



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 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](#)

2022년 2월
석사학위 논문

운영기술지침서의 정확한 적용을 위한 심사제도 제언

조선대학교 대학원
원자력공학과
손 영 환

운영기술지침서의 정확한 적용을 위한 심사제도 제언

A Study on Examination System for Applying
Technical Specification Precisely

2022년 2월 25일

조선대학교 대학원
원자력공학과
손 영 환

운영기술지침서의 정확한 적용을 위한 심사제도 제언

지도교수 김 종 현

이 논문을 공학 석사학위신청 논문으로 제출함
2021년 10월

조선대학교 대학원
원자력공학과
손 영 환

손영환의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수	정운관 (인)
위원 조선대학교 교수	이경진 (인)
위원 조선대학교 교수	김종현 (인)

2021년 12월

조선대학교 대학원

목차

제1장 서론	1
제2장 운영기술지침서	3
제1절 운영기술지침서 개괄	3
제2절 운영기술지침서 적용 현황	7
제3절 운영기술지침서 적용 문제점	10
제3장 원전 운영자 및 규제기관 대응	15
제1절 TS Expectation	15
1. TS Expectation	15
2. 평가	18
제2절 보고·공개 규정 해설서	19
1. 보고·공개 규정 해설서	19
2. 평가	21
제4장 운영기술지침서의 정확한 적용을 위한 심사	22
제1절 특허제도	22
제2절 운영기술지침서의 정확한 적용을 위한 심사 .	25
1. 심사제도 개괄	25
2. 심사제도 장·단점	28
제5장 결론	29
[참고문헌]	30

표목차

표 II-1. 원자력안전법 운영기술지침서 관련 조항	3
표 II-2. 운영기술지침서 작성 사항	4
표 II-3. 운영기술지침서 운전제한조건 예시	5
표 II-4. 한빛 1,2호기 운영기술지침서 적용 사례(2019년)	7
표 II-5. 흔히 적용되는 운영기술지침서 운전제한조건	7
표 II-6. 기타 운영기술지침서 적용 사례	9
표 II-7. 운영기술지침서 적용 문제점 예시 사례1	10
표 II-8. 운영기술지침서 적용 문제점 예시 사례2	12
표 III-1. 노형별 TS Expectation(2019년)	15
표 III-2. WH TS Expectation 대표사례	16
표 III-3. WH TS Expectation 예시	17
표 IV-1. 특허청구범위 특허법 관련 조항	22
표 IV-2. 심사 개념에 따른 절차 진행 순서	26

그림목차

그림 II-1. 운영기술지침서 운전제한조건 조치사항 위반	13
그림 III-1. 보고·공개 규정과 원자력안전법과의 관계	19
그림 III-2. 보고대상 사건 해설서 예시	20
그림 III-3. 공학적 판단	21
그림 IV-1. 운영기술지침서의 정확한 적용을 위한 심사 개념	25

ABSTRACT

A Study on Examination System for Applying Technical Specification Precisely

Young Hwan Son

Advisor : Prof. Kim Jong Hyun Ph.D.

Department of Nuclear Engineering

Graduate School of Chosun University

Technical Specification are a legal guide line according to Nuclear Safety Laws/Regulations and Notices of the Nuclear Safety and Security Commission(NSSC). Technical Specifications are basic rules for safety nuclear power plant operation, public disaster prevention and environmental preservation. So nuclear power plant operators must obey the Technical Specifications. Operators use a Technical Specifications in proper situations to be safe conditions and Technical Specifications are use like a law.

On 10 May 2019, Aux feed system operation and manual nuclear reactor trip in HanBit #1 as a cause of withdrawing control rod during reactor characteristic test, let us think how to use Technical Specifications. This Thesis has a purpose to making leading cases for applying Technical Specifications precisely. Examination for applying Technical Specifications is reliable case to nuclear power plant operator. It is helpful to safety nuclear power plant operation, public disaster prevention and environmental preservation. Examination for applying Technical Specifications will make a leading case.

제1장 서론

법학에서 보면 단순한 문장에 불과한 법조 본문을 실제로 적용하는 判例가 있다. 判例란 법원이 특정 소송사건에 대하여서 법을 해석·적용하여 내린 판단이다. 영미법의 판례법주의에 비해 우리나라의 대륙법 체계에서는 判例 자체가 법규라고 볼 수는 없으나 사실상의 법규적 효력을 인정하고 있다.

운영기술지침서는 원자력안전법 제20조 및 원자력안전위원회 고시 “운영기술지침서의 작성에 관한 고시”에 따라 작성된 발전소 운영의 법적 기준이 되는 지침서를 말한다. 원전 운영자는 운영기술지침서를 반드시 준수하여야 한다.¹⁾ 운영기술지침서는 발전소의 안전성을 확보할 수 있는 기본적인 사항을 정하여 발전소의 안전 운전 및 공공의 재해방지, 그리고 환경보전을 목적으로 한다.²⁾ 운영기술지침서는 원전 운영의 근간이 되는 法과 같은 역할을 한다고 볼 수 있다.

다음 사건을 직접 접하며 운영기술지침서 判例의 필요성을 느끼게 되었다. 2019년 “한빛1호기 원자로특성시험 중 부주의한 제어봉 인출에 따른 보조급수계통 작동 및 원자로 수동정지 사건”에서 원전 운영자는 사건 발생 당시 운영기술지침서 운전제한조건 불만족을 인지하지 못하였고 이후 한국원자력안전기술원 사건조사팀이 운영기술지침서 적용 필요성을 확인하고 조치를 요구하여 원전 운영자는 원자로를 수동 정지하였다.³⁾ 열출력 측정방법이 논란이 되었는데 실무자 입장에서 열출력에 관하여 실제 적용하지 않았던 방법, 노외계측기 열출력을 규제기관에서 결론으로 정리⁴⁾하는 것을 보고 운영기술지침서의 명확하지 않은 부분 해결을 위한 방안이 필요하다고 생각했다. 이제까지 해결을 위한 노력이 있었는지도 의문이 들었다.

1) 원자력안전법 제26조 제2항

2) 한빛 1,2호기 운영기술지침서 1.0.1 목적

3) 한국원자력기술원, 제2019-3차 원전사건등급평가위원회 의결 안건, “한빛 1호기 부주의한 제어봉 인출에 따른 보조급수계통 작동 및 원자로 수동정지” 등급평가 결과(안) 8p

4) 한국원자력안전기술원, 원전 사고·고장 조사보고서 “한빛 1호기 원자로특성시험 중 부주의한 제어봉 인출에 따른 보조급수계통 작동 및 원자로 수동정지” 35p

2019년 신설된 원전 운영자의 운영기술지침서 사전기술검토서, TS Expectation 은 원전 운영자 내부 검토에 불과하여 참조문서에 불과하다. 2020년 규제기관은 보고대상 사건 해설서를 발행하였으나 운영기술지침서 관련 해설서 등은 아직 없다.

이 논문에서 제안하고자 하는 “운영기술지침서의 정확한 적용을 위한 심사”는 운영기술지침서 적용 判例를 만드는 것이다. 기술을 언어로 표현하는 한계를 인정하고 운영기술지침서의 불완전성을 보완하기 위한 심사의 개념을 제시한다.

제2장 운영기술지침서

제1절 운영기술지침서 개괄

운영기술지침서는 원자력안전법 제20조 및 원자력안전위원회 고시 “운영기술지침서의 작성에 관한 고시”에 따라 작성된 발전소 운영의 법적 기준이 되는 지침서를 말한다.

<p>제20조 (운영허가)</p>	<p>제2항 운영허가를 받으려는 자는 ,, ,운영기술지침서,, , 위원회에 제출하여야 한다.</p>
<p>제26조 (운영 등에 관한 안전조치 등)</p>	<p>제2항 발전용원자로운영자 및 그 종업원은 ,, ,운영기술지침서를 준수하여야 한다.</p>
<p>제102조 (종업원에 대한 보호)</p>	<p>원자력관계사업자 또는 관독업무자는 그가 사용하는 종업원이 각 호 어느 하나에 해당하는 행위를 한 것을 이유로 해고하거나 불이익을 주어서는 아니 된다. 제1호 ,, ,운영기술지침서,, , 준수하기 위한 행위</p>
<p>제118조 (벌칙)</p>	<p>다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자는 300만원 이하의 벌금에 처한다. 제2호 ,, ,제26조 제2항,, , 위반한 자</p>

표 II-1. 원자력안전법 운영기술지침서 관련 조항

원자력안전법을 살펴보면 운영기술지침서는 발전소 운영허가의 필수 제출서류이고, 운영자 및 그 종업원의 준수 의무가 있고, 준수하기 위한 행위에 불이익을 주지 않으며, 위반 시에는 벌금에 처하는 것을 알 수 있다. 운영기술지침서는 원전 운영의 근간이 되는 法과 같은 역할을 한다고 볼 수 있고 원전 안전성 확보에 중요한 지침임 알 수 있다.

1. 원자로시설의 운전	가. 사용 및 적용 나. 안전제한치 다. 운전제한조건 및 점검요구사항 라. 설계특성
2. 원자로시설의 방사선 및 환경	가. 방사선 방어 나. 방사성물질등의 관리 다. 원자로시설로부터의 환경보전
3. 원자로시설의 운영관리	가. 조직 및 기능 나. 원자로시설의 순시점검 다. 비상시 운전원이 조치하여야할 사항 라. 계획서 및 지침서

표 II-2. 운영기술지침서 작성 사항⁵⁾

운영기술지침서는 원전 안전성을 확보할 수 있는 기본적인 사항을 정하여 발전소의 안전운전 및 공공의 재해방지, 그리고 환경보전을 도모함을 목적으로 한다.⁶⁾ 즉, 운영기술지침서 작성 시 원전 안전과 관련한 모든 사항을 기술하는 것을 알 수 있다.

5) 원자력안전법 시행규칙 제16조 제2항

6) 한빛 1,2호기 운영기술지침서 1.0.1 목적

그 중 운전제한조건은 원자로시설이 안전한 상태를 유지하기 위한 최소한의 기능 또는 성능 수준이고 이를 충족하지 못하는 경우에는 원자로를 정지시키거나 조건이 만족할 때까지 요구되는 조치사항을 기술한 것이다.⁷⁾

안전제한치의 경우 초과 시 원자로를 정지시키는데 반해 운전제한조건의 경우 보통 제한시간 내 복구하는 조치가 많은 경미한 사항으로 원전 운전 실무상 흔히 적용되는 사항이다.

3.1.1	정지여유도 - 출력운전 및 기동
운전제한조건 3.1.1	정지여유도는 X 이상이어야 한다.
적용	운전모드 Y
불만족시 조치	불만족상태: 정지여유도 제한치 미만일 때 조치요구사항: 정지여유도를 제한치 이내로 복구하기 위해 봉산수 주입을 시작한다. 제한시간: Z

표 II-3. 운영기술지침서 운전제한조건 예시⁸⁾

총칙에 해당하는 운전제한조건 3.0.1부터 3.0.8에 따라 살펴보면 적용에 해당하는 모드 또는 조건에서 해당 운전제한조건을 만족해야하는 것이다. 불만족시 조치는 적용 시 운전제한조건을 불만족한 경우 불만족상태를 구분하여 기술하고 그에 따라 제한시간 내 조치요구사항을 수행하여야 하는 것을 말한다.

7) 원자력안전위원회 고시 제2017-5호, 운영기술지침서의 작성에 관한 기준 제5조

8) 한빛 1,2호기 운영기술지침서 운전제한조건 3.1.1

이에 따라 예시를 설명하면 운전모드 Y에서 정지여유도는 X 이상이어야 하고 불만족시 제한시간 Z 내 복구하기 위해 봉산수 주입을 시작하는 조치를 하여야 한다. 이 경우 운전제한조건 불만족시 운전제한조건 3.1.1을 이유로 운영기술지침서가 적용된다고 하고 이후 조치요구사항을 통해 다시 운전제한조건을 만족하면 운영기술지침서 적용이 해제된다고 한다.

앞으로는 운영기술지침서 중 운전제한조건과 관련하여 그 적용을 중심으로 서술할 예정이다.

제2절 운영기술지침서 적용 현황

앞에서 운영기술지침서를 개괄하여 전체를 살펴보고 그 중 운전제한조건에 대하여 간단히 알아본 바 있다. 실제 운영기술지침서 운전제한조건을 이유로 운영기술지침서의 적용 현황을 한빛 1,2호기 중심으로 파악해본다.

비상디젤발전기 실린더 점검 등	38건
연료건물 비상배기팬 등	12건
MCR 비상공기정화기 등	12건
필수냉각기 및 Chiller 등	15건
소내 방사선 설비 정비 등	9건
노외계측기 점검 등	11건
기타 운영기술지침서 적용 사례	29건
계	126건

표 II-4. 한빛 1,2호기 운영기술지침서 적용 사례(2019년)

2019년 운영기술지침서 적용 사례는 국내 24개 발전소 기준으로 총 832건이고, 한빛 1,2호기는 126건이다. 126건 사례의 면면을 살펴보면 발전소 운전 시 필수적으로 운영기술지침서가 적용되는 사례가 대다수로 보인다.

3.8.1	교류전원 - 운전 중
운전제한조건 3.8.1	모든 교류전원은 모두 운전가능한 상태이어야 한다.
적용	운전모드 A

표 II-5. 흔히 적용되는 운영기술지침서 운전제한조건⁹⁾

9) 한빛 1,2호기 운영기술지침서 운전제한조건 3.8.1

비상디젤발전기 실린더 점검 등, 연료건물 비상배기팬 등, MCR 비상공기정화기 등, 필수냉각기 및 Chiller 등, 소내 방사선 설비 정비 등의 이유는 정기점검 또는 주기적인 정비를 위해 운전제한조건을 불만족하여 운영기술지침서가 적용된 경우에 해당하고 제한시간 내 복구, 최종 만족하여 적용이 해제된 사례이다.

예를 들면 운전제한조건 3.8.1에 따르면 비상디젤발전기는 2대 모두 운전가능한 상태이어야 하므로 정비를 위해 불가피하게 1대가 운전불가능한 상태가 되면 운영기술지침서가 적용된다. 정비 완료 후 다시 운전가능한 상태로 복구하고 이에 따라 운영기술지침서 적용이 해제되는 것이다.

2019년 한빛 1호기는 10월 31일까지, 한빛 2호기는 2월 16일까지 계획예방정비 기간이기 때문에 다른 발전소보다 운영기술지침서 적용 사례가 많다. 노외계측기 점검 등의 이유도 발전소 기동 관련 사례이다.

모터구동 보조급수 기동신호 차단	CPIS 채널 B 운전불능
제어봉 위치지시계통 편차 발생	CONT BANK A(B-6) 제어봉 낙하
보조급수펌프 기동신호 차단 및 해제	AE-FV0156 유압펌프 교체
원자로특성시험 중 운전제한치 초과우려	AE-FV476 운전불능
AB-HV211 구동공기 유로전환밸브 교체(2)	터빈구동보조급수펌프 과속도 트립
증기발생기 광역 수위지시계 기능상실	BM-HV102 구동기 분해점검
보조급수 유량계 기능상실	NSCW 1계열 운전불능(2)
BB-HV207 접지 점검관련 전원 OFF	연료건물 정상공급팬 입구댐퍼 닫힘 안됨
RCP 'A' 정지	연료건물 비상배기팬 입구댐퍼 닫힘 안됨
BC-PSV-103 누설	수소분석기 'B' 산소가스 차단
HI-HV204 닫힘 안됨	GT-수소분석기 A계열 산소통 교체
HI-HV202 운전불능(2)	GT-수소분석기 B계열 산소통 교체
A-PK-N001 운전불능	ESF 계측설비 운전불능

표 II-6. 기타 운영기술지침서 적용 사례

기타 운영기술지침서 적용 사례들을 살펴보면 “한빛 1호기 부주의한 제어봉 인출에 따른 보조급수계통 작동 및 원자로 수동정지” 사건 관련 사례가 눈에 띄고 발전소 기동 관련 사례가 주류를 이루고 있다.

제3절 운영기술지침서 적용 문제점

여기서는 실제 발생한 두 사례를 통해 문제점을 파악하고자 한다. 하나는 2019년 발생한 “한빛 1호기 부주의한 제어봉 인출에 따른 보조급수계통 작동 및 원자로 수동정지” 사건이고 다른 하나는 2020년 발생한 신월성 2호기 COLSS 운전불능 관련 운영기술지침서 적용 사례이다.

3.1.10	원자로특성시험 예외사항 - 운전모드 A
운전제한조건 3.1.10	<p>원자로특성시험 실시중에는 아래의 운전요구 사항들이 다음 조건하에서는 적용되지 않을 수 있다.</p> <p>~ 2. 열출력이 정격열출력의 B 이하일 때</p>
적용	운전모드 A - 원자로특성시험 실시중
불만족시 조치	<p>불만족상태: 열출력이 제한치를 초과할 때</p> <p>조치요구사항: 원자로트립차단기를 개방한다</p> <p>제한시간: C</p>

표 II-7. 운영기술지침서 적용 문제점 예시 사례¹¹⁰⁾

한빛 1호기 사건에서 논란이 된 사항은 “열출력”이다. 열출력의 정의는 원자로냉각재로 전달되는 노심의 총 열전달률이다.¹¹⁾ 정의는 명확하나 어느 계측값을 열출력으로 볼 것인지 명확하지 않다.

측정방법에 따른 계측값은 노외핵계측기 열출력과 2차측 열출력 두 가지가 있다. 원자로에서 발생하는 열은 중성자에 의한 핵분열로 생성되므로 중성자를 직접 계측해서 열출력으로 환산한 값이 노외핵계측기 열출력이고 증기발생기를 통해 2차 계통으로 전달된 열량을 계산하고 이를 이용하여 열출력을 계산한 값이 2차측 열출력이다.¹²⁾

당시 원전 운영자는 열출력을 2차측 열출력으로 보고 열출력이 운전제한조건 5%를 초과하지 않았다고 판단하였고, 규제기관은 노외핵계측기 열출력으로 보고 초과하였다고 판단하였다.

열출력 정의에 따르면 2차측 열출력이 더 정확할 수 있으나 당시 원자로출력 0%, 임계상태에서는 급수 유량이 적절히 측정되지 않는 상황이라 노외핵계측기 열출력이 더 가까울 수 있다는 결론이 이후 규제기관의 사건 조사를 통해 나왔으나 결론보다는 논란에 대해 주목하고자 한다.

이 논란의 전제는 열출력 측정방법에 대하여 운영기술지침서가 명확하지 않다는 사실이다. 명확하지 않은 운영기술지침서가 가장 큰 파장을 일으킨 사건 중의 하나이다.

10) 한빛 1,2호기 운영기술지침서 운전제한조건 3.1.10

11) 한빛 1,2호기 운영기술지침서 1.1 정의

12) 한국원자력안전기술원, 원전 사고·고장 조사보고서 “한빛 1호기 원자로특성 시험 중 부주의한 제어봉 인출에 따른 보조급수계통 작동 및 원자로 수동정지” 35p

3.2.1	선출력밀도
운전제한조건 3.2.1	선출력밀도(LHR) 제한치는 A 이하로 유지되어야 한다.
적용	운전모드 B
불만족시 조치	<p>불만족상태: 노심운전제한치감시계통이 운전 불가능한 상태에서 운전가능한 어느 하나의 노심보호연산기에 의해 계산된 첨두 선출력 밀도가 제한치를 벗어날 때</p> <p>조치요구사항 2.1 선출력밀도의 거동을 확인한다</p> <p>그리고</p> <p>~ 2.2.2 부정적인 거동이 없는 경우, 선출력 밀도를 제한치 이내로 복구한다</p> <p>제한시간: C</p>

표 II-8. 운영기술지침서 적용 문제점 예시 사례²⁾¹³⁾

13) 신월성 1,2호기 운영기술지침서 운전제한조건 3.2.1

신월성 2호기 사례에서 논란이 된 사항은 “선출력밀도를 제한치 이내로 복구한다”이다. 노심운전제한치감시계통, COLSS가 운전불능되고 운전제한조건을 불만족하여 불만족상태에 이르렀다. 여기서 선출력밀도를 제한치 이내로 복구하는 방법을 어느 것으로 할지 명확하지 않았다.

선출력밀도를 제한치 이내로 복구하는 방법은 두 가지가 있다. 하나는 COLSS를 정비하여 운전가능한 상태로 복구하여 운전제한조건을 만족하는 방법이고, 다른 하나는 출력감소운전을 수행하여 선출력밀도를 제한치 이내로 복구하여 운전제한조건을 만족하는 방법이다. 부정적 거동이 없다고 가정하면 제한시간 C시간 이내에 복구하여야 한다.

당시 원전 운영자는 COLSS 정비 방법을 선택하여 운영기술지침서 적용 (C-1)시간 후에 COLSS를 운전가능한 상태로 복구, 운전제한조건을 만족하여 운영기술지침서 적용 해제하였다. 하지만, 이 사례에서 COLSS 정비 시간이 C시간을 초과할 경우에는 어떻게 될 것인가라는 의문이 남게 되었다.

2.2 운영기술지침서 운전제한조건 조치요구사항 위반

보고대상	보고 시한		사건 등급 평가
	구두보고	상세보고	
2. 운영기술지침서의 이행과 관련하여 다음 각 목의 사항이 확인된 경우 가. 노외 핵계측기로 측정된 열출력이 제한치를 초과하는 등 원자료를 즉시 정지하여야 하는 조건에 해당한 경우 나. 노외 핵계측기로 측정된 열출력을 감소시켜야 하는 조건에 해당하였으나 이를 이행하지 않은 경우 다. 운전모드를 변경하여야 하는 조건에 해당하였으나 이를 이행하지 않은 경우 라. 그 밖에 운영기술지침서 운전제한조건에 따른 조치 요구사항을 이행하지 않은 경우	4시간	60일 이내	○

그림 II-1. 운영기술지침서 운전제한조건 조치사항 위반¹⁴⁾

14) 원자력안전위원회 고시 제2020-3호 “원자력이용시설의 사고·고장 발생시 보고·공개 규정” 제4조 보고대상 사건

보고대상 2.2항 라목의 운영기술지침서 운전제한조건에 따른 조치요구사항을 이행하지 않은 경우와 관련하여 COLSS 정비 방법을 선택하여 복구하지 못하면 이 항목에 해당한다. 또한 출력감소운전 방법을 선택하여 제한시간 내 선출력밀도 제한치를 복구하지 못하면 이 항목에 해당한다.

결국 제한시간 내 조치요구사항을 이행하기 위해 위의 두 가지 방법을 어떻게 활용해야 할지 명확하지 않다는 것이 문제이다.

제3장 원전 운영자 및 규제기관 대응

제1절 TS Expectation

1. TS Expectation

원전 운영자는 앞서 본 운영기술지침서의 문제점을 인지하고 운영기술지침서 사전기술검토서, TS Expectation을 개발하였다. 프로세스를 살펴보면 우선 평소 경험하였거나 의문 사례를 작성하여 그 중 사전기술검토 필요사례를 분류하여 상황별 사례 기술서, Case Qusetion을 도출한 후 근거문서 및 기술적 배경을 검토하여 TS Expectation을 완성한다.

OPR / APR	80건
WH	32건
CANDU	23건
FR	4건
계	139건

표 III-1. 노형별 TS Expectation(2019년)

2019년 TS Expectation은 총 139건이고 국내 발전소 중 절반을 차지하는 OPR / APR 노형이 80건으로 가장 많다. 노형별 건수 차이는 운영기술지침서가 더 명확하다고 볼 수는 없고 단순히 행정 효율 측면에서 진행 속도의 차이에 불과하다고 보는 것이 바람직하다. 이 중 WH TS Expectation 32건을 중심으로 분석해보자.

제어봉 운전불가능 정의 및 운전불가능 시 조치
노심출구열전대(CET) 1개 운전불가능
격납건물 방사선감시기 고장
가압기안전밸브 내부누설 시 운전가능성 판단
원자로냉각재 누설감시 계측설비 고장 시 운전가능성 판단
1차기냉각해수계통(NSCWS) 유량관련 운전불가능 판단
최종열제거원의 평균해수온도 적용기준
대기전원(디젤발전기) 운전불가능

표 III-2. WH TS Expectation 대표사례

운영기술지침서 기술배경서¹⁵⁾ 검토를 통해 단순히 Case Question을 명확하게 한 사례도 있으나 미국 NUREG을 참조하여 심도 있게 검토한 대표사례도 있다.

15) 원자력안전위원회 고시 제2017-5호, 운영기술지침서의 작성에 관한 기준 제14조 제1호

TS Expectation 3.1.5-(2)					
분류	반응도제어계통	발행일		개정번호	0
LCO 적용항목		LCO 3.1.5			
운전제한조건		모든 정지군 및 제어군 제어봉은 운전가능한 상태이어야 하며, ~			
적용운전모드		운전모드 A			
제목		제어봉 운전불가능 정의 및 운전불가능시 조치			
<p>[개요] ~</p> <p>[기술배경서] ~</p> <p>[NUREG-1431B] ~</p> <p>[LCO 적용] ~</p>					

표 III-3. WH TS Expectation 예시

2. 평가

원전 운영자가 운영기술지침서의 문제점을 인식하고 해결방안을 모색한 것은 당연하다고 볼 수 있다. 명확하지 않은 부분에 대한 의견이 분분한 가운데 실무적으로 해결하기는 역부족이다.

다만, TS Expectation은 다음과 같은 한계가 있다. 우선 원전 운영자 내부 검토에 불과하다는 것이다. 이는 공신력이 없다는 것을 의미한다. 책임지지 않는 TS Expectation은 단순히 참고 자료에 불과할 뿐이다. 오히려 혼란을 야기될 수 있다.

또한, 이 TS Expectation이 정확하지 않다는 것이다. 정확하지 않으면 명확하지 않은 것과 다를 바가 없는 것이다. 미국 NUREG을 참조하는데 그치는 것은 우리의 자체 검토 능력의 한계를 보여주는 것이다.

공신력과 정확성은 문제 해결의 핵심이다. 이를 갖추지 않은 TS Expectation은 한계가 있고 문제 인식만 보여주는 반쪽짜리 지침이라고 할 수 있다.

제2절 보고·공개 규정 해설서

1. 보고·공개 규정 해설서

규제기관은 보고대상 사건¹⁶⁾에 대한 대응책을 마련한다. 운영기술지침서의 문제점과 유사하므로 이에 대한 분석을 통해 운영기술지침서의 문제점 해결방안을 고민하고자 한다.

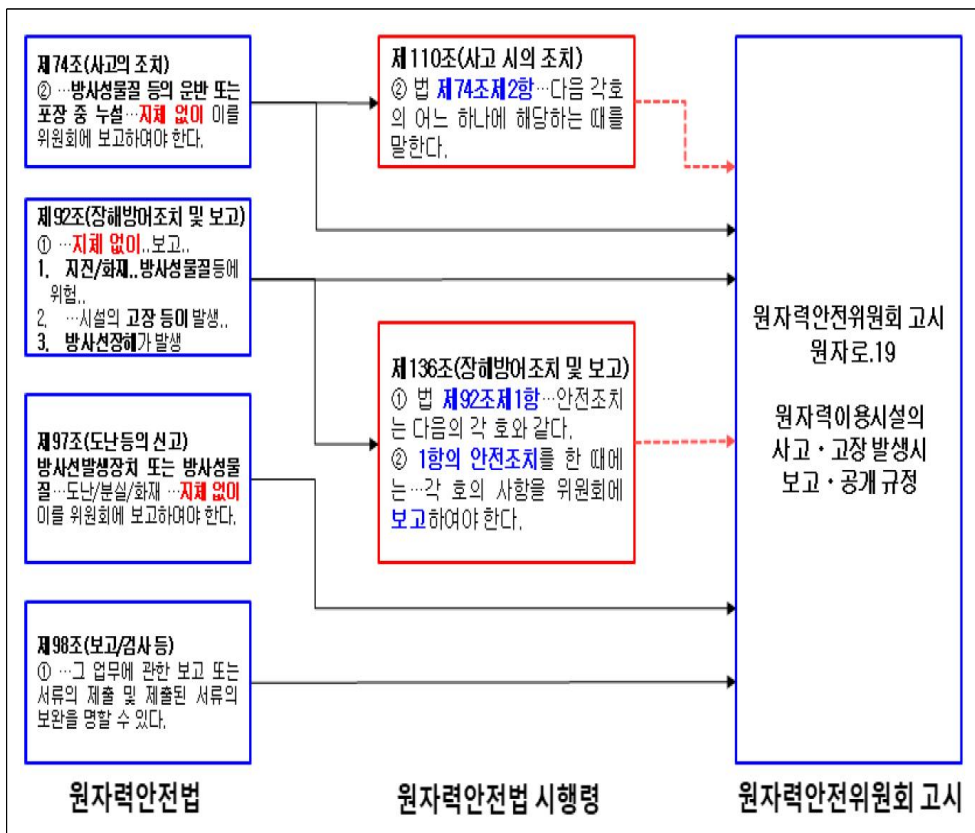


그림 III-1. 보고·공개 규정과 원자력안전법과의 관계¹⁷⁾

16) 원자력안전위원회 고시 제2020-3호 “원자력이용시설의 사고·고장 발생시 보고·공개 규정” 제4조 보고대상 사건

17) 원자력안전위원회, 한국원자력안전기술원, “원자로 및 관계시설 보고·공개 규정 해설서” 2p

원자력안전법 및 원자력안전법 시행령에 따른 보고·공개 규정에 따라 원자력안전위원회 고시에 보고대상 사건을 구체적으로 규정하였다. 보고대상 사건 적용에 논란이 많아 규제기관은 이에 대한 해설서를 2020년 발행하기에 이르렀다.

1.13 산업재해로 인한 안전운영 위협			
보고대상	보고 시한		사건 등급 평가
	구두보고	상세보고	
13. 시설의 인근에서 발생한 산업재해로 인하여 시설의 안전운영이 위협받았거나 받을 우려가 있어 긴급조치를 취한 경우	4시간	60일 이내	-

1.13.1 배경
 본 보고조항은 1.12항과 동일한 개념으로, 원자로시설 인근에서 발생한 폭발 등의 산업재해로 인해 원자로시설의 안전운영에 영향 줄 경우, 적절한 대응을 하고자 하는 것이다.
 또한 본 조항에 따라 긴급조치를 취한 시점으로부터 4시간 이내에 우선적으로 보고하여야 한다.

1.13.2 적용 해설
 본 보고조항에 기술된 “시설의 안전운영”과 “긴급조치”에 대한 설명은 보고조항 1.12(자연재해로 인한 안전운영 위협)과 동일하다.
 또한 본 조항의 사건은 II.3(보고조항 별 특성에 따른 차등 접근)절에 따라 구두보고와 상세보고서가 요구되거나 등급평가가 필요하지 않은 경우로, 사건조사 및 후속조치 관리 등 규제개입이 적용되지만 원자로 정지 등 사건의 결과가 표면적으로 발현되지 않는 경우로 등급평가는 수행되지 않는다.
 또한 산업재해의 경우, 관련 법령(산업안전보건법 등)에 명시된 “중대산업사고”를 참조하여 대상사고 여부를 판단할 수 있다.

1.13.3 관련 사례
 • 없음

1.13.4 질의 및 답변
 • 1.12(자연재해로 인한 안전운영 위협) 질의 및 답변 참조

그림 III-2. 보고대상 사건 해설서 예시¹⁸⁾

배경, 적용 해설, 관련 사례, 질의 및 답변, 참조 규정 순으로 해설서를 체계적으로 구성하고 모든 관련 자료를 집대성하였다. 지금까지 사례들을 최대한 담으면서 본 조항들을 이해하기 쉽게 노력한 점이 돋보였다.

18) 원자력안전위원회, 한국원자력안전기술원, “원자로 및 관계시설 보고·공개 규정 해설서” 65p

2. 공학적 판단

원자로시설 운영자는 보고·공개 규정 제4조(보고대상) 별표(보고대상 사건)를 토대로 해당 원자로시설에서 발생한 사건의 보고대상여부를 판단해야 한다. 별표의 보고조항 해당여부가 명확할 경우, 공학적 판단은 불필요하다.

다만, 보고대상 여부에 대한 논란이 있을 경우 원자로시설 운영자는 공학적 판단 결과에 근거하여 보고대상 사건 여부를 판단하고 이를 규제기관에게 제시할 수 있다. 공학적 판단은 사건발생 당시 발전소 상황(Condition)에 대하여 발전소 인허가문서 등의 기술적·논리적 근거를 기반으로 하여야 한다. 이러한 사항의 예로써 보고조항 1.12(지진·산불·강풍·폭우·해일 및 태풍 등의 자연재해에 의하여 시설의 안전운영이 위협받았거나 받을 우려가 있어 긴급조치를 취한 경우)가 해당될 수 있다. 즉 해당 재해조건이 사용후핵연료저장조 냉각기능 및 안전정지 등 원전의 안전기능에 위협을 가했거나 가할 우려가 있는지의 여부는 운영자의 공학적 판단에 근거하며, 판단의 근거는 원전의 관련 허가문서(예를 들면 태풍이 접근하고 있으며 예상 강수량이 최종안전성분석보고서(FSAR) 제2장 부지특성에서 고려된 강수량을 초과할 우려가 있음)의 설계제한치를 초과할 가능성이 있을 때 등이다.

그림 III-3. 공학적 판단¹⁹⁾

특히 공학적 판단이라는 개념을 제시하며 명확하지 않은 부분에 대한 접근 방법을 제시하는 것이 인상적이었다. 명확하지 않은 부분을 인식하고 단순히 답을 찾는 것이 아닌 답을 찾는 방법을 처음으로 담았다고 생각된다.

2. 평가

규제기관이 직접 보고대상 사건에 대한 해설서를 발행한 주체가 되는 것은 당연하지만 그 시작이 되었다는 사실 자체만으로도 중요하다. 다만 한계는 분명하다.

해설서의 목적에는 참조자료임과 관련 법령 및 고시의 규정을 우선 적용함을 명확히 기술함으로 이 역시 책임지지 않는 단순한 해설서에 불과하다는 것이다.

19) 원자력안전위원회, 한국원자력안전기술원, “원자로 및 관계시설 보고·공개 규정 해설서” 17p

제4장 운영기술지침서의 정확한 적용을 위한 심사

제1절 특허제도

기술적 사상을 언어로 표현한다는 점에서 특허제도는 다른 제도와 다른 독특한 특성이 있다. 운영기술지침서 또한 기술을 언어로 표현한다는 점을 보면 특허제도와 유사성을 가진다고 볼 수 있다. 여기서는 그 중 특허청구범위에 관한 내용을 서술하고자 한다.

특허청구범위란 특허요건 판단의 대상이 됨과 동시에 보호범위 판단의 기준이 된다. 다시 말하면 특허 등록을 받기 위해 판단의 기준이 되는 실체이고 특허권이 등록된 이후에는 특허권을 행사하기 위한 권리의 실체가 특허청구범위이다.

<p>제42조 (특허출원)</p>	<p>제6항 ,, 청구범위에는 보호받을려는 사항을 적은 항(이하 “청구항” 이라고 한다)이 하나 이상 있어야 하며, 그 청구항은 다음 각 호의 요건을 모두 충족하여야 한다.</p> <p>제1호 발명의 설명에 의하여 뒷받침될 것 제2호 발명이 명확하고 간결하게 적혀 있을 것</p>
<p>제97조 (특허발명의 보호범위)</p>	<p>특허발명의 보호범위는 청구범위에 적혀 있는 사항에 의하여 정하여진다.</p>

표 IV-1. 특허청구범위 특허법 관련 조항

특허청구범위는 발명의 설명에 의하여 뒷받침되어야 하는데 특허청구범위를 확정하는데 발명의 설명의 역할이 무엇인지는 법문상 명확하지 않다. 특허청구범위의 중요성에 비추어 특허법에서는 특허청구범위를 명확하게 작성할 것을 요구하고 있지만 기술적 사상인 발명을 언어로 해석이 불필요할 정도로 완벽하게 옮기는 것은 사실상 불가능할 뿐 아니라, 명세서 중 발명의 상세한 설명과 도면에 자세하게 개시된 발명을 압축하여 간결하게 기재하다 보니 그 의미를 둘러싸고 다툼이 발생하는 것은 특허 쟁송의 흔한 장면이다.²⁰⁾ 법문상 명확하지 않는데 청구범위가 완벽하지 않으니 당연히 일어나는 논란이라고 볼 수 있다.

운영기술지침서도 기술을 언어로 표현한 것이므로 이것을 완벽하게 작성한다는 것은 불가능하다고 인정해야 할 것이다. 운영기술지침서를 완벽하게 작성하여 문제를 해결하기보다는 불완전함을 어떤 방법으로 해결할지 고민하는 것이 시작이다.

대법원은 특허발명의 보호범위는 청구범위에 기재된 사항에 의하여 정하여야 할 것이되, 거기에 기재된 문언의 의미내용을 해석함에 있어서는 문언의 일반적인 의미 내용을 기초로 하면서도 발명의 설명의 기재 및 도면 등을 참작하여 객관적·합리적으로 하여야 한다.²¹⁾ 청구범위 해석에 관한 대법원의 주류적인 판례는 특허발명의 보호범위는 원칙적으로 청구범위의 기재만으로 정하여진다는 점을 명확히 하고 있으면서도, 청구범위에 기재만으로는 특허의 기술구성을 알 수 없거나 기술적 범위를 확정할 수 없을 경우에는 명세서의 다른 기재 부분을 보충하여 그 보호범위를 확정하되, 명세서의 다른 기재에 의한 확장 해석이나 제한 해석을 할 수 없다고 함으로써 특허발명의 보호범위 확정에서 발명의 설명 및 도면이 참작될 수 있는 허용범위 및 그 한계를 밝히고 있다.²²⁾

법문에서 정하여지지 않는 부분은 이렇듯 판례를 통해 명확화하고 있다. 특허가 주제가 아니고 단순히 모티브를 받기 위해 기술하기 때문에 더 이상의 구체적인

20) 김동준, 특허청구범위 해석에 있어서 상세한 설명의 참작(2012) 3p

21) 김원준, 청구범위의 해석과 그 관련문제 4p

22) 박해일, “특허청구범위의 해석”, 대법원판례해설 제100호(2014년상) 266-267p

판례를 소개하지는 않겠지만 다양한 분야의 기술적 사상이 언어로 표현되었을 때 법문을 통해서 정한다는 것은 불가능에 가깝다. 또한 기술이라는 것은 빠르게 변화하므로 새로운 기술이 나왔을 때 기존 분야와 같이 명확화하기는 어렵다. BM특허가 처음 나왔을 때도 그러한 시행착오를 겪었다. 기존 체계로는 설명하기 어려웠기 때문이다.

원전 기술도 마찬가지로 볼 수 있다. 발전소 설계와 같이 원천적인 개념이 새로 정립되었을 때는 새롭게 운영기술지침서를 정립할 필요가 있다. 그러나 부분적인 설계변경 같은 부분이 있을 때 모든 것을 운영기술지침서에 반영할 수 있을지도 의문이고 설사 반영한다고 해도 그것이 완벽할 수는 없을 것이다. 운영기술지침서만으로 모든 것을 담을 수 없다면 이를 보완할 수 있는 다른 무엇인가에 대해 고민하여야 한다. 판례의 역할을 담당할 제도에 대하여 이후 서술할 예정이다.

제2절 운영기술지침서의 정확한 적용을 위한 심사

1. 심사제도 개괄

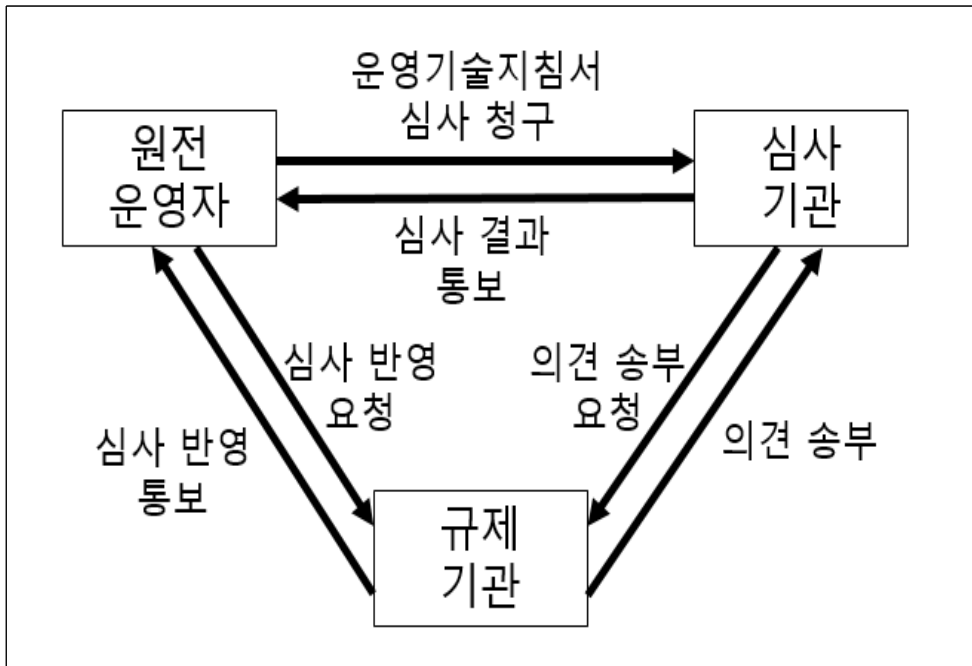


그림 IV-1. 운영기술지침서의 정확한 적용을 위한 심사 개념

지금까지 고민한 운영기술지침서의 문제점을 해결하기 위해 심사라는 제도를 방안으로 제시하고자 한다. 개념도를 설명하고 이에 따른 기대효과를 통해 심사제도의 효용성을 평가해본다. 다만, 세부적인 절차까지 당기에는 실무적으로 고민할 부분이 많아서 여기서는 개념 정립까지 다룰 예정이다.

우선 제도의 당사자부터 시작해보자. 당사자를 먼저 정립하고 이후 당사자의 행위에 관하여 접근하는 것이 순서일 것이다. 당사자는 원전 운영자, 심사기관, 규제기관으로 정립하였다. 원전 운영자, 규제기관은 현재 존재하는 당사자이고 심사기관은 이 제도를 위해 새롭게 정립한다.

심사 청구권자는 원전 운영자이다. 당사자적격을 생각해보면 심사의 이익이 있는 자가 청구권자가 되어야 한다. 규제기관은 심사의 직접적인 이익이 있다고 보기 어렵다. 또한 운영기술지침서의 문제점이 있다면 심사 이전에 관여하여 지침 등을 통해 관리할 수 있다. 원전 운영자가 운영기술지침서를 심사 청구할 직접적인 이익이 있는 자이다.

심사기관은 규제기관과 별도로 설정하였다. 이유는 독립성을 보장하고 단순히 심사만 관여하게 하여 이 부분을 반영할지는 규제기관의 역할이기 때문이다. 규제기관에서 심사까지 맡게 된다면 심사 반영까지 고려한 정책적인 판단을 할 소지가 있다. 심사가 공정하고 명확하지 않으면 심사의 의미가 없게 되므로 이를 위해 별도의 심사기관은 필수적인 요소라고 할 수 있다.

규제기관은 제삼자의 의견제시 및 심사 결과 반영 검토 역할을 담당한다. 심사의 완결성을 위하여 공익의 입장을 대표하는 규제기관의 의견은 필요하다. 이는 심사의 공정성에 대한 감시의 역할도 포함한다. 심사 결과 반영 검토는 규제기관만이 할 수 있는 역할이다. 실질적인 책임이 있는 규제기관이 심사 결과에 대한 태도를 밝히면 단순히 참고가 아닌 판례와 같은 역할을 부여할 수 있기 때문이다.

①	원전 운영자	운영기술지침서 심사 청구
②	심사기관	의견 송부 요청
③	규제기관	의견 송부
④	심사기관	심사 결과 통보
⑤	원전 운영자	심사 반영 요청
⑥	규제기관	심사 반영 통보

표 IV-2. 심사 개념에 따른 절차 진행 순서

원전 운영자가 심사 청구권자로서 운영기술지침서 심사를 청구한다. 여기서는 심사 대상이 중요한 요소가 될 것이다. 운영기술지침서 적용 적정성 여부는 규제기관의 역할이고 심사기관이 할 수 없는 판단이다. 따라서 심사 대상은 TS Expectation의 Case Question 형태가 될 것이다. 다만, 일시적으로 심사 업무가 과중할 수 있으므로 최근 실제 경험 사례 기준으로 제한을 두는 것이 바람직하다. 졸속 심사를 방지하고 심사의 경제성을 고려한 심사 대상 기준이 구체적으로 필요하다.

심사기관은 심사 전에 규제기관에 의견 송부 요청을 하고 규제기관은 요청에 따른 의견 송부를 한다. 규제기관의 의견을 필수적으로 반영할 수 있는 절차는 앞서 본 것처럼 심사의 완결성 등의 이유로 필수적이다. 또한, 심사기관은 심사 결과를 원전 운영자에게 통보한다. 의견 송부를 한 규제기관에도 심사 결과를 동시에 통보하여야 할 것이다. 제삼자로서 심사에 참여하였기 때문이다.

원전 운영자는 심사 결과를 통보받은 후 규제기관에 심사 반영 요청을 한다. 심사 결과를 통보받은 규제기관이 직접 심사 반영 통보를 할 수도 있고 원전 운영자의 요청에 따라 통보를 할 수도 있다. 이 부분은 심사의 효용성과 관련하여 가장 중요하다. 심사 결과가 반영되지 않는다면 무의미한 행위가 될 것이기 때문이다. 심사 반영은 규제기관의 승인과 같은 효과로 판례와 같은 정당성을 가질 것이다.

2. 심사제도 장·단점

심사제도 도입을 가정하고 이에 대한 장·단점을 생각해본다.

우선 장점은 공신력 있는 기관을 통해 운영기술지침서의 모호한 내용을 고민해 볼 수 있다는 점이다. 실무에서는 운영기술지침서의 빈틈이 심사 사례를 통해 채워지면서 명확한 기준에 따른 발전소 운영이 가능할 것이다. 규제기관에서는 규제의 투명성이 보장된 운영기술지침서의 적용을 확인함으로써 각각 사안에 대한 조사 부담을 경감할 수 있을 것이다. 원전의 신뢰성 측면에서 본다면 운영기술지침서의 체계적인 관리를 통해 공신력을 갖추어 신뢰성 제고에 도움이 될 것이다.

단점은 일단 심사 기관과 규제기관의 역할 분담이다. 역기능으로 심사 기관이 또 다른 규제기관이 될 수 있는 가능성이다. 그럴 경우 규제기관과의 힘겨루기 등 오히려 혼란을 가져올 수 있을 것이다. 확실한 역할 분담을 통해 순기능이 발현되도록 세심한 관리가 필요하다.

실현 가능성 문제도 있다. 현실에서 새로운 기관이 독립적으로 구성될 수 있을지 의문이 드는 것도 사실이다. 다만 앞서 본 바와 같이 심사대상이 지극히 한정되어 있으므로 최소의 인원 등으로 운영은 가능할 것이다.

결론적으로 심사기관의 생명은 공정성과 독립성이다. 이를 보장하기 위한 방안이 마련되지 않고 단순히 도입된다면 역기능만 발현되고 혼란만 초래할 것이다.

제5장 결론

2019년 “한빛1호기 원자로특성시험 중 부주의한 제어봉 인출에 따른 보조급수 계통 작동 및 원자로 수동정지 사건”에서 시작된 운영기술지침서의 문제점은 사실 막연하였다. 1978년 고리 1호기가 상업운전을 시작한 이래로 원전 실무자 모두 문제가 있다고 생각하고 있었으나 지금까지 별다른 해법이 나오지 않았던 것이 현실이다.

운영기술지침서가 명확하지 않다는 것은 공지사실이다. 누구나 알 수 있지만 명확하지 않은 부분을 어떻게 해결해야 할지는 어려운 문제이다. 원전 운영자, 규제기관 어느 하나의 몫도 아니고 원전을 바라보는 국민의 시각도 고려해야 한다. 공지사실이지만 해결을 위해 드러내기 쉬운 문제도 아닐 것이다.

원전 운영자 및 규제기관 대응은 그 한계가 있지만 움직임이 있다는 사실 하나는 고무적이다. 문제 인식은 확실히 하고 있기 때문이다. 늦은 감은 없지 않으나 필요성에 대하여는 공감대가 형성된 것이다.

이 논문에서는 운영기술지침서의 명확하지 않은 부분에 대한 접근 방법의 하나로 특허를 제시하였다. 기술을 언어로 표현한다는 유사점에서 특허의 고민이 운영기술지침서에도 모티브가 될 수 있을 것이다. 다른 시각에서 운영기술지침서를 바라보면 새로운 해법이 나올 수 있다.

제시한 운영기술지침서의 정확한 적용을 위한 심사 개념은 새로운 해법 중 하나라고 생각한다. 공학적인 시각에서 벗어나 자유로운 시각에서 바라본다면 40년 이상 묵은 운영기술지침서의 문제점을 해결할 수 있을 것이다.

[참고문헌]

- [1] 한국수력원자력, 한빛 1,2호기 운영기술지침서
- [2] 한국원자력기술원, 제2019-3차 원전사건등급평가위원회 의결 안건, “한빛 1호기 부주의한 제어봉 인출에 따른 보조급수계통 작동 및 원자로 수동정지” 등급평가 결과
- [3] 한국원자력안전기술원, 원전 사고·고장 조사보고서 “한빛 1호기 원자로특성 시험 중 부주의한 제어봉 인출에 따른 보조급수계통 작동 및 원자로 수동정지”
- [4] 한국수력원자력, 신월성 1,2호기 운영기술지침서
- [5] 원자력안전위원회, 한국원자력안전기술원, “원자로 및 관계시설 보고·공개 규정 해설서
- [6] 김동준, 특허청구범위 해석에 있어서 상세한 설명의 참작(2012)
- [7] 김원준, 청구범위의 해석과 그 관련문제
- [8] 박해일, “특허청구범위의 해석”, 대법원판례해설 제100호(2014년상)