 실시했는가 여부에 따라 처벌 수위를 결정한다.

위험성평가 관련규정 위반 시 즉결재판을 받으면 2만 파운드 이하의 벌금, 기소 재판을 받으면 2년 이하의 징역이나 벌금이 부과된다.

2) 호주의 위험성평가 제도

호주의 「산업보건안전연방법」(Occupational Health and Safety Commonwealth Employment Act) 제16조에 사업주는 고용되어진 근로자의 안전과 건강을 보호 할

21) 이영순, “위험성 평가 기법 사업장 적용 효과분석에 관한 연구”, 한국산업안전보건공단, 2007.

수 있도록 합리적이고 실질적인 조치를 취하여야만 한다고 명시되어 있다. 호주 퀸즐랜드 주의 경우, “위험성평가를 실시하라”는 명문화된 규정은 가지고 있지 않으나, “사업주가 작업자들의 안전과 보건을 확보하기 위해서는 잠재적인 위험요인을 발굴(Identifying hazards)하고, 위험성을 평가(Assessing risks)하여, 관리기준을 결정(Deciding on control measures)하고, 조치를 이행(Implementing control measures)한 후, 효과에 대한 모니터링 및 고찰(Monitoring and reviewing the effectiveness)을 통해 위험성을 관리”하도록 제시하고 있다. 또한 사업장의 안전보건 확보 측면에서 사업주는 실무지침이나 권고기준에 위험성관리에 대한 관련규정이 있을 경우 이를 따르도록 하고 있으며, 또한 실무지침이나 권고기준에 언급되어 있지 않더라도 사업주는 사업장에 존재하는 위험성을 적절히 관리하여야 한다. 따라서 위험성평가를 실시하는 명문화된 법 규정은 없다고 할지라도 실질적으로 사업주는 위험성평가를 실시할 책임이 있는 것이다.

3) 미국의 위험성평가 제도

미국의 위험성평가 관련 법규 체계는 「산업안전보건법」과 이법에 근거한 연방규칙, 그리고 각종 안전관리 프로그램으로 구성된다. 산업안전보건법에 규정된 사업주의 의무에 따라 사업주는 사망이나 심각한 신체적 손상을 일으킬 수 있다고 인지되는 유해요인에 대해서는 산업안전보건 규칙에 정해져 있지 않은 사항에 대해서도 필요한 조치를 취하여야한다.

즉, 미국의 「산업안전보건법(OSHAct)」, 미연방규칙(CFR) 및 주 정부법에 위험성평가를 사업주의 의무사항으로 명시하고 있는 규정은 없으나, 위험성평가를 규정하기보다는 기존의 산업안전보건 규제의 방식을 감독관에 의한 규제중심에서 사업주 자율관리 방식으로 변환하고, 그에 수반하는 인센티브제 및 강력한 페널티 제도를 운영함으로써 실질적인 위험성평가 수행을 유도하고 있다.

Maine 주에서는 재해율이 타 주보다 높자 '93년에 위험성평가를 주 내용으로 하는 Maine 200 Program 시하였는데 Maine주 내 재해율이 높은 200개주를 선정하여 시범 적용한 결과 '96년의 재해율이 '91년에 대비하여 30% 감소하였다.

'97년 클린턴 행정부에서 이 프로그램을 확대 시행했으나 사전에 인프라를 구축하지 않고 도입하여 경영계의 반발로 중단되었다. 사업장에 선택의 여지가 없고 사전 설명이나 준비기간 등이 없이 시행함에 따라 부담을 느낀 경영계에서 기업의 참여를 강제한다는 이유로 소송을 제기하기도 하였다.

Ⅲ. 연구 조사 및 가설

3.1. 연구 대상

본 연구는 공사금액 3억원 미만의 소규모 건설현장의 안전작업 매뉴얼 개발을 위하여 광주·전남지역의 소규모 건설현장을 대상으로 2013년 1월부터 8월까지 발생한 건설재해 391건에 대한 재해의 특성을 파악하였다. 그리고 가설 검증과 매뉴얼에 대한 평가 및 검증을 위하여 광주·전남지역의 공사금액 3억원 미만의 소규모 건설현장과 관계가 있는 전문가, 근로자, 관리감독자를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 또한 안전작업 최적 매뉴얼 개발을 위하여 참고문헌과 전문가 인터뷰를 통하여 관리적 대책과 기술적 대책을 도출하였다.

설문조사는 연구자가 사업장을 직접 방문하여 연구목적과 설문작성 요령을 설명한 후 직접 기입하는 방식과 우편을 통하여 배포 및 회수하는 방식으로 조사하였다.

최적 안전작업 매뉴얼 개발을 위하여 중·상 위험 공종 도출을 위한 1차 설문조사는 2013년 5월 20일부터 2013년 6월 20일까지 조사되었고, 총 150부의 설문지를 배포하였으며, 이 중 130부가 회수되었다. 회수된 설문지 중 결측치가 많아 활용도가 낮거나 불성실하게 응답한 설문지 25부를 제외한 나머지 105부를 분석하였다.

그리고 최초 개발된 매뉴얼의 개선 및 보완을 위한 2차 설문조사는 2013년 8월 11일부터 2013년 8월29일까지 조사하였고 전문가 15명을 대상으로 일대일 면접법을 활용하여 인터뷰 즉시 기록하였으며, 총 15부를 분석하였다. 또한 2차 조사 및 분석을 통하여 보완 후 최종 확정된 안전작업 매뉴얼에 대하여 효과성을 검증하기 위하여 공사금액 3억원 미만 소규모 건설현장 50개 업체를 무작위로 선정하고 안전작업 매뉴얼을 배포하여 사용하도록 하였다. 사용 기간은 2013년 10월 1일부터 2013년 11월 30일까지 약 2개월 동안 사용 후 느낀점을 설문지에 답변하도록 하였다. 설문지는 총 50부를 배포하여 2단계 조사 방법과 같이 일대일 면접법을 활용하여 인터뷰 즉시 기록하여 총 50부를 분석하였다.

설문지는 응답자의 일반적 특성을 제외한 모든 문항들에 대한 응답은 5점 척도로 구성하였다.

3.2. 연구 모형 및 가설

공사금액 3억원 미만 소규모 건설현장의 안전작업 최적 매뉴얼 개발하고자 본 연구의 모형은 Fig.3-1과 같다.

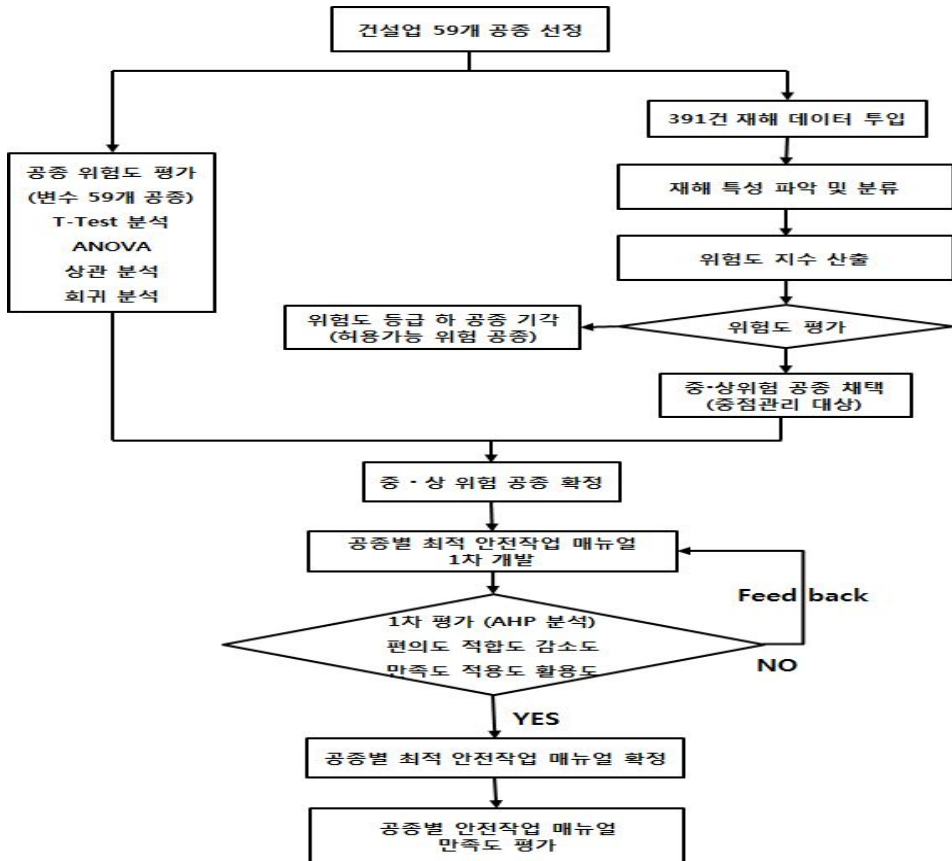


Fig. 3-1. 연구 모형.

연구 모형에 대한 최적 안전작업 매뉴얼 개발과정을 살펴보면 첫째, 2013년 1월부터 8월까지 광주·전남지역의 3억원 미만 건설현장에서 발생한 재해 391건에 대하여 59개 공종으로 분류하고 위험성 평가를 실시를 통하여 중·상 위험 공종을 도출한다. 둘째, 59개의 공종에 대하여 설문조사를 실시하고 회귀분석을 통하여 공종 위험 순위를 도출하며 최종적으로 위험성 평가 분석 결과와 회귀분석 결과를 비교하여 중·상 위험 공종을 확정한다. 셋째, 최종 확정된 중·상 위험 공종에 대하여 다양한 참고문헌과 전문가 인터뷰를 통하여 관리적 대책과 기술적 대책을 수립하고 안전작업 매뉴얼을 개발한다. 넷째, 개발된 매뉴얼은 전문가 집단 심층 설문조

사를 통하여 편의도, 적합도, 감소도, 만족도, 적용도, 활용도 이상 6개 항목에 대한 AHP분석을 실시하고 개선점을 도출하고 보완을 실시한다. 다섯째, 보완 과정 완료 후 개발된 최종 매뉴얼을 현장에 배포하고 만족도를 평가하여 현장 적용 시 예측되는 효과성을 검증 한다.

본 연구의 중·상 위험공종 도출을 위한 59개의 가설은 다음과 같다.

- 가설1. 기초파일 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설2. 굴착 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설3. 발파 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설4. 흙막이 지보공 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설5. 되메움 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설6. 거푸집 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설7. 갯폼 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설8. 라이닝 거푸집 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설9. 철근 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설10. 콘크리트 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설11. 철골 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설12. 조적 및 미장(건출)작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설13. 방수 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설14. 석재 및 타일 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설15. 도장 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설16. 금속 및 잡철물 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설17. 창호 및 유리 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설18. 수장 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설19. 판넬 등 외부 마감작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설20. 전기 설비 작업(통신포함)은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설21. 기계 설비 작업(소방포함)은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설22. 엘리베이터 설치 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설23. 맨홀 및 관 부설 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설24. 조경 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설25. 부대 토목 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설26. 가설 도로 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설27. 지장물 조사 및 이설 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.

- 가설28. 제작장 설치 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설29. 슬립폼(슬라이딩폼) 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설30. 케이슨 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설31. 강교 설치 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설32. PSC교량 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설33. 포장 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설34. 포설 및 다짐 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설35. 특수 교량 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설36. 수직구 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다..
- 가설37. 갱구부 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설38. 터널 굴착 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설39. 터널 보강 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설40. 터널 방수 슈트 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설41. 터널 배수 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설42. 특수 터널 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설43. 가체철(물막이) 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설44. 그라우팅 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설45. 특수댐 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설46. 가설플랜트 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설47. 작업 환경 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설48. 안전 가 시설 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설49. 가설 전기 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설50. 양중기 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설51. 위험 기계 기구 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설52. 가설 구조물 철거 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설53. 기존 구조물 철거 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설54. 궤도공사 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설55. 슈받침/교좌 장치 설치 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설56. 정리정돈 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설57. 문화재 수리 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설58. 지붕 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.
- 가설59. 기타 작업은 소규모 건설현장에서 위험한 작업일 것이다.

3.3. 분석 방법

가설 검증을 위하여 정부에서 제시하는 위험성 평가 기법을 활용하였고, 설문조사 분석을 위하여 수집된 자료는 엑셀을 이용하여 코딩을 실시 후 통계프로그램인 SPSS 20.0을 활용하여 분석하였다.

3.3.1. 위험성 평가 방법

공사금액 3억원 미만 건설 현장의 중·상 위험 공종을 도출하기 위하여 가장 신뢰도가 높고 정부와 한국산업안전보건공단에서 우리나라 5인 이상 모든 사업장에 제시하고 있는 위험성평가 기법을 활용하였다.

위험성 평가는 최초 위험도를 산출해야한 한다. 위험도의 경우 각 공종 별 재해의 발생 빈도 및 강도를 산출할 수 있는데 산출식은 다음과 같다

$$\text{발생빈도} = (\text{공종별 재해자 수} / \text{전체 재해자수}) \times 100$$

$$\text{발생강도} = \text{환산지수의 합계} / \text{공종별 재해자 수}$$

또한 발생 강도를 구하는 단계에서 환산지수가 사용되는데 다음 Table 3-1의 산재 요양일수에 따른 환산지수 표를 기초로 데이터를 사용하였다.

Table 3-1. 산재 요양 일수에 따른 환산지수

산재요양 일수의 환산지수	산재 요양일수
1	4일~10일
2	11일~30일
3	31일~90일
4	91일~180일
5	181일~360일
6	360일 이상, 질병사망
10	사망(질병사망 제외)

앞의 산출식을 통하여 공종별 빈도와 강도를 산출 후 다음 Table 3-2와 같이 위험도를 산출하게 된다. 빈도와 강도는 총 5단계로 분류하고 5단계로 분류된 단계를 조합(빈도*강도)한다.

Table 3-2. 빈도·강도 위험도 지수 5단계 구분 기준

빈도	빈도 구분기준	강도	강도 구분기준
1단계	1 미만	1단계	2 미만
2단계	1이상 ~ 2미만	2단계	2이상 ~ 3미만
3단계	2이상 ~ 3미만	3단계	3이상 ~ 4미만
4단계	3이상 ~ 4미만	4단계	4이상 ~ 5미만
5단계	4이상	5단계	5이상

다음 Table 3-3은 위의 발생빈도와 강도에 대하여 구분된 단계를 조합하여 위험도 지수를 도출하게 된다.

Table 3-3. 단계별 빈도·강도 조합에 의한 위험도 지수

빈도 \ 강도	1 단계	2 단계	3 단계	4 단계	5 단계
1 단계	1	2	3	4	5
2 단계	2	4	6	8	10
3 단계	3	6	9	12	15
4 단계	4	8	12	16	20
5 단계	5	10	15	20	25

위험도 지수에 따라 위험도 등급은 상·중·하로 평가하고 위험 등급 상(★★★)은 위험도 지수 값이 12이상부터 25까지이며, 중(★★)은 5이상 12미만이고, 하(★)는 5미만이다. 이 같은 위험 등급에 따른 관리 기준은 다음 Table 3-4와 같다.

Table 3-4. 위험도 지수에 따른 등급 평가

위험도 등급	평가 기준(위험도 지수)
상(★★★)	빈도수준과 강도수준을 조합한 위험도 지수 값이 12이상
중(★★)	빈도수준과 강도수준을 조합한 위험도 지수 값이 5이상 12미만
하(★)	빈도수준과 강도수준을 조합한 위험도 지수 값이 5 미만

위험도 지수에 따른 등급 평가가 완료되면 다음 Table 3-5를 활용하여 위험 등급에 따른 관리 기준을 설정하여 실시하게 된다. 따라서 본 연구는 위험도 등급 중·상의 위험공종을 도출하는데 초점을 맞추어 분석을 실시하고자 한다.

Table 3-5. 위험도 등급에 따른 관리 기준

위험도 등급	관 리 기 준	
상(★★★)	허용 불가위험 (중대한 위험)	계획된 기간내에 세부 재해예방대책을 수립하고 중점 위험관리 활동 및 위험상황에 따라 작업 중지가 필요한 위험
중(★★)	허용 불가위험 (상당한 위험)	안전시설 설치, 관리감독자배치 등 관리적 대책이 필요한 위험
하(★)	허용 가능위험 (경미한 위험)	위험표지 부착, 인보호구 착용, 상황에 따라 안전 시설 설치 등 일상 안전관리가 필요한 위험

3.3.2. 신뢰도분석과 요인분석

신뢰도분석(Reliability Analysis)은 측정하고자 하는 개념에 대하여 응답자가 정확하고 일관되게 측정을 하였는지를 확인하는 방법으로, 동일한 개념을 반복하여 측정하였을 때 동일한 응답을 얻을 수 있는지를 확인하는 것으로 설문도구를 이용한 통계분석에서 중요한 부분이다.

본 연구에서는 선행 연구들이 사용한 문항을 참고하여 새롭게 구성하거나 기존의 측정도구를 그대로 이용하되 일부 수정하여 사용하였기에 새롭게 개발된 측정도구에 대한 신뢰도 분석을 통하여 검증하는 과정이 매우 중요하다.

각 요인별로 측정도구를 구성하는 문항에 대하여 신뢰도 분석을 통하여 신뢰도를 도출하였으며 Cronbach α 계수를 도출하여 검증하였다. Cronbach α 계수의 값이 0.6 이상일 경우 측정도구에 대한 신뢰도가 확보된 것으로 판단하였다. 또한 문항이 삭제될 경우 Cronbach α 계수의 값이 상승하는 문항은 삭제하였으며, 문항 삭제 후 재분석을 실시하여 신뢰도를 확보하여 분석에 사용하였다²²⁾.

측정도구에 대한 신뢰도를 확보하였다면 구성타당도를 통하여 연구자가 구성한 문항과 실제 조사한 결과, 요인에 대한 문항들이 전체 이론의 틀 안에서 다른 개념

22) 최현철, “사회통계방법론”, 나남, 2007.

들과 논리적으로 제대로 연결되었는지에 대한 검증이 필요하고 요인분석(Factor Analysis)을 통하여 측정이 가능하다. 이는 연구자가 측정하고자 했던 요인들이 제대로 구분되어 측정 되었는지를 검증하는 중요한 과정이다.

주성분분석(Principal Components)을 이용한 요인 추출과 요인의 독립성을 중시하고 개별 요인에 대한 결과의 해석을 용이하게 하기 위해서 직각회전방식의 Varimax 방식으로 요인을 회전(Factor Rotation)하여 결과를 도출하고 타당성을 확보하였다.

3.3.3. 다변량 회귀분석

본 연구에서는 가설을 검증하기 위하여 다변량 회귀분석(Multi-variable Regression Analysis)을 실시하여 영향력을 파악하였다. 다변량 회귀분석은 두 개 이상의 독립변수들이 종속변수에 미치는 영향력을 분석하여 가설을 검증하는 방법이다²³⁾.

본 연구에 대한 검증은 회귀분석을 통하여 작업조건, 안전행동과 의식의 요인에 대한 인과관계를 도출하는 방식을 이용하였다.

다변량 회귀분석모델은 다음의 식과 같다.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + E$$

Y는 종속변수를 의미하고 X는 예측변수 혹은 독립변수를 의미한다. β 는 예측변수에 대한 계수이며 E는 회귀모형의 오차를 의미한다. 즉, 회귀분석은 종속변수 Y에 대하여 독립변수 X가 미치는 영향에 대하여 표현하는 것을 말하며, 종속변수 Y는 독립변수 X들의 합으로 이루어진다. 또한 비표준화 계수 β 는 독립변수 X들에 대한 가중치로 표현할 수 있다.

23) 심철우, “제조업 야간작업이 근로자의 안전행동과 안전의식에 미치는 영향”, 조선대학교 박사학위논문, 2013.

3.3.4. AHP기법을 이용한 가중치 분석

AHP는 정량적 요인과 정성적 요인을 모두 포함하는 다수의 목표를 갖는 의사결정문제에 적용할 수 있는 기법이다. AHP는 대안별로 목표달성의 정도를 평가하기 위하여 대안별 가중치 행렬과 평가요소의 가중치벡터를 곱하여 대안별 종합평가치를 구한 후, 종합평가치가 가장 큰 대안을 최적 대안으로 선택하는 방법이다²⁴⁾.

AHP의 이론적인 배경을 살펴보면 기법을 적용하기 위한 4가지 공리(Axiom)를 가지고 있다. 첫째, 한 계층의 요소들은 상위 계층에 반드시 종속되어야 하며 둘째, 동일 계층의 요소들끼리는 서로 쌍대비교가 되어야 하고, 두 요소 간에 중요성의 정도를 표현할 수 있어야하며 중요도는 역수조건을 만족해야 한다. 만약, A가 B보다 5만큼의 중요도를 갖는다면 B는 A보다 1/5만큼의 중요도를 갖는다는 것이다. 셋째, 중요도의 비교는 제한된 범위 안에 정해진 척도로 표현되는 동질성을 갖고 넷째, 의사결정의 목적을 계층이 모두 공유한다는 기대성을 갖는다²⁵⁾

일반적으로 AHP를 이용하여 의사결정과 관련된 문제를 해결하기 위하여 Fig. 3-2와 같은 네 가지 단계의 작업이 수행된다.

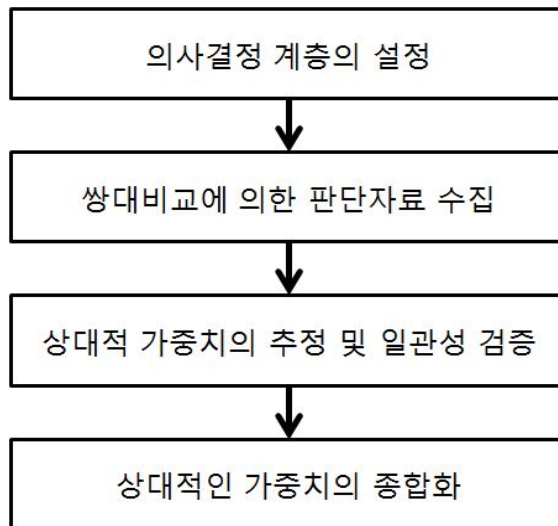


Fig. 3-2. AHP 적용의 4단계.

24) 김태수, “AHP에 의한 생산성과 향상기법의 중요도 평가에 관한 연구 : 조선기업의 사례를 중심으로”, 부경대학교 대학원, 박사학위논문, 2008.

25) 문태화, AHP 분석방법을 활용한 6시그마 성공요인의 중요도 분석, 영남대 대학원, 박사학위논문, 2009.

1단계로 AHP는 의사결정의 문제와 관련된 사항들을 계층화하는 것으로 부터 시작된다. 계층의 최상단은 의사결정의 목적을 제시하며 계층0이라 칭한다. 그 아래는 의사결정문제에 영향을 끼치는 요소들을 나열하고 계층1로 구성하고, 그 아래의 계층2는 계층1에 대한 세분화된 요소들을 나열하여 구성한다. 주의할 점은 동일한 계층에 있는 각각의 요소들은 서로 독립적이어야 하고 상호간의 쌍대비교를 수행하기 위하여 동일 수준이어야 한다. 마지막으로 계층의 최하단의 구성은 의사결정 문제에 대한 대안들로 구성하여 AHP의 체계를 구성하며 Fig. 3-3은 표준적인 AHP의 형태이다.

계층의 구성은 계층의 요소는 상위 계층과 하위 계층의 요소와 서로 관련이 있어야 하는데 이를 계층의 완전성이라 한다. 계층을 구성할 때는 계층의 완전성을 고려하여야 하며 예외적으로 비완전 계층이 구성될 수 있다. 하지만 계층의 요소끼리는 공통의 목표를 공유하여야 하며 이를 충족시킬 경우 하위 계층에서 그 자체로 분할이 가능하다²⁶⁾. 또한 계층의 수와 비교 대안의 수는 5~9가지가 적당하다고 제안하였지만 필요조건은 아니라고 하였으며 이는 의사결정문제에 대한 해결의 정밀성에 따라 정해진다²⁷⁾.

계층의 구성방법에 대해서는 정형화된 방법은 없으며 다른 연구에서 사용하는 계층의 구성방법을 적용하는 것도 가능하다²⁸⁾. 하지만 계층의 구성을 위해서는 계층과 요소를 규정하여 그에 맞는 질문을 만들며, 응답에 대한 문제가 발생한다면 수정과 재질문의 과정을 거쳐 문제가 없을 때까지 동일과정을 반복하여 실시해야 한다.

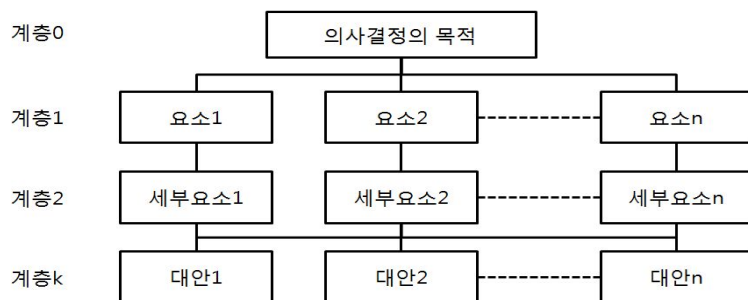


Fig. 3-3. AHP의 표준 계층.

26) Ramanujam, V. and Saaty, T. L., "Technological choice in the less developed countries : An Analytic Hierarchy Process", Technological Forecasting and Social Change, 1981.

27) Saaty, T. L., "The Analytic Hierarchy Process, New York", McGraw-Hill, 1980.

28) Fatemeh, Zahedi, "The Analytic Hierarchy Process : A Survey of the Method and its Application", Interface, 1986.

2단계로 판단자료의 수집은 요소 간의 쌍대비교를 통하여 수행된다. 판단자료의 수집은 계층에 있는 요소들을 쌍대비교 하여 행렬을 작성하며 기여도에 대한 수치는 9점 척도를 이용하는데 역수를 포함할 경우 17점 척도로 부여된다. 그 이유는 기여도가 동등하다는 의미인 1점의 경우 두 요소를 모두 포함하는 값의 역수는 1이므로 9점 척도의 역수 척도는 8개가 되기 때문이다. 척도는 Table 3-6과 같다.

Table 3-6. 쌍대비교의 척도

중요도	정의	설명
1	비슷함 (equalimportant)	어떤 기준에 대하여 두 활동이 비슷한 공헌도를 가진다고 판단됨.
3	약간 중요함 (moderateimportant)	경험과 판단에 의하여 한 활동이 다른 활동보다 약간 선호됨
5	중요함 (strongimportant)	경험과 판단에 의하여 한 활동이 다른 활동보다 강하게 선호됨
7	매우 중요함 (verystrong important)	경험과 판단에 의하여 한 활동이 다른 활동보다 매우 강하게 선호됨
9	극히 중요함 (extremeimportant)	경험과 판단에 의하여 한 활동이 다른 활동보다 극히 선호됨
2, 4, 6, 8	위 값들의 중간 값	경험과 판단에 의하여 비교 값이 위 값들의 중간 값에 해당한다고 판단될 경우 사용함
역수값	활동 i가 활동 j에 대하여 위의 특정 값을 갖는다고 할 때, 활동 j는 활동 i에 대하여 그 특정 값의 역수 값을 갖는다.	

쌍대비교를 위한 비교횟수는 계층의 요소 수가 n개일 경우 모두 n(n-1)개의 비교를 수행하며 행렬의 대각을 중심으로 역수의 형태를 취하므로 상대비교행렬 A는 다음과 같다.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & 1 & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

여기서, $a_{ij} = 1/a_{ji}, a_{ii} = 1, \forall i$

AHP는 요소 간의 상대적 중요도를 나타내기 위하여 쌍대비교를 통하여 판단하는데, Saaty가 서로 다른 27개의 수치척도를 사용한 실험의 결과 1~9까지의 척도가 실제치에 가장 근접한 결과를 나타내었음을 증명하여 계량적인 판단을 위하여 9점 척도를 이용한다. 하지만 필요에 따라서는 적합하다고 판단되는 다른 척도를 이용할 수도 있다.

3단계로 상대적 가중치의 추정을 위해서는 의사결정요소들에 대하여 고유치 방법을 사용하는데 한 계층의 비교대상이 되는 n 개 요소의 상대적인 중요도를 $w_i (i=1, \dots, n)$ 라 하면, 쌍대비교행렬에서의 a_{ij} 는 $w_i/w_j (i, j=1, \dots, n)$ 로 추정할 수 있다. 즉, a_{ij} 와 w_i, w_j 사이에는 다음 식이 성립한다.

$$a_{ij} = w_i/w_j (i, j=1, \dots, n)$$

$$\sum_j^i a_{ij} \cdot w_j \cdot \frac{1}{w_i} = n (i, j=1, \dots, n)$$

$$\sum_j^n a_{ij} \cdot w_{ij} = n \cdot w_j (i, j=1, \dots, n)$$

따라서, a_{ij} 로 구성되는 행렬 A 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$A = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & w_2/w_3 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & w_n/w_3 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

고유치 방법에 의하여 w 를 구하면 아래와 같다(문태화, 2009).

$$A \cdot w = n \cdot w$$

$w = [w_1, w_2, w_3, \dots, w_n]$: 행렬 A 의 우측 고유벡터
 n : 행렬 A 의 고유치

쌍대비교행렬 A 의 가중치 w 를 모를 때, 이 행렬을 A' 라 하고 가중치 추정치 w' 는 다음 식을 이용하여 구한다.

$$A' \cdot w' = \lambda_{\max} \cdot w'$$

λ_{\max} : 행렬 A' 의 가장 큰 고유치

$n \times n$ 행렬에서 n 이 3이상인 경우 고유치를 구하는 과정은 여러 가지 계산적인 어려움이 있으므로 다른 방법을 필요로 하는데, 쌍대 비교행렬 A가 일관성을 가지려면 λ_{\max} 가 n 에 근접해야 한다. 일관성 비율(CR)은 일반적으로 0.1이내에 있을 경우 일관성이 있다고 한다.

일관성 지수(Consistency Index: CI) : $(CI) = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$

일관성 비율(Consistency Ratio: CR) : $(CR) = (CI / RI) \times 100\%$

RI : 난수 지수(Random Index)

Table 3-7. 난수 지수

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
난수지수	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

n : 동일 계층에 있는 요소의 수

의사결정문제에 대한 평가자의 판단에 대한 논리적 모순을 측정하는 것이 일관성(Consistency)이며, A가 B보다 중요하고 B가 C보다 중요하며 C가 A보다 중요하다고 판단을 한다면 모순이 발생한 것이다. 평가자의 판단에 모순이 발생할 경우 측정하거나 제거, 혹은 재검토를 하는 것이 일관성의 문제이다.

4단계로 여러 가지 의사결정의 대안들에 대한 우선순위를 얻기 위하여 각 대안들에 대한 상대적 가중치를 종합하는 과정을 거치는데, 의사결정의 목적에 따라 최하위 계층의 대안들의 우선순위를 결정하는 각 계층에서의 가중치를 종합하여 종합중요도벡터 값을 산출하는 방법으로 가능하며, 최상위계층부터 k번째 계층까지의 대안에 대한 종합중요도는 다음의 식으로 구한다.

$$C[1,k] = \prod_{i=2}^k B_i$$

$C[1,k]$: 첫 번째 계층에 대한 k번째 계층요소의 종합가중치

B_i : 추정된 w 벡터를 구성하는 행을 포함하는 $n_{i-1} \cdot n_i$

n_i : i번째 계층의 요소 수

3.3.5. T-test 분석 및 ANOVA

인구 통계학적 요인을 이용하여 작업조건, 안전행동과 의식에 관한 수준 차이를 파악하기 위하여 독립표본 T-test 분석과 분산분석(ANOVA, Analysis of variance)을 실시하였다. 응답항목이 2개일 경우 독립표본 T-검정을 통하여 유의한 차이가 나는 문항을 도출하고, 응답항목이 그 이상일 경우에는 반복적인 독립표본 T-검정을 실시하면 유의수준이 높아져 효율성과 정확한 결과를 도출하기 어려우므로 분산분석을 실시하는 2개의 방법을 이용하였다.

유의한 차이가 있는 문항이 도출되면 집단통계량 데이터를 제시하여 독립표본 T-검정 결과에 대한 의미를 파악하고, 분산분석을 실시하여 유의한 차이가 있는 문항이 도출되면 최소유의차 검증(LSD, Least Significant Difference test)을 통하여 그 의미를 파악하였으며, 신뢰도 분석과 요인분석을 제외한 분석은 유의수준 5%, 1%로 기준으로 실시하였다.

IV. 연구 분석 결과 및 고찰

4.1. 위험성 평가

4.1.1. 위험성 평가 기법 가설 검증

소규모 건설현장의 59개 공종에 대한 발생 재해에 대한 위험성 평가 분석 결과는 다음 Table 4-1과 같다.

Table 4-1. 59개 공종에 대한 위험성 평가 분석 결과

순위	공종	발생 건수	요양 일수	환산 요양 지수	빈도	강도	빈도 단계	강도 단계	위험도 지수	위험 등급
1	기계설비작업(소방포함)	26	3,431	108	7.2	4.15	5	4	20	상
2	지붕작업	18	2,335	76	4.98	4.22	5	4	20	상
3	59개공종외기타	47	5,820	190	13.01	4.04	5	4	20	상
4	거푸집 작업	74	6,941	258	20.49	3.48	5	3	15	상
5	조적및미장(건물)작업	21	2,994	79	5.81	3.76	5	3	15	상
6	석재 및 타일 작업	19	1,711	63	5.26	3.31	5	3	15	상
7	금속 및 잡철물 작업	18	1,741	71	4.98	3.94	5	3	15	상
8	수장 작업	23	2,146	81	6.37	3.52	5	3	15	상
9	관널등 외부 마감작업	18	1,970	71	4.98	3.94	5	3	15	상
10	전기설비작업(통신포함)	23	3,164	91	6.37	3.95	5	3	15	상
11	맨홀 및 관 부석작업	17	1,462	56	4.7	3.29	5	3	15	상
12	조경작업	15	1,536	54	4.15	3.6	5	3	15	상
13	기존 구조물 철거및 보수	18	1,928	71	4.98	3.94	5	3	15	상
14	철근작업	11	873	34	3.04	3.09	4	3	12	상
15	도장작업	10	1,175	40	2.77	4	3	4	12	상
16	안전가시설 작업	9	578	42	2.49	4.66	3	4	12	상
17	포장작업	4	287	21	1.1	5.25	2	5	10	중
18	창호 및 유리 작업	9	833	31	2.49	3.44	3	3	9	중
19	콘크리트 작업	6	330	23	1.66	3.83	2	3	6	중
20	정리정돈(청소)	5	620	19	1.38	3.8	2	3	6	중
21	굴착작업	1	126	4	0.27	4	1	4	4	하
22	흙막이 지보공 작업	1	177	4	0.27	4	1	4	4	하
23	방수 작업	3	452	12	0.83	4	1	4	4	하
24	철골작업	3	435	11	0.83	3.66	1	3	3	하
25	부대토목작업	3	180	9	0.83	3	1	3	3	하
26	한옥,문화재	2	184	7	0.55	3.5	1	3	3	하

전체 건설 공종 59개 중 33개의 공종은 재해가 발생하지 않았으며 26개의 공종에서 재해가 발생하였고, 이 중 20개의 공종은 중·상 위험등급이 도출되었다. 20개 공종을 위험등급 별로 살펴보면 중 위험 공종은 포장작업, 창호 및 유리작업, 콘크리트작업, 정리정돈(청소)작업이 도출되었으며, 상 위험 공종은 기계설비작업(소방포함), 지붕작업, 59개공종 외 기타 작업, 거푸집 작업, 조적 및 미장(건축)작업, 석재 및 타일 작업, 금속 및 잡철물 작업, 수장 작업, 판넬 등 외부 마감작업, 전기설비작업(통신포함), 맨홀 및 관 부설작업, 조경작업, 기존 구조물 철거 및 보수 작업, 철근작업, 도장 작업, 안전가시설 작업이 도출되었다. 이 중 59개 공종 외 기타작업의 경우 다양한 작업이 취합된 결과임으로 단일 작업으로 볼 수 없기 때문에 종합 결과 도출에서 제외하고 19개 공종만 확정하였다.

4.1.2. 위험성 평가 분석

위험성 평가 결과를 토대로 각 대 공종 별 세부 작업에 대한 위험성 평가를 실시하고 이에 대한 세부 작업 별 위험 등급을 도출하였다. 이는 대 공종을 구성하고 있는 하위 단위 작업들에 대한 위험도를 나타내며, 대 공종의 안전관리를 위한 관리 초점을 의미한다. 대 공종 별 하위 단위 작업의 위험성 평가 결과는 다음과 같다.

1) 거푸집 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

거푸집 작업의 하위 작업의 위험성 평가 분석 결과는 다음 Table 4-2와 같이 거푸집 자재 운반·가공·운반 작업, 거푸집 동바리 조립 작업, 거푸집 동바리 해체 작업에서 상 위험등급이 도출 되었으며, 거푸집 동바리 인양 작업에서는 위험등급이 도출되지 않았다.

Table 4-2. 거푸집 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	거푸집 자재 운반·가공·운반	25	2,394	87	6.92	3.48	5	3	15	상
2	거푸집 동바리 조립	21	1,899	77	5.81	3.66	5	3	15	상
3	거푸집 동바리 해체	28	2,648	94	7.75	3.35	5	3	15	상
4	거푸집 동바리 인양	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2) 철근작업 하위 작업의 위험성 분석 결과

철근 작업 하위 작업의 위험성 평가 분석 결과는 Table 4-3과 같이 철근 가공 및 운반 작업에서 상 위험등급이 도출되었고 철근조립 작업에서는 하 위험등급이 도출되었으며, 철근반입 작업은 위험등급이 도출되지 않았다.

Table 4-3. 철근 작업 하위 작업의 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	철근반입	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	철근가공 및 운반	8	634	25	2.21	3.12	3	3	9	상
3	철근조립	3	239	9	0.83	3.00	1	3	3	하

3) 콘크리트 작업 하위 작업의 위험성 분석 결과

콘크리트 작업의 위험성 평가 분석 결과는 다음 Table 4-4와 같이 콘크리트 양생 작업에서 중 위험등급이 도출되었고 콘크리트 타설 및 다짐 작업에서 하 위험등급이 도출되었으며, 콘크리트 반입·운반 작업에서는 위험등급이 도출되지 않았다.

Table 4-4. 콘크리트 작업 하위 작업의 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	콘크리트 반입, 운반	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	콘크리트 타설 및 다짐	3	78	6	0.83	2.00	1	2	2	하
3	콘크리트 양생	3	252	17	0.83	5.66	1	5	5	중

4) 조적 및 미장(건축) 작업의 하위 작업 위험성 분석 결과

조적 및 미장(건축)작업의 위험성 평가 분석 결과는 다음 Table 4-5와 같이 조적·미장 및 건축 자재 반입·운반 작업과 조적시공 작업에서 상 위험등급이 도출되었으며, 미장 및 건축 시공 작업에서는 중 위험등급이 도출되었다.

Table 4-5. 조적 및 미장(건축) 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	조적, 미장 및 건축 자재 반입, 운반	8	812	28	2.21	3.50	3	3	9	상
2	조적시공 (벽돌, 블록쌓기)	7	1,478	29	1.93	4.14	2	4	8	상
3	미장 및 건축 시공	6	704	22	1.66	3.66	2	3	6	중

5) 석재 및 타일 작업의 하위 작업 위험성 분석 결과

석재 및 타일작업의 위험성 평가 분석 결과는 다음 Table 4-6과 같이 석재 및 타일 붙임 작업에서 상 위험등급이 도출되었고 석재 및 타일 자재 반입·운반 작업에서는 중 위험등급이 도출되었으며, 석재 및 타일 줄눈 코킹 시공 작업에서는 위험등급이 도출되지 않았다.

Table 4-6. 석재 및 타일 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	석재 및 타일 자재반입, 운반	4	346	13	1.10	3.25	2	3	6	중
2	석재 및 타일 붙임	15	1,365	50	4.15	3.33	5	3	15	상
3	석재 및 타일 줄눈 코킹시공	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6) 도장 작업 하위 작업의 위험성 분석 결과

도장 작업의 위험성 평가 분석 결과는 다음 Table 4-7과 같이 실내 도장 작업에서 중 위험등급이 도출되었고 실외 도장 작업에서는 하 위험등급이 도출되었으며, 도장 먼처리 작업은 위험등급이 도출되지 않았다.

Table 4-7. 도장 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	도장 먼처리	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	실내도장	7	922	29	1.93	4.14	2	4	8	중
3	실외도장	3	253	11	0.83	3.66	1	3	3	하

7) 금속 및 잡철물 작업의 하위 작업 위험성 분석 결과

금속 및 잡철물 작업의 위험성 평가 분석 결과는 다음 Table 4-8과 같이 금속 및 잡철물 시공 작업의 경우 상 위험등급이 도출되었고 금속 및 잡철물 자재 반입·가공·운반 작업에서는 하 위험등급이 도출되었다.

Table 4-8. 금속 및 잡철물 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	금속 및 잡철물 자재반입, 가공,운반	2	202	7	0.55	3.50	1	3	3	하
2	금속 및 잡철물 시공	16	1,539	64	4.43	4.00	5	4	20	상

8) 창호 및 유리 작업의 하위 작업 위험성 분석 결과

창호 및 유리 작업의 위험성 평가 분석 결과는 다음 Table 4-9와 같이 창호 및 유리 설치 작업은 중 위험등급이 도출되었고 창호 및 유리 자재 반입·가공·운반 작업은 하 위험등급이 도출되었다.

Table 4-9. 창호 및 유리 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	창호 및 유리 자재반입,가공,운반	2	71	5	0.55	2.50	1	2	2	하
2	창호 및 유리 설치	7	762	26	1.93	3.71	2	3	6	중

9) 수장 작업의 하위 작업 위험성 분석 결과

수장 작업의 위험성 평가 분석 결과는 다음 Table 4-10과 같이 수장시공 작업은 상 위험등급이 도출되었고 수장 자재 반입·운반 작업은 하 위험등급이 도출되었다.

Table 4-10. 수장 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	수장 자재반입, 운반	3	329	11	0.83	3.66	1	3	3	하
2	수장시공(석고보드,보대 등)	20	1,817	70	5.54	3.50	5	3	15	상

10) 판넬 등 외부 마감 작업의 하위 작업 위험성 분석 결과

판넬 등 외부 마감작업의 위험성 평가 분석 결과는 다음 Table 4-11과 같이 판넬 등 외부마감 시공 작업은 상 위험등급이 도출되었고 판넬 등 자재 반입 작업은 중 위험등급이 도출되었다.

Table 4-11. 판넬등 외부 마감 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	판넬 등 외부 마감 자재반입	4	272	12	1.10	3.00	2	3	6	중
2	판넬 등 외부 마감 시공(2)	14	1,698	59	3.87	4.21	4	4	16	상

11) 전기 설비 작업(통신포함)의 하위 작업 위험성 분석 결과

전기 설비 작업의 위험성 평가 분석 결과는 다음 Table 4-12와 같이 전기설비 배선 작업은 상 위험등급이 도출되었고 전기설비 자재 반입·가공·운반 작업은 중 위험등급 도출되었으며, 전기설비 설치 작업과 전기 특고압선로 활선 및 전주 시공 작업에서는 하 위험등급이 도출되었다.

Table 4-12. 전기 설비 작업(통신포함)의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	전기설비 자재 반입, 가공,운반(통신포함)	5	454	16	1.38	3.20	2	3	6	중
2	전기설비 배선(통신포함)	13	2,034	55	3.60	4.23	4	4	16	상
3	전기설비 설치(통신포함)	2	148	7	0.55	3.50	1	3	3	하
4	전기 특고압 선로, 활선 및 전주 시공	3	528	13	0.83	4.33	1	4	4	하

12) 기계 설비 작업(소방포함)의 하위 작업 위험성 분석 결과

기계 설비 작업의 위험성평가 분석 결과는 다음 Table 4-13과 같이 기계설비 설치 작업은 상 위험등급이 도출되었고 기계설비 자재 반입·가공·운반 작업은 중 위험등급이 도출되었다.

Table 4-13. 기계 설비 작업(소방포함)의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	기계설비 자재 반입,가공, 운반(1)	4	359	13	1.10	3.25	2	3	6	중
2	기계설비 설치(2)	22	3,072	95	6.09	4.31	5	4	20	상

13) 맨홀 및 관 부설 작업의 하위 작업 위험성 분석 결과

맨홀 및 관 부설작업의 위험성평가 분석 결과는 다음 Table 4-14와 같이 맨홀 및 관부설 작업은 상 위험등급이 도출되었고, 맨홀 및 관부설 굴착 작업은 위험등급이 도출되지 않았다.

Table 4-14. 맨홀 및 관 부설작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	맨홀 및 관부설 굴착	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	맨홀 및 관부설	17	1,462	56	4.70	3.29	5	3	15	상

14) 조경 작업의 하위 작업 위험성 분석 결과

조경 작업의 위험성 평가 분석 결과는 다음 Table 4-15와 같이 조경시공 및 설치 작업은 상 위험등급이 도출되었으며, 조경부지정리 작업은 위험등급이 도출되지 않았다.

Table 4-15. 조경작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	조경부지정리	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	조경시공 및 설치	15	1,536	54	4.15	3.60	5	3	15	상

15) 포장작업의 하위 작업 위험성 분석 결과

포장 작업의 위험성 평가 분석 결과는 다음 Table 4-16과 같이 포장시공 작업은 상 위험등급이 도출되었고 포장 장비 반입 작업의 경우 위험등급이 도출되지 않았다.

Table 4-16. 포장작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	포장 장비 반입	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	포장시공	4	287	21	1.10	5.25	2	5	10	상

16) 안전가시시설 작업의 하위 작업 위험성 분석 결과

안전가시시설 작업의 위험성 평가 분석 결과는 다음 Table 4-17과 같이 안전가시시설 조립 작업과 해체 작업에서 중 위험등급이 도출되었고 안전가시시설 비계 및 낙하물 방지 망 조립 작업과 해체 작업은 하 위험등급이 도출되었다.

Table 4-17. 안전가시시설 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	안전가시시설 비계 및 낙하물 방지망 조립	2	113	6	0.55	3.00	1	3	3	하
2	안전가시시설 비계 및 낙하물 방지망 해체	2	219	7	0.55	3.50	1	3	3	하
3	안전가시시설(발판, 개구부, 이동식비계, 가설통로, 낙방, 방호선반, 가설통로 등) 조립	4	245	19	1.10	4.75	2	4	8	중
4	안전가시시설(발판, 개구부, 이동식비계, 가설통로, 낙방, 방호선반, 가설통로 등) 해체	1	1	10	0.27	10.00	1	5	5	중

17) 기존 구조물 철거 및 보수 작업의 하위 작업 위험성 분석 결과

기존 구조물 철거 및 보수 작업 위험성 평가 분석 결과는 다음 Table 4-18과 같이 상 위험등급이 도출되었다.

Table 4-18. 기존구조물 철거 및 보수 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	기존 구조물 철거, 보수	18	1,928	71	4.98	3.94	5	3	15	상

18) 정리정돈(청소) 작업의 하위 작업 위험성 분석 결과

정리정돈(청소) 작업의 위험성 평가 분석 결과 다음 Table 4-19와 같이 중 위험 등급이 도출되었다.

Table 4-19. 정리정돈(청소) 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	정리정돈, 청소(52-5)	5	620	19	1.38	3.80	2	3	6	중

19) 지붕작업의 하위 작업 위험성 분석 결과

지붕 작업의 위험성 평가 분석 결과 다음 Table 4-20과 같이 상 위험등급이 도출되었다.

Table 4-20. 지붕 작업의 하위 작업 위험성 평가 분석 결과

번호	하위공종	발생건수	요양일수	환산요양지수	빈도	강도	빈도단계	강도단계	위험지수	위험등급
1	지붕작업	18	2,335	76	4.98	4.22	5	4	20	상

4.2. 현장 조사 분석

4.2.1. 표본의 일반적 특성

본 연구의 표본은 Table 4-21에 제시된 바와 같이 성별, 나이, 근무 경력, 소규모 건설현장 근무 경험 여부, 직무 형태, 보유 자격증 별로 그 특성을 보여주고 있다.

Table 4-21. 표본의 일반적 특성

	구분	빈도	퍼센트	합계
성별	남	102	97.1	105(100.0)
	여	3	2.9	
나이	20~29세	6	5.7	105(100.0)
	30~39세	34	32.4	
	40~49세	29	27.6	
	50~59세	28	26.7	
	60세 이상	8	7.6	
근무경력	1년 미만	2	1.9	105(100.0)
	1년~5년 미만	16	15.2	
	5년~10년 미만	23	21.9	
	10년~15년 미만	16	15.2	
	15년 이상	48	45.7	
소규모 건설현장 근무 경험 여부	예	86	81.9	105(100.0)
	아니오	19	18.1	
직무 형태	고용노동부 감독관	4	3.8	105(100.0)
	재해예방 전문지도기관 전문가	52	49.5	
	소규모 건설현장 관리감독자	32	30.5	
	소규모 건설현장 근로자	17	16.2	
보유 자격증	산업안전기사	3	2.9	105(100.0)
	건설안전산업기사	7	6.7	
	건설안전기사	17	16.2	
	건설안전기술사	4	3.8	
	기타	74	70.5	

성별로는 남자가 102명(97.1%)로 여자 3명(2.9%)에 비하여 건설업의 대부분의 종사자가 남자의 형태를 띠고 있는 특징을 잘 나타내고 있다. 나이로는 30~39세가 34명(32.4%)로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로 40~49세 29명(27.6%), 50~59세 28명(26.7%) 순으로 나타났다.

근무 경력은 15년 이상이 48명(45.7%)로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그

다음으로 5~10년 23명(21.9%) 그리고 1~5년과 10~15년이 16명(15.2%) 순으로 나타났다. 또한 소규모 건설 현장에서 근무 경험이 있는 응답자는 86명으로 81.9%를 차지하고 있다.

직무 형태로는 재해예방 전문지도기관 전문가가 52명(49.5%)로 가장 많았고, 소규모 건설현장 관리감독자 32명(30.5%), 소규모 건설현장 근로자 17명(16.2%), 고용노동부 감독관 4명(3.8%) 순으로 나타났다. 보유 자격증은 기타 74명(70.5%)로 가장 많이 차지하고 있으며, 건설안전기사 17명(16.2%), 건설안전산업기사 7명(6.7%), 건설안전기술사 4명(3.8%), 산업안전기사 3명(2.9%) 순으로 차지하고 있다.

4.2.2. 변수의 조작적 정의

1) 변수의 조작적 정의

59개의 가설에 대한 검증과 안전작업 매뉴얼 초안에 대한 전문가 집단의 평가 그리고 최종 완성된 안전작업 매뉴얼에 대한 공사 금액 3억원 미만 소규모 건설현장의 적용 및 평가를 위하여 설계된 설문 도구에 몇 가지 변수가 활용되었다.

먼저, 59개의 가설을 검증하기 위하여 활용된 결과 변수의 경우 소규모 건설현장의 위험정도를 묻는 문항 6개를 개발하였다. 6개의 문항은 결과 변수로 활용하기 위하여 요인 분석과 신뢰도 분석을 통하여 타당성과 신뢰도를 확보하였다. 결과 변수로 활용된 문항은 다음과 같다.

- ① 문항 1 : 나는 소규모 건설현장에서 근무하거나 방문 시 재해를 유발할 위험이 많다고 생각한다.
- ② 문항 2 : 나는 소규모 건설현장에서 근무하거나 방문 시 가벼운 재해를 경험한 적이 있다.
- ③ 문항 3 : 나는 소규모 건설현장에서 근무하거나 방문 시 위험한 순간에 노출된 적이 있다.
- ④ 문항 4 : 나는 소규모 건설현장에서 근무하거나 방문 시 시설물에 접촉된 적이 있다.
- ⑤ 문항 5 : 나는 소규모 건설현장에서 근무하거나 방문 시 넘어질 위험에 처한 적이 있다.
- ⑥ 문항 6 : 나는 소규모 건설현장에서 근무하거나 방문 시 떨어질 위험에 처한 적이 있다.

그리고 최초 개발된 안전작업 매뉴얼에 대한 전문가 평가와 공사 금액 3억원 미만 소규모 건설현장의 적용 및 평가를 위하여 편의도, 적합도, 감소도, 만족도, 적용도, 활용도 이상 6가지 변수를 개발하여 측정 변수로 활용하였으며 각 변수에 대한 의미는 다음 Table 4-22와 같다.

Table 4-22. 안전작업 매뉴얼 평가를 위한 6가지 측정 변수

1	편 의 도	안전작업 매뉴얼을 사용한 후 소규모 건설 현장에서 활용하기에 편리하고 사용하기 좋은 정도를 의미 함
2	적 합 도	안전작업 매뉴얼을 사용한 후 소규모 건설현장 적용 시 현장의 특성과 작업 형태에 적합한 정도를 의미 함
3	감 소 도	안전작업 매뉴얼을 사용한 후 소규모 건설 현장 재해 유발 요인과 위험 요소를 감소시키는 정도를 의미를 하며 향후 현장에서 발생한 재해들에 대한 재해 예방 가능 정도를 의미 함
4	만 족 도	안전작업 매뉴얼을 사용한 후 만족하는 정도를 의미 함
5	적 용 도	안전작업 매뉴얼을 사용한 후 소규모 건설 현장에서 맞게 이용하고 용이하게 사용할 수 있는 가능 정도를 의미 함
6	활 용 도	안전작업 매뉴얼을 사용한 후 소규모 건설 현장에서의 위험성 평가 활동 시 도구의 활용 정도를 의미 함

2) 결과 변수의 타당성

본 연구의 핵심인 가설 검증을 통한 위험 공중 도출을 위하여 6개의 결과 변수를 개발하였다. 설문 도구를 활용한 사회조사 방법론의 경우 설문도구의 타당성과 신뢰성을 확보가 매우 중요하다.

결과 변수로 활용된 6개 문항은 소규모 건설 현장의 위험정도를 질의하고 있으며, 6개의 추상적 개념 변수 들이 실제 측정도구에 의해 적절하게 측정되었는지에 관한 타당도를 확인하기 위하여 요인분석을 실시하였다.

다음 Table 4-23은 주성분 분석을 이용한 요인분석을 실시하여 도출된 변인들의 설명된 총 분산이다. 또한 각 성분들 간 해석을 용이하게 하기 위하여 성분들 간 직각 회전 방법인 Varimax rotation을 이용한 성분회전을 실시하여 각 성분들 간 독립성이 유지된다.

회전된 성분들의 고유치를 살펴보면 성분1의 고유치는 2.934%이며, 설명력은 48.900%이다. 그리고 성분2의 고유치는 1.123%이며, 설명력은 18.711%이다. 따라서

총 6개 문항에 대한 요인분석 결과 성분 2개로 축약됨을 알 수 있고 총 분산력은 67.611%임을 알 수 있다.

Table 4-23. 소규모 건설현장 위험도 측정 6개 변수에 대한 설명된 총분산

성분	초기 고유값			추출 제공합 적재값			회전 제공합 적재값		
	합계	% 분산	% 누적	합계	% 분산	% 누적	합계	% 분산	% 누적
1	2.942	49.036	49.036	2.942	49.036	49.036	2.934	48.900	48.900
2	1.115	18.575	67.611	1.115	18.575	67.611	1.123	18.711	67.611
3	.732	12.208	79.819						
4	.487	8.125	87.944						
5	.456	7.603	95.546						
6	.267	4.454	100.000						

추출 방법: 주성분 분석.

각 성분들의 회전된 성분 행렬은 Table 4-24에 나타내었다. Table 4-24를 살펴 보면 성분1은 문항 1번, 2번, 4번, 5번, 6번이 포함된 변인임을 알 수 있고 성분2는 문항 3번이 포함됨을 알 수 있다. 따라서 59개의 가설 검증을 위하여 2개의 요인으로 결과 변수가 도출되었다.

Table 4-24. 소규모 건설현장 위험도 측정 6개 변수에 대한 회전된 성분행렬

	성분	
	1	2
Result5	.835	.151
Result2	.795	-.195
Result6	.782	.269
Result4	.748	.140
Result1	.640	-.470
Result3	.156	.865

요인추출방법:주성분분석. 회전 방법: Kaiser 정규화가 있는 베리맥스.

3) 결과 변수의 신뢰성

다음의 Table 4-25는 소규모 건설현장의 위험도를 질의하는 6개의 문항에 대한 신뢰도를 측정하기 위하여 각 문항들 간의 상관성을 측정하였다. 그 결과 문항1번과 상관성이 있는 문항은 문항 2번, 5번, 6번이 Pearson 상관계수가 각각 0.525, 0.442, 0.287로 매우 유의미한 상태에서 상관력이 도출되었다. 그리고 문항 2번의 경우 문항 4번, 5번, 6번이 Pearson 상관계수가 각각 0.494, 0.479, 0.514로 매우 유의미한 상태에서 상관력이 도출되었고, 문항 4번의 경우 문항 5번, 6번이 Pearson

상관계수가 각각 0.594, 0.518로 매우 유의미한 상태에서 상관력이 도출되었으며, 문항 5번의 경우 문항 6번이 Pearson 상관계수가 0.634로 매우 유의미한 상태에서 상관력이 도출되었다.

Table 4-25. 소규모 건설현장 위험도 측정 6개 변수에 대한 결과변수들의 상관계수

구분		Result1	Result2	Result3	Result4	Result5	Result6
Result1	Pearson 상관계수	1					
	유의확률 (양쪽)						
Result2	Pearson 상관계수	.525**	1				
	유의확률 (양쪽)	.000					
Result3	Pearson 상관계수	-.064	.045	1			
	유의확률 (양쪽)	.518	.647				
Result4	Pearson 상관계수	.240*	.494**	.102	1		
	유의확률 (양쪽)	.014	.000	.302			
Result5	Pearson 상관계수	.442**	.479**	.193*	.594**	1	
	유의확률 (양쪽)	.000	.000	.049	.000		
Result6	Pearson 상관계수	.287**	.514**	.225*	.518**	.634**	1
	유의확률 (양쪽)	.003	.000	.021	.000	.000	

** . 상관계수는 0.01 수준(양쪽)에서 유의합니다.

* . 상관계수는 0.05 수준(양쪽)에서 유의합니다.

다음 Table 4-26은 소규모 건설현장의 위험도를 질의하는 6개의 문항에 대한 신뢰도를 측정하기 위하여 Cronbach의 알파 값을 이용하여 각 문항에 대한 신뢰도 계수를 분석하였다. 분석 결과 설문 문항 전체에 대한 Cronbach의 알파 값은 0.767로서 신뢰도가 확보되었다. 그러나 문항 3번의 경우 항목이 삭제 되면 Cronbach의 알파 값이 0.818로 상승됨을 알 수 있다. 따라서 문항 3번의 경우 삭제하고 다른 문항 5개를 1개의 요인으로 묶어서 회귀 분석 시 결과 변수로 활용하였다.

Table 4-26. 소규모 건설현장 위험도 측정 6개 변수에 대한 신뢰도 통계량 및 항목 총계 통계량

구분	Cronbach의 알파	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items			항목 수
	.767	.762	.762	.762	6
	항목이 삭제된 경우 척도 평균	항목이 삭제된 경우 척도 분산	수정된 항목-전체 상관관계	제곱 다중 상관관계	항목이 삭제된 경우 Cronbach 알파
Result1	14.4952	8.502	.400	.365	.759
Result2	14.1714	7.701	.611	.471	.708
Result3	14.2667	9.582	.139	.086	.818
Result4	13.9619	7.595	.578	.438	.714
Result5	13.9619	7.075	.719	.564	.675
Result6	13.9048	6.875	.656	.489	.689

4.2.3. 회귀식을 활용한 변수 간 우선순위 비교

1) 각 공종 간 회귀식 결과

Table 4-27은 각 작업 공종에 대한 중요도 순위를 알아보기 위하여 결과변수인 위험도에 대한 회귀분석을 실시하였다. Table 4-27은 첫 번째 회귀 모형에 대한 결과값이다. 회귀모형의 결정력은 0.903으로써 매우 높음을 알 수 있고 수정된 R제곱 또한 0.767으로써 의미 있는 회귀모형이라 할 수 있으며, 회귀 모형에 대한 P-value는 0에 근접함으로써 유의미한 회귀 모형이라 할 수 있다.

Table 4-27. 각 공종 간 위험도에 대한 회귀분석 결과(1)

모형	R	수정된 R 제곱	통계량 변화량				
			R 제곱 변화량	F 변화량	df1	df2	유의확률 F 변화량
1	.903a	.767	.816	16.603	20	75	.000
a. 예측값: (상수), 굴착작업, 전기설비작업(통신포함), 기존 구조물 철거및 보수, 기계설비작업(소방포함), 퇴메움작업, 방수작업, 그라우팅작업, 지붕작업, 기초파일작업, 터널방수슈트작업, 도장작업, 라이닝 거푸집작업, 거푸집 작업, 갱폼작업, 특수댐작업, 발파작업, 가설도로작업, 가설플랜트작업, 작업환경작업, 갱구부작업							

첫 번째 유의한 회귀모형에 사용된 변인들의 비표준화 계수 및 표준화 계수를 살펴보면 Table 4-28과 같다. 회귀모형에서 결과변수에 유의미한 영향을 미치는 요인은 전기설비 작업(통신포함), 기계설비 작업(소방포함), 도장 작업, 거푸집 작업, 기존구조물 철거 및 보수 작업, 지붕 작업, 그라우팅 작업, 가설도로 작업 그리고 특수댐 작업 이었다. 회귀계수에 영향을 미치는 변인들의 비표준화 계수를 살펴보면 가장 많은 영향을 미치는 변인은 거푸집 작업으로써 비표준화 계수 B는 0.118 이었다.

다음으로 영향을 미치는 변인은 가설도로 작업 0.102, 그리고 기계설비 작업(소방포함) 0.099순 이었으며 이들에 대한 표준화 B계수는 거푸집 작업이 0.260, 기계설비 작업(소방포함)이 0.225 그리고 가설도로 작업 0.165순 이었음을 확인 할 수 있다.

또한 다른 회귀식의 비표준화 계수 및 표준화 계수에 대한 비교를 위하여 회귀식을 활용하여 표준가중치를 산정 하였다. 기초파일 작업을 기준으로 하여 전기설비 작업(통신포함) 변인의 경우 표준가중치는 2.017이었으며, 발파 작업은 -1.294, 기계

설비 작업(소방포함)은 5.107, 되메움 작업은 0.650, 라이닝 거푸집 작업은 -2.483, 도장 작업은 1.695, 거푸집 작업은 4.525, 터널방수쉬트 작업은 1.005, 기존 구조물 철거 및 보수 작업은 1.837, 지붕 작업은 4.154, 갱구부 작업은 -2.335, 방수 작업은 -1.473, 작업환경 작업은 0.249, 갱폼 작업은 -1.328, 그라우팅 작업은 0.599, 가설도로 작업은 0.685, 가설플랜트 작업은 0.092, 특수댐 작업은 0.496 그리고 굴착 작업은 -0.166으로 나타났다.

Table 4-28. 결과변수에 대한 공중 별 회귀계수(1)

모형	비표준화 계수		표준화 계수	t	유의 확률	표준 가중치
	B	표준오차	베타			
(상수)	.559	.099		5.621	.000	
기초파일 작업	0.028	0.052	0.053	0.537	0.593	1.000
전기설비작업(통신포함)	0.037	0.034	0.081	2.455	0.011	2.017
발파작업	-0.033	0.047	-0.080	-0.694	0.490	-1.294
기계설비작업(소방포함)	0.099	0.036	0.225	2.741	0.008	5.107
되메움작업	0.012	0.036	0.025	0.349	0.728	0.650
라이닝 거푸집작업	-0.052	0.039	-0.157	-1.333	0.187	-2.483
도장작업	0.037	0.041	0.094	2.242	0.015	1.695
거푸집 작업	0.118	0.049	0.260	2.429	0.018	4.525
터널방수쉬트작업	0.017	0.031	0.045	0.539	0.591	1.005
기존 구조물 철거및 보수	0.031	0.032	0.075	3.117	0.005	1.837
지붕작업	0.065	0.029	0.168	2.230	0.029	4.154
갱구부작업	-0.043	0.034	-0.149	-1.254	0.214	-2.335
방수작업	-0.026	0.033	-0.060	-0.791	0.432	-1.473
작업환경작업	0.006	0.043	0.020	0.134	0.894	0.249
갱폼작업	-0.142	0.112	-0.300	-1.272	0.214	-1.328
그라우팅작업	0.061	0.020	0.144	2.536	0.017	0.599
가설도로작업	0.102	0.040	0.165	2.265	0.031	0.685
가설플랜트작업	0.012	0.053	0.022	0.221	0.826	0.092
특수댐작업	0.085	0.034	0.120	2.195	0.037	0.496
굴착작업	-0.017	0.219	-0.038	-0.077	0.939	-0.166

다음 Table 4-29는 각 작업 공종에 대한 중요도 순위를 알아보기 위하여 결과변수인 위험도에 대한 두 번째 회귀분석을 실시하였다. Table 4-29는 두 번째 회귀모형에 대한 결과값이다. 회귀모형의 결정력은 0.964로써 매우 높음을 알 수 있고 수정된 R제곱 또한 0.875로써 의미 있는 회귀모형이라 할 수 있으며 회귀 모형에 대한 P-value는 0에 근접함으로써 유의미한 회귀 모형이라 할 수 있다.

Table 4-29. 각 공종 간 위험도에 대한 회귀분석 결과(2)

모형	R	수정된 R 제곱	통계량 변화량				
			R 제곱 변화량	F 변화량	df1	df2	유의확률 F 변화량
1	.964a	.875	.929	17.345	21	28	.000b
a. 예측값: (상수), 철근작업, 정리정돈(청소), 창호 및 유리 작업, 엘리베이터 설치 작업, 슬립폼(슬라이딩폼)작업, 포설 및 다짐작업, 제작장 설치작업, 포장작업, 안전가시설 작업, 수직구작업, 기초파일 작업, 부대토목작업, 케이슨작업, 지장물 조사 및 이설작업, 특수교량작업, 터널보강작업, 터널굴착작업, 강교설치작업, 맨홀 및 관 부설작업, PSC교량작업, 조적및미장(건출)작업							

두 번째 유의한 회귀모형에 사용된 변인들의 비표준화 계수 및 표준화 계수를 살펴보면 Table 4-30과 같다. 회귀모형에서 결과변수에 유의미한 영향을 미치는 요인은 포장 작업, 창호 및 유리 작업, 포설 및 다짐 작업, 조적 및 미장(건출) 작업, 안전가시설 작업, 맨홀 및 관 부설 작업 그리고 철근 작업 이었다.

회귀계수에 영향을 미치는 변인들의 비표준화 계수를 살펴보면 가장 많은 영향을 미치는 변인은 창호 및 유리 작업으로써 비표준화 계수 B는 0.254였다. 다음으로 영향을 미치는 변인은 철근 작업 0.206 그리고 맨홀 및 관 부설 작업 0.186순 이었으며 이들에 대한 표준화 B계수는 맨홀 및 관 부설 작업이 0.419, 철근 작업이 0.386 그리고 포장 작업이 0.371순 이었음을 확인 할 수 있다. 또한 다른 회귀식의 비표준화 계수 및 표준화 계수에 대한 비교를 위하여 회귀식을 활용하여 표준가중치를 산정 하였다. 기초파일 작업을 기준으로 하여 터널굴착 작업 0.399, 엘리베이터 설치 작업, 0.624, 터널보강 작업 -0.027, 포장 작업 1.640, 부대토목 작업-0.066, 창호 및 유리 작업 1.357, 지장물 조사 및 이설 작업 0.141, 제작장 설치 작업 -0.505, 슬립

폼(슬라이딩폼) 작업 0.907, 케이슨 작업 -0.080, 강교설치 작업 -1.050, PSC교량 작업 0.367, 정리정돈(청소) 0.860, 포설 및 다짐 작업 0.826, 특수교량 작업 0.007, 수직구 작업 -0.176, 조적 및 미장(건출) 작업 4.659, 안전가시설 작업 2.053, 맨홀 및 관 부설 작업 1.854, 철근 작업 1.710으로 나타났다.

Table 4-30. 결과변수에 대한 공중 별 회귀계수(2)

모형	비표준화 계수		표준화 계수	t	유의 확률	표준 가중치
	B	표준오차	베타			
(상수)	.204	.136		1.499	.145	
기초파일 작업	.120	.061	.226	1.967	.059	1.000
터널굴착작업	0.032	0.018	0.096	1.795	0.077	0.399
엘리베이터 설치작업	0.050	0.036	0.141	1.384	0.177	0.624
터널보강작업	-0.002	0.050	-0.006	-0.042	0.967	-0.027
포장작업	0.174	0.061	0.371	2.862	0.008	1.640
부대토목작업	-0.011	0.079	-0.015	-0.137	0.892	-0.066
창호 및 유리 작업	0.254	0.100	0.307	2.536	0.017	1.357
지장물 조사 및 이설작업	0.026	0.115	0.032	0.228	0.821	0.141
제작장 설치작업	-0.108	0.153	-0.114	-0.706	0.486	-0.505
슬립폼(슬라이딩폼)작업	0.103	0.074	0.205	1.402	0.172	0.907
케이슨작업	-0.008	0.092	-0.018	-0.088	0.931	-0.080
강교설치작업	-0.103	0.101	-0.237	-1.018	0.317	-1.050
PSC교량작업	0.038	0.171	0.083	0.222	0.826	0.367
정리정돈(청소)	0.089	0.049	0.194	1.831	0.078	0.860
포설 및 다짐작업	0.106	0.047	0.187	2.230	0.029	0.826
특수교량작업	0.001	0.121	0.001	0.006	0.995	0.007
수직구작업	-0.017	0.076	-0.040	-0.221	0.827	-0.176
조적및미장(건출)작업	0.083	0.033	0.291	2.501	0.015	4.659
안전가시설 작업	0.054	0.049	0.183	2.152	0.035	2.053
맨홀 및 관 부설작업	0.186	0.150	0.419	2.792	0.011	1.854
철근작업	0.206	0.122	0.386	2.119	0.023	1.710

다음 Table 4-31은 각 작업 공종에 대한 중요도 순위를 알아보기 위하여 결과변수인 위험도에 대한 세 번째 회귀분석을 실시하였다. Table 4-31은 세 번째 회귀모형에 대한 결과값이다. 회귀모형의 결정력은 0.955로써 매우 높음을 알 수 있고 수정된 R제곱 또한 0.889로써 의미 있는 회귀모형이라 할 수 있으며 회귀 모형에 대한 P-value는 0에 근접함으로써 유의미한 회귀 모형이라 할 수 있다.

Table 4-31. 각 공종 간 위험도에 대한 회귀분석 결과(3)

모형	R	수정된 R 제곱	통계량 변화량				
			R 제곱 변화량	F 변화량	df1	df2	유의확률 F 변화량
1	.955a	.889	.913	38.399	21	77	.000b

a. 예측값: (상수), 기타작업, 판넬등 외부 마감작업, 가설전기작업, 기초파일 작업, 석재 및 타일 작업, 가설구조물철거작업, 금속 및 잡철물 작업, 조경작업, 실죽,미끄러짐, 슈받침/교좌장치설치작업, 양중기작업, 흙막이 지보공작업, 문화재,한옥작업, 위험기계기구작업, 특수터널작업, 궤도공사, 콘크리트 작업, 가체철(물막이)작업, 철골작업, 수장 작업, 터널배수작업

세 번째 유의한 회귀모형에 사용된 변인들의 비표준화 계수 및 표준화 계수를 살펴보면 Table 4-32와 같다. 회귀모형에서 결과변수에 유의미한 영향을 미치는 요인은 금속 및 잡철물 작업. 판넬 등 외부 마감 작업, 수장 작업, 석재 및 타일 작업, 콘크리트 작업, 철골 작업 그리고 기타 작업 이었다.

회귀계수에 영향을 미치는 변인들의 비표준화 계수를 살펴보면 가장 많은 영향을 미치는 변인은 철골 작업으로써 비표준화 계수 B는 0.080이었다. 다음으로 영향을 미치는 변인은 콘크리트 작업 0.077 그리고 금속 및 잡철물 작업 0.057순 이었으며 이들에 대한 표준화 B계수는 철골 작업이 0.289, 콘크리트 작업이 0.285 그리고 수장 작업이 0.178순 이었음을 확인 할 수 있다. 또한 다른 회귀식의 비표준화 계수 및 표준화 계수에 대한 비교를 위하여 회귀식을 활용하여 표준가중치를 산정하였다. 기초파일 작업을 기준으로 하여 터널 배수 작업 0.059, 특수 터널 작업 0.620, 가체철(물막이) 작업 -0.149, 금속 및 잡철물 작업 2.836, 판넬 등 외부 마감

작업 2.244, 수장 작업 2.274, 석재 및 타일 작업 2.213, 흙막이 지보공 작업 0.309, 가설 전기 작업 0.175, 양중기 작업 0.421, 위험 기계기구 작업 0.089, 가설 구조물 철거 작업 0.257, 콘크리트 작업 1.184, 궤도 공사 0.036, 슈받침/교좌장치 설치 작업 - 0.07, 조정 작업 1.242, 문화재·한옥작업 - 0.059, 철골 작업 1.199, 기타 작업 0.407로 나타났다.

Table 4-32. 결과변수에 대한 공중 별 회귀계수(3)

모형	비표준화 계수		표준화 계수	t	유의 확률	표준 가중치
	B	표준오차	베타			
(상수)	.425	.071		5.989	.000	
기초파일 작업	.120	.024	.241	5.083	.000	1.000
터널배수작업	0.009	0.070	0.014	0.132	0.895	0.059
특수터널작업	0.075	0.038	0.149	1.963	0.053	0.620
가체철(물막이)작업	-0.019	0.040	-0.036	-0.478	0.634	-0.149
금속 및 잡철물 작업	0.057	0.037	0.173	2.265	0.031	2.836
관널등 외부 마감작업	0.032	0.027	0.102	3.007	0.004	2.244
수장 작업	0.051	0.042	0.178	2.542	0.013	2.274
석재 및 타일 작업	0.050	0.042	0.172	2.529	0.013	2.213
흙막이 지보공작업	0.024	0.020	0.074	1.201	0.233	0.309
가설전기작업	0.020	0.025	0.042	0.811	0.420	0.175
양중기작업	0.046	0.024	0.102	1.893	0.062	0.421
위험기계기구작업	0.009	0.020	0.022	0.428	0.670	0.089
가설구조물철거작업	0.023	0.019	0.062	1.180	0.242	0.257
콘크리트 작업	0.077	0.018	0.285	4.406	0.000	1.184
궤도공사	0.006	0.045	0.009	0.132	0.896	0.036
슈받침/교좌장치설치작업	-0.012	0.041	-0.017	-0.293	0.770	-0.070
조정작업	0.068	0.045	0.281	2.195	0.067	1.242
문화재,한옥작업	-0.006	0.023	-0.014	-0.262	0.794	-0.059
철골작업	0.080	0.021	0.289	3.859	0.000	1.199
기타작업	0.042	0.019	0.098	4.406	0.000	0.407

2) 회귀식을 활용한 우선순위 변인들과 위험성 평가 결과와의 비교

다음의 Table 4-33은 모든 변인에 대한 표준 가중치를 확인해 보기 위한 표이다. 59개 변인 모두를 표준가중치로써 비교해 본 결과 기계설비 작업(소방포함)이 5.107로서 가장 가중치가 높은 변인으로 나타났으며, 조적 및 미장(건축) 작업 4.659, 거푸집 작업 4.525, 그리고 지붕작업 4.154 순으로 나타났다. 또한 회귀결과에서 결과변인에 영향을 미치는 영향요인에 대한 유의확률을 보면 유의미한 영향을 미치는 변인들이 표준가중치 또한 높았음을 확인할 수 있다.

Table 4-33. 59개 공중에 대한 표준가중치 및 유의미 여부 결과

공중	표준 가중치	유의 확률	공중	표준 가중치	유의 확률
기계설비작업(소방포함)	5.107	O	양중기작업	0.421	X
조적및미장(건축)작업	4.659	O	기타작업	0.407	O
거푸집 작업	4.525	O	터널굴착작업	0.399	X
지붕작업	4.154	O	PSC교량작업	0.367	X
금속 및 잡철물 작업	2.836	O	흙막이 지보공작업	0.309	X
수장 작업	2.274	O	가설구조물철거작업	0.257	X
판넬등 외부 마감작업	2.244	O	작업환경작업	0.249	X
석재 및 타일 작업	2.213	O	가설전기작업	0.175	X
안전가시설 작업	2.053	O	지장물 조사 및 이설작업	0.141	X
전기설비작업(통신포함)	2.017	O	가설플랜트작업	0.092	X
맨홀 및 관 부석작업	1.854	O	위험기계기구작업	0.089	X
기존 구조물 철거및 보수	1.837	O	터널배수작업	0.059	X
철근작업	1.710	O	케도공사	0.036	X
도장작업	1.695	O	특수교량작업	0.007	X
포장작업	1.640	O	터널보강작업	-0.027	X
창호 및 유리 작업	1.357	O	문화재,한옥작업	-0.059	X
조경작업	1.242	X	부대토목작업	-0.066	X
철골작업	1.199	X	슈받침/교좌장치설치작업	-0.070	X
콘크리트 작업	1.184	O	케이슨작업	-0.080	X
터널방수쉬트작업	1.005	X	가체절(물막이)작업	-0.149	X
기초파일 작업	1.000	X	굴착작업	-0.166	X
슬립폼(슬라이딩폼)작업	0.907	X	수직구작업	-0.176	X
정리정돈(청소)	0.860	X	제작장 설치작업	-0.505	X
포설 및 다짐작업	0.826	O	강교설치작업	-1.050	X
가설도로작업	0.685	O	발파작업	-1.294	X
퇴매움작업	0.650	X	갱폼작업	-1.328	X
엘리베이터 설치작업	0.624	X	방수작업	-1.473	X
특수터널작업	0.620	X	갱구부작업	-2.335	X
그라우팅작업	0.599	O	라이닝 거푸집작업	-2.483	X
특수댐작업	0.496	O			

참조 : 회귀모형 결과에 대한 P-value 판정은 0.05 수준 기준으로 하여 O는 유의미함을 나타내고 X는 무의미 함을 나타낸다.

3) 관리대상으로 선정된 변인과 결과변수와의 상관성

작업 공종 변인들과 결과 변인간의 상관성을 확인해 보면 다음 Table 4-34와 같이 안전가시설 작업이 Pearson 상관계수 0.618 P-value는 0과 근접하므로 가장 높은 상관력을 가지고 있음을 확인할 수 있고 기계설비 작업(소방포함)의 Pearson 상관계수는 0.468 P-value는 0 그리고 금속 및 잡철물 작업의 Pearson 상관계수 0.467 P-value는 0 순으로 상관력이 존재함을 알 수 있다.

Table 4-34. 주요 작업공종과 결과변수간의 상관성

구분	전기설비작업 (통신포함)	기계설비작업 (소방포함)	도장작업	거푸집 작업	기존 구조물 철거및 보수	지붕작업	안전가시설 작업	포장작업	창호 및 유리 작업
Pearson 상관계수	.288**	.468**	.214*	.262**	.463**	.313**	.618**	.459**	.243*
유의확률 (양쪽)	.003	.000	.029	.007	.000	.001	.000	.000	.013
제공합 및 교차곱	11.017	19.147	9.310	9.879	22.198	14.075	29.613	25.946	6.290
구분	조적및미장 (건축)작업	조경작업	맨홀 및 관 부석작업	철근작업	금속 및 잡철물 작업	판넬등 외부 마감작업	수장작업	석재 및 타일 작업	
Pearson 상관계수	.142*	.099*	.199*	.328**	.467**	.313**	.338**	.232*	
유의 확률 (양쪽)	.015	.032	.045	.001	.000	.001	.001	.019	
제공합 및 교차곱	4.575	3.021	6.519	8.881	16.664	7.552	9.531	5.114	

4.2.4. 소규모 건설현장 위험 공종 최종 선정 결과

다음 Table 4-35는 회귀결과에서 예측할 수 있는 각 작업들의 공종들과 위험성 평가 기법에서 도출한 결과와의 비교이다. 회귀식에 유의미한 영향을 미치는 변인들 중 표준 가중치 상위를 나타내는 변인들과 위험성 평가 결과 위험 지수가 중·상으로 나타나는 변인들을 비교해 보면 기계설비 작업(소방포함)의 경우 두 모델에서 모두 제 1순위의 중요도 혹은 위험등급 이 나왔음을 확인할 수 있다. 조적 및 미장(건축) 작업의 경우 회귀모형 모델은 2순위 위험평가 결과 4순위로 나왔다.

따라서, 회귀분석 결과결과 변수에 유의미한 영향을 주고, 표준가중치가 높으며, 위험성 평가 분석 결과 중·상의 결과가 도출된 총 17개 공종에 대하여 공사금액 3억원 미만 소규모 건설현장의 위험공종으로 최종 도출 및 선정하였다.

Table 4-35. 회귀모형 및 위험성 평가 결과 비교

회귀모형 결과			위험성 평가 결과		
공종	표준 가중치	유의 확률	공종	위험도 지수	위험 등급
기계설비작업(소방포함)	5.107	O	기계설비작업(소방포함)	20	상
조적및미장(건축)작업	4.659	O	지붕작업	20	상
거푸집 작업	4.525	O	50개공종외기타	15	상
지붕작업	4.154	O	거푸집 작업	15	상
금속 및 잡철물 작업	2.836	O	조적및미장(건축)작업	15	상
수장 작업	2.274	O	석재 및 타일 작업	15	상
판넬등 외부 마감작업	2.244	O	금속 및 잡철물 작업	15	상
석재 및 타일 작업	2.213	O	수장 작업	15	상
안전가시설 작업	2.053	O	판넬등 외부 마감작업	15	상
전기설비작업(통신포함)	2.017	O	전기설비작업(통신포함)	15	상
맨홀 및 관 부석작업	1.854	O	맨홀 및 관 부석작업	15	상
기존 구조물 철거및 보수	1.837	O	조경작업	15	상
철근작업	1.710	O	기존 구조물 철거및 보수	12	상
도장작업	1.695	O	철근작업	12	상
포장작업	1.640	O	도장작업	12	상
창호 및 유리 작업	1.357	O	안전가시설 작업	10	중
조경작업	1.242	X	포장작업	9	중
철골작업	1.199	X	창호 및 유리 작업	6	중
콘크리트 작업	1.184	O	콘크리트 작업	6	중
터널방수슈트작업	1.005	X	정리정돈(청소)	4	하
기초파일 작업	1.000	X	굴착작업	4	하
슬립폼(슬라이딩폼)작업	0.907	X	흙막이 지보공 작업	4	하
정리정돈(청소)	0.860	X	방수 작업	3	하
포설 및 다짐작업	0.826	O	철골작업	3	하
가설도로작업	0.685	O	부대토목작업	3	하
되메움작업	0.650	X	한옥,문화재	3	하

참조 : 회귀모형 결과에 대한 P-value 판정은 0.05 수준 기준으로 하여 O는 유의미함을 나타내고 X는 무의미함을 나타낸다.
위험성 평가에 대한 상중하 판정은 위험성 평가 결과 12점 이상은 상, 5점 이상은 중 그리고 나머지는 하를 나타낸다.

4.2.5. 위험 공종에 대한 집단 별 위험 체감도 차이 고찰

1) 기계 설비 작업(소방포함)에 대한 결과

기계 설비(소방포함) 작업 공종에 대한 ANOVA결과는 다음의 Table 4-36과 같다. 집단 간 분석은 나이, 경력, 소규모 근무경험, 소규모 경력, 직무분야 그리고 자격증에 관한 분석 결과이다. 성별의 경우 제공합은 1.374, F-value는 1.442 그리고 P-value는 0.233으로 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 나이의 경우 제공합은 3.692, F-value는 0.968 그리고 P-value는 0.428 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 경력의 경우 제공합은 1.518, F-value는 0.389 그리고 P-value는 0.816으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 근무경험의 경우 제공합은 8.560, F-value는 0.586 그리고 P-value는 0.446으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 경력을 보면 제공합은 56.011, F-value는 14.111 그리고 P-value는 0.006 으로서 집단 간 유의미한 차이가 존재하였다. 직무분야의 경우 제공합은 35.984, F-value는 12.784 그리고 P-value는 0.12로서 집단 간 유의미한 차이가 존재하였다. 마지막으로 자격증의 경우 제공합은 1.591, F-value는 0.406 그리고 P-value는 0.804로서 집단 간 유의미한 차이가 존재하지 않았다.

Table 4-36. 기계설비(소방포함) 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과

구분		제공합	df	평균 제공	F	유의확률
성별	집단-간	1.374	1	1.374	1.442	.233
	집단-내	95.293	100	.953		
	합계	96.667	101			
나이	집단-간	3.692	4	.923	.968	.428
	집단-내	93.414	98	.953		
	합계	97.107	102			
경력	집단-간	1.518	4	.380	.389	.816
	집단-내	95.589	98	.975		
	합계	97.107	102			
소규모 근무경험	집단-간	.560	1	.560	.586	.446
	집단-내	96.547	101	.956		
	합계	97.107	102			
소규모 경력	집단-간	56.011	4	14.003	14.111	.006
	집단-내	81.369	82	.992		
	합계	87.379	86			
직무분야	집단-간	35.984	3	11.995	12.784	.012
	집단-내	84.441	90	.938		
	합계	90.426	93			
자격증	집단-간	1.591	4	.398	.406	.804
	집단-내	87.186	89	.980		
	합계	88.777	93			

집단 평균차이가 존재하는 변인 경력의 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-37와 같다. 경력별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 1년~5년 미만 근무한 근무자에 비하여 15년 이상 근무한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 0.762이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.034 임을 확인 하였다. 이는 기계 설비(소방포함) 작업에 대하여 15년 이상의 경력이 있는 집단이 1~5년의 근무경력이 있는 집단보다 더 위험을 느끼지 못하는 것으로 판단된다. 이외의 다른 집단 간 평균의 차이는 존재하지 않았음을 확인하였다.

Table 4-37. 기계설비(소방포함) 작업에 대한 경력별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간	
					하한값	상한값
1년미만	1~5년미만	-.280	.340	.413	-.96	.40
	5~10년미만	-.138	.360	.702	-.86	.58
	10~15년미만	.682	.766	.376	-.84	2.21
	15년이상	.482	.435	.272	-.38	1.35
1~5년미만	1년미만	.280	.340	.413	-.40	.96
	5~10년미만	.142	.255	.581	-.37	.65
	10~15년미만	.962	.722	.187	-.48	2.40
	15년이상	.762*	.353	.034	.06	1.46
5~10년미만	1년미만	.138	.360	.702	-.58	.86
	1~5년미만	-.142	.255	.581	-.65	.37
	10~15년미만	.820	.732	.266	-.64	2.28
	15년이상	.620	.373	.100	-.12	1.36
10~15년미만	1년미만	-.682	.766	.376	-2.21	.84
	1~5년미만	-.962	.722	.187	-2.40	.48
	5~10년미만	-.820	.732	.266	-2.28	.64
	15년이상	-.200	.772	.796	-1.73	1.33
15년이상	1년미만	-.482	.435	.272	-1.35	.38
	1~5년미만	-.762*	.353	.034	-1.46	-.06
	5~10년미만	-.620	.373	.100	-1.36	.12
	10~15년미만	.200	.772	.796	-1.33	1.73

집단 평균차이가 존재하는 변인 직무분야의 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-38과 같다. 직무분야별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 소규모 건설현장소장에 비하여 대학교수의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 0.725이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.018 임을 확인 하였다. 이는 기계설비(소방포함)작업에 대하여 건설현장소장 집단보다 대학교수 집단이 더 위험을 느끼지 못하는 것으로 판단된다. 이외의 다른 집단 간 평균의 차이는 존재하지 않았음을 확인하였다.

Table 4-38. 기계설비(소방포함) 작업에 대한 직무분야별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 하한값	신뢰구간 상한값
감독관	전문지도기관	.250	.699	.721	-1.14	1.64
	건설현장소장	-.167	.710	.815	-1.58	1.24
	대학교수	.559	.724	.442	-.88	2.00
전문지도기관	감독관	-.250	.699	.721	-1.64	1.14
	건설현장소장	-.417	.233	.077	-.88	.05
	대학교수	.309	.273	.262	-.23	.85
건설현장소장	감독관	.167	.710	.815	-1.24	1.58
	전문지도기관	.417	.233	.077	-.05	.88
	대학교수	.725*	.300	.018	.13	1.32
대학교수	감독관	-.559	.724	.442	-2.00	.88
	전문지도기관	-.309	.273	.262	-.85	.23
	건설현장소장	-.725*	.300	.018	-1.32	-.13

2) 조적 및 미장(건출) 작업에 대한 결과

조적 및 미장(건출) 작업에 대한 ANOVA결과는 다음의 Table 4-39와 같다. 집단 간 분석은 성별, 나이, 경력, 소규모 근무경험, 소규모 경력, 직무분야 그리고 자격증에 관한 분석 결과이다. 성별의 경우 제곱합은 0.255, F-value는 0.369 그리고 P-value는 0.545 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 나이의 경우 제곱합은 0.840, F-value는 0.300 그리고 P-value는 0.877 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 경력의 경우 제곱합은 2.802, F-value는 1.030 그리고 P-value는 0.396 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 근무경험의 경우 제곱합은 5.958, F-value는 9.489 그리고 P-value는 0.003 으로서 집단 간 차이가 유의미함을 확인할 수 있다. 소규모 경력을 보면 제곱합은 0.514, F-value는 0.287 그리고 P-value

는 0.886 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 직무분야의 경우 제곱합은 0.711, F-value는 0.494 그리고 P-value는 0.688로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 마지막으로 자격증의 경우 제곱합은 22.634, F-value는 10.712 그리고 P-value는 0.027로서 집단 간 유의미한 차이가 존재함을 알 수 있다.

Table 4-39. 조적 및 미장(건축)작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과

구분		제곱합	df	평균 제곱	F	유의확률
성별	집단-간	.255	1	.255	.369	.545
	집단-내	68.418	99	.691		
	합계	68.673	100			
나이	집단-간	.840	4	.210	.300	.877
	집단-내	67.915	97	.700		
	합계	68.755	101			
경력	집단-간	2.802	4	.701	1.030	.396
	집단-내	65.953	97	.680		
	합계	68.755	101			
소규모 근무경험	집단-간	5.958	1	5.958	9.489	.003
	집단-내	62.796	100	.628		
	합계	68.755	101			
소규모 경력	집단-간	.514	4	.128	.287	.886
	집단-내	35.792	80	.447		
	합계	36.306	84			
직무분야	집단-간	.711	3	.237	.494	.688
	집단-내	43.214	90	.480		
	합계	43.926	93			
자격증	집단-간	22.634	4	5.658	10.712	.027
	집단-내	46.484	88	.528		
	합계	49.118	92			

집단 평균차이가 존재하는 변인 소규모 건설현장 근무경험의 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-40과 같다. 소규모 근무경험별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 소규모 근무경험이 있는 근무자에 비하여 소규모 근무경험이 없는 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 -0.621 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.271임을 확인 하였다. 이는 조적 및 미장(건

출) 작업에 대하여 소규모 건설현장에서 근무 경험이 있는 집단이 없는 집단보다 더 위험을 느끼지 못하는 것으로 판단된다.

Table 4-40. 조적 및 미장(건축)작업에 대한 소규모 근무 경험별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간 하한값	상한값
소규모	근무경험	-.621	.202	.003	-1.021	-.221
유	무	-.621	.271	.032	-1.184	-.057

집단 평균차이가 존재하는 변인 자격증별 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-41과 같다. 자격증별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 산업안전기사 자격증을 소지한 근무자에 비하여 기타 자격증을 소지한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 -0.1734 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.522 임을 확인 하였다. 이는 조적 및 미장(건축) 작업에 대하여 산업안전기사 자격증을 보유하고 있는 집단이 기타 자격증을 보유하고 있는 집단보다 더 위험을 느끼지 못하는 것으로 판단된다. 이외의 다른 집단 간 평균의 차이는 존재하지 않았음을 확인하였다.

Table 4-41. 조적 및 미장(건축)작업에 대한 자격증별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준 오차	유의 확률	95% 신뢰구간 하한값	상한값
산업안전기사	건설안전산업기사	1.000	.593	.096	-.18	2.18
	건설안전기사	1.000	.543	.069	-.08	2.08
	건설안전기술사	1.000	.629	.116	-.25	2.25
	기타	-.1734	.522	.013	-.30	1.77
건설안전산업기사	산업안전기사	-1.000	.593	.096	-2.18	.18
	건설안전기사	0.000	.345	1.000	-.69	.69
	건설안전기술사	0.000	.469	1.000	-.93	.93
	기타	-.266	.310	.394	-.88	.35
건설안전기사	산업안전기사	-1.000	.543	.069	-2.08	.08
	건설안전산업기사	0.000	.345	1.000	-.69	.69
	건설안전기술사	0.000	.404	1.000	-.80	.80
	기타	-.266	.198	.184	-.66	.13
건설안전기술사	산업안전기사	-1.000	.629	.116	-2.25	.25
	건설안전산업기사	0.000	.469	1.000	-.93	.93
	건설안전기사	0.000	.404	1.000	-.80	.80
	기타	-.266	.375	.480	-1.01	.48
기타	산업안전기사	.1734	.522	.013	-1.77	.30
	건설안전산업기사	.266	.310	.394	-.35	.88
	건설안전기사	.266	.198	.184	-.13	.66
	건설안전기술사	.266	.375	.480	-.48	1.01

3) 거꾸집 작업에 대한 결과

거꾸집 작업에 대한 ANOVA결과는 다음의 Table 4-42와 같다. 집단 간 분석은 성별, 나이, 경력, 소규모 근무경험, 소규모 경력, 직무분야 그리고 자격증에 관한 분석 결과이다. 성별의 경우 제곱합은 0.421, F-value는 0.521 그리고 P-value는 0.472로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 나이의 경우 제곱합은 2.517, F-value는 0.782 그리고 P-value는 0.539로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 경력의 경우 제곱합은 2.290, F-value는 0.710 그리고 P-value는 0.587 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 근무경험의 경우 제곱합은 1.647, F-value는 2.088 그리고 P-value는 0.152 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 경력을 보면 제곱합은 21.550, F-value는 7.117 그리고 P-value는 0.029 으로서 집단 간 차이가 유의미함을 확인할 수 있다. 직무분야의 경우 제곱합은 4.026, F-value는 1.904 그리고 P-value는 0.134로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 마지막으로 자격증의 경우 제곱합은 33.596, F-value는 10.604 그리고 P-value는 0.013로서 집단 간 유의미한 차이가 존재함을 알 수 있다.

Table 4-42. 거꾸집 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과

구분		제곱합	df	평균 제곱	F	유의확률
성별	집단-간	.421	1	.421	.521	.472
	집단-내	81.560	101	.808		
	합계	81.981	102			
나이	집단-간	2.517	4	.629	.782	.539
	집단-내	79.599	99	.804		
	합계	82.115	103			
경력	집단-간	2.290	4	.572	.710	.587
	집단-내	79.826	99	.806		
	합계	82.115	103			
소규모 근무경험	집단-간	1.647	1	1.647	2.088	.152
	집단-내	80.468	102	.789		
	합계	82.115	103			
소규모 경력	집단-간	21.550	4	5.387	7.117	.029
	집단-내	62.071	82	.757		
	합계	66.621	86			
직무분야	집단-간	4.026	3	1.342	1.904	.134
	집단-내	64.122	91	.705		
	합계	68.147	94			
자격증	집단-간	33.596	4	8.399	10.604	.013
	집단-내	71.288	90	.792		
	합계	74.884	94			

집단 평균차이가 존재하는 소규모 건설현장 경력의 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-43과 같다. 소규모 경력별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 1~5년 미만 근무한 근무자에 비하여 5~10년 미만 근무한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 0.487 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.223 임을 확인 하였다. 이는 거푸집 작업에 대하여 5~10년 미만 근무 경력 집단이 1~5년 근무 경력 집단 보다 더 위험을 느끼지 못하는 것으로 판단된다. 이외의 다른 집단 간 평균의 차이는 존재하지 않았음을 확인하였다.

Table 4-43. 거푸집 작업에 대한 소규모 경력별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간	
					하한값	상한값
1년미만	1~5년미만	.058	.297	.845	-.53	.65
	5~10년미만	.545	.315	.087	-.08	1.17
	10~15년미만	.545	.669	.417	-.79	1.88
	15년이상	.345	.380	.366	-.41	1.10
1~5년미만	1년미만	-.058	.297	.845	-.65	.53
	5~10년미만	.487*	.223	.032	.04	.93
	10~15년미만	.487	.631	.442	-.77	1.74
	15년이상	.287	.308	.354	-.33	.90
5~10년미만	1년미만	-.545	.315	.087	-1.17	.08
	1~5년미만	-.487*	.223	.032	-.93	-.04
	10~15년미만	0.000	.639	1.000	-1.27	1.27
	15년이상	-.200	.326	.541	-.85	.45
10~15년미만	1년미만	-.545	.669	.417	-1.88	.79
	1~5년미만	-.487	.631	.442	-1.74	.77
	5~10년미만	0.000	.639	1.000	-1.27	1.27
	15년이상	-.200	.674	.767	-1.54	1.14
15년이상	1년미만	-.345	.380	.366	-1.10	.41
	1~5년미만	-.287	.308	.354	-.90	.33
	5~10년미만	.200	.326	.541	-.45	.85
	10~15년미만	.200	.674	.767	-1.14	1.54

4) 지붕 작업에 대한 결과

지붕 작업에 대한 ANOVA결과는 다음의 Table 4-44와 같다. 집단 간 분석은 성별, 나이, 경력, 소규모 근무경험, 소규모 경력, 직무분야 그리고 자격증에 관한 분석 결과이다. 성별의 경우 제곱합은 5.547, F-value는 5.022 그리고 P-value는 0.027 로서 집단 간 차이가 유의미함을 확인할 수 있다. 나이의 경우 제곱합은 2.222, F-value는 0.478 그리고 P-value는 0.752 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 경력의 경우 제곱합은 4.458, F-value는 0.978 그리고 P-value는 0.423 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 근무경험의 경우 제곱합은 2.024, F-value는 1.792 그리고 P-value는 0.184 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 경력을 보면 제곱합은 11.124, F-value는 2.737 그리고 P-value는 0.034 으로서 집단 간 차이가 유의미함을 확인할 수 있다. 직무분야의 경우 제곱합은 5.756, F-value는 1.858 그리고 P-value는 0.142 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 마지막으로 자격증의 경우 제곱합은 1.434, F-value는 0.294 그리고 P-value는 0.881 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다.

Table 4-44. 지붕작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과

구분		제곱합	df	평균 제곱	F	유의확률
성별	집단-간	5.547	1	5.547	5.022	.027
	집단-내	111.560	101	1.105		
	합계	117.107	102			
나이	집단-간	2.222	4	.555	.478	.752
	집단-내	114.999	99	1.162		
	합계	117.221	103			
경력	집단-간	4.458	4	1.115	.978	.423
	집단-내	112.763	99	1.139		
	합계	117.221	103			
소규모 근무경험	집단-간	2.024	1	2.024	1.792	.184
	집단-내	115.198	102	1.129		
	합계	117.221	103			
소규모 경력	집단-간	11.124	4	2.781	2.737	.034
	집단-내	83.313	82	1.016		
	합계	94.437	86			
직무분야	집단-간	5.756	3	1.919	1.858	.142
	집단-내	93.991	91	1.033		
	합계	99.747	94			
자격증	집단-간	1.434	4	.359	.294	.881
	집단-내	109.787	90	1.220		
	합계	111.221	94			

집단 평균차이가 존재하는 변인 성별의 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-45과 같다. 성별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 남성 근무자에 비하여 여성 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 1.380 이었

으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.106 임을 확인 하였다. 이는 지붕 작업에 대하여 여자가 남자 보다 더 위험을 느끼지 못하는 것으로 판단된다.

Table 4-45. 지붕 작업에 대한 성별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간 하한값	상한값
성별	남	1.380	.616	.027	.158	2.602
	여	1.380	.106	.000	1.169	1.591

집단 평균차이가 존재하는 경력의 평균차 검정을 실시한 결과 Table4-46과 같다. 소규모 경력별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 1~5년 미만 근무한 근무자에 비하여 15년 이상 근무한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 1.087 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.357 임을 확인 하였다. 또한 5~10년 미만 근무한 근무자에 비하여 15년 이상 근무한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 0.960 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.377 임을 확인 하였다. 이는 지붕 작업에 대하여 15년 이상의 근무 경력 집단이 1~5년과 5~10년 근무 경력 집단 보다 더 위험을 느끼지 못하는 것으로 판단된다. 이외의 다른 집단 간 평균의 차이는 존재하지 않았음을 확인하였다.

Table 4-46. 지붕작업에 대한 소규모 경력별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간 하한값	상한값
1년미만	1~5년미만	-.396	.344	.253	-1.08	.29
	5~10년미만	-.269	.365	.463	-.99	.46
	10~15년미만	.591	.775	.448	-.95	2.13
	15년이상	.691	.440	.121	-.19	1.57
1~5년미만	1년미만	.396	.344	.253	-.29	1.08
	5~10년미만	.127	.258	.624	-.39	.64
	10~15년미만	.987	.731	.180	-.47	2.44
	15년이상	1.087*	.357	.003	.38	1.80
5~10년미만	1년미만	.269	.365	.463	-.46	.99
	1~5년미만	-.127	.258	.624	-.64	.39
	10~15년미만	.860	.741	.249	-.61	2.33
	15년이상	.960*	.377	.013	.21	1.71
10~15년미만	1년미만	-.591	.775	.448	-2.13	.95
	1~5년미만	-.987	.731	.180	-2.44	.47
	5~10년미만	-.860	.741	.249	-2.33	.61
	15년이상	.100	.781	.898	-1.45	1.65
15년이상	1년미만	-.691	.440	.121	-1.57	.19
	1~5년미만	-1.087*	.357	.003	-1.80	-.38
	5~10년미만	-.960*	.377	.013	-1.71	-.21
	10~15년미만	-.100	.781	.898	-1.65	1.45

5) 금속 및 잡철물 작업에 대한 결과

금속 및 잡철물 작업에 대한 ANOVA결과는 다음의 Table 4-47과 같다. 집단 간 분석은 성별, 나이, 경력, 소규모 근무경험, 소규모 경력, 직무분야 그리고 자격증에 관한 분석 결과이다. 성별의 경우 제곱합은 0.134, F-value는 0.160 그리고 P-value는 0.690로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 나이의 경우 제곱합은 2.911, F-value는 0.870 그리고 P-value는 0.485로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 경력의 경우 제곱합은 2.339, F-value는 0.694 그리고 P-value는 0.598 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 근무경험의 경우 제곱합은 0.335, F-value는 0.400 그리고 P-value는 0.529 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 경력을 보면 제곱합은 3.039, F-value는 0.930 그리고 P-value는 0.451 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 직무분야의 경우 제곱합은 3.982, F-value는 1.676 그리고 P-value는 0.178로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 마지막으로 자격증의 경우 제곱합은 1.198, F-value는 0.359 그리고 P-value는 0.837로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다.

Table 4-47. 금속 및 잡철물 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과

구분		제곱합	df	평균 제곱	F	유의확률
성별	집단-간	.134	1	.134	.160	.690
	집단-내	82.500	99	.833		
	합계	82.634	100			
나이	집단-간	2.911	4	.728	.870	.485
	집단-내	81.168	97	.837		
	합계	84.078	101			
경력	집단-간	2.339	4	.585	.694	.598
	집단-내	81.739	97	.843		
	합계	84.078	101			
소규모 근무경험	집단-간	.335	1	.335	.400	.529
	집단-내	83.744	100	.837		
	합계	84.078	101			
소규모 경력	집단-간	3.039	4	.760	.930	.451
	집단-내	65.314	80	.816		
	합계	68.353	84			
직무분야	집단-간	3.982	3	1.327	1.676	.178
	집단-내	71.295	90	.792		
	합계	75.277	93			
자격증	집단-간	1.198	4	.300	.359	.837
	집단-내	73.382	88	.834		
	합계	74.581	92			

6) 수장 작업에 대한 결과

수장 작업에 대한 ANOVA결과는 다음의 Table 4-48과 같다. 집단 간 분석은 성별, 나이, 경력, 소규모 근무경험, 소규모 경력, 직무분야 그리고 자격증에 관한 분석 결과이다. 성별의 경우 제곱합은 0.134, F-value는 0.252 그리고 P-value는 0.617 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 나이의 경우 제곱합은 2.148, F-value는 1.031 그리고 P-value는 0.395 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 경력의 경우 제곱합은 1.897, F-value는 0.906 그리고 P-value는 0.464 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 근무경험의 경우 제곱합은 0.282, F-value는 0.538 그리고 P-value는 0.465 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 경력을 보면 제곱합은 0.912, F-value는 0.718 그리고 P-value는 0.582 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 직무분야의 경우 제곱합은 1.790, F-value는 2.175 그리고 P-value는 0.096 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 마지막으로 자격증의 경우 제곱합은 1.096, F-value는 0.680 그리고 P-value는 0.608 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다.

Table 4-48. 수장 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과

구분		제곱합	df	평균 제곱	F	유의확률
성별	집단-간	.134	1	.134	.252	.617
	집단-내	52.500	99	.530		
	합계	52.634	100			
나이	집단-간	2.148	4	.537	1.031	.395
	집단-내	50.528	97	.521		
	합계	52.676	101			
경력	집단-간	1.897	4	.474	.906	.464
	집단-내	50.779	97	.523		
	합계	52.676	101			
소규모 근무경험	집단-간	.282	1	.282	.538	.465
	집단-내	52.394	100	.524		
	합계	52.676	101			
소규모 경력	집단-간	.912	4	.228	.718	.582
	집단-내	25.394	80	.317		
	합계	26.306	84			
직무분야	집단-간	1.790	3	.597	2.175	.096
	집단-내	24.679	90	.274		
	합계	26.468	93			
자격증	집단-간	1.096	4	.274	.680	.608
	집단-내	35.484	88	.403		
	합계	36.581	92			

7) 판넬 등 외무 마감 작업에 대한 결과

판넬 등 외무 마감 작업에 대한 ANOVA결과는 다음의 Table 4-49와 같다. 집단 간 분석은 성별, 나이, 경력, 소규모 근무경험, 소규모 경력, 직무분야 그리고 자격증에 관한 분석 결과이다. 성별의 경우 제곱합은 0.044, F-value는 0.112 그리고 P-value는 0.738 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 나이의 경우 제곱합은 0.965, F-value는 0.622 그리고 P-value는 0.648 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 경력의 경우 제곱합은 0.595, F-value는 0.380 그리고 P-value는 0.823 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 근무경험의 경우 제곱합은 0.201, F-value는 0.525 그리고 P-value는 0.471 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 경력을 보면 제곱합은 0.361, F-value는 0.376 그리고 P-value는 0.825 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 직무분야의 경우 제곱합은 2.188, F-value는 3.767 그리고 P-value는 0.013 로서 집단 간 유의미한 차이가 존재함을 알 수 있다. 마지막으로 자격증의 경우 제곱합은 0.312, F-value는 0.298 그리고 P-value는 0.878 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다.

Table 4-49. 판넬 등 외무 마감 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과

구분		제곱합	df	평균 제곱	F	유의확률
성별	집단-간	.044	1	.044	.112	.738
	집단-내	38.531	99	.389		
	합계	38.574	100			
나이	집단-간	.965	4	.241	.622	.648
	집단-내	37.623	97	.388		
	합계	38.588	101			
경력	집단-간	.595	4	.149	.380	.823
	집단-내	37.993	97	.392		
	합계	38.588	101			
소규모 근무경험	집단-간	.201	1	.201	.525	.471
	집단-내	38.387	100	.384		
	합계	38.588	101			
소규모 경력	집단-간	.361	4	.090	.376	.825
	집단-내	19.215	80	.240		
	합계	19.576	84			
직무분야	집단-간	2.188	3	.729	3.767	.013
	집단-내	17.429	90	.194		
	합계	19.617	93			
자격증	집단-간	.312	4	.078	.298	.878
	집단-내	23.000	88	.261		
	합계	23.312	92			

집단 평균차이가 존재하는 직무분야의 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-50과 같다. 소규모 경력별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 감독관에 대한 다른 집단과의 평균의 차이가 존재함을 확인하였다. 먼저 감독관으로 근무한 근무자에 비하여 전문지도기관의 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 1.000 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.318 임을 확인 하였다. 그리고 감독관으로 근무한 근무자에 비하여 건설현장소장으로 근무한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 0.857 이었으며 표준 오차는 P-value 0.05 미만에서 0.322 임을 확인 하였다. 마지막으로 감독관으로 근무한 근무자에 비하여 대학교수로 근무한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 1.000 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.330 임을 확인 하였다. 이는 판넬 등 외부 마감 작업에 대하여 감독관 집단이 다른 집단 보다 더 위험하다고 느끼는 것으로 판단된다. 이외의 다른 집단 간 평균의 차이는 존재하지 않았음을 확인하였다.

Table 4-50. 판넬 등 외부 마감 작업에 대한 직무분야별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간 하한값	상한값
감독관	전문지도기관	1.000*	.318	.002	.37	1.63
	건설현장소장	.857*	.322	.009	.22	1.50
	대학교수	1.000*	.330	.003	.34	1.66
전문지도기관	감독관	-1.000*	.318	.002	-1.63	-.37
	건설현장소장	-.143	.105	.176	-.35	.07
	대학교수	0.000	.127	1.000	-.25	.25
건설현장소장	감독관	-.857*	.322	.009	-1.50	-.22
	전문지도기관	.143	.105	.176	-.07	.35
	대학교수	.143	.138	.303	-.13	.42
대학교수	감독관	-1.000*	.330	.003	-1.66	-.34
	전문지도기관	0.000	.127	1.000	-.25	.25
	건설현장소장	-.143	.138	.303	-.42	.13

8) 석재 및 타일 작업에 대한 결과

석재 및 타일 작업에 대한 ANOVA결과는 다음의 Table 4-51과 같다. 집단 간 분석은 성별, 나이, 경력, 소규모 근무경험, 소규모 경력, 직무분야 그리고 자격증에 관한 분석 결과이다. 성별의 경우 제곱합은 0.175, F-value는 0.538 그리고 P-value는 0.465로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 나이의 경우 제곱합은 1.653, F-value는 1.305 그리고 P-value는 0.273로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 경력의 경우 제곱합은 7.134, F-value는 6.860 그리고 P-value는 0.000 으로서 집단 간 차이가 유의미한 차이가 존재함을 알 수 있다. 소규모 근무경험의 경우 제곱합은 0.806, F-value는 2.554 그리고 P-value는 0.113 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 경력을 보면 제곱합은 1.837, F-value는 1.918 그리고 P-value는 0.115 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 직무분야의 경우 제곱합은 1.744, F-value는 1.930 그리고 P-value는 0.130로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 마지막으로 자격증의 경우 제곱합은 2.342, F-value는 2.635 그리고 P-value는 0.039로서 집단 간 유의미한 차이가 존재함을 알 수 있다.

Table 4-51. 석재 및 타일 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과

구분		제곱합	df	평균 제곱	F	유의확률
성별	집단-간	.175	1	.175	.538	.465
	집단-내	32.122	99	.324		
	합계	32.297	100			
나이	집단-간	1.653	4	.413	1.305	.273
	집단-내	30.700	97	.316		
	합계	32.353	101			
경력	집단-간	7.134	4	1.784	6.860	.000
	집단-내	25.219	97	.260		
	합계	32.353	101			
소규모 근무경험	집단-간	.806	1	.806	2.554	.113
	집단-내	31.547	100	.315		
	합계	32.353	101			
소규모 경력	집단-간	1.837	4	.459	1.918	.115
	집단-내	19.151	80	.239		
	합계	20.988	84			
직무분야	집단-간	1.744	3	.581	1.930	.130
	집단-내	27.107	90	.301		
	합계	28.851	93			
자격증	집단-간	2.342	4	.585	2.635	.039
	집단-내	19.551	88	.222		
	합계	21.892	92			

집단 평균차이가 존재하는 경력의 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-52와 같다. 경력별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 1년 미만에 대한 다른 집단과의 평균의 차이가 존재함을 확인하였다. 먼저 1년 미만 근무한 근무자에 비하여 1~5년 미만 근무한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 1.600 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.384 임을 확인 하였다. 그리고 1년 미만 근무한 근무자에 비하여 5~10년미만 근무한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 1.870 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.376 임을 확인하이었으며, 1년미만 근무한 근무자에 비하여 10~15년미만 근무한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 1.867 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.384 임을 확인 하였다. 마지막으로 1년미만 근무한 근무자에 비하여 15년이상 근무한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 1.809 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.368 임을 확인 하였다. 이는 석재 및 타일 작업에 대하여 1년 미만의 근무 경력 집단이 다른 집단 보다 더 위험을 느끼는 것으로 판단된다. 이외의 다른 집단 간 평균의 차이는 존재하지 않았음을 확인하였다.

Table 4-52. 석재 및 타일 작업에 대한 경력별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간 하한값	신뢰구간 상한값
1년미만	1~5년미만	1.600*	.384	.000	.84	2.36
	5~10년미만	1.870*	.376	.000	1.12	2.62
	10~15년미만	1.867*	.384	.000	1.10	2.63
	15년이상	1.809*	.368	.000	1.08	2.54
1~5년미만	1년미만	-1.600*	.384	.000	-2.36	-.84
	5~10년미만	.270	.169	.114	-.07	.61
	10~15년미만	.267	.186	.155	-.10	.64
	15년이상	.209	.151	.171	-.09	.51
5~10년미만	1년미만	-1.870*	.376	.000	-2.62	-1.12
	1~5년미만	-.270	.169	.114	-.61	.07
	10~15년미만	-.003	.169	.986	-.34	.33
	15년이상	-.061	.130	.639	-.32	.20
10~15년미만	1년미만	-1.867*	.384	.000	-2.63	-1.10
	1~5년미만	-.267	.186	.155	-.64	.10
	5~10년미만	.003	.169	.986	-.33	.34
	15년이상	-.058	.151	.701	-.36	.24
15년이상	1년미만	-1.809*	.368	.000	-2.54	-1.08
	1~5년미만	-.209	.151	.171	-.51	.09
	5~10년미만	.061	.130	.639	-.20	.32
	10~15년미만	.058	.151	.701	-.24	.36

집단 평균차이가 존재하는 변인 자격증의 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-53과 같다. 자격증별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 산업안전기사 자격증을 소지한 근무자에 비하여 건설안전기사 자격증을 소지한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 0.941 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.352 임을 확인 하였다. 또한 산업안전기사 자격증을 소지한 근무자에 비하여 건설안전기술사 자격증을 소지한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 1.000 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.408 임을 확인 하였다. 산업안전기사 자격증을 소지한 근무자에 비하여 기타 자격증을 소지한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 0.828 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.338 임을 확인 하였다. 이는 석재 및 타일 작업에 대하여 산업안전기사 자격증을 보유한 집단이 건설안전기사, 건설안전기술사, 기타 자격증을 보유한 집단 보다 더 위험을 느끼는 것으로 판단된다. 이외의 다른 집단 간 평균의 차이는 존재하지 않았음을 확인하였다.

Table 4-53. 석재 및 타일 작업에 대한 자격증별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간 하한값	상한값
산업 안전기사	건설안전산업기사	.500	.385	.197	-.26	1.26
	건설안전기사	.941*	.352	.009	.24	1.64
	건설안전기술사	1.000*	.408	.016	.19	1.81
	기타	.828*	.338	.016	.16	1.50
건설안전산 업기사	산업안전기사	-.500	.385	.197	-1.26	.26
	건설안전기사	.441	.224	.052	.00	.89
	건설안전기술사	.500	.304	.104	-.10	1.10
	기타	.328	.201	.107	-.07	.73
건설안전기 사	산업안전기사	-.941*	.352	.009	-1.64	-.24
	건설안전산업기사	-.441	.224	.052	-.89	.00
	건설안전기술사	.059	.262	.823	-.46	.58
	기타	-.113	.129	.382	-.37	.14
건설안전기 술사	산업안전기사	-1.000*	.408	.016	-1.81	-.19
	건설안전산업기사	-.500	.304	.104	-1.10	.10
	건설안전기사	-.059	.262	.823	-.58	.46
	기타	-.172	.243	.481	-.65	.31
기타	산업안전기사	-.828*	.338	.016	-1.50	-.16
	건설안전산업기사	-.328	.201	.107	-.73	.07
	건설안전기사	.113	.129	.382	-.14	.37
	건설안전기술사	.172	.243	.481	-.31	.65

9) 안전가시설 작업에 대한 결과

안전가시설 작업에 대한 ANOVA결과는 다음의 Table 4-54와 같다. 집단 간 분석은 성별, 나이, 경력, 소규모 근무경험, 소규모 경력, 직무분야 그리고 자격증에 관한 분석 결과이다. 성별의 경우 제공합은 2.291, F-value는 1.216 그리고 P-value는 0.275 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 나이의 경우 제공합은 2.351, F-value는 0.294 그리고 P-value는 0.880 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 경력의 경우 제공합은 4.244, F-value는 0.541 그리고 P-value는 0.706 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 근무경험의 경우 제공합은 10.179, F-value는 5.830 그리고 P-value는 0.059 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 경력을 보면 제공합은 20.959, F-value는 3.240 그리고 P-value는 0.062 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 직무분야의 경우 제공합은 13.951, F-value는 2.727 그리고 P-value는 0.155 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 마지막으로 자격증의 경우 제공합은 15.007, F-value는 1.968 그리고 P-value는 0.117 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다.

Table 4-54. 안전가시설 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과

구분		제공합	df	평균 제공	F	유의확률
성별	집단-간	2.291	1	2.291	1.216	.275
	집단-내	101.709	54	1.884		
	합계	104.000	55			
나이	집단-간	2.351	4	.588	.294	.880
	집단-내	103.859	52	1.997		
	합계	106.211	56			
경력	집단-간	4.244	4	1.061	.541	.706
	집단-내	101.967	52	1.961		
	합계	106.211	56			
소규모 근무경험	집단-간	10.179	1	10.179	5.830	.059
	집단-내	96.032	55	1.746		
	합계	106.211	56			
소규모 경력	집단-간	20.959	4	5.240	3.240	.062
	집단-내	64.686	40	1.617		
	합계	85.644	44			
직무분야	집단-간	13.951	3	4.650	2.727	.155
	집단-내	75.049	44	1.706		
	합계	89.000	47			
자격증	집단-간	15.007	4	3.752	1.968	.117
	집단-내	81.972	43	1.906		
	합계	96.979	47			

10) 전기설비(통신포함) 작업에 대한 결과

전기설비(통신포함) 작업에 대한 ANOVA결과는 다음의 Table 4-55와 같다. 집단 간 분석은 성별, 나이, 경력, 소규모 근무경험, 소규모 경력, 직무분야 그리고 자격증에 관한 분석 결과이다. 성별의 경우 제공합은 0.572, F-value는 0.685 그리고 P-value는 0.410 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 나이의 경우 제공합은 1.573, F-value는 0.466 그리고 P-value는 0.760 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 경력의 경우 제공합은 1.599, F-value는 0.474 그리고 P-value는 0.755 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 근무경험의 경우 제공합은 0.089, F-value는 0.106 그리고 P-value는 0.745 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 경력을 보면 제공합은 4.273, F-value는 1.177 그리고 P-value는 0.327 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 직무분야의 경우 제공합은 1.918, F-value는 0.744 그리고 P-value는 0.529 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 마지막으로 자격증의 경우 제공합은 8.432, F-value는 0.406 그리고 P-value는 0.014 로서 집단 간 유의미한 차이가 존재함을 알 수 있다.

Table 4-55. 전기설비(통신포함) 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과

구분		제공합	df	평균 제공	F	유의확률
성별	집단-간	.572	1	.572	.685	.410
	집단-내	84.457	101	.836		
	합계	85.029	102			
나이	집단-간	1.573	4	.393	.466	.760
	집단-내	83.465	99	.843		
	합계	85.038	103			
경력	집단-간	1.599	4	.400	.474	.755
	집단-내	83.440	99	.843		
	합계	85.038	103			
소규모 근무경험	집단-간	.089	1	.089	.106	.745
	집단-내	84.950	102	.833		
	합계	85.038	103			
소규모 경력	집단-간	4.273	4	1.068	1.177	.327
	집단-내	74.440	82	.908		
	합계	78.713	86			
직무분야	집단-간	1.918	3	.639	.744	.529
	집단-내	78.229	91	.860		
	합계	80.147	94			
자격증	집단-간	8.432	4	2.108	.406	.014
	집단-내	79.305	90	.881		
	합계	80.737	94			

집단 평균차이가 존재하는 변인 자격증의 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-56과 같다. 자격증별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 산업안전기사 자격증을 소지한 근무자에 비하여 건설 안전기술사 자격증을 소지한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 1.300 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.813 임을 확인 하였다. 또한 건설안전산업기사 자격증을 소지한 근무자에 비하여 건설안전기술사 자격증을 소지한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 1.431 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.606 임을 확인 하였다. 건설안전기사 자격증을 소지한 근무자에 비하여 건설안전기술사 자격증을 소지한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 0.941 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.522 임을 확인 하였다. 마지막으로 기타 자격증을 소지한 근무자에 비하여 건설안전기술사 자격증을 소지한 근무자와의 평균 차이가 유의미함을 보였다. 집단 간 평균의 차이는 1.145 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.483 임을 확인 하였다. 이는 전기설비(통신포함) 작업에 대하여 건설안전기술사 자격증을 보유한 집단이 다른 집단 보다 더 위험을 느끼지 못하는 것으로 판단된다. 이외의 다른 집단 간 평균의 차이는 존재하지 않았음을 확인하였다.

Table 4-56. 전기설비(통신포함) 작업에 대한 자격증별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간 하한값	상한값
산업 안전기사	건설안전산업기사	-.500	.766	.516	-2.02	1.02
	건설안전기사	-.559	.702	.428	-1.95	.84
	건설안전기술사	1.300	.813	.013	-2.62	.62
	기타	-.545	.674	.420	-1.88	.79
건설안전산 업기사	산업안전기사	.500	.766	.516	-1.02	2.02
	건설안전기사	-.059	.446	.895	-.94	.83
	건설안전기술사	1.431	.606	.001	-1.70	.70
	기타	-.045	.400	.910	-.84	.75
건설안전기 사	산업안전기사	.559	.702	.428	-.84	1.95
	건설안전산업기사	.059	.446	.895	-.83	.94
	건설안전기술사	.941	.522	.022	-1.48	.60
	기타	.013	.255	.958	-.49	.52
건설안전기 술사	산업안전기사	-1.300	.813	.013	-.62	2.62
	건설안전산업기사	-1.431	.606	.001	-.70	1.70
	건설안전기사	-.941	.522	.022	-.60	1.48
	기타	-1.145	.483	.019	-.51	1.41
기타	산업안전기사	.545	.674	.420	-.79	1.88
	건설안전산업기사	.045	.400	.910	-.75	.84
	건설안전기사	-.013	.255	.958	-.52	.49
	건설안전기술사	1.145	.483	.019	-1.41	.51

11) 맨홀 및 관 부설 작업에 대한 결과

맨홀 및 관 부설 작업에 대한 ANOVA 결과는 다음의 Table 4-57과 같다. 집단 간 분석은 성별, 나이, 경력, 소규모 근무경험, 소규모 경력, 직무분야 그리고 자격증에 관한 분석 결과이다. 성별의 경우 제곱합은 0.273, F-value는 0.381 그리고 P-value는 0.538 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 나이의 경우 제곱합은 0.925, F-value는 0.319 그리고 P-value는 0.864 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 경력의 경우 제곱합은 2.549, F-value는 0.901 그리고 P-value는 0.467 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 근무경험의 경우 제곱합은 5.729, F-value는 8.754 그리고 P-value는 0.004 로서 집단 간 유의미한 차이가 존재함을 알 수 있다. 소규모 경력을 보면 제곱합은 0.894, F-value는 0.469 그리고 P-value는 0.758 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 직무분야의 경우 제곱합은 0.735, F-value는 0.481 그리고 P-value는 0.696 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 마지막으로 자격증의 경우 제곱합은 2.603, F-value는 1.141 그리고 P-value는 0.343 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다.

Table 4-57. 맨홀 및 관 부설 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과

구분		제곱합	df	평균 제곱	F	유의확률
성별	집단-간	.273	1	.273	.381	.538
	집단-내	70.816	99	.715		
	합계	71.089	100			
나이	집단-간	.925	4	.231	.319	.864
	집단-내	70.251	97	.724		
	합계	71.176	101			
경력	집단-간	2.549	4	.637	.901	.467
	집단-내	68.627	97	.707		
	합계	71.176	101			
소규모 근무경험	집단-간	5.729	1	5.729	8.754	.004
	집단-내	65.447	100	.654		
	합계	71.176	101			
소규모 경력	집단-간	.894	4	.224	.469	.758
	집단-내	38.118	80	.476		
	합계	39.012	84			
직무분야	집단-간	.735	3	.245	.481	.696
	집단-내	45.818	90	.509		
	합계	46.553	93			
자격증	집단-간	2.603	4	.651	1.141	.343
	집단-내	50.193	88	.570		
	합계	52.796	92			

집단 평균차이가 존재하는 변인 소규모 건설현장 근무경험의 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-58과 같다. 소규모 근무경험별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 소규모 근무경험이 있는 근무자에 비하여 소규모 근무경험이 없는 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 -0.609 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.206 임을 확인 하였다. 이는 맨홀 및 관 부설 작업에 대하여 소규모 건설현장에서의 근무경험이 있는 집단이 근무 경험이 없는 집단 보다 더 위험을 느끼지 못하는 것으로 판단된다.

Table 4-58. 맨홀 및 관 부설 작업에 대한 소규모 근무 경험별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J) 표준오차		유의확률	95% 신뢰구간	
					하한값	상한값
근무경험 유	근무경험 무	-.609	.206	.004	-1.017	-.201

12) 가설구조물 작업에 대한 결과

가설구조물 작업에 대한 ANOVA결과는 다음의 Table 4-59와 같다. 집단 간 분석은 성별, 나이, 경력, 소규모 근무경험, 소규모 경력, 직무분야 그리고 자격증에 관한 분석 결과이다. 성별의 경우 제곱합은 0.012, F-value는 0.11 그리고 P-value는 0.917 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 나이의 경우 제곱합은 4.441, F-value는 0.989 그리고 P-value는 0.418 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 경력의 경우 제곱합은 6.174, F-value는 1.397 그리고 P-value는 0.241 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 근무경험의 경우 제곱합은 1.452, F-value는 1.298 그리고 P-value는 0.257 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 경력을 보면 제곱합은 3.079, F-value는 0.667 그리고 P-value는 0.617 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 직무분야의 경우 제곱합은 9.986, F-value는 3.210 그리고 P-value는 0.027 로서 집단 간 차이가 존재함을 알 수 있다. 마지막으로 자격증의 경우 제곱합은 1.989, F-value는 0.429 그리고 P-value는 0.787 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다.

Table 4-59. 가설구조물 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과

구분		제곱합	df	평균 제곱	F	유의확률
성별	집단-간	.012	1	.012	.011	.917
	집단-내	111.698	98	1.140		
	합계	111.710	99			
나이	집단-간	4.441	4	1.110	.989	.418
	집단-내	107.797	96	1.123		
	합계	112.238	100			
경력	집단-간	6.174	4	1.543	1.397	.241
	집단-내	106.064	96	1.105		
	합계	112.238	100			
소규모 근무경험	집단-간	1.452	1	1.452	1.298	.257
	집단-내	110.786	99	1.119		
	합계	112.238	100			
소규모 경력	집단-간	3.079	4	.770	.667	.617
	집단-내	91.160	79	1.154		
	합계	94.238	83			
직무분야	집단-간	9.986	3	3.329	3.210	.027
	집단-내	92.293	89	1.037		
	합계	102.280	92			
자격증	집단-간	1.989	4	.497	.429	.787
	집단-내	100.750	87	1.158		
	합계	102.739	91			

집단 평균차이가 존재하는 변인 소규모 건설현장 근무경험의 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-60과 같다. 직무분야별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 건설현장소장으로 근무한 근무자에 비하여 각각 감독관과 대학교수로 근무한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 건설현장소장과 감독관 집단 간 평균의 차이는 1.571 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.745 임을 확인 하였다. 그리고 건설현장소장과 대학교수 집단 간 평균의 차이는 0.821 이었으며 표준오차

는 P-value 0.05 미만에서 0.319 임을 확인 하였다. 이는 가설구조물 작업에 대하여 감독관 집단이 건설현장 소장 집단 보다 더 위험을 느끼지 못하는 것으로 판단된다. 이외의 다른 집단 간 평균의 차이는 존재하지 않았음을 확인하였다.

Table 4-60. 가설구조물 작업에 대한 직무분야별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간 하한값 상한값	
감독관	전문지도기관	-1.245	.735	.094	-2.71	.22
	건설현장소장	-1.571*	.745	.038	-3.05	-.09
	대학교수	-.750	.764	.329	-2.27	.77
전문지도기관	감독관	1.245	.735	.094	-.22	2.71
	건설현장소장	-.327	.243	.182	-.81	.16
	대학교수	.495	.295	.097	-.09	1.08
건설현장소장	감독관	1.571*	.745	.038	.09	3.05
	전문지도기관	.327	.243	.182	-.16	.81
	대학교수	.821*	.319	.012	.19	1.46
대학교수	감독관	.750	.764	.329	-.77	2.27
	전문지도기관	-.495	.295	.097	-1.08	.09
	건설현장소장	-.821*	.319	.012	-1.46	-.19

13) 철근 작업에 대한 결과

철근 작업에 대한 ANOVA결과는 다음의 Table 4-61과 같다. 집단 간 분석은 성별, 나이, 경력, 소규모 근무경험, 소규모 경력, 직무분야 그리고 자격증에 관한 분석 결과이다. 성별의 경우 제곱합은 0.134, F-value는 0.273 그리고 P-value는 0.603 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 나이의 경우 제곱합은 1.291, F-value는 0.661 그리고 P-value는 0.621 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 경력의 경우 제곱합은 1.897, F-value는 0.983 그리고 P-value는 0.420 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 근무경험의 경우 제곱합은 2.397, F-value는 5.180 그리고 P-value는 0.025 로서 집단 간 차이가 유의미함을 확인할 수 있다. 소규모 경력을 보면 제곱합은 0.822, F-value는 0.775 그리고 P-value는 0.545 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 직무분야의 경우 제곱합은 0.626, F-value는 0.749 그리고 P-value는 0.526 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 마지막으로

자격증의 경우 제곱합은 2.310, F-value는 1.643 그리고 P-value는 0.171 로서 집단 간 차이가 존재하지 않음을 알 수 있다.

Table 4-61. 철근 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과

구분		제곱합	df	평균 제곱	F	유의 확률
성별	집단-간	.134	1	.134	.273	.603
	집단-내	48.500	99	.490		
	합계	48.634	100			
나이	집단-간	1.291	4	.323	.661	.621
	집단-내	47.385	97	.489		
	합계	48.676	101			
경력	집단-간	1.897	4	.474	.983	.420
	집단-내	46.779	97	.482		
	합계	48.676	101			
소규모 근무경험	집단-간	2.397	1	2.397	5.180	.025
	집단-내	46.279	100	.463		
	합계	48.676	101			
소규모 경력	집단-간	.822	4	.206	.775	.545
	집단-내	21.225	80	.265		
	합계	22.047	84			
직무분야	집단-간	.626	3	.209	.749	.526
	집단-내	25.086	90	.279		
	합계	25.713	93			
자격증	집단-간	2.310	4	.577	1.643	.171
	집단-내	30.938	88	.352		
	합계	33.247	92			

집단 평균차이가 존재하는 변인 소규모 건설현장 근무경험의 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-62와 같다. 소규모 근무경험별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 소규모 근무경험이 있는 근무자에 비하여 소규모 근무경험이 없는 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 -0.394 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.173 임을 확인 하였다. 이는 철근 작업에 대하여 소규모 건설현장의 근무 경험이 있는 집단이 근무 경험이 없는 집단 보다 더 위험을 느끼지 못하는 것으로 판단된다.

Table 4-62. 철근 작업에 대한 소규모 근무경험별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의 확률	95% 신뢰구간 하한값	상한값
근무경험 유	근무경험 무	-.394	.173	.025	-.737	-.051

14) 도장 작업에 대한 결과

도장 작업에 대한 ANOVA결과는 다음의 Table 4-63과 같다. 집단 간 분석은 성별, 나이, 경력, 소규모 근무경험, 소규모 경력, 직무분야 그리고 자격증에 관한 분석 결과이다. 성별의 경우 제곱합은 0.758, F-value는 0.702 그리고 P-value는 0.404 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 나이의 경우 제곱합은 6.621, F-value는 1.585 그리고 P-value는 0.184 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 경력의 경우 제곱합은 3.533, F-value는 0.821 그리고 P-value는 0.515 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 근무경험의 경우 제곱합은 0.463, F-value는 0.432 그리고 P-value는 0.513 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 경력을 보면 제곱합은 8.807, F-value는 2.082 그리고 P-value는 0.091 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 직무분야의 경우 제곱합은 7.695, F-value는 2.605 그리고 P-value는 0.047 로서 집단 간 차이가 존재하고 있음을 알 수 있다. 마지막으로 자격증의 경우 제곱합은 2.907, F-value는 0.710 그리고 P-value는 0.587 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다.

Table 4-63. 도장 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과

구분		제곱합	df	평균 제곱	F	유의확률
성별	집단-간	.758	1	.758	.702	.404
	집단-내	108.990	101	1.079		
	합계	109.748	102			
나이	집단-간	6.621	4	1.655	1.585	.184
	집단-내	103.369	99	1.044		
	합계	109.990	103			
경력	집단-간	3.533	4	.883	.821	.515
	집단-내	106.457	99	1.075		
	합계	109.990	103			
소규모 근무경험	집단-간	.463	1	.463	.432	.513
	집단-내	109.527	102	1.074		
	합계	109.990	103			
소규모 경력	집단-간	8.807	4	2.202	2.082	.091
	집단-내	86.710	82	1.057		
	합계	95.517	86			
직무분야	집단-간	7.695	3	2.565	2.605	.047
	집단-내	89.610	91	.985		
	합계	97.305	94			
자격증	집단-간	2.907	4	.727	.710	.587
	집단-내	92.083	90	1.023		
	합계	94.989	94			

집단 평균차이가 존재하는 변인 직무분야의 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-64와 같다. 직무분야별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 건설현장소장으로 근무한 근무자에 비하여 각각 전문지도기관과 대학교수로 근무한 근무자와의 평균 차이가 유의미함을 보였다. 먼저 건설현장소장과 전문지도기관 집단 간 평균의 차이는 0.565 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.236 임을 확인 하였고, 건설현장소장과 대학교수 집단 간 평균의 차이는 0.739 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.305 임을 확인 하였다. 이는 도장 작업에 대하여 건설현장소장 집단이 전문지도기관 전문가와 대학교수 집단 보다 더 위험을 느끼는 것으로 판단된다. 이외의 다른 집단 간 평균의 차이는 존재하지 않았음을 확인하였다.

Table 4-64. 도장 작업에 대한 직무분야별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간 하한값	상한값
감독관	전문지도기관	.208	.716	.772	-1.21	1.63
	건설현장소장	-.357	.726	.624	-1.80	1.09
	대학교수	.382	.742	.608	-1.09	1.86
전문지도기관	감독관	-.208	.716	.772	-1.63	1.21
	건설현장소장	-.565*	.236	.019	-1.03	-.10
	대학교수	.174	.280	.536	-.38	.73
건설현장소장	감독관	.357	.726	.624	-1.09	1.80
	전문지도기관	.565*	.236	.019	.10	1.03
	대학교수	.739*	.305	.017	.13	1.35
대학교수	감독관	-.382	.742	.608	-1.86	1.09
	전문지도기관	-.174	.280	.536	-.73	.38
	건설현장소장	-.739*	.305	.017	-1.35	-.13

15) 포장 작업에 대한 결과

포장 작업에 대한 ANOVA결과는 다음의 Table 4-65과 같다. 집단 간 분석은 성별, 나이, 경력, 소규모 근무경험, 소규모 경력, 직무분야 그리고 자격증에 관한 분석 결과이다. 성별의 경우 제곱합은 0.033, F-value는 0.025 그리고 P-value는 0.875 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 나이의 경우 제곱합은 3.689, F-value는 0.661 그리고 P-value는 0.621 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 경력의 경우 제곱합은 0.757, F-value는 0.133 그리고 P-value는 0.970 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 근무경험의 경우 제곱합은 8.920, F-value는 6.845 그리고 P-value는 0.010 으로서 집단 간 차이가 유의미함을 확인할 수 있다. 소규모 경력을 보면 제곱합은 6.243, F-value는 1.194 그리고 P-value는 0.320 으로서 집단

간 차이가 존재하지 않았다. 직무분야의 경우 제곱합은 9.227, F-value는 2.414 그리고 P-value는 0.072 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 마지막으로 자격증의 경우 제곱합은 16.394, F-value는 3.203 그리고 P-value는 0.017 로서 집단 간 유의미한 차이가 존재함을 알 수 있다.

Table 4-65. 포장 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과

구분		제곱합	df	평균 제곱	F	유의확률
성별	집단-간	.033	1	.033	.025	.875
	집단-내	135.307	101	1.340		
	합계	135.340	102			
나이	집단-간	3.689	4	.922	.661	.621
	집단-내	138.157	99	1.396		
	합계	141.846	103			
경력	집단-간	.757	4	.189	.133	.970
	집단-내	141.089	99	1.425		
	합계	141.846	103			
소규모 근무경험	집단-간	8.920	1	8.920	6.845	.010
	집단-내	132.926	102	1.303		
	합계	141.846	103			
소규모 경력	집단-간	6.243	4	1.561	1.194	.320
	집단-내	107.160	82	1.307		
	합계	113.402	86			
직무분야	집단-간	9.227	3	3.076	2.414	.072
	집단-내	115.931	91	1.274		
	합계	125.158	94			
자격증	집단-간	16.394	4	4.098	3.203	.017
	집단-내	115.143	90	1.279		
	합계	131.537	94			

집단 평균차이가 존재하는 변인 소규모 건설현장 근무경험의 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-66과 같다. 소규모 근무경험별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 소규모 근무경험이 있는 근무자에 비하여 소규모 근무경험이 없는 근무자와의 평균차이가 유의미하지 않음을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 0.758 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.290 임을 확인 하였다. 이는 포장 작업에 대하여 소규모 건설현장 근무 경험이 있는 집단이 근무 경험이 없는 집단 보다 더 위험을 느끼는 것으로 판단된다.

Table 4-66. 포장 작업에 대한 소규모 근무 경험별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간 하한값	신뢰구간 상한값
근무경험 유	근무경험 무	.758	.290	.010	.183	1.332

집단 평균차이가 존재하는 변인 자격증의 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-67과 같다. 자격증별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 건설안전기사 자격증을 소지한 근무자에 비하여 건설안전기술사 자격증을 소지한 근무자를 제외한 나머지 자격증을 소지한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 먼저 산업안전기사를 소지한 근무자의 경우, 건설안전기사 자격증을 소지한 집단과의 평균 차이가 1.794 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.846 임을 확인 하였고, 건설안전산업기사를 소지한 근무자의 경우는 건설안전기사 자격증을 소지한 집단과 1.127의 평균차이를 보이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.537 임을 확인 하였다. 마지막으로 기타 자격증의 경우, 건설안전기사 자격증을 소지한 근무자 집단과 0.915의 평균차이가 있었으며 표준오차 P-value 0.05 미만에서 0.308 임을 확인 하였다. 이는 이외의 다른 집단 간 평균의 차이는 존재하지 않았음을 확인하였다. 이는 포장 작업에 대하여 건설안전기사 자격증을 보유한 집단이 산업안전기사, 건설안전산업기사, 기타 자격증을 보유한 집단 보다 더 위험을 느끼는 것으로 판단된다.

Table 4-67. 포장 작업에 대한 자격증별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간 하한값	상한값
산업 안전기사	건설안전산업기사	-.667	.924	.472	-2.50	1.17
	건설안전기사	-1.794*	.846	.037	-3.47	-.11
	건설안전기술사	-1.750	.980	.077	-3.70	.20
	기타	-.879	.812	.282	-2.49	.73
건설안전산 업기사	산업안전기사	.667	.924	.472	-1.17	2.50
	건설안전기사	-1.127*	.537	.039	-2.19	-.06
	건설안전기술사	-1.083	.730	.141	-2.53	.37
	기타	-.212	.482	.661	-1.17	.75
건설안전기 사	산업안전기사	1.794*	.846	.037	.11	3.47
	건설안전산업기사	1.127*	.537	.039	.06	2.19
	건설안전기술사	.044	.629	.944	-1.20	1.29
	기타	.915*	.308	.004	.30	1.53
건설안전기 술사	산업안전기사	1.750	.980	.077	-.20	3.70
	건설안전산업기사	1.083	.730	.141	-.37	2.53
	건설안전기사	-.044	.629	.944	-1.29	1.20
	기타	.871	.582	.138	-.29	2.03
기타	산업안전기사	.879	.812	.282	-.73	2.49
	건설안전산업기사	.212	.482	.661	-.75	1.17
	건설안전기사	-.915*	.308	.004	-1.53	-.30
	건설안전기술사	-.871	.582	.138	-2.03	.29

16) 창호 및 유리 작업에 대한 결과

창호 및 유리 작업에 대한 ANOVA결과는 다음의 Table 4-68과 같다. 집단 간 분석은 성별, 나이, 경력, 소규모 근무경험, 소규모 경력, 직무분야 그리고 자격증에 관한 분석 결과이다. 성별의 경우 제곱합은 0.350, F-value는 0.920 그리고 P-value는 0.340 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 나이의 경우 제곱합은 1.555, F-value는 1.031 그리고 P-value는 0.395 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 경력의 경우 제곱합은 3.045, F-value는 2.103 그리고 P-value는 0.086 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 근무경험의 경우 제곱합은 0.040, F-value는 0.105 그리고 P-value는 0.746 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 경력을 보면 제곱합은 0.629, F-value는 0.398 그리고 P-value는 0.809 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 직무분야의 경우 제곱합은 1.872, F-value는 1.720 그리고 P-value는 0.168 로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 마지막으로 자격증의 경우 제곱합은 1.889, F-value는 1.227 그리고 P-value는 0.305 로서 집단 간 차이가 존재하지 않음을 알 수 있다.

Table 4-68. 창호 및 유리 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과

구분		제곱합	df	평균 제곱	F	유의확률
성별	집단-간	.350	1	.350	.920	.340
	집단-내	38.427	101	.380		
	합계	38.777	102			
나이	집단-간	1.555	4	.389	1.031	.395
	집단-내	37.329	99	.377		
	합계	38.885	103			
경력	집단-간	3.045	4	.761	2.103	.086
	집단-내	35.840	99	.362		
	합계	38.885	103			
소규모 근무경험	집단-간	.040	1	.040	.105	.746
	집단-내	38.845	102	.381		
	합계	38.885	103			
소규모 경력	집단-간	.629	4	.157	.398	.809
	집단-내	32.360	82	.395		
	합계	32.989	86			
직무분야	집단-간	1.872	3	.624	1.720	.168
	집단-내	33.012	91	.363		
	합계	34.884	94			
자격증	집단-간	1.889	4	.472	1.227	.305
	집단-내	34.637	90	.385		
	합계	36.526	94			

17) 콘크리트 작업에 대한 결과

콘크리트 작업에 대한 ANOVA결과는 다음의 Table 4-69와 같다. 집단 간 분석은 성별, 나이, 경력, 소규모 근무경험, 소규모 경력, 직무분야 그리고 자격증에 관한 분석 결과이다. 성별의 경우 제공합은 0.054, F-value는 0.027 그리고 P-value는 0.871로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 나이의 경우 제공합은 1.040, F-value는 0.125 그리고 P-value는 0.973 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 경력의 경우 제공합은 14.473, F-value는 1.859 그리고 P-value는 0.124로서 집단 간 차이가 존재하지 않았다. 소규모 근무경험의 경우 제공합은 15.402, F-value는 8.199 그리고 P-value는 0.005로서 집단 간 유의미한 차이가 존재함을 알 수 있다. 소규모 경력을 보면 제공합은 22.486, F-value는 3.074 그리고 P-value는 0.021 으로서 집단 간 차이가 유의미함을 확인할 수 있다. 직무분야의 경우 제공합은 31.857, F-value는 6.212 그리고 P-value는 0.001로서 집단 간 유의미한 차이가 존재함을 알 수 있다. 마지막으로 자격증의 경우 제공합은 15.387, F-value는 2.108 그리고 P-value는 0.086 으로서 집단 간 차이가 존재하지 않음을 알 수 있다.

Table 4-69. 콘크리트 작업에 대한 집단 간 ANOVA 결과

구분		제공합	df	평균 제공	F	유의확률
성별	집단-간	.054	1	.054	.027	.871
	집단-내	201.075	99	2.031		
	합계	201.129	100			
나이	집단-간	1.040	4	.260	.125	.973
	집단-내	202.215	97	2.085		
	합계	203.255	101			
경력	집단-간	14.473	4	3.618	1.859	.124
	집단-내	188.782	97	1.946		
	합계	203.255	101			
소규모 근무경험	집단-간	15.402	1	15.402	8.199	.005
	집단-내	187.853	100	1.879		
	합계	203.255	101			
소규모 경력	집단-간	22.486	4	5.621	3.074	.021
	집단-내	146.291	80	1.829		
	합계	168.776	84			
직무분야	집단-간	31.857	3	10.619	6.212	.001
	집단-내	153.845	90	1.709		
	합계	185.702	93			
자격증	집단-간	15.387	4	3.847	2.108	.086
	집단-내	160.570	88	1.825		
	합계	175.957	92			

집단 평균차이가 존재하는 변인 소규모 근무경험의 평균차 검정을 실시한 결과 Table4-70과 같다. 소규모 근무경험별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 소규모 근무경험이 있는 근무자에 비하여 소규모 근무경험이 없는 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 0.998 이었으며 표준오차는

P-value 0.05 미만에서 0.349 임을 확인 하였다. 이는 콘크리트 작업에 대하여 소규모 건설현장 근무 경험이 있는 집단이 근무 경험이 없는 집단 보다 더 위험을 느끼는 것으로 판단된다.

Table 4-70. 콘크리트 작업에 대한 소규모 근무경력별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간	
					하한값	상한값
근무경력 유	근무경력 무	.998	.349	.005	.307	1.690

집단 평균차이가 존재하는 변인 소규모 건설현장 근무경력별 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-71과 같다. 소규모 경력별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 5~10년 미만 근무한 근무자에 비하여 1년 미만 근무한 근무자와 15년이상 근무한 근무자의 평균차이가 각각 유의미함을 보였다. 먼저 5~10년미만 근무한 근무자와 1년미만 근무한 근무자 집단 간 평균의 차이는 1.411 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.489 임을 확인 하였다. 또한 5~10년미만 근무한 근무자와 15년이상 근무한 근무자 집단 간 평균의 차이는 1.209 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.526 임을 확인 하였다. 이는 콘크리트 작업에 대하여 5~10 미만 근무 경력 집단이 1년 미만과 15년 이상 집단 보다 더 위험을 느끼는 것으로 판단된다. 이외의 다른 집단 간 평균의 차이는 존재하지 않았음을 확인하였다.

Table 4-71. 콘크리트 작업에 대한 경력별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간	
					하한값	상한값
1년미만	1~5년미만	-.749	.463	.110	-1.67	.17
	5~10년미만	-1.411*	.489	.005	-2.38	-.44
	10~15년미만	.409	1.039	.695	-1.66	2.48
	15년이상	-.202	.608	.740	-1.41	1.01
1~5년미만	1년미만	.749	.463	.110	-.17	1.67
	5~10년미만	-.662	.348	.061	-1.36	.03
	10~15년미만	1.158	.981	.241	-.79	3.11
	15년이상	.547	.501	.279	-.45	1.54
5~10년미만	1년미만	1.411*	.489	.005	.44	2.38
	1~5년미만	.662	.348	.061	-.03	1.36
	10~15년미만	1.820	.994	.071	-.16	3.80
	15년이상	1.209*	.526	.024	.16	2.26
10~15년미만	1년미만	-.409	1.039	.695	-2.48	1.66
	1~5년미만	-1.158	.981	.241	-3.11	.79
	5~10년미만	-1.820	.994	.071	-3.80	.16
	15년이상	-.611	1.057	.565	-2.71	1.49
15년이상	1년미만	.202	.608	.740	-1.01	1.41
	1~5년미만	-.547	.501	.279	-1.54	.45
	5~10년미만	-1.209*	.526	.024	-2.26	-.16
	10~15년미만	.611	1.057	.565	-1.49	2.71

집단 평균차이가 존재하는 변인 직무분야의 평균차 검정을 실시한 결과 Table 4-72와 같다. 직무분야별 LSD에 의한 평균 차이를 확인해 보면 먼저 전문지도기관에 근무한 근무자에 비하여 감독관으로 근무한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 3.021 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.944 임을 확인 하였다. 그리고 전문지도기관에 근무한 근무자에 비하여 대학교수로 근무한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 1.208 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.377 임을 확인 하였다. 또한 건설현장소장으로 근무한 근무자와 감독관으로 근무한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 2.643 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.957 임을 확인 하였다. 마지막으로 건설현장소장으로 근무한 근무자와 대학교수로 근무한 근무자와의 평균차이가 유의미함을 보였다. 두 집단 간 평균의 차이는 0.830 이었으며 표준오차는 P-value 0.05 미만에서 0.410 임을 확인 하였다. 이는 콘크리트 작업에 대하여 감독관 집단이 다른 집단 보다 더 위험을 느끼는 것으로 판단된다. 이외의 다른 집단 간 평균의 차이는 존재하지 않았음을 확인 하였다.

Table 4-72. 콘크리트 작업에 대한 직무분야별 LSD 검증

(I)	(J)	평균차(I-J)	표준오차	유의확률	95% 신뢰구간 하한값 상한값	
감독관	전문지도기관	-3.021*	.944	.002	-4.90	-1.15
	건설현장소장	-2.643*	.957	.007	-4.54	-.74
	대학교수	-1.813	.981	.068	-3.76	.14
전문지도기관	감독관	3.021*	.944	.002	1.15	4.90
	건설현장소장	.378	.311	.227	-.24	1.00
	대학교수	1.208*	.377	.002	.46	1.96
건설현장소장	감독관	2.643*	.957	.007	.74	4.54
	전문지도기관	-.378	.311	.227	-1.00	.24
	대학교수	.830*	.410	.046	.02	1.64
대학교수	감독관	1.813	.981	.068	-.14	3.76
	전문지도기관	-1.208*	.377	.002	-1.96	-.46
	건설현장소장	-.830*	.410	.046	-1.64	-.02

4.3. 매뉴얼 개선을 위한 AHP 분석

최적 매뉴얼 설계를 위한 보완작업을 위하여 어떠한 전문가 집단이 매뉴얼 설계에 더 효과적이며 각 기준에 대한 중요도를 어떻게 판단하는지에 대하여 분석해 보기 위하여 전라남도와 광주광역시에서 고용 노동부 감독관 4명, 산업안전보건공단 기술위원 6명, 재해예방 전문지도기관 전문가 32명, 건설현장 소장 9명을 대상으로 설문을 하였다. 설문조사는 2013년 2월 4일부터 2월 8일까지 직접면담 및 방문배포를 통해 실시하였으며, 이 가운데 일관성이 낮은 응답지 2매를 제외한 453명의 응답결과를 사용하였다.

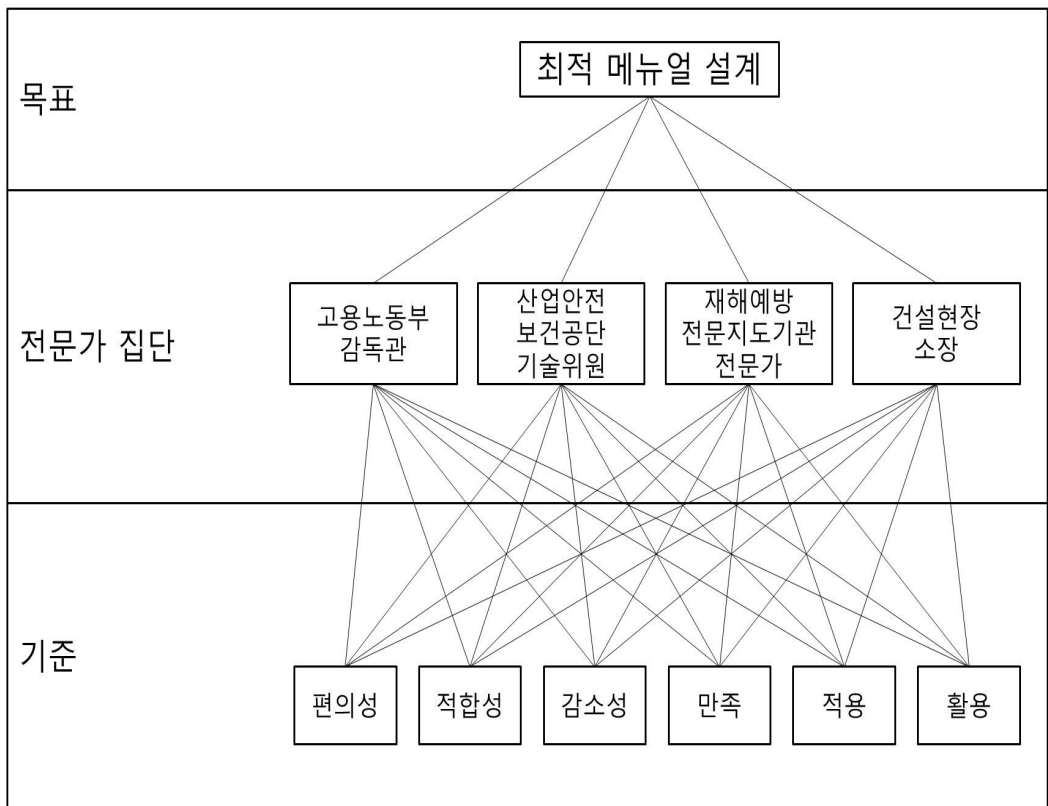


Fig. 4-1. 최적 매뉴얼 설계 의사결정의 계층구조.

4.3.1. 계층 내 분석

1) 1차 계층 분석결과

최적 매뉴얼 설계는 다음과 같은 과정을 통해 구할 수 있다. 먼저 1차 계층 그룹 간 상대적 중요성을 평가하기 위해 쌍대비교행렬을 작성한 후, 쌍대비교행렬에서 각 분석기준 의 상대적 중요도를 구하기 위해 각 열의 합을 계산한다. 그리고 고유벡터 (eigen vector)와 중요도를 구하면 Table 4-73과 같다.

Table 4-73. 고유벡터와 중요도

구분	고용노동부 감독관	산업안전보건공단 기술위원	재해예방 전문지도기관 전문가	건설현장 소장	Σ	중요도
고용노동부 감독관	0.22	0.19	0.32	0.36	1.09	0.27
산업안전보건 공단 기술위원	0.66	0.58	0.54	0.36	2.13	0.53
재해예방 전문지도기관 전문가	0.07	0.12	0.11	0.21	0.51	0.13
건설현장 소장	0.04	0.12	0.04	0.07	0.27	0.07

Table 4-69는 일관성비율을 구하기 위한 과정을 보여주고 있다. Table 4-74에서 행의 합을 구한 후 중요도로 나누어 λ_{max} 를 구한다.

$$\begin{array}{c|c|c} 1.19 & 0.27 & 4.395 \\ 2.34 & 0.53 & 4.415 \\ 0.54 & 0.13 & 4.123 \\ 0.27 & 0.07 & 3.905 \end{array} \div =$$

$$\lambda_{max} = \frac{(4.395 + 4.415 + 4.123 + 3.905)}{4} = 4.209$$

Table 4-74. 일관성 비율

구분	고용노동부 감독관	산업안전보건공 단 기술위원	재해예방 전문지도기관 전문가	건설현장 소장	Σ
고용노동부 감독관	0.27	0.18	0.39	0.35	1.19
산업안전보건공 단 기술위원	0.81	0.53	0.65	0.35	2.34
재해예방 전문지도기관 전문가	0.09	0.11	0.13	0.21	0.54
건설현장 소장	0.05	0.11	0.04	0.07	0.27

일관성지수와 일관성비율은 다음과 같이 구한다.

$$CI = (4.209 - 4) / 3 = 0.069$$

$$CR = CI / RI = 0.069 / 0.90 = 0.077$$

여기서 일관성비율이 0.1 보다 작으므로 응답에 일관성이 있는 것으로 간주 할 수 있다. 1차 계층 분석 결과 각 그룹별 설계에 관한 중요도는 고용노동부 감독관 (0.54), 산업안전 보건공단 기술위원(0.27), 재해예방 전문지도기관 전문가(0.17), 건설현장 소장(0.07) 순으로 산업안전보건공단 기술 전문위원이 매뉴얼 설계에 가장 중요한 그룹으로 으로 나타났다.

2) 2차 계층 분석 결과

다음 Table 4-75는 고용노동부 감독관의 기준별 상대적 중요도이다. 최적 매뉴얼 설계를 위한 상대적 기준에 관한 고용노동부 감독관이 의식하는 중요도 순위는 만족도(0.341), 적용도(0.237), 활용도(0.164), 편의성(0.110), 감소성(0.091) 그리고 적합성(0.058)로 나타났다. 고용노동부 감독관이 의식하기에 기본 매뉴얼은 만족도와 적용도 그리고 활용도는 상대적으로 편의성과 적합성 그리고 감소성에 비하여 큰

중요도가 높게 평가 된 것을 확인 할 수 있다.

Table 4-75. 기준별 상대적 중요도 : 고용노동부 감독관

구분	편의성	적합성	감소성	만족도	적용도	활용도	Σ	중요도
편의성	0.08	0.15	0.17	0.09	0.04	0.13	0.661	0.110
적합성	0.03	0.05	0.03	0.05	0.04	0.15	0.348	0.058
감소성	0.03	0.13	0.09	0.12	0.06	0.12	0.543	0.091
만족도	0.39	0.30	0.26	0.44	0.57	0.09	2.043	0.341
적용도	0.39	0.25	0.26	0.14	0.19	0.19	1.423	0.237
활용도	0.09	0.12	0.19	0.15	0.11	0.32	0.982	0.164

다음 Tabel 4-76은 한국산업안전보건공단 기술위원의 기준별 상대적 중요도이다. 최적 매뉴얼 설계를 위한 상대적 기준에 관한 한국산업안전보건공단 기술위원이 의식하는 중요도 순위는 적용도(0.302), 만족도(0.285), 활용도(0.135), 적합성(0.118), 감소성(0.098) 그리고 편의성(0.062)로 나타났다. 한국산업안전보건공단 기술위원이 의식하기에 기본 매뉴얼은 적용도, 만족도 그리고 활용도는 상대적으로 적합성과 감소성 그리고 편의성에 비하여 큰 중요도가 높게 평가 된 것을 확인 할 수 있다.

Table 4-76. 기준별 상대적 중요도 : 한국산업안전보건공단 기술위원

구분	편의성	적합성	감소성	만족도	적용도	활용도	Σ	중요도
편의성	0.05	0.04	0.03	0.06	0.06	0.13	0.373	0.062
적합성	0.16	0.11	0.07	0.11	0.11	0.15	0.708	0.118
감소성	0.16	0.11	0.07	0.06	0.06	0.12	0.588	0.098
만족도	0.26	0.32	0.37	0.33	0.33	0.09	1.71	0.285
적용도	0.26	0.32	0.37	0.33	0.33	0.19	1.81	0.302
활용도	0.10	0.10	0.09	0.10	0.10	0.32	0.811	0.135

다음 Tabel 4-77은 재해예방 전문지도기관 전문가의 기준별 상대적 중요도이다. 최적 매뉴얼 설계를 위한 상대적 기준에 관한 재해예방 전문지도기관 전문가가 의식하는 중요도 순위는 적합성(0.427), 편의성(0.149), 감소성(0.148), 활용도(0.14), 적용도(0.08) 그리고 만족도(0.057)로 나타났다. 재해예방 전문지도기관 전문가가 의식하기에 기본 매뉴얼은 적합성, 편의성 그리고 감소성은 상대적으로 활용도, 적용도 그리고 만족도에 비하여 큰 중요도가 높게 평가 된 것을 확인 할 수 있다.

Table 4-77. 기준별 상대적 중요도 : 재해예방 전문지도기관 전문가

구분	편의성	적합성	감소성	만족도	적용도	활용도	Σ	중요도
편의성	0.12	0.11	0.12	0.18	0.24	0.13	0.895	0.149
적합성	0.59	0.52	0.59	0.36	0.34	0.15	2.562	0.427
감소성	0.12	0.11	0.12	0.18	0.24	0.12	0.885	0.148
만족도	0.04	0.09	0.04	0.06	0.03	0.09	0.342	0.057
적용도	0.03	0.07	0.03	0.12	0.05	0.19	0.478	0.080
활용도	0.11	0.10	0.11	0.10	0.10	0.32	0.838	0.140

다음 Tabel 4-78은 공사금액 3억원 미만 소규모 건설현장 소장의 기준별 상대적 중요도이다. 최적 매뉴얼 설계를 위한 상대적 기준에 관한 소규모 건설현장 소장이 의식하는 중요도 순위는 적합성(0.253), 만족도(0.243), 적용도(0.194), 활용도(0.129), 편의성(0.095) 그리고 감소성(0.086)으로 나타났다. 소규모 건설현장 소장이 의식하기에 기본 매뉴얼은 적합성과 만족도 그리고 적용도는 상대적으로 활용도와 편의성 그리고 감소성에 비하여 큰 중요도가 높게 평가 된 것을 확인 할 수 있다.

Table 4-78. 기준별 상대적 중요도 : 소규모 건설현장 소장

구분	편의성	적합성	감소성	만족도	적용도	활용도	Σ	중요도
편의성	0.09	0.10	0.07	0.10	0.08	0.13	0.571	0.095
적합성	0.27	0.29	0.21	0.29	0.32	0.15	1.518	0.253
감소성	0.09	0.10	0.07	0.10	0.04	0.12	0.516	0.086
만족도	0.27	0.29	0.21	0.29	0.32	0.09	1.458	0.243
적용도	0.18	0.14	0.34	0.14	0.16	0.19	1.162	0.194
활용도	0.10	0.08	0.10	0.08	0.09	0.32	0.775	0.129

V. 공종 별 안전작업 매뉴얼 개발

5.1. 위험 공종 별 안전 대책 도출

총 59개 대공종과 대 공종을 구성하고 있는 하위 단위작업에 대하여 두 가지 분석 결과 도출된 17개 중·상 위험 공종에 대하여 하위 세부작업 별 재해 형태 및 재해 사례와 전문가 의견, 참고문헌 등을 통하여 안전작업 매뉴얼 개발을 위한 관리적·기술적 대책을 도출하였다. 특히 관리적 대책의 경우 전 공정에 대하여 공통 사항을 다음과 같이 제시하였다.

- ① 산업안전관리비 사용을 확대하여 적극 투자하고 정확히 사용할 것
- ② 작업 시작 전 TBM(Tool Box Meeting)을 실시할 것
- ③ 음주 근로자는 절대 작업장 참여를 금지 시킬 것
- ④ 개인 보호구를 철저히 지급하고 용도에 맞게 정확히 착용할 것
- ⑤ 고소 작업시 안전대 부착시설인 로프 및 안전대 반드시 착용 후 작업 할 것
- ⑥ 높은 장소 승·하강 시 수직 구멍줄을 설치할 것
- ⑦ 현장 관리자 및 근로자 안전의식 함양을 위한 내실 있는 교육을 실시할 것
- ⑧ 중량물 취급 시 반드시 2인1조로 운반 할 것
- ⑨ 통로 및 작업장 바닥의 정리정돈을 생활화 할 것
- ⑩ 작업 전·중·후 순회점검을 실시하고 위험요소 발견 시 즉시 적절한 조치를 실시할 것
- ⑪ 차량계 건설기계장비 사용 시 신호수를 안전한 장소 배치 후 신호 하에 작업 할 것
- ⑫ 차량계 건설기계장비 운전 시 충분한 시야를 확보하고 무리한 이동과 운행을 금지 할 것
- ⑬ 중량물 취급계획서를 작성하고 준수할 것
- ⑭ 건설기계의 종류 및 성능, 운행경로, 안전작업방법 등이 포함된 작업계획서를 작성하고 작업 전 교육을 실시 할 것
- ⑮ 자재적재 장소와 운반 경로는 사전에 결정하고 자재적재는 통행에 지장이 없는 장소에 수평으로 안전하게 적재 할 것
- ⑯ 위험 장소에 경고 표지판을 설치 할 것
- ⑰ 근골격계 질환이 있는 근로자는 중량물을 취급하는 작업에서 제외하고 무리한 동작과 자세를 취하는 작업을 금지 할 것

⑱ 날씨가 악천후 시 작업을 금지하거나 작업 중일 경우 즉시 중단 할 것

또한 기인물의 경우 소규모 건설현장의 특성상 구분하기 어려운 많은 원인을 포함하여 기타로 분류 하였으므로 단일 원인으로 보기 어렵다. 그러므로 단일 원인이 높은 순으로 제시하였다.

5.1.1. 거푸집 작업 재해 특성 및 안전 대책

거푸집 작업의 경우 위험도 지수 15로써 위험등급은 상의 결과가 도출되었다. 발생 재해 형태 및 기인물별 비율을 살펴보면, 다음 Table 5-1과 같다. 발생 재해 형태별로는 추락과 낙하 재해가 24%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 전도가 15%를 차지하였다. 그리고 기인물별로는 거푸집에 의한 재해가 24%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로 바닥 통로 10%, 둥근톱, 사다리 각 8% 순으로 나타났다.

Table 5-1. 거푸집 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율

발생재해 형태		기인물	
재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
추락	24	거푸집	24
낙하	24	바닥통로	10
전도	15	둥근톱	8
충돌	12	사다리	8
베임	5	동바리	7
절단	5	작업발판	5
비래	5	비계	5
기타	10	기타	33

소규모 건설현장에서 거푸집 작업 시 발생한 재해의 특성을 살펴보면, 자재의 인력운반 빈도가 많고 운반도중 전도재해가 많이 발생되며 거푸집동바리의 인양과 하역 시 크레인 등 양중기의 사용빈도가 적으므로 건설기계장비에 의한 재해 발생은 적다. 그리고 작업 시 구조검토 및 조립도가 거의 미 작성된 상태로 작업이 이루어지고 있으며, 구조물의 높이가 낮아 갯폼, 대형 측벽거푸집, 고소작업 등 위험

작업이 상대적으로 적고, 콘크리트 타설 중에 발생하는 붕괴재해가 거의 발생되지 않는다.

반면에 거푸집 동바리 시공방법은 단순한 반면에 조립상태는 매우 불량하며 미검정품 및 노후화된 자재를 많이 사용되고 있어 추락, 낙하, 전도 등 단순 반복적 재해가 많이 발생된다. 그리고 근로자의 개인 보호구 착용에 대한 의식과 착용 정도가 낮다.

소규모 건설 현장에서 거푸집 작업 시 발생했던 과거 주요 재해사례를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 거푸집동바리 운반, 이동 중 실족과 이동통로의 정리정돈 불량에 따른 장애물에 걸려 전도
- ② 등근톱 목재 가공 중 톱날에 손가락 접촉하여 베임
- ③ 무리한 중량물 운반에 의한 전도 및 자재낙하에 의한 발가락 골절
- ④ 사다리 및 계단 통행 중 부주의와 실족에 의한 전도, 추락
- ⑤ 슬라브 단부 등 개구부 주위에서 작업 중 실족, 미끄러짐에 의한 추락
- ⑥ 사다리 및 강관비계 상부에서 조립 작업도중(작업발판 미설치) 전도, 추락
- ⑦ 망치로 못, 거푸집 연결핀 등 철물을 무리한 타격에 의한 파손 비래
- ⑧ 거푸집 동바리 해체 작업 중 해체자재의 낙하 및 자재에 걸려 넘어짐
- ⑨ 무리한 해체작업 및 수공구 잘못 사용에 의한 충돌, 전도
- ⑩ 이동식 비계, 사다리 상부에서 해체 작업 중 흔들림, 실족에 의한 중심을 잃고 추락

따라서 거푸집 작업의 재해 감소를 위해서는 추락, 낙하, 전도의 재해에 대한 중점 관리가 필요하며, 거푸집과 통로바닥에 의한 재해 예방을 위한 대책 수립이 필요하다.

거푸집 작업의 하위 단위작업은 자재반입 가공, 운반 작업, 거푸집 동바리 조립 작업, 거푸집 동바리 해체 작업, 거푸집 동바리 인양 작업으로 나누어지며, 각 단위 작업 별 위험요인에 대한 관리적·기술적 안전 대책은 다음과 같다.

거푸집 작업의 자재반입 가공, 운반 작업은 위험도 상이 도출 되었는데 첫 번째 위험 요인으로 통로 이동 중 불안전 통행에 따른 전도, 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위하여 기술적 대책으로는 통로바닥 및 2미터 이내에 장애물 제거와 정리정돈을 실시하고 통로바닥에 미끄럼 방지조치와 요철을 제거하며 계단에 설치된 가설구조물의 돌출부에 충돌 예방 타포린을 설치해야 한다. 또한 자재

인력 운반의 적정 운반량은 남자의 경우 체중의 40%정도(여자는 24%) 취급 하도록 하되 가능한 인력운반은 지양하고 운반물의 종류와 형상, 중량에 적합한 운반기계 기구를 사용하도록 해야 한다. 그리고 통로주위 개구부에는 덮개 또는 안전난간을 설치하여 사전에 추락 재해를 예방할 수 있도록 해야 하며 자재 야적 시 고임목 등을 사용할 때 붕괴되지 않도록 수평도를 유지해야 하고 어두운 통로의 경우 통로에 75lux 이상의 조명을 확보해야 한다. 두 번째 위험요인으로는 자재 가공 시 등근통에 의한 베임과 절단 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위하여 관리적 대책으로는 등근통의 안전한 사용방법에 대한 교육을 실시해야 한다. 기술적 대책으로는 등근통의 날 접촉 방지를 위한 덮개를 설치하고 작업에 참여하는 가공 근로자에게 면장갑의 착용을 금지토록 하며, 작업이 중지되는 상황이 발생하게 되면 반드시 가동을 정지해야 한다.

세 번째 위험 요인으로는 거푸집 동바리를 적재 하역 운반 시 전도나 낙하 및 추락하는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위하여 기술적 대책으로는 거푸집 적재 시 견고하게 체결하여 적재하고 손상이나 마모 또는 부식된 불량로프는 절대 사용을 금지하며 운반차량에 적재나 하역하는 자재의 하부에 근로자를 출입하지 않도록 철저히 통제해야 한다.

거푸집 작업의 거푸집 동바리 조립 작업은 위험도 상이 도출 되었는데 첫 번째 위험요인으로 개구부 주위와 강관비계 상부 등 추락위험 장소에서 실족에 의한 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위하여 기술적 대책으로는 이동식비계, 각립비계, 말비계 등 작업발판을 견고하게 조립하여 사용하고 흔들리지 않도록 흔들림 방지조치를 실시하며, 2미터 이상 고소작업 발판 단부에 안전난간을 견고하게 설치해야 한다²⁹⁾. 두 번째 위험요인으로는 사다리 상부에서 작업 중 추락하는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 사다리의 사용용도와 사용 중 위험성에 관하여 근로자와 관리감독자에게 교육을 철저히 실시해야 한다. 기술적 대책으로는 2미터 이상 고소작업과 장시간 작업 중에는 사다리 사용을 절대 금지하고 이동식 틀비계, 말비계, 각립비계(2미터 이내)를 조립하여 사용해야 한다³⁰⁾. 그리고 접이식 사다리 사용 시 접혀지거나 펼쳐지지 않도록 철물 등을 사용하여 견고하게 연결하고 답단과 기둥 하부에는 미끄럼 방지조치를 취하고 출입구 부근 작업 시 반드시 2인1조 작업을 하도록 한다. 또한 각재로 조립한 사다리

29) 정세균, “건설업 전문공사별 위험성 평가 및 안전모델 연구”, 한국산업안전보건공단, 2009.

30) 한준섭, “건설안전공학”, 예문사, 2002.

는 절대 사용해서는 안되며, 2미터 미만이거나 단시간 작업 시에는 계단식 안전사다리를 사용하도록 하며, 아웃트리거를 장착해야한다.

여기서 계단식 안전사다리란 정격하중이 120kg으로 설계되었고, 중량은 알루미늄 재질로 16kg으로 제작되었으며 단면 규격은 사다리 기둥이 60mm x 25mm x 1.5t, 사다리 발판이 110mm x 25mm x 1.5t로 설계되었다. 사다리 발판의 표면은 미끄럼 방지를 위하여 요철 가공된 재질을 사용하였고, 사다리 폭은 30~47cm, 발판의 간격은 33cm, 전체적인 높이는 132츠로 제작되었으며, 사다리의 하부에서 4번째 발판 높이인 132cm까지 승강할 수 있도록 개발되었다³¹⁾.

세 번째 위험요인으로는 거푸집 조립 작업 중 낙하 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 조립 시 정확한 작업절차와 방법 준수하여 조립을 실시하고 상부와 하부의 동시작업을 금지해야 한다. 그리고 비계 상단에 보관된 거푸집동바리의 과적을 금지(강관1본당 400Kg이하)하고 적정량을 취급토록 하며 조립 중 무리한 행위와 동작을 금지토록 해야 한다³²⁾. 또한 작업장 바닥에 미끄럼 방지조치를 실시하고 낙하물방지망이나 방호선반을 설치해야한다.

거푸집 작업의 거푸집 동바리 해체 작업은 위험도 상이 도출되었는데 첫 번째 위험요인으로 해체 작업 중 자재의 낙하 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 안전해체 방법과 순서 그리고 기계기구의 안전사용법 등에 대한 안전교육을 철저히 실시해야 한다. 기술적 대책으로는 자재 낙하위험 장소를 예측 후 적정 장소를 선정하여 해체하고 상부와 하부의 동시작업을 금지해야 한다. 그리고 해체 수공구 사용 시 무리한 충격이나 큰 힘에 의한 지렛대 사용을 금지하고 낙하 위험지역에 낙하물방지망을 설치해야 한다. 두 번째 위험요인으로 작업발판 및 사다리 상부에서 해체 중 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 가능한 사다리 사용을 금지하고 충분한 폭과 길이가 확보된 작업발판을 견고하게 조립하여 사용해야 한다. 작업발판은 이동식비계나 말비계를 사용하고 각재 등 이질재를 이용하여 조립해서는 안되며, 작업발판 외측에는 안전난간을 설치해야 한다. 또한 경사면(계단 등)에서의 작업발판 설치 시 수평도를 유지할 수 있도록 하며 흔들리거나 도괴위험이 없도록 해야 한다. 세 번째 위험요인으로 해체작업 및 이동 중 통로에 방치된 장애물에 의해 전도되거나 추락하는 재해가

31) 정세균, “소규모 건설현장의 추락 재해 예방을 위한 안전모델 연구(안전기준, 교육 및 사다리를 중심으로)”, 한국산업안전보건공단, 2008.

32) 산업안전연구원, “거푸집 공사의 안전작업에 관한 연구”, 1993.

발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 무리한 해체작업 금지해야 한다. 기술적 대책으로는 해체즉시 작업장을 정리정돈 하고 해체된 자재는 즉시 반출조치를 취해야 한다. 또한 통로바닥 및 2미터 이내에 장애물을 제거하고 해체 자재에 박혀있는 못 등 날카로운 돌출물은 즉시 제거하여 찰림 재해를 예방해야 하며, 단부 및 개구부에 안전난간 설치하여 추락 재해를 예방해야 한다³³⁾.

마지막 거푸집 작업의 거푸집 동바리 인양 작업의 경우 위험도가 하가 도출되었는데 이 작업의 경우 재해 발생 위험이 낮고 위험요인이 없으므로 평소 소규모 건설현장에서 행해지는 작업형태로 실시하면 된다.

5.1.2. 철근작업 재해 특성 및 안전 대책

철근 작업의 경우 위험도 지수 12로써 위험등급은 상의 결과가 도출되었다. 발생 재해 형태 및 기인물별 비율을 살펴보면, 다음 Table 5-2와 같다. 발생 재해 형태 별로는 전도가 46%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 베임, 추락 협착이 각 18%를 차지하였다. 그리고 기인물 별로는 바닥 통로와 철근에 의한 재해가 18%로 가장 많은 비중을 차지하고 그 다음으로 각재 10% 순으로 나타났다.

Table 5-2. 철근 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율

발생 재해 형태		기인물	
재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
전도	46	바닥통로	18
베임	18	철근	18
추락	18	각재	10
협착	18	기타	54

소규모 건설현장에서 철근 작업 시 발생한 재해의 특성을 살펴보면 철근 취급시 건설기계의 사용빈도는 적으며 인력의 의존도가 높고 대형구조물의 철근조립 작업이 적으므로 조립된 철근의 도괴재해 발생위험이 적다. 또한 철근 가공 시 가스 압접기, 철근절곡기 등 위험 기계기구의 사용빈도가 적으며, 철근작업의 재해빈도와 강도 지표는 전체 평균치보다 낮게 발생된다.

33) 한국산업안전보건공단, “건설 중대재해 사례와 대책“, 2010.

소규모 건설 현장에서 철근 작업 시 발생했던 과거 주요 재해사례를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 철근 운반 중 통로에 방치된 자재에 걸려 넘어짐
- ② 철근 가공과 조립 작업도중 작업장 바닥의 장애물에 의해 걸려 넘어짐
- ③ 이동 중 전도되면서 매설된 철근 돌출부에 찢림
- ④ 철근 절곡기 취급 중 부주의로 철근과 절곡기 사이에 손가락 협착

따라서 철근 작업의 재해 감소를 위해서는 전도, 베임, 추락, 협착 재해에 대한 중점 관리가 필요하며, 바닥통로와 철근에 의한 재해 예방을 위한 대책 수립이 필요하다.

철근 작업의 하위 단위작업은 철근 반입 작업, 철근 가공 및 운반 작업, 철근 조립작업으로 나누어지며, 각 단위 작업 별 위험요인에 대한 관리적·기술적 안전 대책은 다음과 같다.

철근 작업의 철근 반입 작업은 위험도 하가 도출되었는데 이 작업의 경우 재해 발생 위험이 낮고 위험요인이 없으므로 평소 소규모 건설현장에서 행해지는 작업 형태로 실시하면 된다.

철근 작업의 철근 가공 및 운반 작업은 위험도 중이 도출되었는데 첫 번째 위험 요인으로 운반 중 통로바닥의 장애물에 걸려 넘어지는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 걸려 넘어지지 않도록 바닥통로에 각재 등 장애물 제거하고 필요시 미끄럼 방지조치를 실시하며, 철근 적재 시에는 받침목을 이용하여 수평으로 적재하는 등 안전하게 적재해야 한다. 또한 철근 돌출부에 방호캡을 설치하여 찢림 재해를 예방하고 적정 중량물을 취급운반(남자:체중의 약40%, 여자:체중의 24%정도)하도록 해야 한다³⁴⁾. 특히 인력운반은 가능한 금지하고 운반물의 종류와 형상, 중량에 적합한 운반기계 기구를 사용하도록 해야 한다. 그리고 추락 재해 예방을 위한 통로주위 개구부에 덮개 또는 안전난간대 등 안전 시설물을 설치하고 통로에 75룩스 이상의 조명과 채광을 확보해야 한다.

두 번째 위험요인으로 철근 가공기계에 손가락이 협착되는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 가공기계의 올바른 사용방법과 위험성에 대한 교육을 실시해야 한다. 기술적 대책으로는 철근가공 시 적정량을 취급하고 풋 스위치에 방호덮개를 설치하며 사용 후 즉시 전원을 차단해야 한다. 특히 가

34) 한국산업안전보건공단, “철근 작업자의 안전보건”, 2010.

공기계를 통한 작업은 숙련공에 의하여 취급 할 수 있도록 해야 하며 가공기계에 감전방지를 위한 접지조치를 해야 한다. 그리고 철근의 밴딩 부위를 표시하고 접촉 부위에 손가락의 접촉을 금지해야 하고 밴딩 각도에 맞게(45도, 90도, 180도) 기계를 조정해야한다.

마지막 철근 작업의 철근 조립 작업의 경우 위험도가 하가 도출되었는데 이 작업의 경우 재해 발생 위험이 낮고 위험요인이 없으므로 평소 소규모 건설현장에서 행해지는 작업형태로 실시하면 된다.

5.1.3. 콘크리트 작업 재해 특성 및 안전 대책

콘크리트 작업의 경우 위험도 지수 6으로써 위험등급은 중의 결과가 도출되었다. 발생 재해 형태 및 기인물별 비율을 살펴보면, 다음Table 5-3과 같다. 발생 재해 형태별로는 추락과 낙하 재해가 24%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 전도가 15%를 차지하였다. 그리고 기인물 별로는 기타 다양한 원인에 의한 재해가 33%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로 거푸집 24%, 바닥 통로 10% 순으로 나타났다.

Table 5-3. 콘크리트 작업의 재해 형태 및 기인물별 발생 비율

발생 재해 형태		기인물	
재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
전도	50	바닥통로	50
추락	17	기타	50
충돌	17		
협착	17		

소규모 건설현장에서 콘크리트 작업 시 발생된 재해의 특성을 살펴보면, 콘크리트 전용 타설장비(콘크리트 펌프카, 호퍼 등)의 사용빈도가 적고 굴삭기 등 건설기계의 주용도 외 사용빈도가 많다. 그리고 고층 타설 작업이 적으므로 타설 도중 붕괴재해의 발생 빈도가 적고, 질식위험(밀폐장소, 갈탄 양생 등) 장소와 감전위험 작

업(열풍기, 진동기 등 전기기계기구 미사용)이 적다. 그러므로 평균위험도는 “상(★ ★★)”이나 세부 단위 작업의 위험도는 “중(★★)”위험을 나타내며 전반적으로 소규모 콘크리트 작업의 경우 재해빈도와 강도 지표는 평균치보다 낮게 발생된다.

소규모 건설 현장에서 콘크리트 작업 시 발생했던 과거 주요 재해사례를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 굴삭기 바켓을 이용하여 콘크리트 타설 작업 중 바켓에 근로자 충돌
- ② 보, 기둥, 스라브 단부 등 추락위험구간 타설 작업 중 실족에 의한 추락
- ③ 타설 작업장에서 미끄러져 전도

따라서 콘크리트 작업의 재해 감소를 위해서는 전도, 추락, 충돌, 협착 재해에 대한 중점 관리가 필요하며, 통로바닥에 의한 재해 예방을 위한 대책 수립이 필요하다.

콘크리트 작업의 하위 단위작업은 콘크리트 반입 작업, 콘크리트 타설 및 다짐 작업, 양생 작업으로 나누어지며, 각 단위 작업 별 위험요인에 대한 관리적·기술적 안전 대책은 다음과 같다.

콘크리트 작업의 콘크리트 반입 작업은 위험도 하가 도출되었는데 이 작업의 경우 재해 발생 위험이 낮고 위험요인이 없으므로 평소 소규모 건설현장에서 행해지는 작업형태로 실시하면 된다.

콘크리트 작업의 콘크리트 타설 및 다짐 작업은 위험도가 중이 도출되었는데 첫 번째 위험 요인으로 굴삭기를 이용하여 콘크리트 타설 도중 근로자가 바켓에 충돌하는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 굴삭기의 주 용도의 사용을 금지(부득하게 사용 시에는 철저한 안전작업계획 수립과 특별교육 실시)하고 펌프카를 사용해야 하며, 건설기계 작업 반경 내에는 근로자의 출입을 통제해야 한다. 두 번째 위험 요인으로 단부 등 추락위험구간에서 콘크리트를 타설하는 작업 도중에 실족에 의한 추락과 전도 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 보, 기둥, 스라브 단부, 개구부 등 추락 위험구간에는 작업발판과 안전난간을 설치해야 하고 작업 여건상 설치하기 곤란할 경우에는 안전대 부착시설(로프)을 설치하고 안전대를 반드시 착용한 상태에서 작업해야 한다. 또한 작업통로에는 미끄러지지 않도록 미끄럼 방지 조치와 수시로 정리정돈을 해야 하며 충분한 타설 공간을 확보해야 한다.

마지막 콘크리트 작업의 양생 작업의 경우 위험도가 하가 도출되었는데 이 작업의 경우 재해 발생 위험이 낮고 위험요인이 없으므로 평소 소규모 건설현장에서 행해지는 작업형태로 실시하면 된다.

5.1.4. 조적, 미장, 견출 작업 재해 특성 및 안전 대책

조적, 미장, 견출 작업의 경우 위험도 지수 15로써 위험등급은 상의 결과가 도출되었다. 발생 재해 형태 및 기인물별 비율을 살펴보면, 다음 Table 5-4와 같다. 발생 재해 형태별로는 전도와 추락 재해가 29%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 충돌이 14%를 차지하였다. 그리고 기인물 별로는 작업발판에 의한 재해가 29%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로 바닥통로 14%, 망치, 벽돌이 10% 순으로 나타났다.

Table 5-4. 조적, 미장, 견출 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율

발생 재해 형태		기인물	
재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
전도	29	작업발판	29
추락	29	바닥통로	14
충돌	14	망치	10
도괴	10	벽돌	10
기타	18	기타	37

소규모 건설현장에서 조적, 미장, 견출 작업 시 발생된 재해의 특성을 살펴보면, 현장관리자 및 근로자의 안전의식이 매우 결여되어 있으며 안전모 등 개인보호구 착용기피 현상이 많고 정리정돈 상태가 미흡하다. 그리고 지게차 등 중장비 사용횟수가 적으며 작업 시방서를 준수하지 않는 경향이 많다.

또한 외벽 견출작업 등 고층작업의 빈도는 적은 반면에 자재 반입과 운반 작업 중에 발생하는 재해가 많으며, 소규모 현장에서 발생하는 재해는 중대형 건설현장에 비해 상대적으로 적게 발생된다.

소규모 건설 현장에서 조적, 미장, 견출 작업 시 발생했던 과거 주요 재해사례를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 자재 운반 중 바닥통로 정리정돈 미흡과 실족, 장애물에 의해 걸려 넘어짐
- ② 이동식 비계, 말비계 등 작업발판 설치불량, 강도부족, 난간 미설치에 의한 추락
- ③ 벽돌 등 자재과적에 따른 붕괴
- ④ 사다리 상부에서 작업도중 사다리에서 추락
- ⑤ 손수레 이용하여 자재 운반도중 과적에 따른 전도

따라서 조적, 미장, 견출 작업의 재해 감소를 위해서는 전도, 추락, 충돌 재해에

대한 중점 관리가 필요하며, 작업 발판과 통로바닥에 의한 재해 예방을 위한 대책 수립이 필요하다.

조적, 미장, 건축 작업의 하위 단위작업은 자재 반입, 운반 작업, 조적시공(벽돌, 블록 쌓기)작업, 미장 및 건축 시공 작업으로 나누어지며, 각 단위 작업 별 위험요인에 대한 관리적·기술적 안전 대책은 다음과 같다.

조적, 미장, 건축 작업의 자재반입 가공, 운반 작업은 위험도 중이 도출되었는데 첫 번째 위험 요인으로 자재 운반 중 통로바닥의 장애물에 걸려 넘어지거나 미끄러지는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로는 작업 개시 전에 가벼운 운동을 실시하고 자재 운반 이동 통로를 확보해야 한다. 기술적 대책으로는 운반 통로 면에 방치되어 있는 장애물 제거하고 정리정돈을 생활화해야 하며 통로바닥에는 미끄럼 방지조치를 실시하고 경사와의 단차는 5cm 이하로 해야 한다³⁵⁾. 그리고 보행 시 발생하는 재해를 예방하기 위하여 안전 통행로를 적절하게 확보해야 하고 근로자가 통행 중에 계단통로에 설치된 가설시설물에 머리를 충돌할 위험이 있으므로 충돌 방지용 타포린을 설치해야 한다. 또한 인력 운반 시 체중의 약 40%정도(여자는 24%)의 중량물을 취급하고 운반물의 종류와 형상, 중량에 적합한 운반기계 기구 사용하며 가능한 인력운반은 금지해야 한다.

더불어 추락 재해 예방을 위하여 통로 주위의 개구부에는 덮개 또는 안전난간을 설치하고 자재 야적 시 도괴되지 않도록 고임목을 사용하여 수평도를 유지해야 한다. 마지막으로 인양 시에는 등은 직립으로 유지하고 무릎은 직각 자세를 취하며 몸은 자재에 근접하여 정면에서 인양해야 한다³⁶⁾.

두 번째 위험요인으로 손수레 이용하여 운반 중 균형 상실로 인하여 전도 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 작업 전 적당한 운반기계기구를 선정하여 사용하고 이에 대하여 각부에 수시로 안전점검을 실시해야 한다. 기술적 대책으로는 손수레 사용 시 과적을 금지하고 코팅장갑은 필히 착용토록 하며 반드시 2인 1조 이상으로 작업해야 한다. 또한 운반 통로 면에는 장애물을 제거하고 적재물 무게 중심은 밑에 두고 무게는 편중되거나 시야를 가리지 않아야 하며, 외바퀴 보다 두바퀴 수레를 사용해야 한다.

조적, 미장, 건축 작업의 조적시공(벽돌, 블록쌓기)작업은 위험도 중이 도출되었는데 첫 번째 위험요인으로는 망치로 벽돌을 절단하거나 못박는 작업도중 손가락을 타격하는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로는

35) 한국산업안전보건공단, “건설업 조적 미장 방수작업 위험성 평가 모델”, 2012.

36) 고용노동부 고시 제2001-93호, “운반 하역 표준 안전 작업지침”, 2001.

망치의 안전한 사용방법과 위험성에 대한 교육을 철저히 실시해야하고 보호구를 착용해야 한다. 기술적 대책으로는 무리한 힘에 의한 타격을 금지 하고 수공구 등과 같은 보조 기계·기구를 사용하여 작업하도록 해야하며, 못을 주시하면서 타격해야한다. 또한 용도에 적합한 망치를 사용해야하고 손잡이가 헐겁거나 파손된 망치는 사용을 금지해야한다. 마지막으로 목 표면에 평행하도록 망치를 수직으로 타격하고 빗나간 타격이나 망치의 측면 타격은 금지해야한다.

두 번째 위험요인으로는 사다리 상부에서 작업도중 불안전행동과 자세에 의한 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로는 사다리의 사용용도와 위험성에 관한 교육을 철저히 실시해야 한다. 기술적 대책으로는 높이 2미터 이상 고소작업과 장시간 작업 중에는 사다리 사용을 절대 금지 하고 이동식 비계나 말비계, 각립비계(2미터 이내) 등 작업발판을 조립하여 사용해야 한다. 부득이하게 접이식 사다리 사용 시에는 접혀지거나 펼쳐지지 않도록 철물 등을 사용하여 견고하게 연결해야 하며 답단과 기둥 하부에 미끄럼 방지조치를 취하고 출입구 부근 작업 시 반드시 2인1조 작업해야 한다. 또한 각재사다리를 사용해서는 안되며 견고한 계단식 안전사다리를 사용하고 아웃트리거를 반드시 설치하여 사용해야 한다. 세 번째 위험요인으로는 벽돌의 무리한 적재에 의한 붕괴, 도괴 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로는 위험구역 내에 근로자의 출입을 금지해야 한다. 기술적 대책으로는 비계기둥 1본당 400Kg이하로 안전하게 적재하고 편심이 발생하지 않도록 분산하여 적재해야 하며 이동식틀비계, 강관비계, 작업발판 등의 연결부위를 견고하게 고정해야 한다. 네 번째 위험요인으로는 작업발판 설치 불량으로 이음부 탈락에 의한 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위해서는 근로자에게 작업발판의 종류와 안전설치방법 등에 대한 교육을 내실 있게 실시해야 한다. 기술적 대책으로는 작업발판의 폭은 40센티미터 이상으로 하고, 발판재료 간의 틈은 3센티미터 이하로 설치하며 발판외측에 안전난간을 반드시 설치해야 한다. 그리고 작업발판은 뒤집히거나 떨어지지 않도록 둘 이상의 지지물에 견고하게 고정해야 하고 작업발판으로 오르내릴 때에는 승강설비를 이용해야 하며 절대 뛰어내리지 말아야 한다.

이동식비계와 말비계에는 가새를 설치하고 부속자재는 임의로 제거하면 안되며, 작업발판 지지재로 각재 사용을 금지하고 강관 등 견고한 재료를 사용해야 한다. 또한 작업대 기둥 받침대의 벽돌사용을 금지하고 견고한 재질을 사용해야하며 경사구간의 작업발판 설치 시 수평도를 유지해야 한다³⁷⁾.

37) 박무일, “건설안전관리”, 신진기획, 2007.

마지막으로 조적, 미장, 건축 작업의 미장 및 건축 시공 작업은 위험도 중이 도출되었다. 첫 번째 위험 요인으로는 강관비계와 이동식 비계에 설치된 작업발판으로 오르내리다가 추락하는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로 사다리 등 승·하강 설비를 설치하고 승하강 설비에 미끄럼 방지조치를 해야 한다. 그리고 작업발판과 승하강설비가 흔들림이나 탈락되지 않도록 견고하게 조립하여 사용해야 한다, 두 번째 위험요인으로 작업발판의 강도부족과 설치불량에 의한 추락과 낙하 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 작업발판의 설치기준을 준수해야 한다. 기술적 대책으로 충분한 강도를 가진 작업발판을 사용해야 하고 각재 합판이나 유로폼 등 불안전 발판의 사용은 절대 금지하며 발판 설치 시에는 뒤집히거나 떨어지지 않도록 둘 이상의 지지물에 반드시 고정해야 한다. 또한 작업발판의 폭은 40센티미터 이상, 틈은 3센티미터 이하로 하고 밀실하게 설치해야 하며 발판외측에 안전난간을 설치해야 한다. 세 번째 위험요인으로 시멘트 몰탈 비빔용 기계사용 시 벨트에 의해 손가락이 협착하는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 시멘트 몰탈 비빔용 기계 등 휴대용 기계기구 올바른 사용방법을 교육하고 위험성을 숙지시켜야 한다. 기술적 대책으로 회전하는 벨트에 노출되지 않도록 외부에 보호 덮개 또는 울을 설치하고 벨트의 이음 부분에 돌출된 고정구 사용을 금지해야 한다.

5.1.5. 석재(토목포함)·타일작업 재해 특성 및 안전 대책

석재(토목포함) 및 타일작업의 경우 위험도 지수 15로써 위험등급은 상의 결과가 도출되었다. 발생 재해 형태 및 기인물별 비율을 살펴보면, 다음 Table 5-5와 같다. 발생 재해 형태별로는 협착 재해가 40%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 베임이 27%를 차지하였다. 그리고 기인물별로는 석재에 의한 재해가 67%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로 그라인더 13%로 나타났다.

Table 5-5. 석재(토목포함) 및 타일작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율

발생 재해 형태		기인물	
재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
협착	40	석재	67
베임	27	그라인더	13
도괴	20	기타	20
기타	13		

소규모 건설현장에서 석재(토목포함) 및 타일작업 시 발생된 재해의 특성을 살펴보면, 지게차나 원치 등 하역운반기계의 사용이 적으므로 건설기계에 의한 재해발생 빈도가 낮은 반면에 석재 사이에 손가락이 협착 하는 재해가 많이 발생되며 달비계 작업 중 추락재해의 발생빈도가 적다. 또한 석재 및 타일작업의 재해빈도와 강도 지표는 전체 평균치와 동일하다.

소규모 건설 현장에서 석재(토목포함) 및 타일작업 시 발생했던 과거 주요 재해 사례를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 재료 운반도중 통로에 방치된 장애물에 걸려 넘어짐
- ② 가설통로 미설치 또는 불안전 설치에 따른 추락, 전도
- ③ 불안전하게 적재된 자재가 도괴 되거나 작업발판에 과적되어 붕괴
- ④ 그라인더 등 가공기계 잘못 사용으로 날에 베이거나 날 파손에 따른 비산
- ⑤ 하천 석축 쌓기 작업 중 부주의로 석축 사이에 손가락이 협착

따라서 석재(토목포함)·타일작업 작업의 재해 감소를 위해서는 협착, 베임, 도괴 재해에 대한 중점 관리가 필요하며, 석재와 그라인더에 의한 재해 예방을 위한 대책 수립이 필요하다.

석재(토목포함) 및 타일작업은 석재 및 타일자재 반입, 운반 작업, 석재(토목포함) 및 타일 붙임 작업, 줄눈, 코킹 작업으로 나누어지며, 각 단위 작업 별 위험요인에 대한 관리적·기술적 안전 대책은 다음과 같다.

석재(토목포함) 및 타일작업의 석재 및 타일자재 반입, 운반 작업은 위험도 중이 도출 되었는데 첫 번째 위험 요인으로 인력운반 도중 통로바닥의 장애물에 걸려 전도 되거나 석재 취급 시 석재 사이에 손가락이 협착 하는 재해가 발생할 위험이 있다.

이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 운반 통로바닥에 돌출물이나 장애물 제거하고 가설통행로의 설치기준을 준수해야 한다. 또한 통로바닥에 미끄럼 방지조치를 실시해야 하고 중량물을 인력으로 운반할 경우 체중의 약40%정도(여자는 24% 정도)를 취급해야 하며 가능한 중량물 전용 운반 용구를 사용해야 한다. 그리고 자재반입 시 공정을 고려하여 순서에 맞게 운반하여 보관하고 통로 주위의 개구부에는 추락 재해를 예방하기 위해 덮개 또는 안전난간을 설치해야 한다³⁸⁾.

두 번째 위험요인으로는 비계기둥을 타고 오르내리다가 추락 재해가 발생할 위

38) 한국산업안전보건공단, “석재 및 타일 작업 안전“, 2009.

험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 지정된 승강통로 이외에는 절대 통행하지 않도록 철저한 교육과 관리감독을 실시해야 한다. 기술적 대책으로 비계 상하부로 안전하게 이동할 수 있도록 승강용 사다리나 가설계단 등 이동통로를 설치해야 한다.

석재(토목포함) 및 타일작업의 석재(토목포함) 및 타일 붙임 작업은 위험도 상이 도출 되었다. 첫 번째 위험요인으로 석재의 적재 불량에 따른 도괴나 낙하 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로는 적재 시 작업과정의 전반에 걸쳐 관리감독을 철저히 하고 작업 전 적재장소의 사전 지정과 적재방법을 결정해야 하며 상부와 하부에서 동시에 하는 작업을 금지해야 한다. 기술적 대책으로는 도괴 방지위해 평탄지에 안전하게 적재하고 적재 높이를 준수하며 인양 시 견고하게 체결하여 인양해야 한다. 그리고 비계상단의 작업발판에 적재 시에는 과적(기둥1본당 400kg이하)을 금지하고 하중을 분산하여 적재하며 낙하 위험 시에는 쌍줄비계 외측에 낙하물방지망을 설치해야 한다.

두 번째 위험 요인으로는 작업 발판에 석재의 과적에 따른 붕괴나 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로는 붕괴 위험성, 안전적 재방법, 중량물취급 방법 등 안전교육을 실시하고 상부와 하부에서 동시에 작업을 진행하면 안된다. 기술적 대책으로는 비계기둥 간의 적재하중은 400kg 초과해서는 안되며, 편심이 발생하지 않도록 안전하게 분산하여 적재해야 하고 작업발판 설치 시 뒤집히거나 낙하 예방 위해 둘 이상의 지지물에 견고히 고정해야 한다. 그리고 비계 상부의 작업발판 폭은 40센티미터 이상으로 하고 틈은 3센티미터 이하로 밀실하게 설치하며 .비계의 벽 이음이나 교차 가새, 기둥, 띠장 간격 등은 설치기준을 반드시 준수해야 한다.

세 번째 위험요인으로는 핸드그라인더나 고속절단기를 사용하는 도중에 부주의로 날에 베이거나 날 파손에 따른 비래 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로는 보안경, 안전장갑 등 개인보호구를 반드시 착용해야 하고 그라인더 등 기계기구의 안전한 사용방법과 위험성에 관한 교육을 반드시 실시해야 한다. 기술적 대책으로는 날 접촉방지 위한 안전커버를 반드시 설치한 후 작업을 진행하며, 오랜 기간 동안 사용으로 인하여 마모된 날은 즉시 교체하고 기계기구가 가지고 있는 주용도 외에는 사용을 금지해야 한다. 또한 작업 전 회전날의 조임 상태를 반드시 점검한 후 사용해야 하고 무리한 작업은 금지해야 한다.

네 번째 위험요인으로는 석축 취급 시 석축 사이에 손가락이 협착하는 재해가

발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로는 석축 쌓기에 대한 위험성 및 안전작업방법에 관한 교육 철저히 하고 중량물 취급계획서를 필히 작성하여 준수해야 한다. 기술적 대책으로는 석축작업 시방서를 준수하고 작업 전 간단한 준비운동을 통한 근골격계 질환 예방과 동시에 근골격계 질환자의 경우 작업을 금지해야 한다. 또한 작업에 적합한 기계·기구를 사용하고 2인1조에 의한 작업을 실시하며 무리한 자세와 행동은 절대 금지해야 한다.

마지막으로 석재(토목포함) 및 타일작업의 줄눈, 코킹 작업의 경우 위험도가 하가 도출 되었는데 이 작업의 경우 재해 발생 위험이 낮고 위험요인이 없으므로 평소 소규모 건설현장에서 행해지는 작업형태로 실시하면 된다.

5.1.6. 도장 작업 재해 특성 및 안전 대책

도장 작업의 경우 위험도 지수 12로써 위험등급은 상의 결과가 도출되었다. 발생 재해 형태 및 기인물별 비율을 살펴보면, 다음 Table 5-6과 같다. 발생 재해 형태 별로는 추락과 재해가 70%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 그 다음으로 낙하, 전도, 도괴가 각각 10%를 차지하였다. 그리고 기인물 별로는 사다리에 의한 재해가 40%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로 이동식비계, 달비계가 각각 20%, 순으로 나타났다.

Table 5-6. 도장 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율

발생 재해 형태		기인물	
재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
추락	70	사다리	40
낙하	10	이동식비계	20
전도	10	달비계	20
도괴	10	기타	20

소규모 건설현장에서 도장 작업 시 발생된 재해의 특성을 살펴보면 사다리 상부에서 작업도중 불안정한 동작과 자세에 의해 추락하는 재해가 상당부분 발생한 반면에 외벽 달비계에서 추락하는 재해와 밀폐공간에서 질식하는 재해는 매우 적게 발생된다. 그리고 재해빈도와 강도 지표는 전체 평균치보다 낮으며 이동식비계, 말비계, 각립비계 등 작업발판을 안전하게 조립하여 사용한다면 대부분의 재해는 예

방 가능하다.

소규모 건설 현장에서 도장 작업 시 발생했던 과거 주요 재해사례를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 사다리 상부에서 작업도중 사다리가 전도되거나 미끄러짐, 실족에 의한 추락
- ② 페인트 통, 의자 등을 작업발판으로 사용 하다가 추락, 전도
- ③ 이동식비계 조립 불량에 따른 추락
- ④ 이동식비계 상부 작업발판에 적치된 공구나 자재가 낙하
- ⑤ 외벽 도장 작업 중 달비계 로프가 풀리면서 추락

따라서 도장 작업의 재해 감소를 위해서는 추락, 낙하, 전도, 도괴 재해에 대한 중점 관리가 필요하며, 사다리, 이동식비계, 달비계에 의한 재해 예방을 위한 대책 수립이 필요하다.

도장 작업의 하위 단위작업은 도장 면처리 작업, 실내 도장 작업, 실외 도장 작업으로 나누어지며, 각 단위 작업별 위험요인에 대한 관리적·기술적 안전 대책은 다음과 같다.

도장 작업의 도장 면처리 작업은 위험도 하가 도출 되었는데 이 작업의 경우 재해 발생 위험이 낮고 위험요인이 없으므로 평소 소규모 건설현장에서 행해지는 작업형태로 실시하면 된다.

도장 작업의 실내 도장작업의 경우 위험도 중이 도출 되었는데 첫 번째 위험요인으로는 사다리 상부에서 작업 중 불안전 행동 및 자세에 의한 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로는 사다리 사용용도 및 위험성에 관한 내실 있는 교육을 실시해야 한다. 기술적 대책으로는 사다리를 작업발판으로 사용하는 것을 절대 금지하도록 하고 작업발판 폭이 40센티미터 이상인 말비계를 사용하도록 해야 한다. 또한 말비계 사용 시에는 양측 끝부분에 올라서서 작업하지 말아야 하며 높이 2미터 이상 작업 시에는 이동식비계를 반드시 사용해야 하고 2미터 미만이거나 단시간 작업 시에는 반드시 계단식 안전사다리를 사용해야 한다³⁹⁾.

두 번째 위험 요인으로는 이동식 비계 상부에서 작업도중 근로자가 추락하는 재해와 자재가 낙하하는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 이동식비계의 바퀴는 움직임이 없도록 반드시 고정하고 승강용 사다리와

39) 건축공간, “도장작업안전”, 2012

아웃트리거를 설치해야 하며 견고한 시설물에 고정해야 한다. 또한 최상부 작업발판은 항상 수평을 유지하면서 밀실하게 설치해야 하고 안전난간과 발끝막이판을 설치해야 한다. 특히 상부 작업 시 작업발판에서 사다리를 사용하거나 안전난간을 딛고 작업하는 경우가 발생하는데 이는 반드시 금지해야 하고 작업발판상부에 재를 과적(250킬로그램 초과 금지) 한다거나 양손에 도장용 붓이나 페인트통을 잡은 채로 승하강 하는 것은 반드시 금지해야 한다.

세 번째 위험요인으로는 의자와 페인트 통을 작업발판으로 사용한다거나 계단에 설치된 난간대를 딛고 작업하는 중에 추락하는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 페인트 통 및 의자를 작업발판으로 사용하는 것을 금지하고 이동식 비계나 말비계 또는 각립비계를 견고하게 조립하여 사용해야 하며 경사면의 작업발판은 수평도를 유지해야 한다.

마지막으로 도장 작업의 실외 도장 작업의 경우 도장 작업의 도장 먼처리 작업은 위험도 하가 도출 되었는데 이 작업의 경우 재해 발생 위험이 낮고 위험요인이 없으므로 평소 소규모 건설현장에서 행해지는 작업형태로 실시하면 된다.

5.1.7. 금속 및 잡철물 작업 재해 특성 및 안전 대책

금속 및 잡철물 작업의 경우 위험도 지수 15로써 위험등급은 상의 결과가 도출되었다. 발생 재해 형태 및 기인물별 비율을 살펴보면, 다음 Table 5-7과 같다. 발생 재해 형태별로는 추락 재해가 39%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 충돌, 베임·절단 재해가 각각 17%를 차지하였다. 그리고 기인물별로는 사다리에 의한 재해가 17%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로 고속절단기, 이동식비계, 단부가 각각 11%로 나타났다.

Table 5-7. 금속 및 잡철물 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율

발생 재해 형태		기인물	
재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
추락	39	사다리	17
충돌	17	고속절단기	11
베임,절단	17	이동식비계	11
낙하	11	단부	11
기타	16	기타	50

소규모 건설현장에서 금속 및 잡철물 작업 시 발생된 재해의 특성을 살펴보면 재해빈도가 평균치(1.0)보다 매우 높게(4.98) 발생된 반면 지게차 등 중장비에 의한 재해와 화재 감전재해 빈도가 매우 낮다. 그리고 단순 반복적인 재래형 재해가 많이 발생되며 충분히 예방 가능한 재해가 많다.

소규모 건설 현장에서 금속 및 잡철물 작업 시 발생했던 과거 주요 재해사례를 살펴보면 다음과 같다.

- ① A형 사다리에서 작업도중 사다리가 넘어 지거나 미끄럼에 의해 추락
 - ② 고속절단기 사용 중 무리한 절단 및 방호덮개 미설치에 의한 숫돌에 접촉
 - ③ 핸드그라인더 사용 중 부주의로 신체에 날이 접촉하여 베임
 - ④ 이동식 비계의 상부에서 작업 중 흔들리면서 비계상단에 적재된 자재가 낙하하거나 이동식 비계에 탑승한 채로 이동 중 근로자 추락
 - ⑤ 추락위험 장소인 단부 등에서 작업 중 실족이나 미끄러짐, 붕괴 등으로 추락
- 따라서 금속 및 잡철물 작업의 재해 감소를 위해서는 추락, 충돌, 베임·절단, 낙하 재해에 대한 중점 관리가 필요하며, 사다리, 고속절단기, 이동식비계, 단부에 의한 재해 예방을 위한 대책 수립이 필요하다.

금속 및 잡철물 작업의 하위 단위작업은 자재 반입, 가공, 운반 작업, 금속 및 잡철물 시공 작업으로 나누어지며, 각 단위 작업 별 위험요인에 대한 관리적·기술적 안전 대책은 다음과 같다.

금속 및 잡철물 작업의 자재반입 가공, 운반 작업은 위험도 하가 도출되었는데 이 작업의 경우 재해 발생 위험이 낮고 위험요인이 없으므로 평소 소규모 건설현장에서 행해지는 작업형태로 실시하면 된다.

금속 및 잡철물 작업의 시공 작업의 경우 위험도 상이 도출되었는데 첫 번째 위험요인으로는 사다리 상부에서 작업도중 사다리가 넘어지거나 실족 또는 미끄러짐에 의한 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로는 사다리 사용용도 및 위험성에 관한 내실 있는 교육을 실시해야 한다. 기술적 대책으로는 사다리를 작업발판으로 사용하는 것을 절대로 금지하고 이동작업과 장시간 작업 시에는 사다리 사용을 금지하며 이동식 비계와 말비계를 조립하여 사용해야 한다. 그리고 말비계 사용 시에는 양측 끝부분에 올라서서 작업해서는 안되며 발판의 폭은 40센티미터 이상을 유지해야 한다. 또한 높이 2미터 이상 작업 시에는 이동식비계를 사용하고 단시간 작업의 사다리 사용 시에는 알루미늄 재질의 계단

식 안전사다리를 사용하고 미끄럼 방지조치와 아웃트리거를 설치해야 한다⁴⁰⁾.

두 번째 위험요인으로는 고속절단기로 철재 절단 중 날에 접촉하는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 비산방지용 보호덮개와 보조방호덮개를 반드시 설치하고 가공물을 손으로 직접 잡지 말고 고정장치를 이용하여 작업해야 한다. 그리고 회전속도에 적합한 절단석을 사용하고 견고하게 고정해야 하며 교체 후 1분정도 공회전하여 이상 유무를 확인해야 한다. 또한 절단석 측면 사용과 무리한 가공을 금지하고 가공물 교체 시 반드시 정지 상태에서 실시하며 면장갑 착용을 금지하고 대신 밀착장갑을 착용해야 한다. 작업을 중단할 경우에는 반드시 전원을 차단하고 연삭숫돌의 정지여부를 반드시 확인해야 한다.

세 번째 위험요인으로 핸드그라인더 취급 중 부주의로 날에 베일 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로는 절단석과 연마석의 균열 유무를 수시로 확인하고 교체시기를 준수해야 하며 작업 전에는 회전날의 조임 상태를 반드시 점검해야 한다. 기술적 대책으로는 지정용도 외에는 절대 사용을 금지하고 덮개를 제거하지 말아야 하며 스위치가 반드시 꺼진 상태에서 플러그를 연결해야 한다. 또한 가동 상태가 무단으로 방치되거나 무리한 힘에 의한 사용을 금지하고 천천히 힘을 가해서 가동해 하며 절단석이나 연마석이 신체와 일직선상이 되지 않도록 작업을 해야 한다.

네 번째 위험 요인으로는 이동식 비계 상단에서 작업 중 근로자가 추락하거나 자재가 낙하할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 이동식비계 바퀴의 움직임상태를 고정하고 승강용 사다리와 아웃트리거를 견고하게 설치하며 이동식비계가 흔들리지 않도록 시설물에 고정해야 한다. 그리고 이동식비계의 작업발판은 항상 수평을 유지하면서 밀실하게 설치해야 하고 발판 단부에는 안전난간과 발끝막이판을 설치해야 한다. 또한 이동식비계의 작업발판 위에서 사다리를 사용하거나 안전난간에 올라서서 하는 작업은 절대로 금지해야 하고 적재하중은 250킬로그램 이하, 높이는 밑면 길이의 4배 이상을 초과해서는 조립하면 안된다.

다섯 번째 위험 요인으로는 단부와 개구부 등 추락위험 지역에서 작업 중 실족으로 추락하는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 덮개 또는 안전난간을 견고하게 설치해야 하고 통로 주변에 장애물을 제거해야 한다. 또한 개구부 주위에서는 사다리 사용을 지양하고 작업발판을 안전하게 조립하여 사용해야 한다.

40) 한국산업안전보건공단, “금속 및 잡철물 작업 안전“, 건설업 KOSHA클럽, 2009.

5.1.8. 창호 및 유리 작업 재해 특성 및 안전 대책

창호 및 유리 작업의 경우 위험도 지수 9로써 위험등급은 중의 결과가 도출되었다. 발생 재해 형태 및 기인물별 비율을 살펴보면, 다음 Table 5-8과 같다. 발생 재해 형태별로는 추락 재해가 56%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 베임이 33%를 차지하였다. 그리고 기인물 별로는 사다리와 유리에 의한 재해가 33%로 가장 많은 비중을 차지하고 있다.

Table 5-8. 창호 및 유리 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율

발생 재해 형태		기인물	
재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
추락	56	사다리	33
베임	33	유리	33
협착	11	기타	34

소규모 건설현장에서 창호 및 유리 작업 시 발생한 재해의 특성을 살펴보면 작업발판을 사용하지 않고 사다리를 사용하다가 추락하는 재해가 많이 발생되고 있으며, 단순하고 반복적인 재래형 재해가 많이 발생된다. 구조물의 크기가 작아 유리압축기를 이용한 대형유리 설치작업과 곤도라, 달비계, 이동식 크레인, 윈치 등 위험 기계 기구에 의한 위험작업이 거의 없음에도 불구하고 재해빈도와 강도 지표는 전체 평균치와 동일하게 나타나고 있다.

소규모 건설 현장에서 창호 및 유리 작업 시 발생했던 과거 주요 재해사례를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 작업발판으로 의자를 사용한다거나 창틀에 매달린 상태에서 작업하다가 추락
- ② 사다리를 작업대로 사용하다가 사다리의 흔들림, 실족, 미끄러짐으로 추락
- ③ 유리 취급도중 부주의 및 무리한 동작에 의해 전도되어 유리에 손 베임

따라서 창호 및 유리 작업의 재해 감소를 위해서는 추락, 베임, 협착 재해에 대한 중점 관리가 필요하며, 사다리와 유리에 의한 재해 예방을 위한 대책 수립이 필요하다.

창호 및 유리 작업의 하위 단위작업은 자재반입 가공, 운반 작업, 창호 및 유리 설치 작업으로 나누어지며, 각 단위 작업 별 위험요인에 대한 관리적·기술적 안전 대책은 다음과 같다.

창호 및 유리 작업의 자재반입 가공, 운반 작업은 위험도 하가 도출되었는데 이 작업의 경우 재해 발생 위험이 낮고 위험요인이 없으므로 평소 소규모 건설현장에서 행해지는 작업형태로 실시하면 된다

창호 및 유리 작업의 설치 작업은 위험도가 중이 도출되었는데 첫 번째 위험요인으로는 의자와 창틀에서 매달린 상태에서 작업도중 불안정한 자세동작에 의한 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위하여 관리적 대책으로는 창호 작업 시에는 운반과 동시에 작업을 시작하고 2인 1조로 작업을 해야 한다. 기술적 대책으로는 의자나 벽돌, 페인트통 등 불안정한 작업발판의 사용을 금지하고 이동식비계나 말비계 등을 안전하게 조립해서 사용해야 하며 창틀 위에서 매달려서 작업 하거나 안전난간을 딛고 올라서서 하는 작업은 절대 금지해야 한다. 그리고 고소작업차를 이용하여 작업을 실시하고 작업발판은 항상 수평을 유지하며 밀실하게 설치해야 한다. 또한 작업발판 상부에서 사다리를 사용한다거나 과적은 반드시 피하고 적정 적재하중은 250킬로그램을 초과해서는 안된다⁴¹⁾.

두 번째 위험요인으로는 사다리 상부에서 작업도중 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위하여 기술적 대책으로는 사다리는 단시간 작업과 이동통로 용도로만 사용하고 그 밖의 사용은 절대 금지해야 한다. 단시간 작업의 사다리 사용 시에는 견고한 알루미늄 재질의 계단식 안전사다리를 사용하고 미끄럼 방지조치와 아웃트리거를 설치해야 하며, 접이식 사다리 사용 시에는 접혀지거나 펼쳐지지 않도록 철물 등을 사용하여 연결해야 한다. 그리고 장시간 작업에 이용하는 작업발판은 이동식 비계와 말비계 등을 조립하여 사용하되, 말비계 사용 시에는 양측 끝부분에 올라서서 하는 작업은 절대로 금지해야 하며 높이 2미터 이상 작업 시에는 이동식비계를 사용해야 한다. 작업발판은 밀실하게 설치해야 하고 폭은 40센티미터 이상을 유지해야 하며 단부에는 안전난간을 설치해야 한다.

세 번째 위험요인으로는 창틀 및 유리 철거 작업도중 근로자가 넘어지거나 유리에 베일 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 대책으로는 철거방법과 순서 등 작업절차를 반드시 준수하고 작업장 바닥이나 통로에 방치된 폐자재는 즉시 반출조치 하는 등 정리정돈을 생활화해야 한다. 그리고 사용하고 남은 유리는 넘어지거나 깨지지 않도록 관리해야 하고 높은 장소에서 작업할 때에는 가능한 고소작업대를 이용해야 한다.

41) 한국산업안전보건공단, “창호 및 유리 작업 위험성 평가 모델”, 2010.

5.1.9. 수장 작업 재해 특성 및 안전 대책

수장 작업의 경우 위험도 지수 15로써 위험등급은 상의 결과가 도출 되었다. 발생 재해 형태 및 기인물별 비율을 살펴보면, 다음 Table 5-9와 같다. 발생 재해 형태별로는 추락과 베임·절단 재해가 39%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 전도가 17%를 차지하였다. 그리고 기인물 별로는 고속절단기에 의한 재해가 22%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로 사다리 13%, 이동식비계, 작업발판, 그라인더 9% 순으로 나타났다.

Table 5-9. 수장 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율

발생 재해 형태		기인물	
재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
추락	39	고속절단기	22
베임,절단	39	사다리	13
전도	17	이동식비계	9
		작업발판	9
충돌	5	그라인더	9
		기타	38

소규모 건설현장에서 수장작업 시 발생한 재해의 특성을 살펴보면 재해빈도와 강도 지표는 전체 평균치와 거의 동일하게 나타나고 있고 타정총 사용과 절단 및 용접 작업, 에어컴프레샤, 지게차 등 위험 기계기구에 의한 재해발생 빈도는 적게 나타나고 있다. 그러나 불안전하게 설치된 작업발판과 사다리 위에서 작업하다가 추락하는 재해가 많이 발생된다.

소규모 건설 현장에서 수장 작업 시 발생했던 과거 주요 재해사례를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 사다리 이용하여 천정 등 내부마감 작업 시 미끄러지거나 실족하여 추락

- ② 고속절단기, 그라인더, 둥근톱 등 기계기구의 취급 부주의에 의한 날에 접촉
- ③ 개구부에 덮개 또는 안전난간 미설치에 따른 작업도중 추락
- ④ 불안전하게 조립된 이동식비계나 말비계, 작업발판에서 작업도중 추락
- ⑤ 이동식 비계 등에서 내려오다 실족하여 추락
- ⑥ 작업장 바닥에 전선, 자재 등에 걸려 넘어짐

따라서 수장 작업의 재해 감소를 위해서는 추락, 베임·절단, 전도, 충돌 재해에 대한 중점 관리가 필요하며, 고속절단기, 사다리, 이동식비계, 작업발판, 그라인더에 의한 재해 예방을 위한 대책 수립이 필요하다.

수장 작업의 하위 단위작업은 자재반입, 운반 작업, 수장 시공 작업으로 나누어지며, 각 단위 작업 별 위험요인에 대한 관리적·기술적 안전 대책은 다음과 같다.

수장 작업의 자재반입, 운반 작업은 위험도 하가 도출 되었는데 이 작업의 경우 재해 발생 위험이 낮고 위험요인이 없으므로 평소 소규모 건설현장에서 행해지는 작업형태로 실시하면 된다

수장 작업의 수장 시공 작업은 위험도 상이 도출 되었는데 첫 번째 위험요인으로 는 사다리를 작업발판으로 사용하다가 실족 등에 의한 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 사다리 사용용도 및 위험성에 관한 교육 철저히 실시해야 한다. 기술적 대책으로는 사다리는 단시간 작업과 이동통로 용도로만 사용하고 그 밖의 사용은 절대 금지해야 한다. 단시간 작업의 사다리 사용 시에는 견고한 알루미늄 재질의 계단식 안전사다리를 사용하고 미끄럼 방지조치와 아웃트리거를 설치해야 하며, 접이식 사다리는 갑자기 접혀지거나 펼쳐지지 않도록 철물 등을 사용하여 연결해야 한다. 그리고 장시간 작업에 이용하는 작업발판은 이동식 비계와 말비계 등을 조립하여 사용하되, 말비계 사용 시에는 양측 끝부분에 올라서서 하는 작업은 절대로 금지해야 하며 지주부재와 수평면의 기울기를 75도 이하로 유지하고 지주부재와 지주부재 사이를 고정시키는 보조부재를 설치해야 한다. 또한 높이가 2미터 이상 작업 시에는 사다리 사용을 금지하고 이동식비계를 사용하되 작업 발판은 밀실하게 설치해야 하고 폭은 40센티미터 이상을 유지해야 하며 단부에는 안전난간을 설치해야 한다.

두 번째 위험요인으로 는 탁상용 둥근톱에 의해 신체의 일부가 베임 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 둥근톱 안전사용방법 및 취급 주의사항에 대

한 교육을 철저히 실시해야 한다. 기술적 대책으로는 둥근톱의 방호덮개는 반드시 설치 후 작업을 해야 하고 면장갑은 착용을 금지하며 작업 정지 시에 반드시 가동을 중지해야 한다.

세 번째 위험요인으로는 고속절단기로 재료 절단도중 절단석 등에 의한 베임 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 고속절단기 취급 전담자를 지정해야 한다. 기술적 대책으로는 비산방지용 보호덮개와 보조방호덮개 반드시 설치해야 하고 가공물을 손으로 직접 잡지 말고 고정 장치 이용하여 작업해야 한다. 그리고 회전속도에 적합한 절단석을 사용하고 견고하게 고정해야 하며 교체 후 1분정도 공회전하여 이상 유무를 확인해야 한다. 또한 절단석의 측면 사용과 무리한 가공을 금지하며 가공물 교체 시에는 정지 상태에서 실시하고 충격을 받지 않도록 해야 한다. 더불어 작업 중에는 면장갑 대신 밀착장갑을 착용하고 작업을 중단할 경우에는 반드시 전원을 차단하고 연삭숫돌의 정지여부를 확인해야 한다.

네 번째 위험요인으로는 이동식 비계와 불안전하게 설치된 천장용 작업발판에서 작업도중 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 이동식비계의 바퀴를 고정하고 아웃트리거를 설치해야 하고 승강용사다리는 견고하게 설치하며 답단에 미끄럼 방지조치를 취해야 한다. 그리고 발판 단부에는 충분한 강도를 가진 안전난간과 발끝막이판 설치하고 경사면 작업발판은 항상 수평을 유지하고 밀실하게 설치해야 하며 작업발판 위에서 사다리를 사용하거나 안전난간을 딛고 하는 작업은 절대 금지해야 한다. 또한 이동식비계의 발판상부에 자재 적재 시 250킬로그램을 초과해서는 안되며 이동식비계의 높이는 밑변길이의 4배 이상 초과해서는 안된다. 더불어 천장용 작업발판은 바닥 전체에 빈틈없이 연속 설치하고 최소한 2개소이상 고정해야 하며 천장용 작업발판을 합판으로 사용 시에는 두께 12mm, 겹침 길이 20cm이상을 유지해야 한다.

다섯 번째 위험요인으로는 작업장 바닥에 흩어져 있는 장애물에 걸려 넘어지거나 개구부에서 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 소형 개구부에 덮개를 설치하고 대형개구부 단부에는 100킬로그램 이상의 하중에 견딜 수 있는 견고한 안전난간을 설치해야 한다. 그리고 작업장 바닥에 널려있는 가설 전선은 전선거치대를 이용하여 공중에 거치하고 작업장 바닥과 통로에는 돌출물이나 장애물을 제거하고 정리정돈을 생활화해야 한다.

5.1.10. 판넬 등 외부마감 작업 재해 특성 및 안전 대책

판넬 등 외부마감 작업의 경우 위험도 지수 15로써 위험등급은 상의 결과가 도출되었다. 발생 재해 형태 및 기인물별 비율을 살펴보면, 다음 Table 5-10과 같다. 발생 재해 형태별로는 추락 재해가 50%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 낙하와 절단 재해가 각각 11%를 차지하였다. 그리고 기인물별로는 사다리에 의한 재해가 39%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로 판넬이 28%로 나타났다.

Table 5-10. 판넬 등 외부마감 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율

발생 재해 형태		기인물	
재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
추락	50	사다리	39
낙하	11	판넬	28
절단	11	기타	67
기타	28		

소규모 건설현장에서 판넬 등 외부마감 작업 시 발생한 재해의 특성을 살펴보면 사다리나 작업발판에서 추락재해가 가장 많이 발생되고 있으며 위험작업인 곤돌라 작업, 달비계 작업, 강관비계 상부작업, 외부 로프 작업이 적은 반면 소형건축물에서 저층부 판넬을 시공하다가 사다리에서 추락하는 재해가 많이 발생된다.

소규모 건설 현장에서 판넬 등 외부마감 작업 시 발생했던 과거 주요 재해사례를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 사다리를 작업발판으로 목적 외 사용하다가 실족, 미끄러짐, 부주의로 추락
- ② 판넬 조립 작업도중 판넬 사이에 손가락 협착
- ③ 지붕 판넬 작업 중 미 고정된 판넬을 밟아 아래로 추락
- ④ 고속 절단기 이용하여 자재 가공 중 부주의로 톱날에 베임
- ⑤ 이동식 비계 상단에서 작업 중 중심을 잃고 바닥으로 추락

⑥ 트럭 적재함에서 판넬을 내리던 중 판넬이 미끄러지면서 엄지와 팔 베임

⑦ 판넬을 조립하는 과정에서 판넬이 손에서 미끄러져 빠지면서 날카로운 철판에 손가락 절단

따라서 판넬 등 외부마감 작업의 재해 감소를 위해서는 추락, 낙하, 절단의 재해에 대한 중점 관리가 필요하며, 사다리와 판넬에 의한 재해 예방을 위한 대책 수립이 필요하다.

판넬 등 외부마감 작업의 하위 단위작업은 자재 반입 작업, 판넬 등 외부마감 시공 작업으로 나누어지며, 각 단위 작업 별 위험요인에 대한 관리적·기술적 안전 대책은 다음과 같다.

판넬 등 외부마감 작업의 자재 반입 작업은 위험도 하가 도출 되었는데 이 작업의 경우 재해 발생 위험이 낮고 위험요인이 없으므로 평소 소규모 건설현장에서 행해지는 작업형태로 실시하면 된다.

판넬 등 외부마감 작업의 시공 작업은 위험도 상이 도출 되었는데 첫 번째 위험요인으로 사다리를 작업발판으로 목적 외의 용도로 사용하다가 실족 등에 의해 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 사다리 사용 용도 및 위험성에 관한 교육 철저히 실시해야 한다. 기술적 대책으로는 사다리 사용 시에는 단시간 작업에만 사용해야 하며 계단식 안전사다리를 사용하고 지주 하단에 미끄럼 방지조치와 아웃트리거를 설치해야 한다. 또한 접이식 사다리 사용 시에는 접혀지거나 갑자기 펼쳐지지 않도록 중앙에 철물 등을 사용하여 견고하게 연결해야 한다. 그리고 장시간 작업 시에는 이동식 비계와 말비계 등을 조립하여 작업하되, 말비계의 양측 끝부분에 올라서서 하는 작업은 절대로 금지하고 지주부재와 수평면의 기울기는 75도 이하로 유지해야 하며 지주부재와 지주부재 사이를 고정시키는 보조부재를 설치해야 한다. 또한 높이 2미터 이상 고소작업 시에는 이동식비계를 사용하되 작업발판은 밀실하고 견고하게 설치해야 하며 폭은 40센티미터 이상을 유지하고 단부에는 안전난간을 설치해야 한다.

두 번째 위험 요인으로 이동식 비계 상부에 불안전하게 설치된 작업발판에서 추락하는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기위한 기술적 대책으로는 이동식 비계를 견고하게 조립하고 조립기준을 준수해야 하며 움직임이 없도록 바퀴를 고정하고 아웃트리거 설치해 한다. 그리고 이동식 비계의 작업발판은 항상 수평을 유

지하며 밀실하게 설치하고 단부에는 안전난간을 설치해야 한다. 또한 이동식 비계의 작업발판 상부에서 사다리를 사용한다거나 안전난간을 딛고 작업하는 행위는 절대 금지해야 하고 자재를 적재할 경우 250킬로그램을 초과해서는 안되며 높이는 밑변길이의 4배 이상을 초과해서는 조립하면 안된다.

세 번째 위험 요인으로 판넬 조립작업 중 부주의에 의해 판넬 사이에 손가락 협착 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 대책으로는 안전조립방법 및 순서를 반드시 지켜야하고 사용용도에 적합한 기계·기구를 사용해야 하며 무리한 작업은 피해야 한다.

네 번째 위험 요인으로 지붕 판넬을 조립하는 과정에서 미 고정 판넬에 의한 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 대책으로는 작업순서와 안전조립방법을 준수해야 하고 추락위험이 있을 경우에는 작업발판과 안전난간을 설치하고 작업해야 한다. 작업발판과 안전난간의 설치가 곤란할 경우에는 반드시 안전대 부착시설인 로프를 설치하고 안전대를 로프에 체결한 상태에서 작업해야 한다. 또 램 낙딴 후 시에는 작업을 금지해야한다.

다섯 번째 위험 요인으로 고속절단기로 재료 가공중 절단석 등에 접촉 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 작업 시 면장갑 대신 밀착장갑을 반드시 착용해야 한다. 그리고 고속절단기에 대한 취급 전담자를 지정해야한다. 기술적 대책으로는 비산방지용 보호덮개와 보조방호덮개를 반드시 설치한 상태에서 작업해야 하고 가공물을 손으로 직접 잡지 말고 고정 장치를 이용하여 작업해야 하며 회전속도에 적합한 절단석을 견고하게 고정하여 사용해야 한다. 그리고 교체 후 1분정도 공회전하여 이상 유무를 확인하고 절단석 측면 사용과 무리한 가공은 금지해야 한다. 또한 가공물 교체 시 정지 상태에서 실시하고 충격은 가하지 말아야 하며 작업을 중단할 경우에는 반드시 전원을 차단하여 정지여부를 확인해야 한다.

5.1.11. 전기 설비 작업(통신포함) 재해 특성 및 안전 대책

전기 설비 작업(통신포함)의 경우 위험도 지수 15로써 위험등급은 상의 결과가 도출 되었다. 발생 재해 형태 및 기인물별 비율을 살펴보면, 다음 Table 5-11과 같다. 발생 재해 형태별로는 추락 재해가 43%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 전도가 17%를 차지하였다. 그리고 기인물별로는 사다리에 의한 재해가 26%로 가장 많은 비중을 차지하고 있다.

Table 5-11. 전기 설비 작업(통신포함)의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율

발생 재해 형태		기인물	
재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
추락	43	사다리	26
전도	17	기타	74
감전	9		
기타	31		

소규모 건설현장에서 전기 설비 작업(통신포함) 시 발생된 재해의 특성을 살펴보면 사다리에서 추락하는 재해가 가장 많이 발생되고 있으며 작업장소가 협소하고 다른 작업과 병행하여 동시에 진행되므로 작업발판의 확보가 어려워 추락재해의 위험성이 높다. 또한 대규모의 전기설비 작업과 철탑작업 그리고 전신주 설치 작업이 거의 없고 전동식 고소작업대 등 위험 기계기구의 사용빈도가 적다. 전반적으로 재해빈도와 강도 지표는 전체 평균치보다 낮게 나타나고 있으며 추락이나 전도 재해가 감전 재해보다 많이 발생되고 있는 것이 특징이다.

소규모 건설 현장에서 전기설비 작업(통신포함) 시 발생했던 과거 주요 재해사례를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 전선 등 자재를 인력 운반 중 계단에서 실족하여 넘어짐
- ② 작업발판을 사용하지 않고 사다리에서 작업 중 실족, 미끄러짐, 흔들림 등으로 추락
- ③ 작업발판을 설치하지 않고 천정판넬 위에 올라가 작업 하다가 천정이 붕괴되

면서 추락

④ 이동식 비계 상부에서 작업 중 비계가 도괴되면서 추락

⑤ 전기 배선 작업중 바닥에 깔려있는 전선에 걸려 넘어짐

따라서 전기설비 작업(통신포함)의 재해 감소를 위해서는 추락과 전도재해에 대한 중점 관리가 필요하며, 사다리에 의한 재해 예방을 위한 대책 수립이 필요하다.

전기설비 작업(통신포함)의 하위 단위작업은 설비 자재 반입, 가공, 운반 작업, 설비 배선 작업, 설비 설치 작업, 특고압 선로, 활선, 전주 시공 작업으로 나누어지며, 각 단위 작업 별 위험요인에 대한 관리적·기술적 안전 대책은 다음과 같다.

전기설비 작업(통신포함)의 자재반입 가공, 운반 작업은 위험도가 중이 도출되었는데 첫 번째 위험 요인으로 고속절단기 사용도중 칼날에 접촉하는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기위한 관리적 대책으로 작업 중 면장갑 착용을 금지하고 밀착장갑 착용하며 고속절단기의 취급전담자(숙련공)를 지정해야 한다. 기술적 대책으로는 비산방지용 보호덮개와 보조보호덮개를 반드시 설치한 상태에서 작업해야하고 가공물을 손으로 직접 잡지 말고 고정 장치 이용하여 작업해야 한다. 그리고 회전속도에 적합한 절단석을 사용하고 견고하게 고정해야 하며 교체 후 1분정도 공회전하여 이상 유무를 확인해야 한다⁴²⁾. 또한 가공물 교체 시 정지 상태에서 실시하고 작업을 중단할 경우에는 반드시 전원을 차단하고 정지여부를 확인해야 한다.

두 번째 위험요인으로 전기설비자재 운반도중 통로 바닥의 장애물에 걸려 전도 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로 통행로 주위 정리정돈을 철저히 하고 통로에서 2미터 이내에 장애물을 제거하며 75럭스 이상의 조명을 확보해야 한다. 그리고 전도 재해 예방을 위한 통로바닥에 미끄럼 방지 조치를 취하고 통로의 주요부분에 경고표지판을 설치해야 하며 인력 운반시 2인 1조로 운반하되 적정중량을 취급하도록 해야 한다. 그리고 가능한 인력운반 지양하고 운반물의 종류와 형상,중량에 적합한 운반기계 기구를 사용하고 통로주위의 개구부에는 추락 방지용 덮개나 안전난간을 설치해야 한다.

전기설비 작업(통신포함)의 설비 배선 작업은 위험도 상이 도출되었는데 첫 번째 위험 요인으로는 사다리에서 작업하다가 추락하는 재해가 발생할 수 있다.

이를 예방하기 위하여 관리적 대책으로 사다리 사용용도 및 위험성에 관한 교육

42) 한국산업안전보건공단, “전기 설비 작업 안전2”, 건설업 Kosha클럽, 2009.

을 철저히 실시해야 한다. 기술적 대책으로는 사다리 사용 시에는 단시간 작업에만 사용해야 하며 알루미늄 재질의 계단식 안전사다리를 사용하고 사다리 지주 하단에 미끄럼 방지조치와 아웃트리거를 설치해야 한다. 또한 접이식 사다리 사용 시에는 접혀지거나 갑자기 펼쳐지지 않도록 중앙에 철물 등을 사용하여 견고하게 연결해야 하고 출입구 부근 작업 시에는 2인1조로 작업해야 한다. 그리고 장시간 작업 시에는 이동식 비계와 말비계 등을 조립하여 작업하되, 말비계의 양측 끝부분에 올라서서 하는 작업은 절대로 금지하고 지주부재와 수평면의 기울기는 75도 이하로 유지해야 하며 지주부재와 지주부재 사이를 고정시키는 보조부재를 설치해야 한다. 또한 높이 2미터 이상 고소작업 시에는 이동식비계를 사용하되 작업발판은 밀실하고 견고하게 설치해야 하며 폭은 40센티미터 이상을 유지하고 단부에는 안전난간을 설치해야 한다. 두 번째 위험요인을 작업발판을 설치하지 않은 상태에서 작업하거나 이동식 비계 상단에서 작업도중 추락하는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 이동식비계나 말비계, 각립비계 등 작업발판을 견고하게 조립하여 작업해야 한다. 이동식비계의 바퀴는 움직임이 없도록 반드시 고정하여 사용하고 승강용 사다리와 아웃트리거를 설치해야 하며 견고한 시설물에 고정해야 한다. 또한 최상부 작업발판은 항상 수평을 유지하면서 밀실하게 설치해야 하고 안전난간과 발끝 막이 판을 설치해야 한다. 특히 상부 작업 시 작업발판 위에서 사다리를 사용하거나 안전난간을 딛고 작업하는 경우가 발생하는데 이는 반드시 금지해야 하고 작업발판상부에 자재를 과적(250킬로그램 초과 금지) 해서도 안된다.

세 번째 위험요인으로 전선에 발이 걸려 넘어져 전도 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위하여 기술적 대책으로 통행로 주위와 2미터 이내에 장애물을 제거하고 통로바닥의 미끄럼 방지조치 및 요철을 제거해야 한다. 그리고 통로주위의 개구부에는 덮개를 설치하거나 안전난간을 설치해야 하며 전선은 거치대를 이용하여 벽면 또는 공중에 거치해야 한다.

네 번째 위험요인으로 전선 배선작업 중 차단기 고장으로 통전되어 감전 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위하여 관리적 대책으로는 전기 배선작업내용과 감전원리 등에 관한 교육을 철저히 실시하고 절연화나 절연장갑 등 보호구를 반드시 착용해야 한다. 기술적 대책으로 차단기를 정기적으로 점검하고 불량차단기 발견 시에는 즉시 교체해야 한다. 그리고 전담자를 지정하여 관리하고 반드시 시건 조치를 취해야 하며 작업 중에는 경고표지판을 설치해야 한다. 또한 감전 재해를

예방하기 위하여 전기설비 등에는 접지 및 누전차단기를 반드시 설치해야한다.

전기설비 작업(통신포함)의 설비 설치 작업과 특고압 선로, 활선, 전주 시공 작업은 위험등급 하가 도출 되었는데 이 작업의 경우 재해 발생 위험이 낮고 위험요인이 없으므로 평소 소규모 건설현장에서 행해지는 작업형태로 실시하면 된다.

5.1.12. 기계설비 작업(소방포함) 재해 특성 및 안전 대책

기계설비 작업(소방포함)의 경우 위험도 지수 20으로써 위험등급은 상의 결과도 도출되었다. 발생 재해 형태 및 기인물별 비율을 살펴보면, 다음 Table 5-12와 같다. 발생 재해 형태별로는 추락 재해가 38%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 협착 재해가 19%를 차지하였다. 그리고 기인물 별로는 사다리에 의한 재해가 23%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로 작업 발판과 고속절단기가 각각 8% 순으로 나타났다.

Table 5-12. 기계설비 작업(소방포함)의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율

발생 재해 형태		기인물	
재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
추락	38	사다리	23
협착	19	작업발판	8
절단,베임	12	고속절단기	8
충돌	12	기타	61
기타	19		

소규모 건설현장에서 기계설비 작업(소방포함) 시 발생한 재해의 특성을 살펴보면 소규모 건설현장 공중 중 가장 위험도가 높으며, 특히 기계설비의 설치작업 중에 재해가 가장 많이 발생된다. 지게차나 랜탈기 등 건설기계에 의한 작업이 적으므로 건설기계에 의한 협착이나 충돌재해가 많지 않으며 화재발생도 적게 발생된다. 그리고 인력 운반도중 통로에 돌출물이나 장애물에 의한 전도재해가 많이 발생되고 있고 작업 특성상 단시간 이동작업을 하는 작업이 많으며 다양한 전기기계 기구를 사용하기 때문에 추락, 협착, 베임 등 재해형태가 다양하다.

소규모 건설 현장에서 기계설비 작업(소방포함) 시 발생했던 과거 주요 재해사례를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 배관자재를 운반하다가 미끄러운 바닥과 돌출물에 의해 걸려 넘어짐

- ② 고속절단기 이용하여 배관 가공 절단 중 절단석에 접촉하여 베임
- ③ 작업발판을 설치하지 않고 작업하거나 불안전하게 설치한 작업발판에서 작업 중 추락
- ④ 사다리를 작업발판으로 목적 외 사용하다가 사다리 좌굴, 전도, 미끄러짐, 흔들림, 실족, 무게중심 쏠림 등으로 추락
- ⑤ 천정판넬 상부에서 작업발판 없이 작업 중 천정이 무너지면서 같이 추락
- ⑥ 설비배관 철거 작업 중 철거된 자재가 낙하
- ⑦ 냉동기 등 중량설비 교체작업 중 중량물 설비가 넘어지면서 협착

따라서 기계설비 작업(소방포함)의 재해 감소를 위해서는 추락, 협착, 절단·베임, 충돌 재해에 대한 중점 관리가 필요하며, 사다리, 작업발판, 고속절단에 의한 재해 예방을 위한 대책 수립이 필요하다.

기계설비 작업(소방포함)의 하위 단위작업은 자재반입 가공, 운반 작업, 기계설비 설치 작업으로 나누어지며, 각 단위 작업 별 위험요인에 대한 관리적·기술적 안전 대책은 다음과 같다.

기계설비 작업(소방포함)의 자재반입 가공, 운반 작업은 위험도 중이 도출 되었는데 첫 번째 위험 요인으로 고속절단기 이용하여 절단 중 날에 접촉 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는

비산방지용 보호덮개와 보조방호덮개를 반드시 설치하고 가공물을 손으로 직접 잡지 말고 고정 장치를 이용하여 작업해야 한다. 그리고 회전속도에 적합한 절단석을 사용하고 견고하게 고정해야 하며 교체 후 1분정도 공회전하여 이상 유무를 확인해야 한다. 또한 절단석 측면 사용과 무리한 가공을 금지하고 절단석의 마모상태를 수시로 점검하여 불량한 절단석은 즉시 교체해야 한다. 또한 고속절단기 취급자는 면장갑 착용을 금지하고 대신 밀착장갑을 착용해야 하며 가공물 교체 시에는 반드시 정지 상태에서 실시해야 한다. 작업을 중단할 경우에는 반드시 전원을 차단하고 연삭숫돌의 정지여부를 반드시 확인해야 한다.

두 번째 위험 요인으로 배관자재를 운반하다가 통로바닥이 미끄러워 전도 되거나 장애물에 걸려 넘어질 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 통로바닥이나 높이 2미터 이내에는 장애물을 제거해야 하고 바닥에는 미끄럽지 않도록 적절한 조치를 취해야 한다. 인력운반 시에는 적정량을 취급하며(남자:체중의 약40%, 여자:체중의 24%) 중량물 운반 시에는 운반용 수레 등 적당한 운반기계 기구를 사용해야 한다. 그리고 충분한 운반통로 공간을 확보하고 통로주위의 개구부에는 덮개를 설치하

거나 안전난간을 설치해야 한다.

기계설비 작업(소방포함)의 기계설비 설치 작업은 위험도 상이 도출 되었는데 첫 번째 위험요인으로는 사다리를 작업발판으로 사용 중 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 사다리 사용용도 및 위험성에 관한 교육을 철저히 실시해야 한다. 기술적 대책으로는 사다리 사용은 단시간 작업이나 간단한 작업에만 사용해야 하며 알루미늄 재질의 계단식 안전사다리를 사용하고 지주 하단에 미끄럼 방지조치와 아웃트리거를 설치해야 한다. 또한 접이식 사다리 사용 시에는 접혀지거나 갑자기 펼쳐지지 않도록 중앙에 철물 등을 사용하여 견고하게 연결해야 하고 출입구 부근 작업 시에는 2인1조로 작업해야 한다. 그리고 장시간 작업 시에는 사다리 사용을 지양하고 이동식 비계와 말비계, 각립비계 등을 조립하여 사용해야 한다.

두 번째 위험요인으로는 작업발판을 설치하지 않고 작업하거나 불안전하게 설치된 작업발판 상부에서 작업도중 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로 2미터 이하 작업 시에는 폭이 40센티미터 이상의 말비계를 조립하여 사용해야 하고 사다리는 절대 사용해서는 안된다. 그리고 말비계 사용 시에는 양측 끝부분에 올라서서 하는 작업은 추락위험이 높으므로 절대로 금지해야 한다. 또한 2미터 이상의 고소작업 시에는 이동식비계를 조립하여 사용해야 하고 조립기준과 안전작업수칙을 준수해야 한다.

세 번째 위험요인으로는 배관자재 등 설비 설치 및 해체작업 도중 자재가 낙하할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 설치 및 해체계획서를 작성하고 작업 전 근로자 교육을 실시해야한다. 그리고 작업장에는 감시인을 배치하고 감시해야 하며 근로자는 기계 기구 공구의 안전한 사용방법을 숙지해야 한다. 기술적 대책으로 사다리 사용을 금지하고 이동식비계를 조립하여 사용해야 하며 이동식 비계의 작업발판은 밀실하게 설치해야 하고 안전난간과 발끝막이판도 반드시 설치하여 작업해야 한다. 또한 자재를 인양할 경우에는 빠지지 않도록 견고하게 결속하여 인양해야 하며 단독작업과 상하부 동시작업을 금지해야 하고 자재나 수공구를 설비배관 상부에 무단으로 적재해서는 안된다.

네 번째 위험요인으로는 랜탈기 운전도중 부주의에 의한 충돌 재해와 낙하재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 충분한 시야 확보하여 운전하고 무리한 이동과 운행을 금지해야 한다. 기술적 대책으로는 복합조작을 금지하고 작업반경 내 무단출입을 금지해야 하며 특히 작업차 상부에서 사다리나 말비계의 사용은 절대 금지해야 한다. 그리고 작업 중에 불시로 승.하강 하는 조작을 금지하며

리미트 스위치의 부착과 정상적인 작동여부를 수시로 확인해야 한다. 마지막으로 작업대 상단에는 과적을 금지하고 안전난간과 발끝막이판을 반드시 설치해야 한다.

5.1.13. 맨홀 및 관 부설 작업 재해 특성 및 안전 대책

맨홀 및 관 부설 작업의 경우 위험도 지수 15로써 위험등급은 상의 결과가 도출되었다. 발생 재해 형태 및 기인물별 비율을 살펴보면, 다음 Table 5-13과 같다. 발생 재해 형태별로는 붕괴, 추락, 전도, 협착 재해가 각각 18% 차지하였으며, 낙하와 충돌 재해가 12%를 차지하였다. 그리고 기인물별로는 법면에 의한 재해가 18%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로 수로관 12%로 나타났다.

Table 5-13. 맨홀 및 관 부설 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율

발생 재해 형태		기인물	
재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
붕괴	18	법면	18
추락	18		
전도	18	수로관	12
협착	18		
낙하	12	기타	70
충돌	12		
근골격	4		

소규모 건설현장에서 맨홀 및 관 부설 작업 시 발생한 재해의 특성을 살펴보면 재해형태가 붕괴, 추락, 전도, 협착, 충돌, 낙하 등 다양한 형태의 재해가 발생되고 있고 재해강도가 매우 높으며 토사가 붕괴되거나 건설기계에 의한 협착, 충돌 재해 위험성이 매우 높다. 그러나 굴착공사에서 발생하는 토사붕괴에 의한 중대재해는 거의 발생하지 않는다.

소규모 건설 현장에서 맨홀 및 관 부설 작업 시 발생했던 과거 주요 재해사례를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 상수도관 등을 인력 운반 및 작업 중 실족에 의한 전도, 굴착 개구부로 추락

- ② 수로관 설치작업 중 적재된 수로관이 굴러 수로관에 의해 손가락이 협착
- ③ 관로 부설 작업 중 굴삭기 버킷에 머리 충돌
- ④ 트랜치 굴착 후 굴착하부에서 관로 부설작업 중 굴착 범면 토사가 붕괴
- ⑤ 굴삭기 이용하여 흙관 등 자재를 들던 중 체결 로프가 파단 되면서 낙하
- ⑥ 굴삭기 이용하여 관로 인양 작업 중 운전원의 오조작에 의해 관로 낙하

따라서 맨홀 및 관 부설 작업의 재해 감소를 위해서는 붕괴, 추락, 전도, 협착, 낙하, 충돌 재해에 대한 중점 관리가 필요하며, 범면과 수로관에 의한 재해 예방을 위한 대책 수립이 필요하다.

맨홀 및 관 부설 작업의 하위 단위작업은 맨홀 및 관 부설 굴착 작업, 맨홀 및 관 부설 작업으로 나누어지며, 각 단위 작업 별 위험요인에 대한 관리적·기술적 안전 대책은 다음과 같다.

맨홀 및 관 부설 작업의 굴착 작업은 위험도 하가 도출 되었는데 이 작업의 경우 재해 발생 위험이 낮고 위험요인이 없으므로 평소 소규모 건설현장에서 행해지는 작업형태로 실시하면 된다.

맨홀 및 관 부설 작업은 위험도 상이 도출 되었는데 첫 번째 위험 요인으로 관로 운반 중 실족과 통로바닥의 장애물에 의한 전도 재해가 발생할 위험요인이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 통로바닥 및 2미터 이내에 장애물을 제거하고 정리정돈을 실시하며 통로바닥은 통행하기 좋은 상태로 유지되어야 한다. 그리고 운반 시 적정량을 취급(남자:체중의 약 40%정도인 25Kg, 여자:체중의 24% 정도 취급)해야 하며 가능한 인력운반을 지양하고 운반물의 종류와 형상, 중량에 적합한 운반기계 기구 사용해야 한다. 또한 인력운반 시 2인 1조 운반하고 이동 시 주의해야하며 운반통로 주위에 개구부가 있을 경우에는 개구부에 덮개 또는 안전난간을 설치해야 한다.

두 번째 위험요인으로 트랜치 굴착 후 굴착하부에 관을 부설하는 작업도중에 범면이 붕괴하는 재해가 발생할 위험요인이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 안전굴착방법 등 작업계획서를 작성하고 작업 전에 근로자를 대상으로 특별안전교육을 실시해야 한다. 기술적 대책으로는 굴착면의 안전기울기 및 작업시방서를 준수하고 1.5미터 이상을 굴착하거나 함수율이 높은 토질과 이질지층의 경우에는 조립식 흙막이 가시설을 반드시 설치해야 한다⁴³⁾. 그리고 굴착면 상단부에 굴착 토

사나 건설기계 등 중량물을 적치하지 말아야 하고 굴착 상하부로 안전하게 통행하기 위하여 사다리 등 승강설비 설치와 굴착구간 주위에 배수용 측구를 설치해야 하며 굴착법면에는 비닐 슈트 등으로 방호조치를 취해야 한다.

세 번째 위험요인으로 작업 및 통행 중 굴착된 개구부로 추락하는 재해가 발생할 위험요인이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 굴착 선단부의 개구부에 안전난간대 등 안전시설물을 설치하고 작업 완료 후에는 조속히 되메우기를 실시해야 한다.

네 번째 위험요인으로 굴삭기 사용 중 버킷과 관로에 충돌하거나 인양하물의 낙하 재해가 발생할 위험요인이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 작업시작 전 굴삭기의 상태와 각종 기능의 정상작동 여부를 점검한 후 작업을 실시해야 한다. 그리고 건설기계의 종류 및 성능, 운행경로, 안전작업방법 등이 포함된 작업계획서를 작성하고 작업 전에 안전교육을 실시하며 승차석 외에는 탑승을 금지하고 운전자는 운전석을 이탈해서는 안된다. 기술적 대책으로는 굴삭기의 작업반경내에 출입을 금지하고 유도자를 지정하여 유도 하에 작업하며 운전자는 유도자의 신호를 준수해야 한다. 그리고 자재 인양하여 운반 시 인양하부로 근로자 출입하지 못하도록 출입을 통제하며 관로 체결 시 빠지거나 풀리지 않도록 견고하게 결속하고 해지장치를 사용해야 한다⁴³⁾. 또한 손상, 마모, 부식, 키크된 체결로프와 슬링벨트는 절대 사용해서는 안되며 굴삭기를 크레인 용도로 사용하는 등 주된 용도 외에는 사용을 금지하고 관로의 위치 조정 시 지렛대 등으로 안전하게 작업해야 한다.

다섯 번째 위험요인으로 관로를 보관하거나 취급 시 구름으로 인한 협착, 충돌 재해가 발생할 위험요인이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 구름멈춤대, 췌기 등을 이용하여 구름방지조치를 실시하고 구르는 방향인 경사면 아래에는 근로자가 출입하지 않도록 통제해야 하며 굴착면 선단부에 관로의 적재를 금지와 과적을 해서는 안된다.

43) 고용노동부, “토목공사 안전 작업 교육 자료”, 2009.

44) 서종민, “중대재해 사례를 통한 굴삭기 안전사고 원인 분석”, 한국건설관리학회 춘계학술대회 논문집, 2007.

5.1.14. 포장 작업 재해 특성 및 안전 대책

포장 작업의 경우 위험도 지수 10으로써 위험등급은 상의 결과가 도출되었다. 발생 재해 형태 및 기인물별 비율을 살펴보면, 다음 Table 5-14와 같다. 발생 재해 형태별로는 전도 재해가 50%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 충돌과 협착 재해가 각각 25%를 차지하였다. 그리고 기인물별로는 바닥통로에 의한 재해가 50%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로 롤러와 살포기에 의한 재해가 각각 25%로 나타났다.

Table 5-14. 포장 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율

발생 재해 형태		기인물	
재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
전도	50	바닥,통로	50
충돌	25	롤러	25
협착	25	살포기	25

소규모 건설현장에서 포장 작업 시 발생한 재해의 특성을 살펴보면 일반적으로 건설 현장에서는 건설기계에 의한 충돌, 협착 재해가 주로 발생되나 소규모 현장에서는 전도 재해가 많이 발생되고 있으며, 재해발생 빈도율(1.10) 대비 강도율(5.25)이 매우 크게 나타나기 때문에 재해 발생 시 중대재해로 이어지는 경향이 높다. 그리고 재해발생 빈도와 강도 지표는 건설공사 전체 평균치보다 높게 발생된다.

소규모 건설 현장에서 거푸집 작업 시 발생했던 과거 주요 재해사례를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 아스콘 포장 작업 중 후진하는 롤러에 충돌하여 사망
- ② 포장 작업 도중 실족에 의해 전도
- ③ 콘크리트 포장 후 양생위해 덮어놓은 비닐 위를 걷다가 미끄러져 전도
- ④ 포장작업 기계인 살포기 시동을 거는 중 벨트에 손이 협착

따라서 포장 작업의 재해 감소를 위해서는 전도, 충돌, 협착의 재해에 대한 중점

관리가 필요하며, 통로 바닥, 물러, 살포기에 의한 재해 예방을 위한 대책 수립이 필요하다.

포장 작업의 하위 단위작업은 포장설비 반입 작업, 포장 시공 작업으로 나누어지며, 각 단위 작업 별 위험요인에 대한 관리적·기술적 안전 대책은 다음과 같다.

포장 작업의 포장 설비 반입 작업은 위험도 하가 도출 되었는데 이 작업의 경우 재해 발생 위험이 낮고 위험요인이 없으므로 평소 소규모 건설현장에서 행해지는 작업형태로 실시하면 된다.

포장 작업의 포장 시공 작업은 위험도 중이 도출 되었는데 첫 번째 위험 요인으로 포장 작업 중 미끄러져 전도 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로 작업장 및 통로바닥에 장애물 제거하고 정리정돈을 철저히 해야 하며 미끄럼 방지조치를 실시해야 한다.

두 번째 위험요인으로 아스콘 포장 작업 시 건설기계에 의한 충돌 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 안전모 등 개인보호구를 반드시 착용해야 하고 장비 운행경로와 근로자 이동경로가 중첩되므로 철저한 안전교육을 실시해야 하며 신호유도자를 배치하고 안전한 장소에서 유도하도록 해야 한다. 그리고 물러나 휘니셔, 덤프 등 차량계 건설기계를 사용할 경우에는 건설기계의 종류 및 성능, 운행경로, 안전작업방법 등이 포함된 작업계획서를 작성하고 작업 전에 반드시 안전교육을 실시해야 하며 작업시작 전 건설기계의 브레이크 및 클러치 등 각종 기능의 정상작동상태를 사전에 반드시 점검해야 한다⁴⁵⁾. 기술적 대책으로는 운전원은 유자격자의 숙련공에 의하여 운전하도록 하고 건설기계를 후진할 경우에는 후진 경보음이 정상적으로 작동되도록 유지해야 하며 후미에 근로자가 무단으로 출입하고 있는지의 여부를 반드시 확인해야 한다. 그리고 작업장 내 운행속도(8~10km/h)를 준수하고 건설기계 근접하여 휴식은 절대 금지하며 야간작업과 악천후 시에는 가능한 작업을 금지해야 한다. 특히 건설기계의 작업반경내에는 근로자의 출입을 철저히 통제해야 하고 다짐롤러 운행 시에는 단조로운 반복작업과 느린 속도에 의해 협착과 충돌재해가 오히려 많이 발생되고 있으므로 주의해야 한다.

45) 한국산업안전보건공단, “아스팔트 콘크리트 포장공사 안전작업지침”, 2000.

5.1.15. 안전가시설 작업 재해 특성 및 안전 대책

안전가시설 작업의 경우 위험도 지수 12로써 위험등급은 상의 결과가 도출되었다. 발생 재해 형태 및 기인물별 비율을 살펴보면, 다음 Table 5-15와 같다. 발생 재해 형태별로는 추락 재해가 80%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 낙하가 20%를 차지하였다. 그리고 기인물별로는 이동식비계와 작업발판에 의한 재해가 각각 40%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로 강관에 의한 재해가 20%로 나타났다.

Table 5-15. 안전가시설 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율

재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
추락	80	이동식비계	40
낙하	20	작업발판	40
		강관	20

소규모 건설현장에서 안전가시설 작업 시 발생된 재해의 특성을 살펴보면 중대 규모 건설현장에 비하여 재해자의 비율이 현저하게 낮게 나타나고 있으며 낙하물 방지망 작업과 비계작업 등의 위험공종이 매우 적다. 단순하고 위험도가 낮은 공종으로 구성되어 있으나 재해빈도와 강도는 위험성에 비하여 높게 나타나고 있다.

소규모 건설 현장에서 안전가시설 작업 시 발생했던 과거 주요 재해사례를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 작업발판을 설치하다가 부주의로 4미터 높이에서 추락
- ② 2미터 높이의 작업발판 설치 중 미끄러지면서 추락
- ③ 이동식 비계 조립하다가 신발이 미끄러져 바닥으로 추락
- ④ 비계 하단부에서 작업하다가 비계 상부에서 작업발판 조립 자재가 낙하하여 손가락 골절
- ⑤ 이동식비계를 해체하기 위하여 틀비계 측면에서 매달려 해체 중 과하중에 의해 편심 발생으로 7미터 높이에서 추락 사망

따라서 안전가시설 작업의 재해 감소를 위해서는 추락, 낙하의 재해에 대한 중점 관리가 필요하며, 이동식 비계와 작업발판에 의한 재해 예방을 위한 대책 수립이

필요하다.

안전가시설 작업의 하위 단위작업은 안전가시설 설치 작업, 안전가시설 해체 작업으로 나누어지며, 각 단위 작업 별 위험요인에 대한 관리적·기술적 안전 대책은 다음과 같다.

안전가시설 작업의 안전가시설 설치 작업은 위험도 중이 도출되었는데 첫 번째 위험 요인으로 작업발판 조립 중 부주의로 추락재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로는 말비계, 각립 비계, 안전하게 설계된 계단식 안전사다리 등을 이용하여 발판을 조립해야 하고 손상, 변형, 부식, 파손된 자재는 사용을 금지하며 발판의 폭은 40센티미터 이상 확보하여 2개소 이상 견고히 고정해야 한다. 그리고 조립순서를 준수하고 단부에는 안전난간을 설치하고 안전대를 착용해야 한다⁴⁶⁾.

두 번째 위험요인으로 이동식 비계 조립 작업 중 추락과 자재의 낙하 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 안전조립방법 및 순서를 준수하고 작업장에는 관계자 외에 출입을 금지해야 한다. 기술적 대책으로 폭 20센티미터 이상의 말비계와 각립비계, 계단식 안전사다리등 보조발판을 사용하여 조립해야 하고 규격에 맞는 부품을 사용해야 한다. 그리고 접속부는 전용철물을 사용하여 견고하게 체결하면서 조립하고 발판은 2개소 이상 고정하며 손상된 재료의 사용금지과 승하강시 달줄 또는 달포대를 사용해야 한다. 또한 악천후 시에는 작업을 금지해야 하며 경사면 이동식비계 설치의 수평을 유지하고 높이는 밑변길이의 4배 이상 초과하여 조립하지 말아야 한다. 더불어 자재의 과적을 금지하고 승강용 사다리는 견고하게 설치하며 바퀴구름방지조치와 아웃트리거 및 안전난간을 견고하게 설치해야 한다.

안전가시설 작업의 해체작업은 위험도 중이 도출 되었는데 위험요인으로 이동식 비계 해체 중 불안전 자세동작에 의해 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로 해체 작업 시 무리한 해체나 탑승채 해체를 절대 금지해야하고 말비계 등 보조 작업발판 사용하여 해체 하여야 하며 측면에 매달린 상태로 해체작업을 해서는 안된다. 그리고 상하부 동시 작업은 절대 금지하고 낙하위험이 없도록 달줄이나 달포대를 사용해야 하며 안전 해체순서 및 해체방법을 반드시 준수해야한다.

46) 한경보, “건설안전기술론”, 세진사, 1998.

5.1.16. 기존 구조물 철거, 보수 작업 재해 특성 및 안전 대책

기존 구조물 철거, 보수 작업의 경우 위험도 지수 15로써 위험등급은 상의 결과가 도출되었다. 발생 재해 형태 및 기인물별 비율을 살펴보면, 다음 Table 5-16과 같다. 발생 재해 형태별로는 추락 재해가 33%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 전도가 17%, 낙하가 11%를 차지하였다. 그리고 기인물 별로는 벽돌벽체, 통로바닥, 사다리에 의한 재해가 각각 11%로 나타났다.

Table 5-16. 기존 구조물 철거, 보수 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율

발생 재해 형태		기인물	
재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
추락	33	벽돌벽체	11
전도	17	통로바닥	11
낙하	11	사다리	11
기타	39	기타	67

소규모 건설현장에서 기존 구조물 철거, 보수 작업 시 발생한 재해의 특성을 살펴보면 철거, 보수공사는 주로 소형 구조물에서 많이 시공되어지고 있으며 대형 해체 장비인 압쇄기나 대형브레이커, 철제햄머, 화약류의 사용빈도가 적고 핸드브레이커나 절단톱, 굴삭기, 해머 등 소형장비에 의한 해체작업이 많이 이루어지고 있기 때문에 단순한 재해가 많이 발생되고 있고 강도는 비교적 낮게 나타난다.

소규모 건설 현장에서 기존 구조물 철거, 보수 작업 시 발생했던 과거 주요 재해 사례를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 컷팅기 이용하여 콘크리트 벽체 절단 중 덮개 이탈에 의한 날 접촉하여 베임
- ② 그라인더 사용 중 무리한 작업에 의한 날에 파손 비래되어 얼굴 베임
- ③ 벽돌벽체 철거 중 벽체가 붕괴되어 깔리거나 벽돌이 낙하하여 머리 강타
- ④ 구조물 철거도중 2미터 높이에서 추락
- ⑤ 철거된 고철 정리정돈 또는 이동 중 바닥이 미끄러져 전도
- ⑥ 철거 작업도중 작업발판에서 추락하여 팔목 골절
- ⑦ 2미터 높이의 구조물을 철거하는 과정에서 중심을 잃고 추락
- ⑧ 사다리 이용하여 판넬 철거도중 무게를 이기지 못하고 판넬과 함께 추락
- ⑨ 이동식 비계 상부에서 천정 석고보드 철거 작업 중 바닥으로 추락

따라서 기존 구조물 철거, 보수 작업의 재해 감소를 위해서는 추락, 전도, 낙하의 재해에 대한 중점 관리가 필요하며, 벽돌벽체, 통로바닥, 사다리에 의한 재해 예방을 위한 대책 수립이 필요하다.

기존 구조물 철거, 보수 작업은 세부 단위 작업으로 구분하기 어려우므로 공중을 하나의 단위작업으로 규정해야 한다. 위험도는 상이 도출되었는데 첫 번째 위험요인으로 벽체 철거 중 붕괴 및 낙하 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 해체계획서(철거대상물 구조 및 배치상태, 안전해체방법, 순서, 내외장재, 노후정도, 진동소음분진 발생 유무, 낙하반경, 부지상황, 해체기기계구 등) 작성하고 작업 전 특별교육을 실시해야 한다. 기술적 대책으로는 작업 구역을 설정하고 작업 구역 내 관계자 외 출입을 통제해야 하며 강풍, 폭우 등 악천 후시에는 작업을 금지해야 한다. 그리고 외벽이나 기둥 해체 시 낙하위치와 파편 비산거리를 예측하여 출입 금지 구역을 설정해야 하고 벽체 등 구조물 전도 시 작업자가 반드시 대피 후 전도해야 한다. 또한 분진억제 살수 시설을 설치하고 작업자 간 적정한 신호방법을 결정하여 준수해야 하며 벽체 철거용 컷팅기 사용 시 무리한 자세동작을 금지해야 한다⁴⁷⁾.

두 번째 위험요인으로 작업발판 미설치와 불안전 설치된 작업발판 상부에서 작업도중 추락 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로 2미터 이내 작업 시에는 폭 40센티미터 이상의 말비계를 조립하여 사용해야 하고 양측 끝부분에 올라서서는 작업을 금지하며 2미터 이상 작업 시에는 이동식비계 등 작업발판 견고하게 조립하여 사용해야 한다. 그리고 이동식비계바퀴의 움직임 상태를 확인하여 고정하고 아웃트리거를 설치하며 최상부에는 견고한 구조의 안전난간 설치해야 한다. 또한 경사면 작업발판은 항상 수평을 유지하고 밀실하게 설치해야 하며 상부 작업발판에서 사다리를 사용하거나 안전난간을 딛고 하는 작업은 절대로 금지해야 한다. 더불어 이동식비계 작업발판상부에 자재 과적을 금지하고 적재하중은 250킬로그램 초과해서는 안되며 사다리를 작업발판으로 사용해서는 절대 안된다.

세 번째 위험요인으로 사다리를 작업발판으로 사용하다가 추락하는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로 단시간 작업이나 이동통로 이외에는 사다리 사용을 절대 금지하고 장시간 작업 시에는 이동식 비계와 말비계

47) 신승우, “건설 공사 안전관리”, 청문각, 2005.

등을 이용하여 작업발판을 견고히 조립하여 작업해야 한다. 그리고 단시간 작업의 사다리 사용 시에는 알루미늄 재질의 계단식 안전사다리를 사용하고 반드시 아웃트리거와 펼쳐지지 않도록 철물 등을 사용하여 견고하게 연결하며 출입구 부근 작업 시 반드시 2인1조로 작업해야 한다.

네 번째 위험요인으로 그라인더와 컷팅기의 잘못 사용에 의해 회전하는 날에 베임 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 그라인더 등 기계기구 안전사용방법 및 위험성에 관한 교육을 실시해야 한다. 기술적 대책으로 안전덮개를 해제된 상태에서 사용을 금지해야 하고 마모된 날은 즉시 교체하며 무리한 힘에 의한 사용은 금지해야 한다. 그리고 그라인더와 컷팅기는 주용도 외에는 사용을 금지해야 하고 덮개와 날 교체 시에는 견고하게 조이고 조임 상태를 반드시 확인 후 작업을 실시해야 한다.

5.1.17. 지붕 작업 재해 특성 및 안전 대책

지붕 작업의 경우 위험도 지수 20으로써 위험등급은 상의 결과가 도출되었다. 발생 재해 형태 및 기인물별 비율을 살펴보면, 다음 Table 5-17과 같다. 발생 재해 형태별로는 추락 재해가 78%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 전도가 12%를 차지하였다. 그리고 기인물별로는 지붕에 의한 재해가 67%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로 사다리에 의한 재해가 17% 순으로 나타났다.

Table 5-17. 지붕 작업의 재해 형태 및 기인물 별 발생 비율

재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
추락	78	지붕	67
전도	12	사다리	17
낙하	5	기타	16
베임	5		

소규모 건설현장에서 지붕 작업 시 발생한 재해의 특성을 살펴보면, 추락재해가 거의 대부분을 차지하고 있으며 창고, 상가, 주택, 축사, 화장실 등 생산 구조물의 크기가 매우 작은 소규모 건설현장에서 주로 발생한다. 또한 근로자 안전의식 결여

에 의한 안전보호구 미착용으로 인한 재해가 많이 발생되며 충분히 예방 가능한 재해가 다발되는 것이 특징이다. 지붕 작업은 소규모 건설현장 공종 중 기계설비 작업과 함께 위험도가 가장 높은 공종이다.

소규모 건설 현장에서 지붕 작업 시 발생했던 과거 주요 재해사례를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 지붕 보수작업 위해 점검 도중 지붕 붕괴에 의한 추락
- ② 슬레이트 지붕 단부에서 작업하는 과정에서 실족하여 아래로 추락
- ③ 지붕 단부에서 단열재 운반 중 중심을 잃고 지면으로 추락
- ④ 지붕 강판 해체 중 부실 시공된 강판 가장자리를 밟아 강판과 같이 추락
- ⑤ 지붕 철거위해 슬레이트 지붕 이동 중 슬레이트가 부러져 추락
- ⑥ 지붕 케노피 제거 작업 중 케노피가 붕괴되어 케노피와 같이 추락
- ⑦ 축사 지붕 철판조립 작업 중 실족으로 3미터 높이에서 추락
- ⑧ 지붕상부 작업자에게 자재 전달 후 사다리를 타고 내려오다 미끄러져 추락
- ⑨ 옥상지붕 청소 작업위해 사다리 오르다가 실족하여 추락
- ⑩ 사각 정자 지붕 시공위해 사다리 이용 오르다가 사다리가 뒤로 미끄러지면서 추락

따라서 지붕 작업의 재해 감소를 위해서는 추락, 전도, 낙하, 베임의 재해에 대한 중점 관리가 필요하며, 지붕과 사다리에 의한 재해 예방을 위한 대책 수립이 필요하다.

지붕 작업은 세부 단위 작업으로 구분하기 어려우므로 공종을 하나의 단위작업으로 규정해야 한다. 위험도는 상이 도출 되었는데 첫 번째 위험요인으로 지붕 철거와 보수작업 중 붕괴, 전도, 추락, 낙하 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 관리적 대책으로 지붕구조와 형태, 작업순서, 방법 등 안전작업계획서 작성하고 작업 전 특별교육을 실시해야 하며 작업계획서에 의해 시공되어야 한다. 기술적 대책으로 경사지붕 단부에 안전난간과 발끝막이판을 설치하고 설치 곤란 시에는 안전대 부착시설인 로프를 설치하여 안전대를 반드시 착용한 상태에서 작업해야 하며, 경사 지붕에서 작업할 경우에는 폭 30센티미터 이상의 디딤발판을 반드시 설치하여 작업하거나 하부에 안전방망을 설치해야 한다. 그리고 지붕 상하부로 이동시에는 폭이 30센티미터 이상의 지붕사다리를 설치하여 이동하고 지붕 상단에 불필요한 자재를 방치해서는 안되며 과적을 금지해야 한다. 더불어 지붕 단부의 추락위험구역 작업 시에는 이동식비계나 틀비계를 조립하여 작업하고 사다리

사용은 절대 금지해야 하며 작업구역을 설정하여 반경 내에 출입을 통제해야 한다. 마지막으로 지붕 상하부 동시작업 금지하고 자재의 무단투하 금지와 악천후 시에는 작업을 금지해야 한다.

두 번째 위험요인으로 지붕 이동통로인 사다리에서 오르내리다가 실족과 미끄러짐에 의해 추락하는 재해가 발생할 위험이 있다. 이를 예방하기 위한 기술적 대책으로 지붕 상부로 자재 인양 시에는 크레인이나 달줄, 달포대 사용하여 인양하고 중량물의 운반 시에는 사다리 사용을 절대 금지해야 한다. 그리고 이동통로인 사다리는 각재로 조립된 사다리는 절대 사용해서는 안되며 견고한 철제용 사다리를 사용하되 기둥 하단부와 답단에 미끄럼 방지조치를 실시해야 한다. 또한 사다리 움직임 없도록 고정을 철저히 하고 걸친 높이는 60센티미터 이상, 설치각도는 75도 이내로 설치해야 한다⁴⁸⁾. 더불어 사다리 승·하강 시 2인 이상 동시에 승·하강을 금지하고 사다리를 작업발판으로 절대 사용해서는 안되며 전도 방지대를 필히 설치해야 한다. 하지만 가급적 사다리 사용을 지양하고 가설계단을 조립하여 사용할 수 있도록 하며 사다리 발판의 간격은 일정하게 유지하고 폭은 30센티미터 이상으로 설치해야 한다.

48) 한국산업안전보건공단, 지붕작업 시 추락 재해 실태조사 및 안전모델 연구, 2011.

5.2. 위험 공종 별 안전작업 매뉴얼 개발

위험성 평가 분석결과와 통계분석 결과를 통하여 얻어진 17개 위험 공종에 대하여 관리적·기술적 대책을 도출하고 다음 Fig. 5-1과 같이 안전작업 매뉴얼을 개발하였다

<소규모 건설현장 안전작업 매뉴얼>

1. 거푸집 작업

공종명	거푸집 작업	위험도 지수	15	공종 위험등급		상(★★★)	
세부 단위 작업				발생재해 형태		기인물	
자재 반입. 가동. 운반	→ 거푸 집동 바리 조립	→ 거푸 집동 바리 해체	→ 거푸집 동바리 인양	재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
				추락	24	거푸집	24
				낙하	24	바닥통로	10
				전도	15	등근줄	8
				충돌	12	사다리	8
				베임	5	동바리	7
				절단	5	작업발판	5
				비래	5	비계	5
기타	10	기타	33				
세부 단위 작업	세부 단위 작업 별 대책						
	위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책			
거푸집동바리 해체	상 (★★★)	해체 작업 중 자재 낙 하	1.해체작업방법 및 순서. 기계기구 안전사용법 등 안전교육 철저 2.개인보호구 착용 철저 3.무리한 자세 및 행동 금 지	1.자재 낙하위험 장소 예 측 후 적정 장소 선정하여 해체 2.해체순서 및 방법 준수 3.상하부 동시작업 금지 4.해체 수공구 사용시 무 리한 충격이나 큰 힘에 의 한 지렛대 사용금지 5.낙하물 방지망 설치			
▶ 소규모 현장 재해특성							
<ol style="list-style-type: none"> 1. 자재의 인력운반 빈도가 많으며 운반도중 전도재해 많이 발생됨. 2. 거푸집동바리 인양, 하역시 크레인 등 양중기 사용빈도 적음 3. 구조검토 및 조립도가 거의 미작성 됨. 4. 갱폼, 대형 축벽거푸집, 고소작업 등 위험작업이 상대적으로 적음 5. 거푸집 동바리 시공방법이 단순하고 조립상태가 매우 불량함 6. 미검정폼 및 노후화된 자재를 많이 사용되고 있음 7. 추락,낙하,전도 등 단순 반복적 재해가 다발됨 8. 개인 보호구 미착용 9. 콘크리트 타설 중 거푸집동바리 붕괴재해가 거의 발생되지 않음 							
▶ 주요 재해 사례							
<ol style="list-style-type: none"> 1. 거푸집동바리 운반, 이동중 실족 및 이동통로 정리정돈 불량, 장애물에 걸려 전도. 2. 등근줄 목재 가공중 톱날에 손가락 접촉하여 베임,절단 3. 무리한 중량물 운반에 의한 전도 및 자재낙하에 의한 발가락 골절 4. 사다리 및 계단 동행 중 부주의 실족에 의한 전도, 추락 5. 스라브 단부 등 개구부 주위에서 작업중 실족, 미끄러짐에 의한 추락 6. 사다리 및 강관비계 상부 조립 작업중(작업발판 미설치) 전도, 추락 7. 망치로 못, 거푸집 연결핀 등 철물 무리한 타격으로 인한 파손 비래 8. 거푸집 동바리 해체 작업중 해체자재에 의한 낙하 및 자재에 걸려 넘어짐 9. 무리한 해체작업 및 수공구 잘못사용에 의한 충돌, 전도 10. 이동식 비계, 사다리 상부에서 해체 작업중 흔들림, 실족에 의한 중심을 잃고 추락 							

Fig. 5-1. 최초 개발된 소규모 건설현장 안전작업 매뉴얼.

Fig.5-1을 살펴보면 최 상단부에 공종명, 위험도지수, 공종 위험 등급을 기록하였고, 바로 하단부에 작업 절차와 발생재해 형태 및 기인물 발생 비율을 기록하였다. 그 다음 으로 세부공종 별로 위험등급, 위험요인, 관리적·기술적 대책을 작성하였으며, 바로 하단 부에 소규모 현장 재해특성 및 주요재해 사례를 작성하였다.

그리하여 초기 안전작업 매뉴얼을 전문가 집단에 배포하여 평가 결과 상대적으로 재해 감소도, 활용도, 편의도가 낮게 평가 되었는데, 이는 관리적·기술적 대책의 미흡, 한눈에 알아보기 어려운 형태, 세부 공종 별 미 구분에 의한 결과 로 판단되어 보완 과정을 수행하였다.

초기 안전작업 매뉴얼에 대한 보완 작업을 거쳐 다음 Fig.5-2와 같은 안전작업 매뉴얼을 최종 개발 및 확정하였다.

Fig. 5-2를 살펴보면 전체 구성은 초기 안전작업 매뉴얼과 비슷하나 전체 구성틀을 수정하였다. 먼저 대 공종별로 명확히 구분하고 다시 이를 대 공종 하위로 세부 단위 작업별로 명확히 구분하여 한눈에 알아보기 쉽게 구성하였다. 또한 대공종에 대한 위험성을 부각하기 위하여 대공종의 발생 재해 형태 및 기인물 비율과 소규모 현장 재해특성 및 주요재해사례를 한 페이지에 기록하였다. 그리고 다양한 참고문헌과 전문가 인터뷰를 통하여 관리적·기술적 대책을 추가 및 보완하였고 최종적으로 소규모 건설현장의 안전작업 매뉴얼 개발하였으며, 완성된 안전작업 매뉴얼을 부록에 수록하였다.

<소규모 건설현장 안전작업 매뉴얼>

1. 거푸집 작업 개요

공종명	거푸집 작업	위험도	지수	15	공종 위험등급		상(★★★)	
세부 단위 작업					발생재해 형태		기인물	
자재 반입, 가공, 운반 → 거푸집 조립 → 거푸집 해체 → 거푸집바리 인양					재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
					추락	24	거푸집	24
					낙하	24	바닥통	10
					전도	15	동근통	8
					충돌	12	사다리	8
					배임	5	동바리	7
					절단	5	작업팔	5
					비계	5	비계	5
기타	10	기타	33					
▶ 소규모 현장 재해특성								
1. 자재의 인력운반 빈도가 많으며 운반도중 전도재해 많이 발생됨. 2. 거푸집동바리 인양 하역시 크레인 등 양중기 사용빈도 적음 3. 구조검도 및 조립도가 거의 미작성 됨. 4. 쟁쟁, 대형 측벽거푸집, 고소작업 등 위험작업이 상대적으로 적음 5. 거푸집 동바리 사용방법이 단순하고 조립상태가 매우 불량함 6. 미검정품 및 노후화된 자재를 많이 사용되고 있음 7. 추락,낙하,전도 등 단순 반복적 재해가 다발됨 8. 개인 보호구 미착용 9. 콘크리트 타설 중 거푸집동바리 붕괴재해가 거의 발생되지 않음								
▶ 주요 재해 사례								
1. 거푸집동바리 운반, 이동중 실족 및 이동통로 정리정돈 불량, 장애물에 걸려 전도. 2. 동근통 목재 가공중 톱날에 손가락 접촉하여 배임,절단 3. 무리한 중량물 운반에 의한 전도 및 자재낙하에 의한 발가락 골절 4. 사다리 및 계단 통행 중 부주의 실족에 의한 전도, 추락 5. 스라브 단부 등 계구부 주위에서 작업중 실족, 미끄러짐에 의한 추락 6. 사다리 및 강관비계 상부 조립 작업중(작업팔판 미설치) 전도, 추락 7. 망치로 못, 거푸집 연결핀 등 철물 무리한 타격으로 인한 파손 비계 8. 거푸집 동바리 해체 작업중 해체자재에 의한 낙하 및 자재에 걸려 넘어짐 9. 무리한 해체작업 및 수공구 잘못사용에 의한 충돌, 전도 10. 이동식 비계, 사다리 상부에서 해체 작업중 흔들림, 실족에 의한 중심을 잃고 추락								

1-1. 거푸집 작업 하위 작업1 - 자재 반입, 가공, 운반 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
상(★★★)	통로 이동 중 불안전 통행에 따른 전도, 추락	1.근로자 안전의식 함양위한 내실 있는 교육 실시 2.안전모, 안전화 등 개인보호구 착용 3.근로자 안전 주의 통행 4.자재운반 경로선정 및 안전이동 통로 확보	1.통로바닥 및 2미터 이내에 장애물 제거하고 정리정돈 실시 2.통로바닥에 미끄럼 방지조치와 요철제거 3.계단에 설치된 기설구조물 돌출부에 충돌예방 타포린 설치 4.인력 운반의 적정 운반량은 남자의 경우 체중의 40%정도(여자는 24%) 취급 5.가능한 인력운반 지양하고 운반물의 종류와 형상,중량에 적합한 운반 기계 기구 사용 6.통로주위 계구부에 덮개 또는 안전난간 설치 7.자재 야적 시 고인목 사용 등 수평도 유지 8.통로에 75룩스 이상의 조명 확보
	자재 가공시 동근통에 의한 배임, 절단	1.안전사용방법 및 안전의식 함양위한 교육 실시 2.무리한 작업금지 3.작업전,중,후 순회점검 및 조치	1.동근통 날 접촉 방지위한 덮개설치 2.가공근로자 면장갑 착용금지 3.작업 중지 시 반드시 가동정지
	거푸집동바리 적재, 하역,운반시 전도 낙하 추락	1.불안전 동작, 상태에방위한 관리감독 철저 2.안전의식 함양위한 교육 및 안전보호구 착용 3.신호수 폐치	1.거푸집 적재시 견고하게 체결하고 손상 마모부식 등 불량로포 사용금지 2.운반차량에 적재, 하역 전담시 사다리 사용금지하고 안전작업에 조립 사용 3.인양자재 하부 근로자 출입통제

Fig. 5-2. 최종 개발된 소규모 건설현장 안전작업 매뉴얼.

5.3. 안전작업 최적 매뉴얼 효과성 검증

최종 완성된 매뉴얼에 대한 효과성을 검증하기 위하여 최종 완성된 매뉴얼을 현장 및 전문가 집단에 배포하고 사용 후 느낀점을 평가하도록 하였다. 평가 항목은 AHP기법에 활용되었던 편의도, 적합도, 적용도, 감소도, 만족도, 활용도를 사용하였다. 평가는 5점 척도로 실시하였으며, 1점은 매우 그렇지 않다 부터 5점 매우 그렇다로 평가되었고 높은 점수일수록 우수함을 나타낸다.

첫 번째 평가 척도로 편의도에 대한 집단 별 평가 결과는 다음 Fig. 5-3과 같다. 그 결과 전체 평균점수는 3.92로 3.5이상의 점수가 평가되었으며, 집단별 평가 점수를 살펴보면 재해예방 전문지도기관 전문가 4.28, 한국산업안전보건공단 기술위원 4.00, 고용노동부 근로감독관 3.75, 소규모 건설현장 소장 3.67순으로 평가하였다.

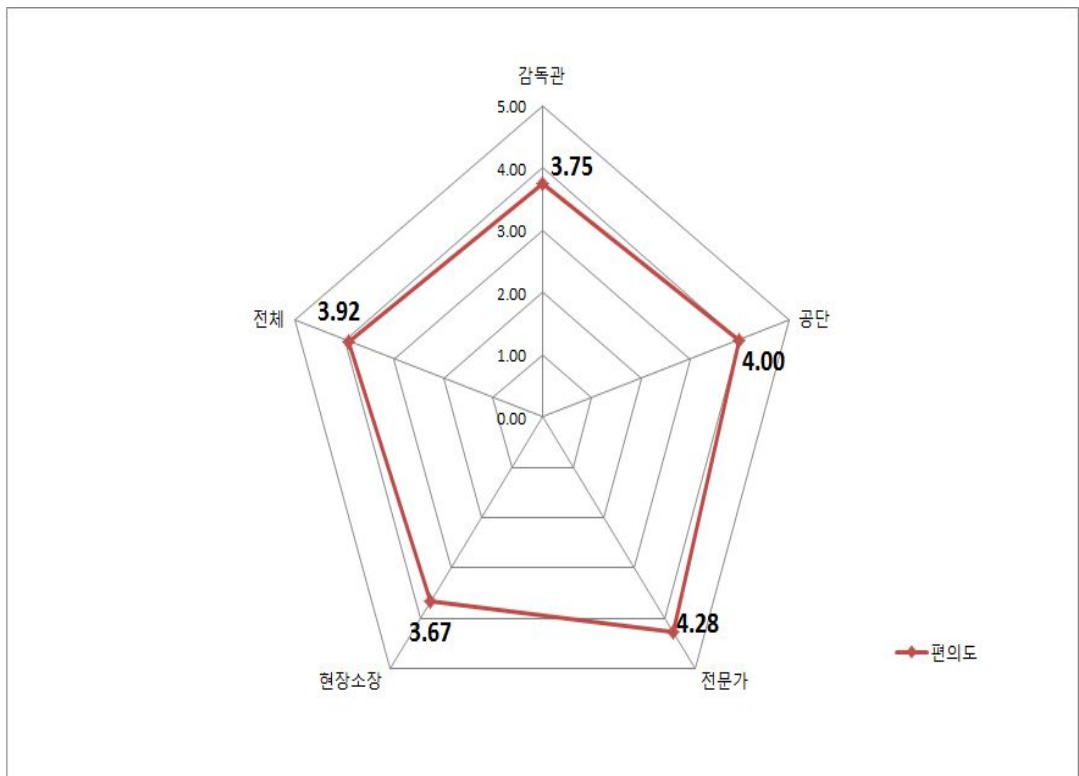


Fig. 5-3. 최종 매뉴얼에 대한 집단 별 편의도 평가.

두 번째 평가 척도로 적합도에 대한 집단 별 평가 결과는 다음 Fig. 5-4와 같다. 그 결과 전체 평균 점수는 3.56으로 3.5이상의 점수가 평가되었으며, 집단별 평가 점수를 살펴보면 재해예방 전문지도기관 전문가 3.91, 소규모 건설현장 소장 3.54, 한국산업안전보건공단 기술위원 3.50, 고용노동부 근로감독관 3.30순으로 평가하였다.

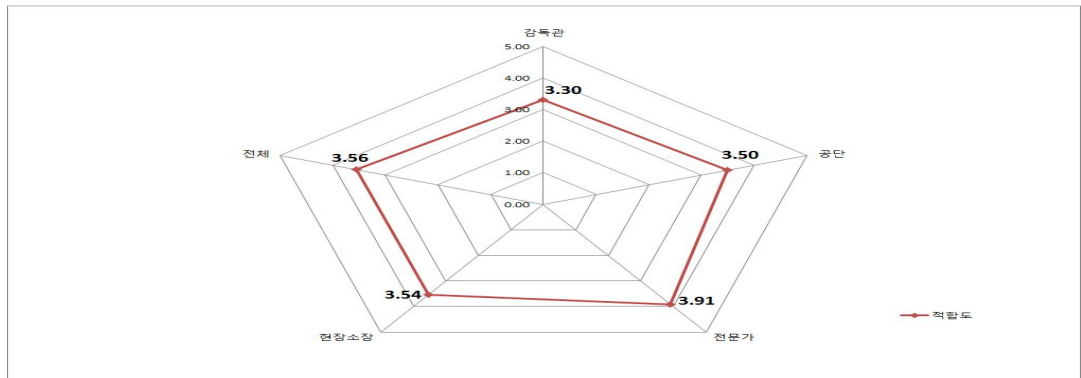


Fig. 5-4. 최종 매뉴얼에 대한 집단 별 적합도 평가.

세 번째 평가 척도로 적용도에 대한 집단 별 평가 결과는 다음 Fig. 5-5와 같다. 그 결과 전체 평균 점수는 3.89로 3.5이상의 점수가 평가되었으며, 집단별 평가 점수를 살펴보면 재해예방 전문지도기관 전문가 4.28, 소규모 건설현장 소장 3.78, 한국산업안전보건공단 기술위원 3.77, 고용노동부 근로감독관 3.75순으로 평가하였다.

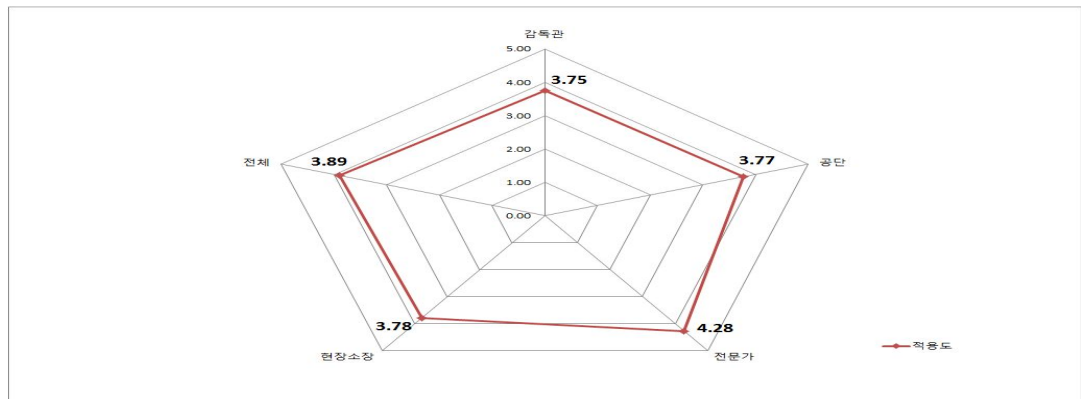


Fig. 5-5. 최종 매뉴얼에 대한 집단 별 적용도 평가.

네 번째 평가 척도로 감소도에 대한 집단 별 평가 결과는 다음 Fig. 5-6과 같다. 그 결과 전체 평균 점수는 3.66으로 3.5이상의 점수가 평가되었으며, 집단별 평가 점수를 살펴보면 소규모 건설현장 소장 3.89, 한국산업안전보건공단 3.63, 재해예방 전문지도기관 3.59, 고용노동부 근로감독관 3.52 순으로 평가하였다.

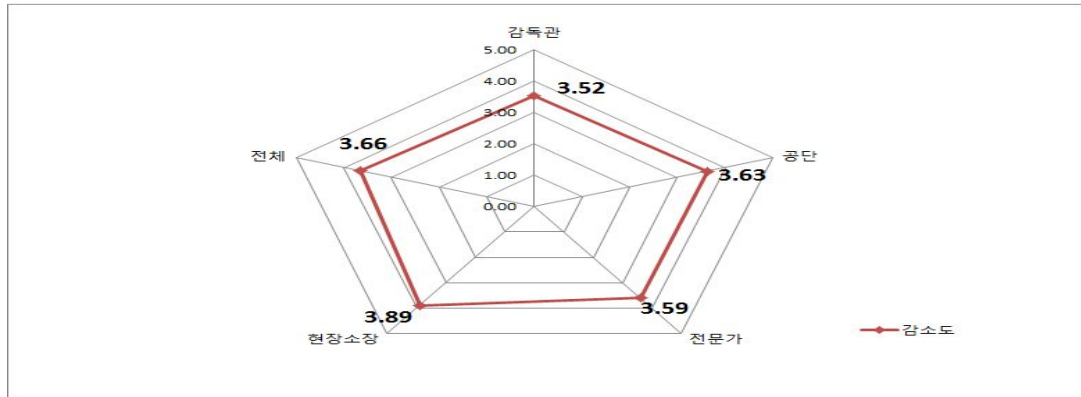


Fig. 5-6. 최종 매뉴얼에 대한 집단 별 감소도 평가.

다섯 번째 평가 척도로 감소도에 대한 집단 별 평가 결과는 다음 Fig. 5-7과 같다. 그 결과 전체 평균 점수는 3.87로 3.5이상의 점수가 평가되었으며, 집단별 평가 점수를 살펴보면 재해예방 전문지도기관 전문가 4.28, 소규모 건설현장 소장 3.78, 고용노동부 근로감독관 3.75, 한국산업안전보건공단 기술위원 3.68 순으로 평가하였다.

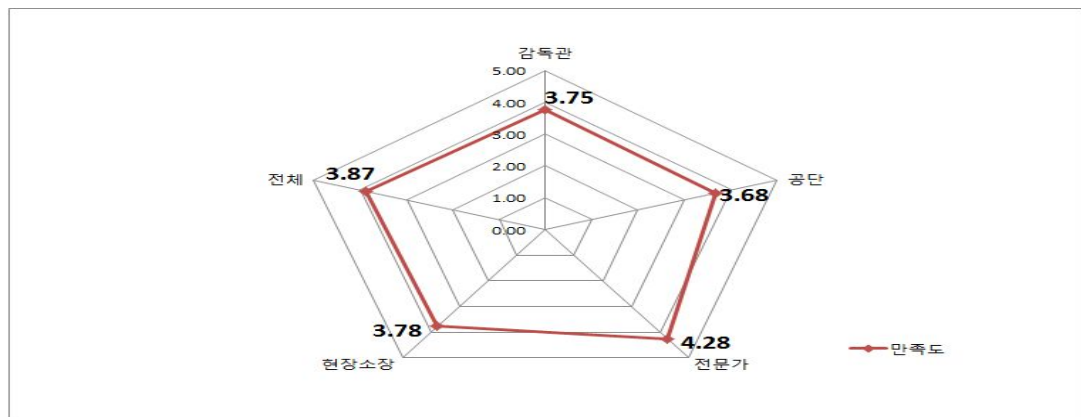


Fig. 5-7. 최종 매뉴얼에 대한 집단 별 만족도 평가.

여섯 번째 평가 척도로 활용도에 대한 집단 별 평가 결과는 다음 Fig. 5-8과 같다. 그 결과 전체 평균 점수는 4.07로 3.5이상의 점수가 평가되었으며, 집단별 평가 점수를 살펴보면 재해예방 전문지도기관 전문가 4.75, 소규모 건설현장 소장 4.22, 고용노동부 근로감독관 3.75, 한국산업안전보건공단 기술위원 3.57순으로 평가하였다.

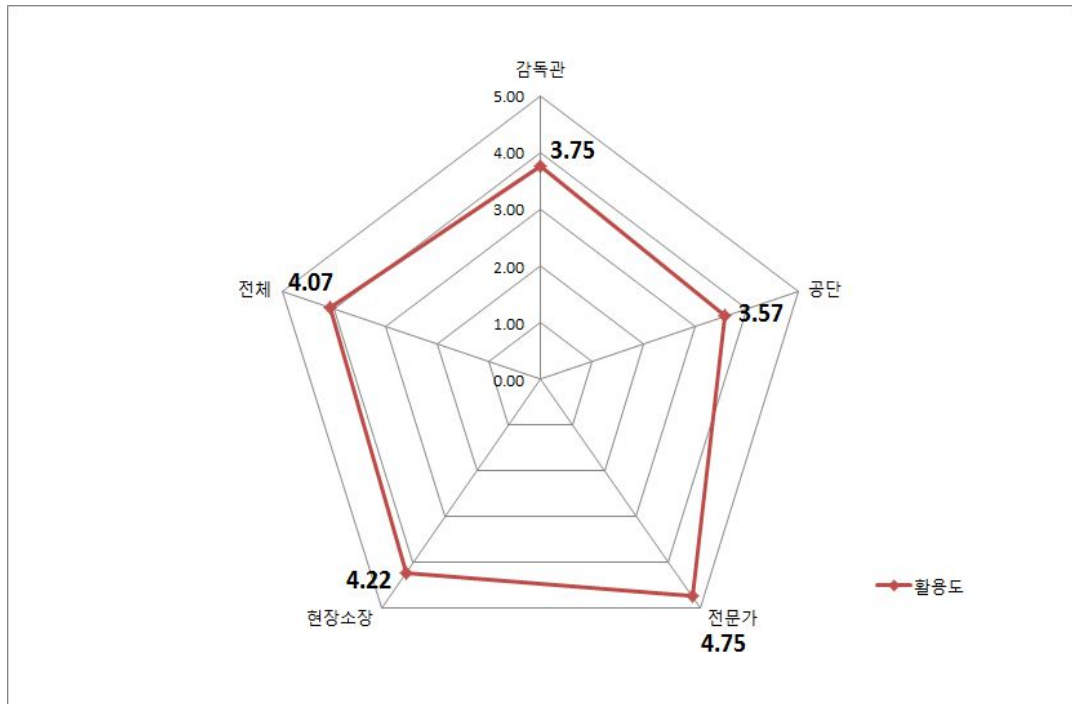


Fig. 5-8. 최종 매뉴얼에 대한 집단 별 활용도 평가.

위 결과를 종합해보면 집단 별 그리고 항목 별 다소 차이는 있으나 전체적으로 3.5이상의 점수로 평가되어 본 연구를 통하여 개발된 소규모 건설현장 최적 안전작업 매뉴얼은 양호함을 알 수 있었다.

VI. 결 론

소규모 건설현장에서 직면하고 있는 여러 가지 한계와 재해 특성을 고려하여 정량적인 분석 기법과 통계 기법을 통해 신뢰성과 객관성이 확보된 최적의 안전매뉴얼을 개발하기 위해 한국산업안전보건공단에서 제시한 52공종을 소규모 건설현장의 공종 특성에 맞게 59개로 세분화하여 가설을 세워 검증한 연구 결과는 다음과 같다.

1. 회귀분석을 통하여 59개 공종에 대한 각각의 표준가중치와 결과변수에 유의미한 영향을 주는 17개 공종에 대한 위험성 평가 분석 결과는 다음과 같다.

기계 설비작업(설비 포함)의 경우 위험도지수는 20으로 위험등급은 상으로 나타났으며, 표준가중치는 8.107로써 1순위로 도출되었다. 조적 및 미장(건축작업), 거푸집 작업, 지붕작업이 위험도지수는 15로 위험등급은 상으로 나타났으며, 표준가중치는 4.659에서 4.154로 2위부터 4위를 차지하였다.

금속 및 잡철물 작업, 수장 작업, 석재 및 타일 작업, 판넬 등 외부마감작업, 전기설비 작업. 맨홀 및 관 부설 작업, 기존 구조물 철거 및 보수 작업의 위험도 지수는 15로 위험 등급이 상으로 나타났으며, 표준가중치는 2.836에서 1.837까지 분포되어 5위부터 12순위를 차지하였다.

철근 작업, 도장 작업의 경우 위험도 지수는 12로 위험등급이 상으로 나타났으며, 표준가중치는 1.710, 1.695로 12, 14순위를 차지하였으나, 안전 가 시설 작업의 경우 위험도 지수가 12로 위험 등급이 상으로 나타났으며, 표준가중치가 2.053으로 9순위를 차지하였다.

포장 작업, 창호 및 유리 작업, 콘크리트 작업의 경우 위험도 지수는 각각 10, 9, 6으로 위험등급이 중으로 나타났으며, 표준가중치는 1.640에서 1.184로 분포되어 하위 순위를 차지하였다.

중·상 위험공종에 대하여 위험성 평가 분석과 회귀분석 결과 큰 차이는 없었으나 조경작업의 경우 위험성 평가는 상으로 도출되어 통계분석결과 변수에 유의미한 영향을 주지 않아 매뉴얼 개발 시 제외하였다. 따라서 정부에서 권장하고 있는 위험성 평가 기법의 신뢰성이 검증된 것으로 사료된다.

2. AHP기법에 활용된 변수 6가지를 기준으로 만족도를 평가한 결과 집단 간 점

수 차이는 다소 발생하였으나 전체적으로 3.5이상의 점수가 도출되어 만족할 만한 수준의 안전작업 매뉴얼임을 검증하였다.

따라서 본 연구 결과 개발된 안전작업 매뉴얼은 세분화된 수많은 전문공종 중에서 가장 위험한 공종을 과학적인 방법으로 선별 분류하여 소규모 건설현장에서 발생된 재해사례와 안전전문가의 의견, 안전문헌자료 등을 참고하여 적용하기 쉽고 경제성 있는 최적의 안전작업 매뉴얼이 설계되었다. 이렇게 개발된 안전작업 매뉴얼은 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있다.

첫째, 선택과 집중을 통해 재해감소에 기여할 수 있다. 수많은 공종에 대해서 안전대책을 강구하고 적용한다는 것은 실효성이 없을 뿐만 아니라 현실적으로 적용할 수 없기 때문에 59개의 세분화된 전문공종에 대해서 위험성 평가와 통계기법을 적용하여 17개의 위험공종을 선별하였고, 선별된 위험공종에 대해서 적절한 안전대책이 제시됨으로서 소규모 건설현장의 재해감소에 기여할 수 있다.

둘째, 객관성과 신뢰성이 확보된 안전작업 매뉴얼이다. 유해위험 요인을 파악하여 평가할 때 평가자의 주관적인 지식과 경험에만 의존하지 않고 실제로 발생된 재해사례를 분석하여 정량적으로 평가함으로써 객관성과 신뢰성이 확보된 안전매뉴얼을 설계하였다.

셋째, 안전관리의 적절한 방향을 제시하여 줄 수 있다. 소규모 건설현장은 대부분 영세 건설업자나 개인직영 공사로 시공하고 있으며, 조직과 관리 능력이 매우 취약하기 때문에 자체적으로 안전대책을 강구하여 시행하거나 위험성 평가를 하는 등 효율적인 안전관리를 기대할 수 없다. 그러므로 소규모 건설현장에서 수행하기 어려운 부분을 대신하여 소규모 건설현장에 적합한 최적의 안전작업 매뉴얼로 개발하여 적절한 안전관리의 방향을 제시하여 줄 수 있다.

넷째, 위험성 평가를 위한 기초자료로 활용할 수 있다. 산업안전보건법 개정으로 인하여 2014년 3월 13일 이후부터 소규모 건설현장에서 위험성 평가를 실시한 후 그 결과에 따라 안전조치를 하여야 하며, 관련 기록에 대해서 보존해야 하는 법적 의무를 가지기 때문에 관리능력이 취약한 소규모 건설현장에서도 쉽고 편리하게 모방하여 적용할 수 있고 안전보건에 대한 대책을 세우는데 기초자료로 활용할 수

있을 것이다.

다섯째, 정부의 위험성 평가에 대한 신뢰성을 뒷받침하는 자료로 활용할 수 있다. 통계분석 결과와 위험성 평가 결과가 비슷한 순위를 나타내고 있으므로 기존에 정부에서 제시하는 위험성 평가 기법에 대한 신뢰도를 확보한 자료로 판단된다.

마지막으로 아무리 좋은 안전매뉴얼이 개발되어 활용되어진다 하더라도 재해 감소에 아무런 영향을 주지 못한다면 무의미하다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구의 매뉴얼이 우리나라 전체 소규모 건설현장에 적용되어 검증받지 못했다는 한계가 있다. 그러나 본 연구를 통하여 개발된 안전작업 매뉴얼은 소규모 건설현장 환경에 적절하게 설계되어 있으므로 수많은 건설현장에 활용되어 재래형 반복재해의 감소에 기여할 것으로 판단된다. 또한 향후 지속적인 보완과 연구개발을 통하여 소규모 건설현장의 재해가 획기적으로 감소되기를 기대한다.

참 고 문 헌

1. 강병수, “건설 현장에서 발생하는 재해의 실태와 예방에 관한 연구”, 동의대학교 석사학위논문, 2002.
2. 건설 산업 기본법 시행령 별표1, “건설업의 업종과 업종별 업무내용”, 2007.
3. 건축 공간, “도장 작업 안전”, 2012.
4. 고용노동부 고시 제2001-9호, “운반하역 표준안전 작업지침”, 2001.
5. 고용노동부, “2011년 업무보고 보도자료”, 2010.
6. 고용노동부, “2013년 건설업 산업재해 발생 현황”, 2013.
7. 고용노동부, “위험성 평가 시범 사업 업무수행 매뉴얼”, 2012.
8. 고용노동부, “토목공사 안전작업 교육자료”, 2009.
9. 김태수, “AHP에 의한 생산성과 향상 기법의 중요도 평가에 관한 연구:조선 기업의 사례를 중심으로”, 부경대학교대학원, 박사학위논문, 2008.
10. 문태화, “AHP분석 방법을 활용한 6시그마 성공 요인의 중요도 분석”, 영남대학교 대학원, 박사학위논문, 2009.
11. 박무일, “건설안전관리”, 신진기획, 2007.
12. 백신원, “소규모 건설현장 재해 감소 전략에 관한 연구”, 한국산업안전보건공단, 2012.
13. 산업안전연구원, “거푸집 공사의 안전작업에 관한 연구”, 1993.
14. 서종민, “중대재해 사례를 통한 굴삭기 안전사고 원인 분석”, 한국건설관리학회 춘계학술대회논문집, 2007.
15. 신승우, “건설공사 안전관리”, 청문각, 2005.
16. 심철우, “제조업 야간작업이 근로자의 안전행동과 안전의식에 미치는 영향”, 조선대학교 박사학위논문, 2013.
17. 이기태, “소규모 건설현장의 재해 예방의 문제점 및 개선 방안”, 한국산업안전보건공단, 2005.
18. 이영순, “위험성 평가 기법 사업장 적용 효과 분석에 관한 연구”, 한국산업안전보건공단, 2007.
19. 이용수, “소규모 건설현장 재해율 저감 방안 연구”, 명지대학교 박사학위논문, 2011.
20. 정세균, “건설업 전문 공사별 위험성 평가 및 안전 모델 연구”, 한국산업안전보건공단, 2009.

21. 정세균, “소규모 건설현장의 추락 재해 예방을 위한 안전 모델 연구(안전기준, 교육 및 사다리를 중심으로)”, 한국산업안전보건공단, 2008.
22. 최현철, “사회통계 방법론”, 나남, 2007.
23. 한경보, “건설안전기술론”, 세진사, 1998.
24. 한국산업안전보건공단, “건설 중대재해 사례와 대책“, 2010.
25. 한국산업안전보건공단, “석재 및 타일 작업안전“, 2009.
26. 한국산업안전보건공단, “2008년~2012년 재해통계자료“, 2012.
27. 한국산업안전보건공단, “건설업 공종별 위험성 평가 모델“, 2009.
28. 한국산업안전보건공단, “건설업 조적 미장 방수 작업 위험성 평가 모델“, 2012.
29. 한국산업안전보건공단, “산업안전보건교육원 위탁기술지도요원실무“, 2013.
30. 한국산업안전보건공단, “아스팔트 콘크리트 포장 공사 안전작업 지침“, 2000.
31. 한국산업안전보건공단, “영국 단기 해외 연수 결과 보고서“, 2005.
32. 한국산업안전보건공단, “전기 설비 작업안전2“, 건설업Kosha클럽, 2009.
33. 한국산업안전보건공단, “중·소기업을 위한 OSHA가이드 북“, 2001.
34. 한국산업안전보건공단, “창호 및 유리 작업 위험성 평가 모델“, 2010.
35. 한국산업안전보건공단, “철근 작업자의 안전보건“, 2010.
36. 한국산업안전보건공단, “금속 및 잡철물 작업안전“, 건설업Kosha클럽, 2009.
37. 한준섭, “건설안전공학“, 예문사, 2002.
38. Fatemeh, Zahedi, “The Analytic Hierarchy Process : A Survey of the Meyhod and its Application”, Interface, 1986.
39. Ramanujam, V. and Saaty, T. L., “Technological choice in the less developed countries : An Analytic Hierachy Process”, Technological Forecasting and Social Change, 1981.
- 40 Saaty, T. L., “The Analytic Hierarchy Process, New York”, McGraw-Hill, 1980.

<부록 1>

설 문 지

안녕하십니까?

바쁘신 가운데 귀중한 시간을 내어 본 조사에 응해주신 분들께 진심으로 감사드립니다. 귀하께서 작성하시는 본 설문지는 순수하게 학문 연구로 쓰이기 위해 만들어진 것입니다. 본 설문지에 성실히 답하여 주신다면 향후 국내 안전 관련 연구의 학문적 발전에 큰 도움이 될 것입니다.

본 연구는 공사 금액 3억원 미만의 정략적 위험성 평가에 의한 소규모 건설현장의 안전작업 최적 매뉴얼 설계를 위하여, 공사 금액 3억원 미만의 소규모 건설현장에서 이루어지는 모든 공종들의 위험정도를 도출하는데 그 목적이 있습니다. 설문지에 대한 응답은 무기명으로 하며, 개인적인 응답내용은 모두 컴퓨터로 통계처리 됩니다.

조사결과는 통계법에 따라 비밀이 보장되며 연구 목적 이외에는 절대 사용되지 않습니다.

설문지 문항 중 다소 중복되는 부분이 있더라도 빠짐없이 성실히 답변해 주시면 대단히 감사하겠습니다.

끝으로 협조에 감사드리며, 귀하의 건강과 무궁한 발전을 기원합니다.

조선대학교 대학원 산업안전공학과 박사과정 박 준 호 올림

2013년 09월

조선대학교 대학원 산업안전공학과

연 락 처 : (☎) 062-230-7896, H.P 010-5616-3117

Fax 062-230-7128

지도교수 박해천 교수

본 설문은 소규모 건설현장의 각 공종별 재해 발생 위험정도를 알아보기 위한 설문지입니다. 공사금액 3억원 미만의 소규모 건설현장에서 이루어지는 아래 공종들에 대하여 작업도중 재해가 발생할 위험정도를 “상”부터 “하”까지 느끼신 대로 명확히 표기해 주시면 감사하겠습니다.

(※ 3억원 미만의 공종이 없는 경우에는 “하”로 표기)

공 종	위험도				
	하	중·하	중	중·상	상
1. 기초파일 작업	1	2	3	4	5
2. 굴착작업	1	2	3	4	5
3. 발파작업	1	2	3	4	5
4. 흙막이 지보공작업	1	2	3	4	5
5. 되메움작업	1	2	3	4	5
6. 거푸집작업	1	2	3	4	5
7. 깁폼작업	1	2	3	4	5
8. 라이닝 거푸집작업	1	2	3	4	5
9. 철근작업	1	2	3	4	5
10. 콘크리트 작업	1	2	3	4	5
11. 철골작업	1	2	3	4	5
12. 조적, 미장, 건출작업	1	2	3	4	5
13. 방수작업	1	2	3	4	5
14. 석재(토목석재포함) 및 타일작업	1	2	3	4	5
15. 도장작업	1	2	3	4	5
16. 금속 및 잡철물작업	1	2	3	4	5
17. 창호 및 유리작업	1	2	3	4	5
18. 수장작업	1	2	3	4	5
19. 판넬 등 외부마감작업	1	2	3	4	5
20. 전기설비작업(통신포함)	1	2	3	4	5
21. 기계설비작업(소방포함)	1	2	3	4	5
22. 엘리베이터 설치작업	1	2	3	4	5
23. 맨홀 및 관 부설작업	1	2	3	4	5
24. 조경작업	1	2	3	4	5
25. 부대토목작업	1	2	3	4	5
26. 가설도로작업	1	2	3	4	5
27. 지장물 조사 및 이설작업	1	2	3	4	5
28. 제작장 설치작업	1	2	3	4	5

공 종	위 험 도				
	하	중·하	중	중·상	상
29. 슬립폼(슬라이딩폼)작업	1	2	3	4	5
30. 케이슨작업	1	2	3	4	5
31. 강교설치작업	1	2	3	4	5
32. PSC교량작업	1	2	3	4	5
33. 포장작업	1	2	3	4	5
34. 포설 및 다짐작업	1	2	3	4	5
35. 특수교량작업	1	2	3	4	5
36. 수직구작업	1	2	3	4	5
37. 갱구부작업	1	2	3	4	5
38. 터널굴착작업	1	2	3	4	5
39. 터널보강작업	1	2	3	4	5
40. 터널방수슈트작업	1	2	3	4	5
41. 터널배수작업	1	2	3	4	5
42. 특수터널작업	1	2	3	4	5
43. 가체절(물막이)작업	1	2	3	4	5
44. 그라우팅작업	1	2	3	4	5
45. 특수댐작업	1	2	3	4	5
46. 가설플랜트작업	1	2	3	4	5
47. 작업환경작업	1	2	3	4	5
48. 안전가시설작업	1	2	3	4	5
49. 가설전기작업	1	2	3	4	5
50. 양중기작업	1	2	3	4	5
51. 위험기계기구작업	1	2	3	4	5
52. 가설구조물철거작업	1	2	3	4	5
53. 기존구조물철거작업	1	2	3	4	5
54. 궤도공사	1	2	3	4	5
55. 슈받침/교좌장치설치작업	1	2	3	4	5
56. 정리정돈,청소	1	2	3	4	5
57. 문화재,한옥작업	1	2	3	4	5
58. 지붕작업	1	2	3	4	5
59. 기타작업	1	2	3	4	5

다음은 소규모 건설현장의 안전도를 알아보기 위한 설문지입니다. 귀하가 소규모 건설현장 근무 혹은 지도·점검위한 방문 시 현장에서 느꼈던 점을 “매우그렇지않다”부터 “매우 그렇다”까지 느끼신 대로 명확히 표기해 주시면 감사하겠습니다.

문 항	매우 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
1. 나는 소규모 건설현장에서 근무하거나 방문 시 재해를 유발할 위험이 많다고 생각한다.	1	2	3	4	5
2. 나는 소규모 건설현장에서 근무하거나 방문 시 가벼운 재해를 경험한적이 있다.	1	2	3	4	5
3. 나는 소규모 건설현장에서 근무하거나 방문 시 위험한 순간에 노출된적이 있다.	1	2	3	4	5
4. 나는 소규모 건설현장에서 근무하거나 방문 시 시설물에 접촉된 적이 있다.	1	2	3	4	5
5. 나는 소규모 건설현장에서 근무하거나 방문 시 넘어질 위험에 처한적이 있다.	1	2	3	4	5
6. 나는 소규모 건설현장에서 근무하거나 방문 시 떨어질 위험에 처한적이 있다..	1	2	3	4	5

1. 귀하의 성별은 어떻게 됩니까? ① 남 () ② 여 ()
2. 귀하의 나이는 어떻게 됩니까?
 ① 20~29세 () ② 30~39세 () ③ 40~49세 () ④ 50~59세 ()
 ⑤ 60세 이상 ()
3. 귀하의 근무 경력은 얼마나 됩니까?
 ① 1년 미만 () ② 1년~5년 미만 () ③ 5년~10년 미만 ()
 ④ 10년 15년 미만 () ⑤ 15년 이상 ()
4. 귀하는 공사금액 3억원 미만 건설현장에서의 근무 경험(혹은 현장 재해예방 기술지도 경험)이 있습니까? ①예() ②아니오()
- 4-1. 공사금액 3억원 미만 건설현장에서의 근무 경험(혹은 현장 재해예방 기술지도 경험)이 있으시면 근무 경력은 얼마나 됩니까?
 ① 1년 미만 () ② 1년~5년 미만 () ③ 5년~10년 미만 ()
 ④ 10년 15년 미만 () ⑤ 15년 이상 ()
5. 귀하의 직무 분야의 형태는 어떻게 됩니까?
 ① 고용노동부 감독관 ② 한국산업안전보건공단 기술위원 ③ 재해예방 전문지도기관 전문가 ④ 공사금액 3억원 미만 건설현장 소장 ⑤ 공사금액 3억원 미만 건설현장 관리감독자 ⑥ 대학교수 ⑦ 공사금액 3억원 미만 건설현장 근로자
6. 귀하의 보유 자격증은 무엇입니까?
 ① 산업안전기사산업기사 ② 산업안전기사 ③ 건설안전산업기사 ④ 건설안전기사
 ⑤ 건설안전기술사 ⑥산업안전지도사 ⑦기타()

※ 설문에 응답해 주셔서 감사합니다.

귀하의 건강과 가정의 행복을 기원하겠습니다.

<부록 2>

설 문 지

안녕하십니까?

바쁘신 가운데 귀중한 시간을 내어 본 조사에 응해주신 분들께 진심으로 감사드립니다. 귀하께서 작성하시는 본 설문지는 순수하게 학문 연구로 쓰이기 위해 만들어진 것입니다. 본 설문지에 성실히 답하여 주신다면 향후 국내 안전 관련 연구의 학문적 발전에 큰 도움이 될 것입니다.

본 연구는 공사 금액 3억원 미만의 정략적 위험성 평가에 의한 소규모 건설 현장의 안전작업 최적 매뉴얼 설계를 위하여, 최초 개발된 안전작업 매뉴얼의 개선점 및 보완점을 도출하는데 그 목적이 있습니다. 설문지에 대한 응답은 무기명으로 하며, 개인적인 응답내용은 모두 컴퓨터로 통계처리 됩니다.

조사결과는 통계법에 따라 비밀이 보장되며 연구 목적 이외에는 절대 사용되지 않습니다.

설문지 문항 중 다소 중복되는 부분이 있더라도 빠짐없이 성실히 답변해 주시면 대단히 감사하겠습니다.

끝으로 협조에 감사드리며, 귀하의 건강과 무궁한 발전을 기원합니다.

조선대학교 대학원 산업안전공학과 박사과정 박 준 호 올림

2013년 11월

조선대학교 대학원 산업안전공학과

연 락 처 : (☎) 062-230-7896, H.P 010-5616-3117

Fax 062-230-7128

지도교수 박해천 교수

1. 본 설문은 개발된 소규모 건설현장 용 안전작업 매뉴얼의 효과성을 측정하고자 개발된 설문지입니다.

2. 각 설문항목에 정답은 없지만 사람들이 일반적으로 말하는 것을 대답하지 마시고, 귀하의 실제 생각이나 느낌을 그대로 응답해 주시기 바랍니다.

3. 새롭게 개발된 안전작업 매뉴얼(A형)과 기존의 안전자료(한국산업안전보건공단, 재해예방기관 등)를(B형) 활용하신 후 느낀 점에 대하여 솔직하게 답변해 주시기 바랍니다.

4. 본 설문은 상대적 중요도를 측정하는데 이용되기 때문에 응답의 일관성이 중요하오니 다음에서 설명하는 일관성을 염두해 두시고 응답해 주시기 바랍니다.

5. 일관성이란 평가자가 내린 논리적 모순을 측정하는 것입니다. 예를 들어, 비교해야 할 A, B, C 세 개의 요소가 있을 때, 평가자가 A보다 B를, B보다 A를, A보다 C를 중요하다고 한다면 A와 B에 대하여 평가자의 판단은 비 일관성을 갖는 것입니다.

예) 비 일관성을 나타내는 경우

구분	비교항목	절대중요		아주중요		중요		약간중요		동등		약간중요		중요		아주중요		절대중요		비교항목
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	편의도					★														적합도
2	편의도														★					감소도
3	편의도														★					만족도
4	적합도							★												감소도
5	적합도							★												만족도
6	감소도									★										만족도

* 위와 같이 응답한 경우 편의>적합>감소>만족>편의 라는 결과가 나와 비 일관성을 갖는 것입니다.

* 2, 4, 6, 8의 숫자는 중간 값을 의미하는 것으로 중요와 약간중요의 중간 정도로 판단하시는 경우에는 숫자 4에 표시를 하시면 됩니다.

소규모 건설현장 안전작업 매뉴얼에 대한 중요도 평가 설문지

번호	용어	의미
1	편의도	두 가지(A, B형) 매뉴얼 도구를 사용한 후 소규모 건설 현장에서 활용하기에 편리하고 사용하기 좋은 정도를 의미 함
2	적합도	두 가지(A, B형) 매뉴얼 도구를 사용한 후 소규모 건설현장 적용 시 현장의 특성과 작업 형태에 적합한 정도를 의미 함
3	감소도	두 가지(A, B형) 매뉴얼 도구를 사용한 후 소규모 건설 현장 재해 유발 요인과 위험 요소를 감소시키는 정도를 의미를 하며 향후 현장에서 발생한 재해들에 대한 재해 예방 가능 정도를 의미 함
4	만족도	두 가지(A, B형) 매뉴얼 도구를 사용한 후 만족하는 정도를 의미 함
5	적용도	두 가지(A, B형) 매뉴얼 도구를 사용한 후 소규모 건설 현장에서 맞게 이용하고 용이하게 사용할 수 있는 가능 정도를 의미 함
6	활용도	두 가지(A, B형) 매뉴얼 도구를 사용한 후 소규모 건설 현장에서의 위험성 평가 활동 시 도구의 활용 정도를 의미 함

구분	A 신규 안전작업 매뉴얼																	B 기존 안전자료	
		절대 좋음		아주 좋음		중음		약간 좋음		동등		약간 좋음		중음		아주 좋음			절대 좋음
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	편의도																		적합도
2	편의도																		감소도
3	편의도																		만족도
4	편의도																		적용도
5	편의도																		활용도
6	적합도																		감소도
7	적합도																		만족도
8	적합도																		적용도
9	적합도																		활용도
10	감소도																		만족도
11	감소도																		적용도
12	감소도																		활용도
13	만족도																		적용도
14	만족도																		활용도
15	적용도																		활용도

※ 설문에 응답해 주셔서 감사합니다.

귀하의 건강과 가정의 행복을 기원하겠습니다.

<부록 3>

설 문 지

안녕하십니까?

바쁘신 가운데 귀중한 시간을 내어 본 조사에 응해주신 분들께 진심으로 감사드립니다. 귀하께서 작성하시는 본 설문지는 순수하게 학문 연구로 쓰이기 위해 만들어진 것입니다. 본 설문지에 성실히 답하여 주신다면 향후 국내 안전 관련 연구의 학문적 발전에 큰 도움이 될 것입니다.

본 연구는 공사 금액 3억원 미만의 정략적 위험성 평가에 의한 소규모 건설 현장의 안전작업 최적 매뉴얼 설계를 위하여, 개발된 안전작업 매뉴얼의 만족도를 검증하는데 그 목적이 있습니다. 설문지에 대한 응답은 무기명으로 하며, 개인적인 응답내용은 모두 컴퓨터로 통계처리 됩니다.

조사결과는 통계법에 따라 비밀이 보장되며 연구 목적 이외에는 절대 사용되지 않습니다.

설문지 문항 중 다소 중복되는 부분이 있더라도 빠짐없이 성실히 답변해 주시면 대단히 감사하겠습니다.

끝으로 협조에 감사드리며, 귀하의 건강과 무궁한 발전을 기원합니다.

조선대학교 대학원 산업안전공학과 박사과정 박 준 호 올림

2013년 11월

조선대학교 대학원 산업안전공학과

연 락 처 : (☎) 062-230-7896, H.P 010-5616-3117

Fax 062-230-7128

지도교수 박해천 교수

본 설문은 새로 개발된 소규모 건설현장 용 안전작업 매뉴얼의 효과성을 측정하고자 개발된 설문지입니다. 새롭게 개발된 안전작업 매뉴얼(A형)과 기존의 안전자료(한국산업안전보건공단, 재해예방기관 등)를(B형) 활용하신 후 느낀 점에 대하여 솔직하게 답변해 주시기 바랍니다. 측정 하고자는 용어에 대한 의미는 아래와 같으며, 아래 용어를 충분히 이해하시고 각 항목에 대하여 답변해 주시기 바랍니다.

- 측정 변수 설명-

번호	용어	의미
1	편 의 도	두 가지(A,B형) 매뉴얼 도구를 사용한 후 소규모 건설 현장에서 활용하기에 편리하고 사용하기 좋은 정도를 의미 함
2	적 합 도	두 가지(A,B형) 매뉴얼 도구를 사용한 후 소규모 건설현장 적용 시 현장의 특성과 작업 형태에 적합한 정도를 의미 함
3	감 소 도	두 가지(A,B형) 매뉴얼 도구를 사용한 후 소규모 건설 현장 재해 유발 요인과 위험 요소를 감소시키는 정도를 의미를 하며 향후 현장에서 발생한 재해들에 대한 재해 예방 가능 정도를 의미 함
4	만 족 도	두 가지(A,B형) 매뉴얼 도구를 사용한 후 만족하는 정도를 의미 함
5	적 용 도	두 가지(A,B형) 매뉴얼 도구를 사용한 후 소규모 건설 현장에서 맞게 이용하고 용이하게 사용할 수 있는 가능 정도를 의미 함
6	활 용 도	두 가지(A,B형) 매뉴얼 도구를 사용한 후 소규모 건설 현장에서의 위험성 평가 활동 시 도구의 활용 정도를 의미 함

문 항	매우 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다.
1. 신규 안전작업 매뉴얼(A형)이 기존 안전자료(B형) 보다 소규모 건설현장에서 편의도가 더 좋다고 생각한다.	1	2	3	4	5
2. 신규 안전작업 매뉴얼(A형)이 기존 안전자료(B형) 보다 소규모 건설현장에서 적합도가 더 좋다고 생각한다.	1	2	3	4	5
3. 신규 안전작업 매뉴얼(A형)이 기존 안전자료(B형) 보다 소규모 건설현장에서 감소도가 더 좋다고 생각한다.	1	2	3	4	5
4. 신규 안전작업 매뉴얼(A형)이 기존 안전자료(B형) 보다 소규모 건설현장에서 만족도가 더 좋다고 생각한다.	1	2	3	4	5
5. 신신규 안전작업 매뉴얼(A형)이 기존 안전자료(B형) 보다 소규모 건설현장에서 적용도가 더 좋다고 생각한다.	1	2	3	4	5
6. 신규 안전작업 매뉴얼(A형)이 기존 안전자료(B형) 보다 소규모 건설현장에서 활용도가 더 좋다고 생각한다.	1	2	3	4	5

※ 설문에 응답해 주셔서 감사합니다.

귀하의 건강과 가정의 행복을 기원하겠습니다.

<부록 4>

<소규모 건설현장 안전작업 매뉴얼>

1. 거푸집 작업 개요

공종명	거푸집 작업	위험도 지수	15	공중 위험등급		상(★★★)	
세부 단위 작업				발생재해 형태		기인물	
자재 반입, 가공, 운반 → 거푸집동바리 조립 → 거푸집동바리 해체 → 거푸집동바리 인양	재해형태		비율(%)	종류	비율(%)		
	추락		24	거푸집	24		
	낙하		24	바닥통로	10		
	전도		15	등근톱	8		
	충돌		12	사다리	8		
	배임		5	동바리	7		
	절단		5	작업발판	5		
	비래		5	비계	5		
기타		10	기타	33			

▶ 소규모 현장 재해특성

1. 자재의 인력운반 빈도가 많으며 운반 중 전도재해 많이 발생됨.
2. 거푸집동바리 인양, 하역 시 크레인 등 양중기 사용빈도 적음
3. 구조검토 및 조립도가 거의 미 작성 됨.
4. 갱폼, 대형 측벽거푸집, 고소작업 등 위험작업이 상대적으로 적음
5. 거푸집 동바리 시공방법이 단순하고 조립상태가 매우 불량함
6. 미 검정폼 및 노후화된 자재를 많이 사용되고 있음
7. 추락, 낙하, 전도 등 단순 반복적 재해가 다발됨
8. 개인 보호구 미착용
9. 콘크리트 타설 중 거푸집동바리 붕괴재해가 거의 발생되지 않음

▶ 주요 재해 사례

1. 거푸집동바리 운반, 이동 중 실족 및 이동통로 정리정돈 불량, 장애물에 걸려 전도.
2. 등근톱 목재 가공 중 톱날에 손가락 접촉하여 배임
3. 무리한 중량물 운반에 의한 전도 및 자재낙하에 의한 발가락 골절
4. 사다리 및 계단 통행 중 부주의 실족에 의한 전도, 추락
5. 슬라브 단부 등 개구부 주위에서 작업 중 실족, 미끄러짐에 의한 추락
6. 사다리 및 강관비계 상부에서 조립 작업 중(작업발판 미설치) 전도, 추락
7. 망치로 못, 거푸집 연결핀 등 철물 무리한 타격으로 인한 파손 비래
8. 거푸집 동바리 해체 작업 중 해체자재에 의한 낙하 및 자재에 걸려 넘어짐
9. 무리한 해체작업 및 수공구 잘못사용에 의한 충돌, 전도
10. 이동식 비계, 사다리 상부에서 해체 작업중 흔들림, 실족에 의한 중심을 잃고 추락

1-1. 거푸집 작업 하위 작업1 - 자재 반입, 가공, 운반 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
<p style="text-align: center;">상 (★★★)</p>	<p>통로 이동 중 불안전 통행에 따른 전도, 추락</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 근로자 안전의식 함양위한 내실 있는 교육 실시 2. 안전모, 안전화 등 개인보호구 착용 3. 근로자 안전 주의 통행 4. 자재운반 경로선정 및 안전이동 통로 확보 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 통로바닥 및 2미터 이내에 장애물 제거하고 정리정돈 실시 2. 통로바닥에 미끄럼 방지조치와 요철제거 3. 계단에 설치된 가설구조물 돌출부에 충돌예방 타포린 설치 4. 인력 운반의 적정 운반량은 남자의 경우 체중의 40%정도(여자는 24%) 취급 5. 가능한 인력운반 지양하고 운반물의 종류와 형상, 중량에 적합한 운반기계 기구 사용 6. 통로주위 개구부에 덮개 또는 안전난간 설치 7. 자재 야적 시 고임목 사용 등 수평도 유지 8. 통로에 75Lux 이상의 조명 확보
	<p>자재 가공 시 동근톱에 의한 베임, 절단</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전사용방법 및 안전의식 함양위한 교육 실시 2. 무리한 작업금지 3. 작업 전, 중, 후 순회점검 및 조치 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 동근톱 날 접촉 방지위한 덮개 설치 2. 가공근로자 면장갑 착용금지 3. 작업 중지 시 반드시 가동정지
	<p>거푸집동바리 적재, 하역, 운반시 전도 낙하 추락</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 불안전 동작, 상태 예방위한 관리감독 철저 2. 안전의식 함양위한 교육 및 안전보호구 착용 3. 신호수 배치 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 거푸집 적재 시 견고하게 체결하고 손상 마모 부식 등 불량로프 사용금지 2. 운반차량에 적재, 하역, 전달시 사다리 사용금지하고 안전작업대 조립사용 3. 인양자재 하부 근로자 출입통제

1-2. 거푸집 작업 하위 작업2 - 거푸집 동바리 조립 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
<p style="text-align: center;">상 (★★★)</p>	<p>개구부 주위 및 강관비계 상부 등 추락위험 장소에서 실족 등에 의한 추락</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 관리자 및 근로자 안전의식 함양 위한 내실있는 교육 실시 2. 작업 지휘자 지정 지휘 3. 안전모, 안전대 등 개인보호구 착용 철저 4. TBM실시 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 이동식 비계, 각립 비계, 말비계 등 작업발판 견고하게 조립하여 사용하고 흔들림 방지조치 2. 2미터 이상 고소작업 시 발판 단부 안전난간 견고하게 설치
	<p>사다리 목적 외 사용으로 상부에서 추락</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 사다리 사용용도 및 위험성에 관한 교육철저 2. 안전모 턱끈 반드시 조인상태에서 착용 3. 안전관리비 투자 확대 4. 순회점검 및 조치 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2미터 이상 고소작업과 장시간 작업 중에는 사다리 절대 사용금지하고 이동식 틀비계, 말비계, 각립비계(2미터 이내) 조립 사용 2. 접이식 사다리 사용 시 접혀지거나 펼쳐지지 않도록 철물 등을 사용하여 견고하게 연결 3. 답단과 기둥 하부 미끄럼 방지조치 4. 출입구 부근 작업시 반드시 2인1조 작업 5. 각재 조립 사다리 사용은 절대 금지하고 2미터 미만이거나 단시간 작업 시에는 계단식 안전 사다리를 사용 6. 아웃트리거 장착
	<p>조립 작업 중 자재 낙하</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전모 등 개인보호구 착용 및 교육 철저 2. 음주 절대금지 3. 주변자재 정리정돈 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 조립 순서 및 방법 준수 2. 상, 하부 동시작업 금지 3. 비계 상단 거푸집동바리 등 과적금지(강관1본당 400Kg이하) 4. 적정량 취급 및 무리한 행위 동작 금지 5. 낙하물 방지망, 방호선반 설치

1-3. 거푸집 작업 하위 작업3 - 거푸집 동바리 해체 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
상 (★★★)	해체 작업 중 자재 낙하	<ol style="list-style-type: none"> 1. 해체작업방법 및 순서, 기계기구 안전사용법 등 안전교육 철저 2. 개인보호구 착용 철저 3. 무리한 자세 및 행동 금지 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 자재 낙하위험 장소 예측 후 적정 장소 선정하여 해체 2. 해체 순서 및 방법 준수 3. 상·하부 동시작업 금지 4. 해체 수공구 사용시 무리한 충격이나 큰 힘에 의한 지렛대 사용금지 5. 낙하물 방지망 설치
	작업 발판 및 사다리 위에서 해체 중 추락	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전모, 안전대 등 보호구 착용 2. 순회점검 및 관리감독 철저 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 작업발판 견고히 고정하고 충분한 폭 확보 2. 사다리 사용금지 3. 각재 등 이질재를 이용하여 이동식비계 연결금지 4. 경사면(계단 등)의 작업발판 설치 시 수평도 유지 5. 말비계, 이동식 비계 등 작업발판은 흔들림이나 도괴위험 없도록 견고하게 조립
	해체 작업 및 이동 중 통로 장애물에 의한 전도, 추락	<ol style="list-style-type: none"> 1. 무리한 해체작업 금지위한 관리감독 및 교육철저 2. 안전벨트, 안전모 등 개인보호구 착용 3. 통로주위 수시 정리정돈 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 해체 즉시 정리정돈하고 가능한 즉시 반출조치 2. 통로 바닥 및 2미터 이내에 장애물 제거 3. 해체 자재에 박혀있는 못 등 날카로운 돌출물 즉시제거 4. 단부 및 개구부에 안전난간 설치

1-4. 거푸집 작업 하위 작업4 - 거푸집 동바리 인양 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
하(★)	일상작업	일상작업	일상작업

2. 철근 작업 개요

공종명	철근 작업	위험도 지수	12	공중 위험등급	상(★★★)	
세부 단위 작업				발생재해 형태	기인물	
철근 반입 → 철근 가공 및 운반 → 철근 조립	재해형태	비율(%)	종류	비율(%)		
	전도	46	바닥통로	18		
	베임	18	철근	18		
	추락	18	각재	10		
	협착	18	기타	54		
▶ 소규모 현장 재해특성						
<ol style="list-style-type: none"> 1. 철근 취급 시 건설기계 사용빈도 적으며 인력작업 빈도 많음 2. 대형구조물의 철근조립 작업이 없으므로 조립된 철근의 도괴재해 발생위험이 적음 3. 철근 가공 시 가스 압접기, 철근 절곡기 등 위험 기계기구 사용빈도 적음 4. 철근작업의 재해빈도와 강도 지표는 전체 평균치보다 낮게 발생됨 						
▶ 주요 재해 사례						
<ol style="list-style-type: none"> 1. 철근 운반 중 통로에 방치된 자재에 걸려 넘어짐 2. 철근 가공 및 조립하다가 작업장 바닥의 장애물에 의해 전도 3. 통행 중 전도되면서 매설된 철근 돌출부에 찢림 4. 철근 절곡기 사용 중 부주의로 철근과 절곡기 사이에 손가락 협착 						

2-1. 철근 작업 하위 작업1 - 철근 반입 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
하(★)	일상작업	일상작업	일상작업

2-2. 철근 작업 하위 작업2 - 철근 가공 및 운반 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
중 (★★)	운반 중 통로 바닥 장애물에 걸려 전도	<ol style="list-style-type: none"> 1. 정리정돈 및 안전의식 함양위한 교육 실시 2. 안전모, 안전화 등 개인보호구 착용 2. 자재운반 경로 선정 및 안전 이동통로 확보 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 걸려 넘어지지 않도록 바닥통로에 각재 등 장애물 제거하고 미끄럼 방지조치 2. 철근 적재 시 안전하게 적재하고 받침목 수평으로 설치 3. 철근 돌출부 방호캡 설치 4. 적정 중량물 취급운반(남자:체중의 약40%, 여자:체중의 24%정도) 5. 인력운반은 가능한 금지하고 운반물의 종류와 형상,중량에 적합한 운반기계 기구 사용 6. 통로주위 개구부에 덮개 또는 안전난간대 등 안전시설물 설치 7. 통로에 75Lux 이상의 조명 및 채광 확보
	철근 가공기에 손가락 협착	<ol style="list-style-type: none"> 1. 가공기계의 올바른 사용방법과 위험성에 대한 내실 있는 교육 실시 2. 무리한 작업 및 자세 금지 3. 작업 전·중·후 순회 점검 실시 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 철근 가공 시 적정량 취급 2. 풋 스위치 방호덮개 설치 3. 사용 후 즉시 전원차단하고 가공기계의 접지조치 4. 숙련공에 의한 취급 5. 철근의 벤딩 부위를 표시하고 절곡 부위에 손가락 접촉 금지 6. 벤딩 각도에 맞게 기계 조정 (45도, 90도, 180도)

2-3. 철근 작업 하위 작업3 - 철근 조립 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
하(★)	일상작업	일상작업	일상작업

3. 콘크리트 작업 개요

공종명	콘크리트 작업	위험도 지수	6	공중 위험등급	상(★★★)	
세부 단위 작업				발생 재해 형태	기인물	
콘크리트 반입 → 타설 및 다짐 → 양생			재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
			전도	50	바닥통로	50
			추락	17	기타	50
			충돌	17		
			협착	17		
▶ 소규모 현장 재해특성						
<ol style="list-style-type: none"> 1. 콘크리트 전용 타설 장비(콘크리트 펌프카, 호퍼 등)의 사용빈도가 적고 굴삭기 등 건설기계의 주용도 외 사용빈도가 많음 2. 고층 타설 작업이 적으므로 타설 도중 붕괴재해 발생 빈도가 적음 3. 타설 및 다짐 작업 시 위험도가 상대적으로 적음 (평균위험도는 “상(★★★)”이나 소규모현장 위험도는 “중(★★)”위험) 4. 양생장소의 질식위험(밀폐장소, 갈탄 사용양생 등) 작업구간과 감전재해 위험 작업(열풍기 진동기 등 전기기계기구)이 적음 5. 소규모 콘크리트 작업의 재해빈도와 강도지표는 평균치보다 낮게 발생됨 						
▶ 주요 재해 사례						
<ol style="list-style-type: none"> 1. 굴삭기 바켓을 이용하여 콘크리트 타설 작업중 바켓에 근로자 충돌 2. 보, 기둥, 스라브 단부 등 추락위험구간 타설 작업중 실족에 의한 추락 3. 타설 작업 도중 미끄러져 전도 						

3-1. 콘크리트 작업 하위 작업1 - 콘크리트 반입 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
하(★)	일상작업	일상작업	일상작업

3-2. 콘크리트 작업 하위 작업2 - 타설 및 다짐 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
중 (★★)	굴삭기 이용 타설 중 바켓에 충돌	<ol style="list-style-type: none"> 1. 신호수 지정하고 신호 준수 2. 안전의식 함양위한 교육 및 관리감독 철저 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 굴삭기 등 건설기계의 주 용도의 사용금지 2. 타설시 펌프카 사용 3. 건설 기계 작업 반경 내 근로자 출입통제
	단부 등 추락 위험구역 타설시 실족에 의한 추락, 전도	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전수칙 준수 2. 타설 전 안전의식 함양위한 교육 실시 3. 안전모, 보호장갑, 안전장화, 안전대 등 개인보호구 착용 4. 무리한 자세 및 행동금지 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 보, 기둥, 스라브 단부, 개구부 등 추락 위험구간에 안전난간 설치 또는 안전대 착용 2. 작업 통로에 정리정돈 및 미끄럼 방지조치 3. 충분한 타설 공간과 안전통로 확보 4. 작업발판 조립 사용

3-3. 콘크리트 작업 하위 작업3 - 양생 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
하(★)	일상작업	일상작업	일상작업

4. 조적, 미장, 견출 작업 개요

공종명	조적,미장, 견출작업	위험도 지수	15	공중 위험등급	상(★★★)			
세부 단위 작업				발생 재해 형태	기인물			
자재 반입, 운반	→	조적 시공(벽돌, 블록 쌓기)	→	미장 및 견출 시공	재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
					전도	29	작업발판	29
					추락	29	바닥통로	14
					충돌	14	망치	10
					도괴	10	벽돌	10
					기타	18	기타	37
▶ 소규모 현장 재해특성								
<ol style="list-style-type: none"> 1. 현장관리자 및 근로자의 안전의식이 결여되어 있으며 안전모 등 개인보호구 착용기피 현상이 많고 정리정돈 상태 미흡함 2. 지게차 등 중장비 사용횟수가 적으며 작업시방서를 준수하지 않는 경향이 많음 3. 외벽작업(견출) 등 고층작업의 빈도가 적음. 4. 자재 반입 및 운반재해의 발생빈도는 높게 나타나고 있으며, 미장 및 견출 작업 중 재해는 상대적으로 적게 발생됨 								
▶ 주요 재해 사례								
<ol style="list-style-type: none"> 1. 자재 운반 중 바닥통로 정리정돈 미흡 및 실족, 장애물에 의해 걸려 넘어짐 2. 이동식 비계, 말비계 등 작업발판 설치불량, 강도부족, 난간대 미설치에 의한 추락 3. 벽돌 등 자재과적에 따른 붕괴 도괴 4. 사다리 상부에서 작업도중 사다리에서 추락 5. 손수레 이용하여 자재 운반도중 과적에 따른 전도 								

4-1. 조적, 미장, 건축 작업 하위 작업1 - 자재 반입, 운반 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
<p style="text-align: center;">중 (★★)</p>	<p>자재 운반중 통로바닥 장애물에 걸려 넘어지거나 미끄러짐</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 불안전 행동 예방 위한 내실 있는 교육 실시 2. 통로 및 작업장 바닥 정리정돈 생활화 3. 안전모 등 개인보호구 착용 4. 자재적재는 통행 지장이 없는 장소에 수평으로 안전하게 적재 5. 작업전에 자재운반 경로와 이동통로 확보 후 작업 6. 작업 개시 전에 스트레칭 실시 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 운반 통로 면에 장애물 제거하고 자재 등 정리정돈 실시 2. 통로바닥에는 미끄럼 방지조치 실시하고 경사와의 단차는 5cm 이하 3. 안전 통행로 확보하고 계단내부 가설시설물에 머리 충돌예방 경고표지판 설치 4. 인력 운반 시 체중의 약 40% 정도(여자는 24%) 취급 5. 운반물의 종류와 형상, 중량에 적합한 운반기계 기구 사용하고 가능한 인력운반 금지 6. 통로주위의 개구부에는 덮개 또는 안전난간대 등 안전시설물 설치 7. 자재 야적 시 고임목 사용하여 수평도 유지 8. 인양 시 등은 직립 유지하고 무릎은 직각 자세를 취하고 몸은 자재에 접근하여 정면에서 인양
	<p>손수레 이용하여 운반중 균형상실로 전도</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 작업 전 적당한 운반기계기구 선정 및 각 부에 수시로 안전 점검 실시 2. 무리한 자세, 행동 금지 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 손수레 과적금지하고 코팅장갑 필히 착용 2. 반드시 2인 1조 이상으로 작업 3. 운반 통로면에 장애물 제거 4. 적재물 무게 중심은 맞에 두고 무게는 편중되거나 시야를 가리지 않을 것 5. 외바퀴 수레 사용 금지, 두바퀴 수레 사용

4-2. 조적, 미장, 건축 작업 하위 작업2 - 조적 시공(벽돌, 블록 쌓기) 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
중 (★★)	망치로 벽돌을 절단하거나 못 타격도 타 손가락 타	<ol style="list-style-type: none"> 1. 망치의 안전한 사용방법 및 위험성에 대한 교육철저 2. 무리한 자세, 행동 금지 3. 보호구 착용 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 무리한 힘에 의한 타격금지하고 못을 주시하면서 타격 2. 보조기계기구 사용 작업 3. 용도에 적합한 망치 선택 사용 4. 손잡이가 헐겁거나 파손된 망치 사용 금지 5. 못 표면에 평행하도록 망치를 수직으로 타격하고 빗나간 타격이나 측면 타격 금지
	사다리 상부에서 작업도 중 불안행동과 자세에 의한 추락	<ol style="list-style-type: none"> 1. 사다리 사용용도 및 위험성에 관한 교육철저 2. 안전모 턱끈 반드시 조인 상태에서 착용 3. 안전관리비 투자 확대 4. 작업 전,중,후 순회 점검 및 조치 5. TBM실시 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2미터 이상 고소작업과 장시간 작업 중에는 사다리 절대 사용금지 2. 접이식 사다리 사용 시 접혀지거나 펼쳐지지 않도록 철물 등을 사용하여 견고하게 연결 3. 담단과 기둥 하부 미끄럼 방지 조치 4. 출입구 부근 작업시 반드시 2인 1조 작업 5. 각계사다리 절대 사용 금지하고 계단식 안전사다리 등 견고한 사다리 사용 6. 아웃트리거 설치 7. 이동식 비계, 말비계, 각립비계(2미터 이내) 등 작업발판 조립사용
	벽돌의 무리한 적재, 붕괴, 도괴	<ol style="list-style-type: none"> 1. 위험구역 내 근로자 출입금지 조치 2. 작업 전 안전 적재 장소 선정 및 과적금지 3. 순회점검 및 안전 조치 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 비계기둥 1본당 400Kg이하로 안전하게 적재 2. 편심 발생하지 않도록 분산하여 적재 3. 이동식틀비계, 강관비계, 작업발판 등의 연결부위 견고히 고정
	작업발판 설치불량으로 이음부 탈락에 의한 추락	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전모 턱끈 반드시 조인상태에서 착용 2. 작업발판의 종류와 설치방법 등에 대한 교육 3. 무리한 자세와 행동 금지 조치 4. 안전관리비 적극 사용 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 작업발판의 폭은 40센티미터 이상으로 하고, 발판재료 간의 틈은 3센티미터 이하로 설치 2. 발판외측에 안전난간 설치 3. 작업발판은 뒤집히거나 떨어지지 않도록 둘 이상의 지지물에 고정 4. 작업발판 오르내릴 때 승강설비 설치하고 절대 뛰어내리지 말 것 5. 이동식비계 또는 말비계에 가새 설치하고 부속자재 임의 제거금지 6. 작업발판 지지재로 각계의 사용을 금지하고 견고한 재료 사용을 금지하고 견고한 재질 사용. 7. 작업대 기둥 받침대로 벽돌 사용을 금지하고 견고한 재질 사용. 8. 경사구간의 작업발판 설치 시 수평도 유지

4-3. 조적, 미장, 건축 작업 하위 작업3 - 미장 및 건축 시공 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
중 (★★)	작업 발판 승강 중 추 락	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전의식 함양교육 2. 개인보호구 착용 3. 무리한 자세, 행동 금지 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 사다리 등 승강설비 설치하고 미끄럼 방지조치 2. 틀비계 및 각립비계 등 작업 발판 견고하게 조립
	작업 발판의 강도 부족 과 설치불량에 의한 추락, 낙하	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전순회점검 및 지도감독 철저 2. 작업발판 설치기준 준수 3. 개인보호구 착용 철저 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 견고한 안전 작업 발판을 사용하고 각재 합판, 유로폼 등 불안전 발판 사용금지 2. 발판 설치 시 뒤집히거나 떨어지지 않도록 둘 이상의 지지물에 견고히 고정 3. 작업발판의 폭은 40센티미터 이상, 틈은 3센티미터 이하로 하고 밀실하게 설치 4. 발판외측에 안전난간 설치
	시멘트 몰탈 비빔용 기계 사용시 벨트 에 의해 손 가락 협착	<ol style="list-style-type: none"> 1. 시멘트 몰탈 비빔용 기계 등 휴대용 기계기구 올바른 사용방법 및 위험성 숙지 2. 사용 전,중,후에 육안점검 실시하고 이상 발견시 즉시 조치 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 벨트 노출되지 않도록 외부에 보호 덮개 또는 울 설치 2. 벨트의 이음 부분에 돌출된 고정구 사용금지

5. 석재(토목포함) 및 타일 작업 개요

공종명	석재(토목포함) 및 타일작업	위험도 지수	15	공중 위험등급	상(★★★)	
세부 단위 작업				발생 재해 형태	기인물	
자재 반입, 운반 → 석재 및 타일 불입 → 줄눈, 코킹	재해형태	비율(%)	종류	비율(%)		
	협착	40	석재	67		
	베임	27	그라인더	13		
	도괴	20	기타	20		
	기타	13				
▶ 소규모 현장 재해특성						
1. 지게차, 윈치 등 하역운반기계 작업이 적으므로 건설기계에 의한 재해발생 빈도가 낮음 2. 추락, 낙하재해 위험 적으며, 부주의에 의한 돌 사이 손가락 협착 재해와 도괴 재해가 많이 발생됨 3. 달비계에서 작업도중 추락 및 감전재해의 발생위험이 적음 4. 석재 및 타일작업의 재해빈도와 강도 지표는 전체 평균치와 동일						
▶ 주요 재해 사례						
1. 재료 운반도중 통로에 방치된 장애물에 걸려 넘어짐 2. 가설통로 미설치 또는 불안전 설치에 따른 추락, 전도 3. 불안전하게 적재된 자재 도괴에 의한 충돌, 작업발판에 과적에 따른 붕괴 4. 그라인더 등 가공기계 잘못사용으로 날에 베이거나 날 파손에 따른 비산 5. 하천 석축 쌓기 작업 중 부주의로 석축사이에 손가락 협착						

5-1. 석재(토목포함) 및 타일 작업 하위 작업1 - 자재 반입, 운반 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
중 (★★)	인력 운반도중 통로 바닥의 장애물에 걸려 전도되거나 석재 사이에 손가락 협착	<ol style="list-style-type: none"> 1. 불안전행동 예방 위한 안전교육 철저 2. 개인보호구 착용 및 관리감독 철저 3. 사전 이동통로 확보하고 적정운반 방법 선택 4. 자재적재장소 사전 결정 5. 요통환자 등 근골격 질환자 운반 작업 금지 6. 작업 전 건강진단 실시하고 간단한 운동 실시 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 운반 통로바닥에 돌출물이나 장애물 제거하고 주변에 정리 정돈 실시 2. 가설통행로 설치기준 준수하고 고정 철저 3. 통로바닥 요철 등 미끄럼 방지조치 4. 체중의 약40%정도(여자는 24%정도) 취급운반 5. 중량물 운반 시 전용 운반용구 사용 6. 자재반입 시 공정 고려하여 순서에 맞게 운반하여 보관 7. 통로주위 개구부에 덮개 또는 안전난간 설치
	비계를 타고 승하강 추락	<ol style="list-style-type: none"> 1. 지정된 승강통로 이외 통행하지 않도록 근로자 교육 실시 2. 안전대 등 보호구 착용 	비계에 이동 승강용 사다리나 가설 경사로, 가설 계단을 설치

5-2. 석재(토목포함) 및 타일 작업 하위 작업2 - 석재 및 타일 붙임 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
상 (★★★★)	석재의 적재 불량에 따른 도괴, 낙하	1. 적재 시 관리감독 철저 2. 작업 전 적재장소의 지정과 적재방법 결정 3. 상하부 동시작업 금 지 4. 안전모, 안전대 등 보호구 착용	1. 도괴 방지위해 평탄지에 안전하게 적재하고 적재높이 준수 2. 석재 인양 시 체결로프 견고하게 체결하여 인양 3. 발판 상단에 과적 금지하고 분산하 여 적재 4. 낙하물 방지망 설치
	작업 발판에 석재의 과적에 따른 붕괴, 추락	1. 붕괴 위험성, 안전적 재방법, 중량물취급 방 법 등 안전교육 실시 2. 순회점검 및 조치 3. 상하부 동시작업 금 지 4. 작업 전에 적재의 적 정위치와 적재량 결정 5. 안전대 등 개인보호 구 착용	1. 비계기둥 간의 적재하중은 400kg 초과금지 2. 편심 발생하지 않도록 안전하게 분 산하여 적재 3. 작업발판 설치 시 뒤집히거나 낙하 예방위해 둘 이상의 지지물에 견고히 고정 4. 비계 상부의 작업발판 폭은 40센티 미터 이상으로 하고 틈은 3센티미터 이하로 밀실하게 설치 5. 비계의 벽이음, 교차가새, 기둥, 띠 장 간격 등 설치기준 준수
	핸드그라인더 및 고속절단기 사용 중 중 날 에 베이거나 날 파손에 따 른 비래	1. 보안경, 안전장갑 등 개인보호구 착용 2. 그라인더 등 기계기 구 안전사용방법 및 위 험성에 관한 교육철저 3. 순회점검 및 관리감 독 철저	1. 날 접촉방지 위한 안전커버 반드시 설치후 작업 2. 마모된 날 즉시교체 3. 주 용도외 사용금지 4. 작업 전 회전날의 조임 상태 반드시 점검 후 사용 5. 무리한 작업금지
	석축 취급 시 석축 사이에 손가락 협착	1. 안전장갑 등 개인보 호구 착용 철저 2. 석축 쌓기에 대한 위 험성 및 안전작업방법 에 관한 교육철저 3. 중량물 취급계획서 작성 준수	1. 석축 쌓기 안전작업 시방서 준수 2. 작업 전 간단한 준비운동하고 근골 격 질환자 작업금지 3. 작업에 적합한 기계기구 사용 4. 2인1조에 의한 작업 5. 무리한 자세와 행동 절대금지

5-3. 석재(토목포함) 및 타일 작업 하위 작업3 - 줄눈, 코킹 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
하(★)	일상작업	일상작업	일상작업

6. 도장 작업 개요

공종명	도장 작업	위험도 지수	12	공중 위험등급	상(★★★)	
세부 단위 작업				발생 재해 형태	기인물	
도장 면처리	→ 실내 도장	→ 실외 도장	재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
			추락	70	사다리	40
			낙하	10	이동식 비계	20
			전도	10	달비계	20
			도피	10	기타	20
▶ 소규모 현장 재해특성						
<ol style="list-style-type: none"> 1. 사다리 위에서 작업하다가 불안전동작과 자세에 의한 추락재해가 대부분 발생됨. 2. 외벽 달비계의 사용 빈도가 적으므로 실외도장 작업 시 재해가 적게 발생됨. 3. 재해빈도와 강도 지표는 전체 평균치보다 낮음 4. 이동식비계, 말비계, 각립비계 등 안전작업발판 조립사용으로 대부분 재해예방 가능함. 5. 밀폐 작업구간이 적음 						
▶ 주요 재해 사례						
<ol style="list-style-type: none"> 1. 사다리 위에서 작업도중 사다리가 전도되거나 미끄러짐, 실족에 의한 추락 2. 페인트 통, 의자 등 작업발판 불량 사용으로 전도, 추락 3. 이동식비계 조립불량에 따른 추락 4. 이동식비계 상부 작업발판에 적치된 공구, 자재 낙하 5. 외벽 도장 작업 중 말비계 로프가 풀리면서 추락 						

6-1. 도장 작업 하위 작업1 - 도장 면처리 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
하(★)	일상작업	일상작업	일상작업

6-2. 도장 작업 하위 작업2 - 실내 도장 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
중 (★★)	사다리 상부에서 작업 중 불안전 행동 및 자세에 의한 추락	<ol style="list-style-type: none"> 1. 사다리 사용용도 및 위험성에 관한 내실 있는 교육 실시 2. 안전모 턱끈 반드시 조인상태에서 착용 3. 작업 전,중,후 순회 점검 실시하고 불안전하게 사용 시에는 즉시 시정조치 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 사다리를 작업발판으로 절대 사용 금지하고 지주부재의 하단에 미끄럼 방지조치와 작업발판 폭이 40센티미터 이상의 말비게 사용. 2. 말비게 사용 시 양측 끝부분에 올라서서 작업금지 3. 높이 2미터 이상 작업 시에는 이동식비계를 사용하고 2미터이거나 단시간 작업 시 계단식 안전사다리 사용)
	이동식 비계 상부에서 작업도중 추락 및 자재 낙하	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전모 턱끈, 안전대 등 보호구 착용 2. 탑승채 이동 절대금지 3. 순회점검 및 관리감독 철저 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 이동식비계의 바퀴고정 및 아웃트리거 설치 2. 승강용사다리는 견고하게 설치하고 비계는 견고한 시설물에 고정 3. 최상부에는 안전난간 및 발끝막이판 설치 4. 작업발판은 항상 수평을 유지하고 밀실하게 설치, 5. 상부 작업발판에서 사다리를 사용하거나 안전난간을 딛고 작업금지 6. 작업발판상부에 자재 과적금지하고 적재하중은 250킬로그램 초과금지 7. 양손에 도장용 붓, 페인트통을 잡은채 승하강 금지
	의자와 페인트 통 및 계단에 설치된 난간대를 작업발판으로 사용 중 추락	<ol style="list-style-type: none"> 1. 불안전 행동 예방위한 재해사례 및 내실 있는 교육 실시 2. 정리정돈 및 안전관리비 사용 3. 작업 전,중,후 순회 점검 실시 및 이상발견시 조치 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 페인트통 및 의자 등 불안정한 작업발판의 사용을 금지하고 발견 즉시 반출조치 2. 이동식 비계 또는 말비게, 각립비계 등 안전 작업 발판을 반드시 조립하여 사용 3. 경사면에 작업발판 설치 수평도 유지

6-3. 도장 작업 하위 작업3 - 실외 도장 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
하(★)	일상작업	일상작업	일상작업

7. 금속 및 잡철물 작업 개요

공종명	금속 및 잡철물작업	위험도 지수	15	공중 위험등급		상(★★★)	
세부 단위 작업				발생 재해 형태		기인물	
자재반입,가공,운반	→	금속 및 잡철물 시공	재해형태	비율(%)	종류	비율(%)	
			추락	39	사다리	17	
			충돌	17	고속절단기	11	
			베임절단	17	이동식 비계	11	
			낙하	11	단부	11	
			기타	16	기타	50	
▶ 소규모 현장 재해특성							
<ol style="list-style-type: none"> 1. 재해빈도가 평균치(1.0)보다 매우 높게(4.98) 발생됨 2. 지게차 등 중장비에 의한 재해와 화재 감전재해 빈도가 매우 낮음 3. 단순 반복적 재래형 재해 많이 발생되며, 충분히 예방 가능한 재해가 많음 							
▶ 주요 재해 사례							
<ol style="list-style-type: none"> 1. A형 사다리 등에서 작업도중 사다리 전도, 미끄럼에 의한 추락 2. 고속절단기 사용 중 무리한 절단 및 방호덮개 미설치에 의한 숫돌에 접촉 3. 핸드그라인더 사용중 부주의로 신체에 날이 접촉하여 베임 4. 이동식 비계가 흔들리면서 상단에 보관된 자재가 작하거나 탑승채 이동 중 근로자 추락 5. 추락위험 장소인 단부 등에서 작업 중 실족, 미끄러짐, 붕괴 등으로 추락 							

7-1. 금속 및 잡철물 작업 하위 작업1 - 자재 반입, 가공, 운반 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
하(★)	일상작업	일상작업	일상작업

7-2. 금속 및 잡철물 작업 하위 작업2 - 금속 및 잡철물 시공 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
<p>상 (★★★★)</p>	<p>사다리 상부에서 작업도중 사다리가 전도 실족, 미끄러짐에 의한 추락</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 사다리 사용용도 및 위험성에 관한 내실 있는 교육 실시 2. 안전모 턱끈 반드시 조인 상태에서 착용 3. 작업 전,중,후 수시로 순회점검 실시하고 불안전 사용 시 즉시 시정 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 사다리를 작업발판으로 절대 사용금지하고 단시간 작업시에는 알루미늄 재질의 계단식 안전 사다리를 사용 2. 이동작업과 장시간 작업 시에는 사다리 사용을 금지하고 이동식 비계와 말비계를 조립하여 사용 3. 지주부재의 하단에 미끄럼 방지 조치와 작업발판 폭이 40센티미터 이상의 말비계 사용. 4. 말비계 사용 시 양측 끝부분에 올라서서 작업 절대금지 5. 높이 2미터 이상 작업 시에는 이동식비계를 사용 6. 사다리 답단에 미끄럼 방지조치와 아웃트리거 설치
	<p>고속 절단기로 철재 절단중 날에 접촉</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전 사용 방법 및 위험성에 관한 교육 실시 2. 보안경, 마스크 등 개인보호구 착용 3. 작업 종료 후 주변 정리정돈 실시 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 비산방지용 보호덮개와 보조방호덮개 반드시 설치 2. 가공물을 손으로 직접 잡지 말고 고정 장치 이용하여 작업 3.회전속도에 적합한 절단석 사용하고 견고하게 고정 4. 교체 후 1분정도 공회전하여 이상 유무 확인 5. 절단석 측면 사용금지하고 무리한 가공금지 6. 가공물 교체시 정지 상태에서 실시 7. 면장갑 착용금지하고 밀착장갑 착용 8. 작업 중단할 경우 반드시 전원 차단하고 연삭숫돌 정지여부 확인

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
상 (★★★)	핸드 그라인더 사용 중 부주의로 날에 배임	<ol style="list-style-type: none"> 1. 보안경 및 절연장갑 등 개인보호구 착용 2. 그라인더 등 기계 기구의 안전사용방법과 위험성에 관한 교육 실시 3. 절단석과 연마석의 균열유무 수시 확인하고 교체시기 준수하여 교체 4. 작업전 회전날 조임 상태 반드시 점검 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 지정 용도 외 사용금지 2. 연삭숫돌 덮개 제거금지 3. 스위치가 반드시 꺼진 상태에서 플러그 연결 4. 가동상태에서 무단방치 금지 5. 무리한 힘에 의한 사용 금지하고 천천히 힘을 가해서 가동 6. 절단석이나 연마석이 신체와 일직선상이 되지 않도록 작업 실시
	이동식 비계 상부에서 작업도중 추락, 자재낙하	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전모 턱끈 및 안전대 등 개인보호구 착용 2. 탑승채 이동 절대 금지 3. 순회 점검 및 조치 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 이동식비계바퀴의 움직임상태 고정하고 아웃트리거 설치 2. 승강용사다리는 견고하게 설치하고 비계는 견고한 시설물에 고정 3. 최상부에는 안전난간 및 발끝막이판 설치 4. 작업발판은 항상 수평을 유지하고 밀실하게 설치. 5. 상부 작업발판에서 사다리를 사용하거나 안전난간을 딛고하는 작업은 절대금지 6. 작업발판상부에 자재 과적 금지하고 적재하중은 250킬로그램 초과금지 7. 높이는 밑변길이의 4배 이상 조립 금지
	단부와 개구부 등 추락위험지역에서 작업도중 실족으로 추락	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전대 부착설비 설치하고 안전벨트 착용 작업 2. 무리한 행동 금지 3. 경고 표지판 설치 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 작업장이나 통로주변에 정리정돈 및 장애물 제거 2. 덮개 또는 안전난간 설치 3. 이동식 비계 등 견고한 작업발판 조립사용

8. 창호 및 유리 작업 개요

공종명	창호 및 유리작업	위험도 지수	9	공중 위험등급	중(★★)	
세부 단위 작업				발생 재해 형태	기인물	
자재반입,가공,운반	→	창호 및 유리설치	재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
			추락	56	사다리	33
			베임	33	유리	33
			협착	11	기타	34
▶ 소규모 현장 재해특성						
<p>1. 작업발판을 사용하지 않거나 사다리 목적 외 사용에 따른 추락재해가 많이 발생됨</p> <p>2. 대형 유리 설치작업(유리 압축기)과 곤도라, 달비계, 이동식 크레인, 원치 사용빈도가 거의 없으므로 대형 건설현장에 비해 상대적 위험요인이 적은 반면, 재해빈도와 강도 지표는 전체 평균치와 거의 동일함. (단순 반복적 재래형 재해가 많이 발생됨)</p>						
▶ 주요 재해 사례						
<p>1. 작업발판으로 의자를 사용한다거나 창틀에 매달린 상태에서 작업하다가 추락</p> <p>2. 사다리를 작업 발판으로 사용하다가 흔들림과 실족, 미끄러짐으로 추락</p> <p>3. 유리 취급도중 부주의 및 무리한 동작에 의해 , 전도되어 의해 유리에 손 베임</p>						

8-1. 창호 및 유리 작업 하위 작업1 - 자재 반입, 가공, 운반 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
하(★)	일상작업	일상작업	일상작업

8-2. 창호 및 유리 작업 하위 작업2 - 창호 및 유리 설치 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
중 (★★)	의자와 창틀에서 매달린 작업도중 불안전 동작에 의한 추락	1. 현장 관리자 및 근로자 안전의식 함양위한 교육 실시 2. 안전관리비 사용 확대 3. 안전대 및 안전모 등 보호구 반드시 착용 4. 대형 창호 작업시에는 반드시 2인 1조로 작업하고 운반과 동시에 작업 5. 순회점검 및 조치	1. 의자나 벽돌 페인트통 등 불안정한 작업 발판 사용금지하고 이동식비계, 말비계 등 안전작업발판 조립사용 2. 창틀 위에서 작업하거나 안전난간 위에서 작업 절대금지 3. 고소작업차의 작업대 이용하여 작업 실시 4. 작업발판은 항상 수평을 유지하고 밀실하게 설치. 5. 상부 작업발판에서 사다리를 사용하거나 안전난간을 딛고하는 작업 절대금지 6. 작업발판상부에 자재 과적 금지하고 적재 하중은 250킬로그램 초과금지
	사다리 상부에서 작업도중 추락	1. 사다리 사용용도 및 위험성에 관한 교육철저 2. 안전모 턱끈 반드시 조인상태에서 착용 3. 2인 1조 작업 실시	1. 사다리는 단시간 작업과 이동통로 용도로만 사용하고 작업발판으로 사용하거나 그 밖의 사용은 절대 사용금지 2. 이동식 비계와 말비계 등을 이용하여 작업발판 조립하여 사용 3. 비계 사용시 지주 하단의 미끄럼 방지조치와 작업발판 폭은 40센티미터 이상 유지 4. 말비계 사용 시 양측 끝부분에 올라서서 작업 절대금지 5. 높이 2미터 이상 작업 시에는 이동식비계를 사용 6. 단시간 작업의 사다리 사용 시에는 알루미늄 재질의 계단식 안전사다리를 사용하고 미끄럼 방지조치와 아웃트리거를 설치 7. 접이식 사다리 사용 시 접혀지거나 펼쳐지지 않도록 철물 등을 사용하여 견고하게 연결
	창틀 및 유리 철거 작업도중 넘어지거나 유리에 배임	1. 코팅장갑 및 안전대 등 개인 보호구 착용 2. 무리한 동작과 자세 등 작업금지	1. 안전철거방법 및 순서 등 작업절차 준수 2. 작업장 바닥이나 통로에 폐자재 즉시 처리하고 정리정돈 철저 3. 사용 후 보관유리가 넘어지거나 깨지지 않도록 고정 철저 4. 고소작업대 사용

9. 수장 작업 개요

공종명	수장작업	위험도 지수	15	공중 위험등급	상(★★★)	
세부 단위 작업				발생 재해 형태	기인물	
자재 반입, 운반 → 수장시공	재해형태	비율(%)	종류	비율(%)		
	추락	39	고속절단기	22		
	베임, 절단	39	사다리	13		
	전도	17	이동식비계	9		
	충돌	5	작업발판	9		
			그라인더	9		
기타			38			
▶ 소규모 현장 재해특성						
1. 재해빈도와 강도지표는 전체 평균치와 거의 동일함 2. 타정충, 절단 및 용접 작업시 화재, 감전, 에어콤프레샤, 지게차 등 기계기구에 의한 재해발생 빈도 적게 발생됨. 3. 불안정한 작업발판과 사다리 또는 이동식 비계를 사용하다가 추락하는 재해가 많이 발생됨.						
▶ 주요 재해 사례						
1. 사다리 이용하여 천정 등 내부마감 작업 시 미끄러지거나 실족하여 추락 2. 고속절단기, 그라인더, 둥근톱 등 기계기구의 취급 부주의에 의한 날에 접촉 3. 개구부에 덮개 또는 안전난간 미설치에 따른 작업도중 추락 4. 불안정하게 조립된 이동식비계나 말비계, 작업발판에서 작업도중 추락 5. 이동식 비계 등에서 내려오다 실족하여 추락 6. 작업장 바닥에 전선, 자재 등에 걸려 넘어짐						

9-1. 수장 작업 하위 작업1 - 자재 반입, 운반 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
하(★)	일상작업	일상작업	일상작업

9-2. 수장 작업 하위 작업2 - 수장 시공 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
상 (★★★)	사다리를 작업발판으로 사용하다가 실족 등에 의한 추락	1. 사다리 사용 용도 및 위험성에 관한 교육철저 2. 안전모 등 보호구 착용 3. 무리한 행동 금지 4. 순회점검 및 조치	1.사다리 사용 절대금지 2.이동식 비계와 말비계등을 이용하여 작업발판 조립하여 사용 3.비계 조립시 지주 하단의 미끄럼 방지조치와 작업발판 폭은 40센티미터 이상 유지 4.말비계 사용 시 양측 끝부분에 올라서서 작업 절대금지 5.말비계 사용 시 지주부재와 수평면의 기울기를 75도 이하로 유지하고 지주부재와 지주부재 사이를 고정시키는 보조부재를 설치 6.높이 2미터 이상 작업 시에는 이동식비계를 조립하여 사용 7. 단시간 작업이나 2미터 이하 작업 시에는 계단식 안전사다리 사용
	탁상용 등근톱에 의한 베임	1. 등근톱 안전 사용방법 및 취급 주의사항에 대한 교육 철저 2. 무리한 작업 금지 3. 덮개 해체상태 확인 등 순회점검 실시	1.등근톱 방호덮개 반드시 설치후 작업 2.면장갑 착용금지 3.작업 중지 시 반드시 가동중지
	고속절단기로 재료 절단도중 절단석 등에 의한 베임	1. 안전 사용 방법 및 위험성에 관한 교육실시 2. 보안경, 마스크 등 개인보호구 착용 철저 3. 취급 전담자 지정	1. 비산방지용 보호덮개와 보조방호덮개 반드시 설치 2. 가공물을 손으로 직접 잡지 말고 고정 장치 이용하여 작업 3. 회전속도에 적합한 절단석 사용하고 견고하게 고정 4. 교체 후 1분정도 공회전하여 이상 유무 확인 5. 절단석 측면 사용금지하고 무리한 가공금지 6. 가공물 교체 시 정지 상태에서 실시하고 충격금지 7. 면장갑 착용 금지하고 밀착장갑 착용 8. 작업 중단할 경우 반드시 전원 차단하고 연삭숫돌 정지여부 확인

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
<p style="text-align: center;">상 (★★★)</p>	<p>이동식 비계 및 불안전하게 설치된 천장용 작업발판에서 작업도중 추락</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전모 턱끈 및 안전대 착용 등 개인보호구 착용 2. 탑승채 이동 절대금지 3. 순회점검 및 관리감독 철저 4. 안전의식 함양위한 내실 있는 교육 실시 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 이동식비계 바퀴의 움직임상태를 고정하고 아웃트리거 설치 2. 승강용 사다리는 견고하게 설치하고 답단에 미끄럼 방지조치 3. 최상부에는 충분한 강도를 가진 안전난간과 발끝막이판 설치 4. 경사면 작업발판은 항상 수평을 유지하고 밀실하게 설치. 5. 상부 작업발판에서 사다리를 사용하거나 안전난간을 딛고 작업 절대금지 6. 이동식비계 작업발판상부에 자재 과적 금지하고 적재하중은 250킬로그램 초과금지 7. 이동식비계의 높이는 밑변길이의 4배 이상 초과 금지 8. 천장용 작업발판은 바닥 전체에 빈틈없이 연속 설치하고 2개소이상 고정 9. 천장용 작업발판을 합판으로 사용시에는 두께 12mm, 겹침 길이 20cm이상 유지
	<p>작업장 바닥 장애물에 걸려 넘어지거나 개구부에서 추락</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전의식 함양위한 교육 및 개인보호구 착용 2. 수시 정리정돈 실시 3. 순회점검 및 조치 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 소형 개구부에는 덮개를 설치하고 대형개구부 단부에는 100킬로그램 이상의 하중에 견딜수 있는 견고한 안전난간대 설치 2. 작업장 바닥에 널려있는 가설전선은 전선거치대 이용하여 공중거치 3. 작업장 바닥 및 통로 상에 돌출물이나 장애물 즉시 제거하고 정리정돈 철저

10. 판넬등 외부마감 작업 개요

공종명	판넬 등 외부마감작업	위험도 지수	15	공중 위험등급		상(★★★)	
세부 단위 작업				발생 재해 형태		기인물	
자재반입	→	판넬 등 외부마감 시공	재해형태	비율(%)	종류	비율(%)	
			추락	50	사다리	39	
			낙하	11	판넬	28	
			절단	11	기타	67	
			기타	28			
▶ 소규모 현장 재해특성							
1. 추락재해가 가장 많이 발생되고 있으며 추락 이외의 재해형태는 다양하게 발생 2. 위험작업인 곤돌라 작업, 달비계 작업, 강관비계 상부작업, 외부 로프작업 이 적은 반면 소형 건축물에서 저층부 판넬을 시공하다가 사다리에서 추락하는 재해가 많이 발생됨.(중,대형 건설현장에서는 사다리 작업 시 추락재해가 상대적으로 매우 적음)							
▶ 주요 재해 사례							
1. 사다리를 작업발판으로 목적 외 사용하다가 실족, 미끄러짐, 부주의로 추락 2. 판넬 조립작업도중 판넬 사이에 손가락 협착 3. 판넬 지붕 작업 중 미고정된 판넬을 밟아 아래로 추락 4. 고속 절단기 이용하여 자재 가공 중 부주의로 톱날에 베임 5. 이동식 비계 상단에서 작업 중 중심을 잃고 바닥으로 추락 6. 트럭 적재함에서 판넬을 내리던 중 판넬이 미끄러지면서 엄지와 팔 베임 7. 판넬을 조립하는 과정에서 판넬이 손에서 미끄러져 빠지면서 날카로운 철판에 손가락절단							

10-1. 판넬등 외부마감 작업 하위 작업1 - 자재 반입 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
하(★)	일상작업	일상작업	일상작업

10-2. 판넬등 외부마감 작업 하위 작업2 - 판넬등 외부 마감 시공 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
<p>상 (★★★)</p>	<p>사다리를 작업발판으로 목적외의 용도로 사용하다가 실족 등에 의해 추락</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 사다리 사용용도 및 위험성에 관한 교육철저 2. 안전모 등 보호구 착용 3. 무리한 자세와 행동 금지 4. 2인1조 이상 작업 실시 5. 순회점검 및 조치 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 사다리 사용시 단시간 작업이나 이동통로 이외의 사용은 절대금지 2. 이동식 비계와 말비계등을 이용하여 작업발판 조립하여 사용 3. 지주 하단의 미끄럼 방지조치와 작업발판 폭은 40센티미터 이상 유지 4. 말비계 사용 시 양측 끝부분에 올라서서 작업 절대금지 5. 높이 2미터 이상 작업 시에는 가능한 이동식비계 사용 6. 단시간 작업의 사다리 사용 시에는 계단식 안전사다리를 사용하고 미끄럼 방지조치와 아웃트리거를 설치 7. 접이식 사다리 사용 시 접혀지거나 펼쳐지지 않도록 철물 등을 사용하여 견고하게 연결 8. 각재로 조립된 사다리는 절대 사용 금지
	<p>이동식 비계 상부에 불안전하게 설치된 작업발판에서 작업도중 추락</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전모 턱끈, 안전대 등 개인보호구 착용 2. 안전의식 함양위한 교육 및 순회점검 철저 3. 안전관리비 투자 확대 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 이동식비계 견고하게 조립하고 조립기준 준수 2. 이동식비계바퀴의 움직임상태 고정하고 아웃트리거 설치 3. 최상부에 안전난간 설치 4. 경사면 작업발판은 항상 수평을 유지하고 밀실하게 설치. 5. 상부 작업발판에서 사다리를 사용하거나 안전난간을 딛고 작업 절대금지 6. 이동식비계 작업발판상부에 자재 과적 금지하고 적재하중은 250킬로그램 초과금지 7. 이동식비계의 높이는 밑변길이의 4배 이상 초과 금지

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
<p style="text-align: center;">상 (★★★)</p>	<p>판넬 조립작업 중 부주의에 의해 판넬 사이에 손가락 협착</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전조립방법 및 위험성에 대한 교육 철저 2. 안전장갑 등 보호구 착용 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전조립방법 및 순서 준수 2. 사용용도에 적합한 기계기구 사용 3. 무리한 작업 금지
	<p>지붕판넬 조립 작업 중 미고정 판넬에 의한 추락</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전대 부착시설인 로프 및 안전대 반드시 착용 상태에서 작업 2. 작업 전,중,후 순회점검조치 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 작업순서 및 안전 조립 방법 준수 2. 견고한 작업 발판을 조립하여 사용 3. 추락위험 단부에 안전난간 설치 4. 약천후 시 작업 중지
	<p>고속 절단기로 재료 가공중 절단석 등에 접촉</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전사용방법 및 위험성에 관한 교육 실시 2. 보안경, 마스크 등 개인보호구 착용 철저 3. 면장갑 착용을 금지하고 밀착장갑 착용 4. 취급 전담자 지정 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 비산방지용 보호덮개와 보조방호덮개 반드시 설치한 상태에서 작업 2. 가공물을 손으로 직접 잡지 말고 고정 장치를 이용하여 작업 3. 회전속도에 적합한 절단석을 사용하고 견고하게 고정 4. 교체 후 1분정도 공회전하여 이상 유무 확인 5. 절단석 측면 사용금지하고 무리한 가공금지 6. 가공물 교체 시 정지 상태에서 실시하고 충격금지 7. 면장갑 착용금지하고 밀착장갑 착용 8. 작업 중단할 경우 반드시 전원차단하고 연삭숫돌의 정지여부 확인

11. 전기설비 작업(통신포함) 개요

공종명	전기설비작업 (통신포함)	위험도 지수	15	공중 위험등급	상(★★★)		
세부 단위 작업				발생 재해 형태	기인물		
설비 자재 반입, 가공, 운반	→ 설비 배선	→ 설비 설치	→ 특고 압선 로,활 선,,전 주시 공	재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
				추락	43	사다리	26
				전도	17	'기타	74
				감전	9		
				기타	31		
▶ 소규모 현장 재해특성							
1. 사다리에서 추락하는 재해가 가장 많이 발생되고 있으며 추락 이외의 재해형태는 다양함. 2. 작업장소가 협소하고 다른 작업과 병행하여 동시에 진행되므로 작업발판의 확보가 어려워 추락재해 위험성이 높음. 3. 전기설비 배선 작업 중 감전재해는 대규모 현장에 비하여 적게 발생됨 4. 대형 전기설비 설치작업, 철탑작업, 전신주 시공작업 등이 거의 없으며 전동식 고소작업대 등 위험기계기구 사용빈도가 적음 5. 재해빈도와 강도 지표는 전체 평균치보다 낮음							
▶ 주요 재해 사례							
1. 전선 등 자재를 인력 운반 중 계단에서 실족하여 넘어짐 2. 작업발판을 사용하지 않고 사다리 위에서 작업 중 실족, 미끄러짐, 흔들림 등으로 추락 3. 작업발판을 미설치한 상태에서 판넬 천정위에 올라가 작업중 천정이 붕괴되면서 추락 4. 이동식 비계 상부에서 작업 중 비계가 도괴되면서 추락 5. 전기 배선 작업중 바닥에 깔려있는 전선에 걸려 넘어짐							

11-1. 전기설비 작업(통신포함) 하위 작업1 - 설비 자재 반입, 가공, 운반 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
중 (★★)	고속 절단기 사용도중 칼날에 접촉	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전사용방법 및 위험성에 관한 교육 실시 2. 보안경, 마스크 등 개인보호구 착용 철저 3. 면장갑 착용 금지하고 밀착장갑 착용 4. 취급 전담자(숙련공) 지정 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 비산방지용 보호덮개와 보조 방호덮개 반드시 설치한 상태에서 작업 2. 가공물을 손으로 직접 잡지 말고 고정 장치 이용하여 작업 3. 회전속도에 적합한 절단석 사용하고 견고하게 고정 4. 교체 후 1분정도 공회전하여 이상 유무 확인 5. 가공물 교체 시 정지 상태에서 실시하고 충격금지 6. 면장갑 착용금지하고 밀착장갑 착용 7. 작업 중단할 경우 반드시 전원차단하고 연삭숫돌 정지여부 확인
	전기설비 자재 운반도중 통로 바닥의 장애물에 걸려 전도	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전운반요령 등에 관한 교육 실시 2. 안전화 등 개인보호구 착용 3. 작업 전 이동통로와 안전운반방법 결정 4. 근골격계 질환자 작업 금지 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 통행로 주위 정리정돈 철저 2. 통로에서 2미터 이내에 장애물 제거하고 75릭스 이상의 조명 확보 3. 통로바닥의 미끄럼 방지조치 4. 통로의 주요부분에 통로 경고 표지판 설치 5. 인력 운반시 2인 1조로 운반하고 적정중량 취급 6. 가능한 인력운반 지양하고 운반물의 종류와 형상,중량에 적합한 운반기계 기구 사용 7. 통로주위 개구부에 추락예방 덮개 또는 안전난간 설치

11-2. 전기설비 작업(통신포함) 하위 작업2 - 설비 배선 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
상 (★★★)	사다리를 작업발판으로 사용 중 추락	<ol style="list-style-type: none"> 1. 사다리 사용 용도 및 위험성에 관한 교육철저 2. 안전모 턱끈 반드시 조인상태에서 착용 3. 무리한 자세 행동 금지 4. 수시 순회점검 및 조치 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 단시간 작업이나 이동통로 이외의 사다리 사용은 절대 금지하고 이동식 비계와 말비계 등을 이용하여 작업 발판을 조립하여 사용 2. 지주 하단의 미끄럼 방지조치와 작업발판 폭은 40센티미터 이상 유지 3. 말비계 사용 시 양측 끝부분에 올라서서 작업 절대금지 4. 높이 2미터 이상 작업 시에는 가능한 이동식비계 사용 5. 단시간 작업의 사다리 사용 시에는 알루미늄 재질의 계단식 안전사다리 사용하고 아웃트리거를 설치 6. 접이식 사다리 사용 시 접혀지거나 펼쳐지지 않도록 철물 등을 사용하여 견고하게 연결 7. 각재 조립 사다리 절대 사용금지 8. 출입구 부근 작업 시 2인1조 작업
	작업 발판을 설치하지 않은 상태에서 작업하거나 이동식 비계 상단에서 작업도중 추락	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전모 턱끈 등 보호구 올바른 착용 2. 안전의식 함양위한 교육 철저 3. 무리한 자세나 행동 금지 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 이동식비계, 말비계 등 작업발판을 견고하게 조립하여 작업 2. 이동식비계 바퀴의 움직임 상태를 고정하고 아웃트리거 설치 3. 최상부에는 안전난간 설치 4. 경사면 작업발판은 항상 수평을 유지하고 밀실하게 설치. 5. 상부 작업발판 위에서 사다리를 사용하거나 안전난간을 닫고 작업은 절대금지 6. 이동식비계의 높이는 밑변길이의 4배 이상 조립 금지
	전선에 발이 걸려 넘어져 전도	<ol style="list-style-type: none"> 1. 작업장 통로 바닥 정리정돈 철저 2. 순회점검 및 조치 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 통행로 주위와 2미터 이내에 장애물 제거 2. 통로바닥의 미끄럼 방지조치 및 요철제거 3. 통로주위 개구부에 덮개 또는 안전난간대 설치 4. 전선은 거치대 이용하여 벽면 또는 공중거치
	전선 배선작업 중 차단기 고장으로 통전되어 감전	<ol style="list-style-type: none"> 1. 전기 배선작업내용과 감전원리 등에 관한 교육철저 2. 절연화 절연장갑 등 보호구 착용 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 차단기 정기적 안전점검하고 불량차단기는 즉시 교체 2. 전담자를 지정하여 관리하고 시건 조치 3. 작업 중 경고표지판 설치하고 수시 절연테스트 실시 4. 접지 및 누전차단기 설치

11-3. 전기설비 작업(통신포함) 하위 작업3 - 설비 설치 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
하(★)	일상작업	일상작업	일상작업

11-4. 전기설비 작업(통신포함) 하위 작업4 - 특고압 선로, 활선, 전주 시공 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
하(★)	일상작업	일상작업	일상작업

12. 기계설비 작업(소방포함) 개요

공종명	기계설비작업 (소방포함)	위험도 지수	20	공중 위험등급	상(★★★)		
세부 단위 작업				발생 재해 형태		기인물	
자재반입,가 공,운반	→	기계설비 설치	재해형태	비율(%)	종류	비율(%)	
			추락	38	사다리	23	
			협착	19	작업발판	8	
			절단,베임	12	고속절단 기	8	
			충돌	12	기타	61	
			기타	19			
▶ 소규모 현장 재해특성							
1. 소규모 건설현장 공중 중 가장 위험도가 높으며, 특히 기계설비 설치 작업 중 재해가 많이 발생됨. 2. 지게차, 랜탈기 등 건설기계에 의한 운반 및 설치, 해체 작업이 적으므로 건설 기계에 의한 협착 충돌재해가 많지 않으며, 화재발생도 적게 발생됨 3. 소규모 인력운반 도중 통로 돌출물에 의해 전도에 의한 재해가 많이 발생됨 4. 작업 특성상 단시간 이동작업을 하는 작업이 많으며 다양한 전기기계 기구를 사용하기 때문에 추락, 협착, 베임 등 재해형태가 다양함.							
▶ 주요 재해 사례							
1. 배관자재 운반 중 미끄러운 바닥과 돌출물에 의해 걸려 넘어짐 2. 고속절단기 이용하여 배관 가공 절단 중 절단석에 접촉하여 베임 3. 작업발판을 설치하지 않고 작업하거나 불안전하게 설치한 작업발판에서 작업 중 추락 4. 사다리를 작업발판으로 목적외 사용하다가 사다리 좌굴, 전도, 미끄러짐, 흔들림, 실족, 무게중심 쏠림 등으로 추락 5. 천정 판넬 상부에서 작업발판 없이 작업 중 천정이 무너지면서 같이 추락 6. 설비배관 철거 작업 중 철거된 자재가 낙하 7. 냉동기 등 중량설비 교체작업 중 중량물 설비가 넘어지면서 협착							

12-1. 기계설비 작업(소방포함) 하위 작업1 - 자재 반입, 운반, 가공 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
중 (★★)	고속 절단기 이용하여 절단 중 날에 접촉	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전사용방법 및 위험성에 관한 교육 실시 2. 보안경, 마스크 등 개인보호구 착용 3. 면장갑 착용금지하고 밀착장갑 착용 4. 지정된 취급자 이외 취급금지 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 방호덮개 및 보조방호덮개 해제 금지 2. 가공물을 손으로 잡지말고 고정장치 이용하여 작업 3. 회전속도에 상응하는 절단석 사용하고 견고하게 고정 4. 교체 후 1분정도 공회전하여 이상 유무 확인 5. 절단석 측면 사용금지하고 무리한 가공금지 6. 가공물 교체 시 정지 상태에서 실시 7. 절단석 마모상태 수시점검 및 교체
	배관자재 운반 중 바닥 통로 미끄러움, 실족 및 장애물에 걸려 전도	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전 운반 방법 및 전도 예방위한 내실 있는 교육실시 2. 작업 전 이동경로와 운반 방법 및 자재적재장소 결정 3. 요통 환자 등 근골격 질환자 운반 작업 금지 4. 작업 시작 전 건강검진 및 체조 실시 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 통로바닥이나 2미터 이내에 장애물 제거 2. 인력 운반시 적정량 취급(남자:체중의 약40%, 여자:체중의 24%) 3. 배관자재 등 중량물 운반 시에는 운반용 수레 등 적당한 운반기계 기구 사용 4. 충분한 운반통로 공간 확보하고 통로바닥에 미끄럼방지 조치 5. 통로주위 개구부에 덮개 또는 안전난간 설치

12-2. 기계설비 작업(소방포함) 하위 작업2 - 기계 설비 설치 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
<p style="text-align: center;">상 (★★★)</p>	<p>사다리를 작업발판으로 사용 중 추락</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 사다리 사용용도 및 위험성에 관한 교육철저 2. 안전모 턱 끈 반드시 조인상태에서 착용 3. 무리한 자세 행동 금지 4. 수시 순회 점검 및 조치 5. 2인 1조 작업 실시 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 단시간 작업이나 이동통로 이외의 사다리 사용은 절대 금지하고 이동식 비계와 말비계등을 이용하여 작업발판을 조립하여 사용 2. 지주 하단의 미끄럼 방지조치와 접이식 사다리 사용 시 접혀지거나 펼쳐지지 않도록 철물 등을 사용하여 견고하게 연결 3. 높이 2미터 이상 작업 시에는 가능한 이동식비계 사용 4. 단시간 작업의 사다리 사용 시에는 알루미늄 재질의 계단식 안전사다리를 사용하고 반드시 아웃트리거를 설치 5. 출입구 부근 작업시 2인1조 작업
	<p>작업 발판을 설치하지 않고 작업하거나 불안전하게 설치된 작업발판 상부에서 작업도중 추락</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전모 및 안전대 등 개인보호구 착용 2. 무리한 자세동작 금지위한 교육 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2미터 이하 작업시에는 말비계를 견고하게 조립하여 사용 2. 사다리를 작업발판으로 절대 사용금지 3. 지주부재의 하단에 미끄럼 방지조치와 작업발판 폭이 40센티미터 이상의 말비계 사용. 3. 말비계 사용시 양측 끝부분에 올라서서 작업금지 4. 2미터 이상 작업시에는 가능한 이동식비계 견고하게 조립하여 사용하고 조립기준 준수 5. 이동식비계바퀴의 움직임상태 고정하고 아웃트리거 설치 6. 이동식 비계의 최상부에는 안전난간 설치 7. 경사면 작업발판은 항상 수평을 유지하고 밀실하게 설치. 8. 상부 작업발판 위에서 사다리를 사용하거나 안전난간을 딛고 작업 절대금지 9. 이동식비계 작업발판상부에 자재 과적 금지하고 적재하중은 250킬로그램 초과 금지 10. 이동식비계의 높이는 밑변길이의 4배 이상 조립 금지

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
<p style="text-align: center;">상 (★★★)</p>	<p>배관자재 등 설비 설치 및 해체 작업도중 자재 낙하</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 설치 및 해체계획서 작성하고 작업전 근로자 교육 실시 2. 안전모 및 안전대 등 개인보호구 착용 3. 감시인 배치 4. 기계 기구 공구의 안전한 사용방법 숙지 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 사다리 사용 금지하고 이동식 비계를 반드시 조립하여 사용 2. 중량물 인양 시 견고하게 로프 결속하고 단독작업 금지 3. 낙하 예방위해 상하부 동시작업 금지 4. 자재 및 수공구는 설비배관 위에 무단적치 금지 5. 작업발판 단부에 안전대 및 발끝막이판 반드시 설치
	<p>랜탈기 운전도중 부주의에 의한 충돌</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 충분한 시야 확보하여 운전하고 무리한 이동과 운행 금지 2. 난폭운전과 한눈 팔고 운전하지 않도록 교육철저 3. 수시 순회 점검 및 불안전상태 발생 시 즉시 조치 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 복합조작 금지하고 운행시에 작업반경내 근로자 무단 출입여부 확인 철저 2. 작업차 상부에서 사다리나 말비계 사용 절대금지 3. 작업 중 불시 승하강 금지 4. 리미트 스위치 부착 및 작동여부 수시확인 5. 작업대 상부에 과적금지하고 안전난간 및 발끝 막이 판 설치

13. 맨홀 및 관부설 작업 개요

공종명	맨홀 및 관부설작업	위험도 지수	15	공중 위험등급	상(★★★)		
세부 단위 작업				발생 재해 형태		기인물	
맨홀 및 관부설 굴착	→	맨홀 및 관부설	재해형태	비율(%)	종류	비율(%)	
			붕괴	18	범면	18	
			추락	18	수로관	12	
			전도	18	기타	70	
			협착	18			
			낙하	12			
			충돌	12			
			근골격계	4			
▶ 소규모 현장 재해특성							
1. 재해형태가 붕괴, 추락, 전도, 협착, 충돌, 낙하 등 다양한 형태의 재해가 발생되며 재해강도가 매우 높음 2. 토사붕괴와 건설기계에 의한 협착, 충돌 재해 위험성이 매우 높음 3. 대형 굴착공사에서 발생하는 토사붕괴에 의한 중대재해는 거의 발생하지 않음							
▶ 주요 재해 사례							
1. 상수도관 등을 인력 운반 및 작업 중 실족에 의한 전도, 굴착 개구부로 추락 2. 수로관 설치작업 중 적재된 수로관이 굴러 수로관에 의해 손가락이 협착 3. 관로 부설 작업 중 굴삭기 버킷에 머리 충돌 4. 트랜치 굴착 후 굴착하부에서 관로 부설작업 중 굴착 범면 토사가 붕괴 5. 굴삭기 이용하여 흙관 등 자재를 들던 중 체결 로프가 파단 되면서 낙하 6. 굴삭기 이용하여 관로 인양 작업 중 운전원 오조작에 의해 관로 낙하							

13-1. 맨홀 및 관부설 작업 하위 작업1 - 맨홀 및 관부설 굴착 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
하(★)	일상작업	일상작업	일상작업

13-2. 맨홀 및 관부설 작업 하위 작업2 - 맨홀 및 관부설 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
<p>상 (★★★)</p>	<p>관로 운반 중 실족 및 통로바닥의 장애물에 의한 전도,</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전운반방법 등 작업 전 특별교육 실시 2. 안전모 등 개인보호구 착용 및 관리 감독 철저 3. 사전 이동통로와 적정 운반방법 및 적재장소 결정 4. 요통환자 등 근골격 질환자 운반 작업 금지 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 통로바닥 및 2미터 이내에 장애물 제거하고 정리정돈 실시 2. 통로바닥의 미끄럼 방지조치 및 요철제거 3. 운반 시 적정량 취급(남자:체중의 약 40%정도인 25Kg, 여자:체중의 24%정도 취급) 4. 운반물의 종류와 형상,중량에 적합한 운반기계 기구 사용 5. 자재 야적 시 고임목 사용 등 수평도 유지 6. 가능한 2인 1조 운반하고 주의 통행 7. 운반통로 주위 개구부에 덮개 또는 안전난간 설치
	<p>트렌치 굴착 후 굴착하부 관부설 작업 도중 법면 붕괴</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전굴착방법 등 작업계획서 작성 및 작업 전 안전교육 실시 2. 작업 시작 전 작업 장소 및 주변상태, 지하매설물 에 대한 점검 실시 4. 악천후 시 작업금지 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 굴착면의 안전기울기 및 시방서 준수 2. 1.5미터 이상 굴착하거나 함수율이 높은 토질과 이질지층의 경우 조립식 흙막이 가시설 반드시 설치 3. 굴착면 상단부에 굴착토사 및 건설기계 등 중량물 적치금지 4. 굴착하부에 사다리 설치 등 안전통행 위한 승강설비 설치 5. 굴착구간 측구를 설치하거나 비닐 슈트 등으로 법면 방호조치

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
상 (★★★)	작업 및 통행 중 굴착 개구부로 추락	1. 안전 경고표지판 설치하고 개인보호구 착용 2. 신호수 및 작업지휘자 지정하여 지휘	1. 굴착 선단부 개구부에 안전난간대 등 안전시설물 설치 2. 작업 완료 후 조속히 되메우기 실시
	굴삭기 사용 중 버킷과 관로에 충돌하거나 인양하물의 낙하	1. 작업시작 전 굴삭기 각종 기능상태 점검 후 작업 2. 유자격자에 의한 운전 3. 안전모 등 개인보호구 착용 4. 건설기계의 종류 및 성능, 운행경로, 안전 작업 방법 등이 포함된 작업계획서 작성하고 작업 전 교육실시 5. 승차석 외 탑승 금지하고 운전석 이탈금지	1. 굴삭기 작업반경내 출입금지 2. 유도자 지정하여 유도하에 작업하고 운전자는 유도자의 신호 준수 3. 자재 인양 운반 시 인양하부근로자 출입통제 4. 관로 체결 시 빠지거나 풀리지 않도록 견고하게 결속하고 해지장치 사용 5. 손상, 마모, 부식, 킁크된 체결 로프와 슬링벨트 사용금지 6. 굴삭기를 크레인 용도로 사용하는 등 주된 용도 외 사용금지 7. 관로의 위치 조정 시 지렛대 등으로 안전하게 작업
	관로 보관 및 취급 시 구름으로 인한 협착, 충돌	1. 안전보관방법 및 위험성에 관한 교육 2. 순회점검 실시	1. 구름멈춤대, 췌기 등을 이용하여 구름방지조치 2. 구르는 방향인 경사면 아래에 근로자 출입금지 3. 굴착면 선단부에 관로 적재 금지

14. 포장 작업 개요

공종명	포장작업	위험도 지수	10	공중 위험등급	상(★★★)	
세부 단위 작업				발생 재해 형태	기인물	
포장장비 반입	→	포장시공	재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
			전도	50	바닥,통로	50
			충돌	25	롤러	25
			협착	25	살포기	25
▶ 소규모 현장 재해특성						
1. 보통 건설기계에 의한 충돌, 협착 재해가 주로 발생되나 소규모 현장에서는 전도재해가 많이 발생되고 있음 2. 재해발생 빈도율(1.10) 대비하여 강도율(5.25)이 매우 크게 발생됨 3. 재해발생 빈도와 강도 지표는 건설공사 전체 평균치보다 높게 발생됨						
▶ 주요 재해 사례						
1. 아스콘 포장 작업 중 후진하는 롤러에 충돌하여 사망 2. 포장 작업 도중 실족에 의해 전도 3. 콘크리트 포장 후 양생위해 덮어놓은 비닐 위를 걷다가 미끄러져 전도 4. 포장작업 기계인 살포기 시동을 거는 중 벨트에 손이 협착						

14-1. 포장 작업 하위 작업1 - 포장 장비 반입 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
하(★)	일상작업	일상작업	일상작업

14-2. 포장 작업 하위 작업2 - 포장 시공 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
중 (★★)	포장 작업 중 미끄러져 전도	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전의식 함양위한 교육 2. 안전화 등 보호구 착용 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 작업장 및 통로바닥에 장애물 제거하고 정리정돈 철저 2. 미끄럼 방지조치 실시
	아스콘 포장 작업 시 건설기계에 의한 충돌	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전모 등 개인보호구 착용 2. 장비 운행경로와 근로자 이동경로가 중첩되므로 철저한 안전교육 실시 3. 신호유도자 배치하고 안전장소에서 유도. 3. 롤러, 휘니셔, 덤프 등 차량계 건설기계 사용시 건설기계의 종류 및 성능, 운행경로, 안전작업방법 등이 포함된 작업계획서 작성하고 작업 전 교육 실시 4. 작업 시작 전 건설기계의 브레이크 및 클러치 등 기능 정상작동상태 사전점검 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 유자격자가 운전하고 가능한 숙련공에 의한 운전 2. 건설기계의 작업반경내 출입금지 조치 3. 건설기계 후진 시 후진 확인 및 후진경보음 정상 작동 유지 4. 운행속도(8~10km/h) 준수 5. 건설기계 근접하여 휴식 절대금지 6. 야간작업과 악천후 시 작업금지 7. 다짐롤러 운행 시 단조로운 반복 작업에 의한 부주의 예방조치.

15. 안전가시설 작업 개요

공종명	안전 가시설작업	위험도 지수	12	공중 위험등급	상(★★★)		
세부 단위 작업				발생 재해 형태		기인물	
안전가시설 (이동식비 계,작업발판 ,가설통로 등) 설치 → 안전가시설 (이동식비 계,작업발판 ,가설통로 등) 해체				재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
				추락	80	이동식 비계	40
				낙하	20	작업발판	40
						강관	20
▶ 소규모 현장 재해특성							
1. 소규모 현장에서는 낙하물방지망과 비계작업 공중이 적으며 재해빈도도 적게 발생됨 2. 단순하고 위험도가 낮은 공중으로 구성되어 있으나 재해 빈도와 강도가 높게 나타나고 있음 3. 중대형 건설현장에 비하여 재해자의 비율이 현저하게 낮음							
▶ 주요 재해 사례							
1. 작업발판 조립 설치 중 부주의로 4미터 높이에서 추락 2. 2미터 높이의 작업발판 설치 중 미끄러지면서 추락 3. 이동식 비계 조립하다가 신발이 미끄러져 바닥으로 추락 4. 비계 하단부에서 작업하다가 비계 상부에서 작업발판 조립 자재가 낙하하여 손가락 골절 5. 이동식비계를 해체하기 위하여 틀비계 측면에서 매달려 해체 중 과하중에 의해 편심발생으로 7미터 높이에서 추락 사망							

15-1. 안전가시시설 작업 하위 작업1 - 안전가시시설(이동식비계, 작업발판, 가설통로 등) 설치 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
중 (★★)	작업발판 조립 중 부주의로 추락	1. 안전대 및 안전모 등 개인보호구 착용 2. 안전수칙 준수하고 안전의식 함양위한 교육 철저	1. 말비계, 각립비계, 계단식 안전사다리 등을 이용하여 발판조립 2. 손상, 변형, 부식, 파손된 발판과 자재 등 불안정한 작업발판 사용금지 3. 발판의 폭은 40센티미터 이상 설치하고 2개소 이상 견고히 고정 4. 비계 등 가설구조물 조립순서 준수하고 단부에 안전난간 설치
	이동식 비계 조립 중 추락, 자재 낙하	1. 안전조립방법 및 순서 준수 2. 안전화 및 안전대 등 개인보호구 착용철저 3. 조립방법 및 순서 준수 4. 관계자 외 출입금지	1. 폭 20센티미터 이상의 말비계와 각립비계, 계단식 안전사다리 등 보조발판 사용 2. 바퀴구름 방지조치 및 아웃트리거 설치 3. 접속부는 전용철물 사용하여 견고하게 체결하고 발판은 2개소 이상 고정 4. 손상된 재료 사용금지하고 승하강시 달줄 또는 달포대 사용 5. 승강용 사다리 견고하게 설치하고 최상부에는 안전난간대 2단 설치 6. 악천후시 작업금지 7. 경사면 이동식비계 설치는 수평을 유지하고 높이는 밑변길이의 4배 이상 초과하여 조립 금지 8. 발판의 최대적재하중은 250킬로그램 초과금지

15-2. 안전가시시설 작업 하위 작업2 - 안전가시시설(이동식비계, 작업발판, 가설통로 등) 해체 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
중 (★★)	이동식비계 해체 중 불안정 자세동작에 의해 추락	1. 해체 작업전 해체계획서 작성하고 교육 실시 2. 안전화 등 보호구 착용 3. 작업지휘자 지정하여 지휘하에 작업 4. 관계자 외 출입금지	1. 해체 작업시 무리한 해체나 탐승해체 절대금지 2. 말비계 등 보조 작업발판 사용하면 서 해체 3. 측면 매달린 상태로 절대 해체금지 4. 상하부 동시작업 금지 5. 낙하위험 없도록 달줄이나 달포대 사용 6. 안전 해체순서 및 해체방법 준수

16. 기존 구조물 철거, 보수 작업 개요

공종명	기존 구조물 철거, 보수	위험도 지수	15	공중 위험등급		상(★★★)	
세부 단위 작업				발생 재해 형태		기인물	
기존 구조물 철거, 보수				재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
				추락	33	벽돌벽체	11
				전도	17	통로바닥	11
				낙하	11	사다리	11
				기타	39	기타	67
▶ 소규모 현장 재해특성							
<p>1. 철거, 보수 공사는 소형 구조물에서 많이 발생</p> <p>2. 대형 해체장비인 압쇄기, 대형 브레이커, 철재 햄머, 화약류 사용빈도가 적고 핸드브레이커, 절단톱, 굴삭기, 해머 등 소형장비에 의한 해체작업이 많음</p>							
▶ 주요 재해 사례							
<p>1. 컷팅기 이용하여 콘크리트 벽체 절단 중 덮개 이탈에 의한 날 접촉하여 베임</p> <p>2. 그라인더 사용 중 무리한 작업에 의한 날 파손 비래되어 얼굴 베임</p> <p>3. 벽돌벽체 철거 중 벽체가 붕괴되어 깔리거나 벽돌 낙하하여 머리 강타</p> <p>4. 구조물 철거도중 2미터 높이에서 추락</p> <p>5. 철거된 고철 정리정돈 또는 이동 중 바닥이 미끄러져 전도</p> <p>6. 철거 작업도중 작업발판에서 추락하여 팔목 골절</p> <p>7. 2미터 높이의 구조물을 철거하는 과정에서 중심을 잃고 추락</p> <p>8. 사다리 이용하여 판넬 철거도중 무게를 이기지 못하고 판넬과 함께 추락</p> <p>9. 이동식 비계 상부에서 천정 석고보드 철거 중 바닥으로 추락</p>							

16-1. 기존 구조물 철거, 보수 작업 작업1 - 기존 구조물 철거, 보수 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
<p style="text-align: center;">상 (★★★)</p>	<p>벽체 철거 중 붕괴 및 낙하</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 해체계획서(철거 대상물 구조 및 배치상태, 안전해체방법, 순서, 내외장재, 노후정도, 진동소음분진 발생 유무, 낙하반경, 부지상황, 해체 기기계구 등) 작성하고 작업전 특별교육 2. 작업지휘자 지정 지휘 3. 안전모 등 개인보호구 착용 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 작업구역 설정하고 작업 구역 내 관계자외 출입통제 2. 강풍, 폭우 등 악천후시 작업 금지 3. 외벽이나 기둥 해체 시 낙하 위치와 파편 비산거리 예측하고 출입금지 구역 설정 4. 벽체 등 구조물 전도시 작업자 반드시 대피후 전도 5. 분진억제 살수시설 설치 6. 작업자간 적정한 신호방법 결정 및 준수 7. 벽체 철거용 컷팅기 사용시 무리한 동작 금지
	<p>작업발판 미설치와 불안전 설치된 작업발판 상부에서 작업 도중 추락</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전모 턱끈 및 안전대 등 개인보호구 착용 2. 안전의식 함양 및 무리한 자세동작 금지위한 안전교육 철저 3. 수시 순회점검 실시 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2미터 이내 작업시에는 폭 40센티미터 이상의 말비계 조립하여 사용하고 양측 끝부분에 올라서서 작업금지 2. 2미터 이상 작업시에는 이동식비계 등 작업발판 견고하게 조립하여 사용 3. 이동식비계바퀴의 움직임상태 고정하고 아웃트리거 설치 4. 최상부에는 견고한 구조의 안전난간 설치 5. 경사면 작업발판은 항상 수평을 유지하고 밀실하게 설치. 6. 상부 작업발판에서 사다리를 사용하거나 안전난간을 딛고 작업 절대금지 7. 이동식비계 작업발판상부에 자재 과적 금지하고 적재하중은 250킬로그램 초과금지 8. 사다리를 작업발판으로 절대 사용금지

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
상 (★★★)	사다리 작업 발판으로 목 적외 사용 중 추락	<ol style="list-style-type: none"> 1. 사다리 사용도 및 위험성에 관한 교육 철저 2. 안전모 턱끈 반드시 조인상태에서 착용 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 단시간 작업이나 이동통로 이외의 사다리 사용은 절대금지 2. 이동식 비계와 말비계등을 이용하여 작업발판 견고히 조립하여 사용 3. 단시간 작업의 사다리 사용시에는 알루미늄 재질의 계단식 안전사다리 사용하고 반드시 아웃트리거와 펼쳐지지 않도록 철물 등을 사용하여 견고하게 연결 4. 출입구 부근 작업시 반드시 2인1조 작업
	그라인더와 컷팅기의 잘못 사용에 의한 날에 베임	<ol style="list-style-type: none"> 1. 보안경 및 안전장갑 등 개인보호구 착용 2. 그라인더 등 기계기구 안전사용방법 및 위험성에 관한 교육 실시 3. 순회점검 및 관리 감독 철저 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전덮개 해체된 상태에서 절대 사용금지 2. 마모된 날은 즉시 교체하고 무리한 사용금지 3. 주용도 외 사용금지 4. 덮개와 날 교체시 견고하게 조이고 조임 상태 반드시 확인 후 작업 실시

17. 지붕 작업 개요

공종명	지붕작업	위험도 지수	20	공중 위험등급		상(★★★)	
세부 단위 작업				발생 재해 형태		기인물	
지붕작업				재해형태	비율(%)	종류	비율(%)
				추락	78	지붕	67
				전도	12	사다리	17
				낙하	5	기타	16
				베임	5		
▶ 소규모 현장 재해특성							
<p>1. 추락재해가 대부분 발생되며 창고, 상가, 주택, 축사, 화장실 등 소규모 건설현장에서 주로 발생</p> <p>2. 근로자 안전의식 결여에 의한 재해가 많이 발생되며 단순한 예방조치로 충분히 예방 가능한 재해가 많음</p> <p>3. 소규모 건설현장 공중 중 기계 설비 작업과 함께 위험도가 가장 높은 공종임.</p>							
▶ 주요 재해 사례							
<p>1. 지붕 보수작업 위해 점검 도중 지붕 붕괴에 의한 추락</p> <p>2. 슬레이트 지붕 단부에서 작업하는 과정에서 실족하여 아래로 추락</p> <p>3. 지붕 단부에서 단열재 운반 중 중심을 잃고 지면으로 추락</p> <p>4. 지붕 강판 해체 중 부실 시공된 강판 가장자리를 밟아 강판과 같이 추락</p> <p>5. 지붕 철거위해 슬레이트 지붕 이동 중 슬레이트가 부러져 추락</p> <p>6. 지붕 케노피 제거 작업 중 케노피가 붕괴되어 케노피와 같이 추락</p> <p>7. 축사 지붕 철판조립 작업 중 실족으로 3미터 높이에서 추락하여 사망</p> <p>8. 지붕상부 작업자에게 자재 전달 후 사다리를 타고 내려오다 미끄러져 추락</p> <p>9. 옥상지붕 청소 작업위해 사다리 오르다가 실족하여 추락</p> <p>10. 사각 정자 지붕 시공위해 사다리 이용 오르다가 사다리가 뒤로 미끄러지면서 추락</p>							

17-1. 지붕 작업 하위 작업1 - 지붕 반입 작업

위험등급	위험요인	관리적 대책	기술적 대책
<p style="text-align: center;">상 (★★★)</p>	<p>지붕 철거와 보수 등 지붕 작업 중 붕괴, 전도, 추락, 낙하</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 지붕구조와 형태, 작업순서, 방법 등 안전 작업계획서 작성하고 작업 전 특별교육 실시 2. 안전모, 턱끈과 안전대(부착시설 포함) 반드시 착용 작업 3. 수시 순회점검 실시하고 작업지휘자 배치 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 경사지붕 단부에 안전난간 및 발끝막이판 설치하고 설치 곤란 시에는 안전대 부착시설(로프)과 안전대 반드시 착용하고 작업 2. 경사지붕 작업 시 폭 30센티미터 이상의 디딤 발판을 설치하거나 안전방망 설치 3. 지붕 이동통로는 폭이 30센티미터 이상의 지붕사다리 설치하고 설치기준 준수 4. 악천후 시 작업금지 5. 지붕 상단에 불필요한 자재 등 장애물 제거하고 과적 금지 6. 지붕 단부 작업 시 이동식비계나 틀비계를 조립하여 작업하고 사다리 사용 절대금지 7. 작업구역 설정하고 반경 내 출입 통제 철저 8. 지붕 상하부 동시작업 금지하고 자재 등의 무단투하 절대금지
	<p>지붕 이동통로인 사다리에서 오르내리다가 실족과 미끄러짐에 의해 추락</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안전모, 안전화, 안전대 등 개인보호구 올바른 착용 2. 높은 곳 승하강시 수직구명줄 설치와 안전대 착용 3. 사다리 안전 사용방법 등 근로자 안전의식 함양위한 교육 실시 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 지붕 상부로 자재 인양 시 크레인이나 달줄, 달포대 사용하고 사다리 이용하여 인력운반 금지 2. 각재조립 사다리나 손상 부식된 사다리 사용 금지하고 견고한 철제 사다리 사용. 3. 사다리 기둥 하단부와 답단에 미끄럼 방지조치 실시 4. 사다리 움직임 없도록 고정 철저히 하고 걸친 높이는 60센티미터 이상, 설치각도는 75도 이내로 설치 5. 사다리 승하강 시 2인 이상 동시에 승하강 금지 6. 사다리를 작업발판으로 사용 금지하고 전도 방지 대 설치 7. 사다리 사용 지양하고 가설계단 조립 사용 8. 사다리 발판의 간격은 일정하게 하고 폭은 30센티미터 이상으로 설치