



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](#)

공학 석사 학위 논문

A 발전회사 “위험성평가 기법” 표준화 연구

2018年 8月

부경대학교 산업대학원

안전공학과

김 상 덕

공학 석사 학위 논문

A 발전회사 “위험성평가 기법” 표준화 연구

지도교수 : 장 성 록

이 논문을 공학 석사 학위논문으로 제출함

2018年 8月

부경대학교 산업대학원

안전공학과

김 상 덕

이 논문을 김 상 덕의 공학 석사
학위 논문으로 인준함

2018년 8월 24일



주 심 공학박사 서 용 훈 (인)
위 원 공학박사 이 의 주 (인)
위 원 공학박사 장 성 록 (인)

목 차

제 1 장 서론	1
1.1. 연구 배경	1
1.2. 연구 필요성 및 목적	2
제 2 장 이론적 고찰	3
2.1. 국내 위험성평가 제도	3
2.2. 국외 위험성평가 제도	5
2.3. 위험성평가 기법의 종류	13
2.4. 기타 위험성평가 방법	21
제 3 장 연구 대상 및 방법	25
3.1 연구 대상	25
3.2 연구 방법	26
제 4 장 연구결과	28
4.1 A 발전회사 안전담당자 인터뷰	28
4.2 A 발전회사 위험성평가 업무수행 현황	29
4.2.1 업무형태별 위험성평가 기법 적용현황	31

4.2.2 위험성 추정 방법	34
4.2.3 위험성 결정 방법	35
4.3 타 기업의 위험성평가 우수사례 분석	39
4.4 SWOT 분석	40
4.4.1 영향요인(S, W, O, T) 분석	41
4.4.2 위험성평가 업무 개선과제 도출	42
4.5 설문분석 및 위험성평가 표준화 방안 제시	47
4.5.1 설문조사 개요	47
4.5.1.1 응답자 일반적 사항	47
4.5.2 1차 설문조사 결과분석	50
4.5.3 2차 설문조사 결과분석	51
4.5.3.1 위험성평가 방법 인지도	53
4.5.3.2 위험성평가 추정 및 결정기준 통일 필요성	54
4.5.3.3 위험성평가 종류에 대한 인지도	55
4.5.3.4 직무별 위험성평가 기법 선호도	57
 제 5 장 결론 및 고찰	 59
참 고 문 헌	62
부 록	65

Table List

Table 1 Classification of hazard identification factors for 4M	18
Table 2 Classification of hazard identification factors for KRAS	22
Table 3 Completion Year and PSM Rating of "A" company	30
Table 4 Process Risk Assessment Techniques for PSM Facilities	32
Table 5 Process Risk Assessment Techniques for non-PSM Facilities ..	32
Table 6 Job Risk Assessment Techniques for Power Generation Facilities	33
Table 7 Job Risk Assessment Techniques for non-Power Generation Facilities ..	33
Table 8 Summary of methods for estimating the risk of each plant of "A"	34
Table 9 Summary of levels to determine each plant risk of "A"	35
Table 10 Use of Risk Assessment Techniques by Business Type in Each Power Plant of "A"	36
Table 11 Risk estimation method for each power plant of "A"	37
Table 12 Levels to determine risk for each power plant of "A"	37
Table 13 SWOT analysis	42
Table 14 Risk assessment improvement task	43
Table 15 Factor analysis process through analysis of implications	45
Table 16 SWOT analysis for standardization tasks	46

Table 17 Survey respondent working period	48
Table 18 Survey respondent position	48
Table 19 Survey respondent working department	49
Table 20 Current working style	49
Table 21 Survey respondents	49
Table 22 1st survey result	48
Table 23 2nd survey contents	52
Table 24 Awareness of risk assessment method	53
Table 25 Necessity of Risk Estimation and Decision Standardization	54
Table 26 Awareness of appropriate risk assessment techniques	55
Table 27 Risk assessment technique Theoretical awareness	56
Table 28 Experience using risk assessment techniques	56
Table 29 Preference for each job risk assessment technique	58

Figure List

- Fig. 1. Computer screen of 1st risk assessment of generation facility
management system at "A" company 23
- Fig. 2 Computer screen of final risk assessment of generation facility
management system at "A" company 24
- Fig. 3. Process of the study 26



Sangduk Kim

Department of Safety Engineering
Graduate School of Industry
Pukyong National University

Abstract

In 1996, the Industrial Safety and Health Act was revised, the process safety management (PSM) system for the prevention of serious industrial accidents was legislated, and the risk assessment for processes related to hazardous substances became mandatory. The scope of the risk assessment was extended by the KOSHA18001 certification system – autonomous safety and health management system in KOREA – implemented in 1999, and all the domestic work places were obliged to carry out the risk assessment in 2014. Since the power plant contains a small amount of PSM substances, such as hydrogen and ammonia, it is necessary to conduct a process risk assessment. Depending on the type of work, risk assessment is carried out in the technical field and the office field. The technical field operates and maintains the power generation facilities, and the office works to support it. "A" Power Generation Company has business sites distributed in each country. It is difficult to make a relative comparison between risk factors and risk assessment results for each workplace and each work due to the

different risk assessment techniques or procedures used for each workplace. Therefore, a standardized risk assessment system that can be applied to all work places is needed to prevent accidents and disasters. A standard system that can be easily accessed and utilized by all employees is required through the introduction of techniques appropriate to the type of work such as facility risk, job risk, and policy system risk.

In this study, the problems and improvements of the power plant are found through the interviews of the safety personnel working at the "A" Power Generation Company and the case analysis of the excellent safety management organizations. In addition, by using the element-specific matrix technique, the risk assessment differences and improvement points of each workplace are derived. Through the SWOT method, eight tasks are selected: standardization of risk assessment techniques, simplification of risk assessment tasks, strengthening safety monitoring using Big data, and strengthening management of safety activity performance targets (Key Performance Indicators, KPIs). These eight tasks cover the overall improvement of the risk assessment task. Risk assessment methods, risk estimation, and standardization of risk criteria were selected as priority tasks through a preliminary questionnaire for safety personnel. Afterwards, the questionnaires were conducted for employees in charge of risk

assessment at each workplace. Based on the results, the risk assessment method, the risk estimation standard and the standardization method for the risk determination standard suitable for the "A" Power Generation Company were derived in the Guideline for the Risk Assessment of the Workplace.

Key Words : thermal power plant, risk assessment, standardization.



제 1 장 서 론

1.1. 연구 배경

1996년 산업안전보건법 개정으로 중대산업사고 예방을 위해 공정안전관리 (PSM)제도가 법제화 되면서 유해·위험물질 관련 공정에 대한 위험성평가가 의무화 되었다. 이후, 1999년에 시행된 자율 안전보건경영시스템(KOSHA18001) 인증제도에 따라 위험성평가 대상범위가 확대 되었으며, 2014년도에 이르러 국내 전 사업장이 위험성평가를 시행토록 의무화 되었다¹⁾.

발전소의 경우 수소, 암모니아 등 PSM 대상물질이 소량 존재하는 관계로 대상물질에 대한 공정 위험성평가 실시 대상이다. 또한, 업무형태별로는 발전 설비를 운전정비 하는 기술분야와 지원업무를 수행하는 사무분야로 구분하여 위험성평가를 실시하고 있는 상황이다. 또한, A 발전회사는 전국 각 지역에 사업장이 분포되어 있으며, 각 사업장별로 사용하고 있는 위험성평가 기법 또는 절차가 상이하여 사업장별, 업무별 위험요인 및 위험성평가 결과에 대한 상대비교가 어려운 실정이다.

현재 A 발전회사의 경우 업무수행 절차가 최적화, 정착되지 않은 상황으로 위험성 평가결과를 수기 형태로 관리하고 있어, 위험성평가 누락, 미실시 등으로 인하여 노동부의 ‘공정안전보고서 이행상태 평가 및 등급별 안전점검’시 지적될 우려가 있다.

1.2. 연구 필요성 및 목적

위험성평가 기법은 업무수행과정의 사고를 유발하는 유해·위험요인을 사전에 발굴하여 개선대책을 마련하여 시행함으로써 업무수행중의 사고를 미연에 방지하는 것이 주목적이다^{2~6)}. 그러나 현장 작업자의 안전확보를 위해 좋은 제도임에도 불구하고 A 발전회사의 경우 위험성평가 제도가 아직 정착되어 있지 않은 상황이다. 위험성평가 의무화 제도 시행 초기단계에서 각 사업장별로 수행되고 있는 절차 또는 기법을 전사에 적용할 수 있도록 표준화하여 사고 예방에 실질적으로 도움이 되는 제도로 개선되어야 할 것이다. 한편, 표준화란 “어떤 특정한 활동을 순서 있게 접근할 목적으로 규칙을 세우고, 이것을 적용하는 과정에서 관계하는 모든 사람들의 이익, 나아가 최선의 경제성을 촉진함은 물론, 기능적인 조건과 안전성의 요구까지 유의하면서 관계하는 모든 사람들의 협력하에 이루어지는 조직적인 행위”라 할 수 있다. 그리고, 제정주체에 따라 국제표준, 지역표준, 국가표준, 단체표준, 사내표준 등 5가지로 분류할 수 있다²⁵⁾.

따라서 본 연구에서는 “A” 발전회사 직원들이 쉽게 접근하고 활용할 수 있으며 전 사업장에 공통적으로 적용할 수 있는 위험성평가 기법 사내 표준화 방안을 연구하여, 설비 위험성, 작업 위험성, 정책제도 위험성 등 업무형태에 적합한 표준화된 위험성평가 기법을 제시함으로써 위험성평가 활동의 조기정착에 기여하는 것이 목적이다.

제 2 장 이론적 고찰

2.1. 국내 위험성 평가제도

우리나라는 정부주도의 산업정책이 1960년대부터 강력한 시행되어 왔으며 이러한 경제기조는 1970년대까지 지속되었다. 1980년대에 들어서면서 산업의 급격한 성장과 함께 1981년 산업안전보건법을 제정하여 산업재해율이 꾸준히 감소해 왔으나, 1990년대 후반 이후 재해감소율이 둔화되고 있는 실정이다. 이는 최근 산업사회의 급격한 변화에 따른 재해예방을 기존의 법제도와 사업장의 안전보건관리체제를 시대에 맞게 재편하는 등 유연하게 대응하지 못한 결과일 것이다. 다시 말하면 최고경영자의 솔선수범과 책임 의식이 전제되지 않고 실무자 중심의 관리를 통한 사업장의 안전보건관리 성과를 보장하는데 많은 문제점이 있음이 드러난 것이다^{7,8)}.

이에 따라 고용노동부에서는 사업주의 자율적인 재해예방활동을 강화하기 위해 2010년부터 3년 동안 위험성평가 시범사업을 실시하고 2013년부터 국내 전사업장을 대상으로 위험성평가제도를 본격 시행하고 있다. 위험성평가 시범사업 본격 시행과 병행하여 정부에서는 지금까지 우리의 여건에 걸맞은 위험성평가 방법, 절차, 인프라 구축 등과 법적근거를 명확히 확보하기 위해 이와 관련된 고시를 2012년 9월에 제정하였으며 위험성평가와 관련된 산업안전보건법을 개정하였다. 위험성평가 제도의 본격시행을 위해 고용노동부에서는 사업장의 자율안전관리 정착을 위하여 위험성평가 제도 도입을 검토하던 중, 2004

년부터 2008년까지 위험성평가 제도 도입방안에 대한 연구용역을 단계적으로 수행하였으며, 2008년도 산업안전보건법 선진화 연구를 구성하여 위험성평가 도입방안을 논의하였다.

이를 토대로, 2010년도부터 2012년도까지 3년간 위험성평가 본격시행을 위한 시범사업을 실시하였으며, 2013년 국내 전사업장을 대상으로 본격 시행을 위하여 고용노동부에서는 사업장 위험성평가에 관한 지침을 고용노동부 고시로 2012년 9월 26일 제정하여 사업장의 위험성평가 방법, 절차, 시기 등에 대한 기준을 제시하였다. 또한 위험성평가 활성화를 위한 시책의 운영 및 지원 사업 등을 규정하고, 2014년 3월 13일 산업안전보건법 41조 2항에 전 사업장에 대하여 위험성평가 실시를 법제화 하였다.

2.2. 국외 위험성 평가 제도

2.2.1 영국의 위험성평가 제도

영국은 세계 최초로 노동법에 건강과 복지에 관한 법률을 포함하여 1802년에 시행하였으며, 1819년에는 「공장법(Factory Act)」을 제정하여 시행하였다. 1960년대 및 1970년대까지는 다양한 법률과 여러 기관에 의해 산만하게 집행되어 그 효과가 미미하였다. 그 후 1972년에 특별위원회(Robens Committee)의 보고서에 따라 안전보건 관계법령을 통합하여 1974년에 「산업안전보건법」(HSWA; Health and Safety at Work etc. Act)을 제정하였다⁹⁾.

영국의 산업안전보건에 관한 기본법규는 「산업안전보건법(HSWA)」, 「사업장안전보건관리법령(MHSWR; The Management of Health and Safety at Work Regulations, 1992)」, 「산업안전·보건·복지에 관한 법령(WHSWR; Workplace Health, Safety and Welfare Regulations, 1992)」, 「산업재해·직업병 및 위험발생 보고 법령(RIDDOR; Reporting of Injuries, Diseases and Dangerous Occurrences Regulations, 1985)」 등이 있다. 「산업안전보건법(HSWA)」의 체제는 우선 기본법령으로 「산업안전보건법(HSWA)」이 있고, 하위규정으로 법령(Regulations)과 동 법령을 보완하기 위한 승인된 실무지침(Approved Code of Practices), 강제성이 없는 권장 가이드(Guidance), 유럽연합 법규(European Legislation) 및 기준/표준(Standards)이 있다.

영국의 경우 1974년 「산업안전보건법(HSWAct)」을 도입할 때부터 어느

정도 위험성평가 제도의 원리를 반영하고 있었으나, 유럽의 기본지침(the Frame-work Directive 89/391/EEC)에 따라 「사업장 안전보건관리법령(MHSWR)」을 제정함으로써 본격적으로 위험성평가 제도를 도입한 것으로 볼 수 있다. 「사업장 안전보건관리 법령(MHSWR)」 제3조에는 모든 사업주들은 모든 근로자들이 일하는 동안 노출되는 안전보건상의 위험성에 대해서 적절하고 충분하게 평가되어야 한다고 명시되어 있으며, 특히 5인 이상 사업주는 평가결과의 주요사항과 특별한 위험노출 근로자 집단을 기록하도록 하여 지속적인 관리가 가능하도록 규정하고 있다. 이를 위해 위험성평가 요구조건 가이드(A Guide to Risk Assessment Requirements)를 만들어 위험성평가에 관한 요구조건에 대한 가이드를 마련하였다. 미국과는 달리 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.

2.2.2 독일의 위험성평가 제도

EU Directive에 따라 EU 각국은 위험성평가를 제도적으로 도입하고 있다. 독일의 경우 1996년 산업안전보건법(Arbeitsschutzgesetz)을 제정하여 EU의 위험성 평가제도를 법적으로 도입하였다. 동법 제5조에 작업여건에 대한 평가(Beurteilung der Arbeitsbedingungen) 조항을 두고 있다. 동 조항에 따라 사

업주는 정기적으로 위험성 평가를 실시하고 동법 제6조(Dokumentation)에 따라 근로자 10인 초과 사업장의 경우 이를 기록하도록 하고 있다. 법 제5조의 위반에 따른 직접적인 벌칙을 두고 있지 않다. 다만, 일반적인 범위반에 대한 벌칙은 동법 및 동법에 따라 제정된 시행령에서 정한 의무 충족을 위한 관한 관청에서 지시한 사항을 고의 또는 과실로 위반한 경우에는 벌칙을 두고 있다. 위험성평가를 실시하는 주체는 사업주이다. 산업의, 산업안전전문가 등에 관한 법령에는 사업주와 산업재해예방에 책임이 있는 자에게 지도, 자문을 하는 산업의, 산업안전전문가의 직무에 작업조건평가가 있다. 해당 전문가는 직접 고용 또는 자격 있는 외부 전문가에 의뢰도 가능하다¹⁰⁾.

이와는 별도로 유해물질 시행령(Gefahrstoffverordnung, GefStoffV)으로 유해물질에 대한 위험성평가 제도를 두고 있다. 강행규정인 동 시행령은 독일 산업안전보건법 제5조의 작업장 위험성 평가를 근거로 유해물질의 위험성평가 방법, 절차를 보다 상세하게 규정하고 있다.

유해물질의 위험성평가 실시에는 지식을 요구하며, 사업주가 관련 지식이 부족한 경우에는 산업안전전문가(Fachkraft für Arbeitssicherheit) 또는 산업의(Betriebsärztin)같은 전문가의 자문을 받아 실시하도록 하고 있다.

독일은 사업장의 위험성평가 지원을 위하여 독일 노동청에서 가이드북과 소규모 사업장을 위한 유해물질관리령 적용지침서를 제공하고 있다. 또한 산재보험조합에서도 위험성평가와 위험감소를 위한 가이드, 소규모 사업장 가이드 등을 제공하고 있다.

2.2.3 미국의 위험성평가 제도

미국은 기업의 자율성이 강조되고 있는 나라로, 1970년에 「산업안전보건법」(OSHAct; Occupational Safety and Health Act 1970)이 제정되었다. 미국의 기본적 법체계는 상·하원을 통과하여 대통령이 서명·공포하는 법(Act)과 하위규정으로서 주무장관이 정하는 규칙(Regulation)으로 구성되며, 산업안전보건 부문에 있어서는 「산업안전보건법(OSHAct)」과 「미연방규칙」(CFR; Code of Federal Regulation)으로 구성 되어있다. 미국의 「산업안전보건법」은 산업재해와 직업병 예방을 규정, 연구, 교육의 3가지 핵심과제를 통해 해결하는데 중점을 두고 제정되었으며, 동 법의 내용은 이를 실현하기 위하여 안전·보건기준의 제정, 안전보건기준 집행수단의 마련, 연구·통계활동의 강화, 주(州)의 안전보건활동 강화 및 사업주·근로자·안전보건관계자 등에 대한 교육방안 마련으로 요약될 수 있다. 동 법은 총 34개의 조(條)로 구성되어있으며, 그 핵심내용은 사업주와 근로자의 책임과 권리를 설정한 것이다¹¹⁾.

미국의 위험성평가 관련 법규 체계는 「산업안전보건법」아래에 연방규칙, 그 아래에 각종 안전관리 프로그램으로 구성된다. 「산업안전보건법」에 규정된 사업주의 의무에 따라 사업주는 사망이나 심각한 신체적 손상을 일으킬 수 있다고 인지되는 유해요인에 대해서는 산업안전보건 기준으로 정해져 있지 않은 사항에 대해서도 필요한 조치를 취하여야만 법을 위반하지 않는 것이 된다. 즉, 미국의 「산업안전보건법(OSHAct)」, 미연방규칙(CFR) 및 주 정부법에 위험성평가를 사업주의 의무사항으로 명시하고 있는 규정은 없으나, 위험성평가

를 규정하기보다는 기존의 산업안전보건 규제의 방식을 감독관에 의한 규제중심에서 사업주 자율관리로 변환하고, 그에 수반하는 인센티브제 및 강력한 페널티 제도를 운영함으로써 실질적인 위험성평가 수행을 유도하고 있다.

2.2.4 일본의 위험성평가 제도

일본은 노동안전위생법(1972제정)을 2006년에 개정하여 위험성평가(법 제28조의2)를 도입하였다. 일본은 위험성평가를 노력의 의무로 규정하였다. 노력의 의무란, 일본 법제상 「~하도록 노력하지 않으면 안 된다」라고 규정하며, 위반해도 벌칙 그 외의 법적 제재를 받지 않는 작위(또는 무작위) 의무이다. 준수여부는 당사자 임의의 협력에만 좌우되고 그 달성도도 당사자의 판단에 맡길 수 있다¹¹⁾.

일본에서 규제를 노력의무로 규정하는 이유는 주로 해당 법적 의무에 대하여 국민이 친숙하지 않은 행위를 요구하는 경우이거나 급격한 규제강화에 있어 완충적 조치가 필요할 때 규정한다. 또한 대규모 사업장(단체) 수준의 엄격한 규제를 소규모 사업장(단체)에 요구하는 경우에도 노력의무로 규정되는 경우가 많다.

2002년 일본서 발생한 산업재해 중 중대재해 1,303건을 분석한 결과 법규상 산업안전보건규정 위반과 관련 없는 중대재해가 62%를 차지하고 있다고 한다(일본 후생노동성). 따라서 일본은 법령에 규정되지 아니한 유해위험성에 대하여

사업주가 이를 찾고 개선하도록 위험성평가 제도를 도입하였다.

이러한 위험성평가가 정착되도록 하기 위하여 일본은 동법 제28조의2 제2항에 후생노동성장은 사업장에서 위험성평가를 수행하는데 필요한 지침을 제정, 공표하도록 하였다. 이 규정에 따라 각 분야별로 위험성평가에 대한 후생노동성의 지침을 마련하였다. 이 지침을 보급하고 위험성평가를 장려하는데 중점을 두고 있다.

사업장에서 안전보건시스템을 구축하는데 위험성평가가 중요한 역할을 하고 있다. 일본의 한 조사에서 위험성평가를 실시하지 않은 사업장에서 발생하는 재해율은 실시 사업장 재해율 보다 1.5배 높게 나타났다. 특히 중소기업 사업장에서는 위험성평가를 포함하는 안전보건관리시스템을 도입한 경우 재해감소 효과가 큰 것으로 나타났다. 이는 중소기업 사업장이 점점 늘어나는 추세에서 볼 때 위험성평가 제도 확산의 중요성을 보여준다.

2.2.5 호주의 위험성평가 제도

호주의 「산업보건안전연방법」(Occupational Health and Safety Commonwealth Employment Act) 제16조에 사업주는 고용되어진 근로자의 안전과 건강을 보호할 수 있도록 합리적이고 실질적인 조치를 취하여야만 한다고 명시되어 있다. 호주 퀸즐랜드주의 경우, “위험성평가를 실시하라”는 명문화된 규정은 가지고 있지 않으나, “사업주가 작업자들의 안전과 보건을 확

보호하기 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 실시하라는 명문화된 법규정은 없다고 할지라도 실질적으로 사업주는 위험성평가를 실시할 책임이 있는 것이다¹¹⁾.

2.2.6 싱가포르의 위험성평가 제도

싱가포르는 2005년 인력자원부(Ministry of Manpower)는 작업장에서의 안전 및 보건수준을 가능한 정량적으로 개선하도록 하기 위하여 새로운 산업안전보건 체제를 도입하였다. 이 새로운 법령의 중요한 원리는 발생원에서 안전보건에 대한 위험(risks)을 제거(eliminate)하거나 줄이는(mitigate)데 있다. 작업장의 발생원에서 가능한 위험을 줄이도록 하는 새로운 작업장안전보건법령(위험관리;Risk management)은 사업장에서 가능한 한 낮은 수준으로(as low as reasonably practicable) 위험을 제거하거나 줄이도록 상세하게 요구하고 있다¹¹⁾.

싱가포르의 산업안전보건에 대한 새로운 체제로의 전환에서 위험을 감소시키는 주요 방법들 중 하나는 위험이 발생하는 곳에서 이해관계자들이 위험을 관리하도록 하는 것이다. 따라서 위험성평가는 작업장에서 위험을 줄이는데 있어 중요한 하나의 도구이다.



2.3. 위험성평가 기법의 종류

산업현장에서 취급하고 있는 기계기구, 물질 및 제품의 특성상 많은 위험을 가지고 있으며 이러한 위험은 위험성평가를 통하여 얼마나 위험한가를 정성적 또는 정량적으로 나타낼 수 있다^{2,12,13)}.

위험성평가 방법은 크게 나누어 위험요인을 도출하고 위험요인에 대한 안전대책을 확인·수립하는 정성적 평가와 위험요인별로 사고로 발전할 수 있는 확률과 사고피해 크기를 정량적으로 계산하여 위험성을 수치로 계산하고 허용범위를 벗어난 위험에 대한 안전대책을 세우는 정량적 평가가 있다. 정량적 평가에 있어 확률과 피해크기를 수치화 하는 것은 현실적으로 어렵고 확률과 피해크기에 대한 신뢰도 문제가 제기될 가능성이 있다. 최근 이러한 단점을 보완하는 방법으로 정성적인 위험요인 도출에 발생빈도와 피해강도를 크기별로 그룹화하여 위험성을 정하는 방법을 사용하는 것이 보통으로 정량적 평가방법과 함께 Risk Assessment(KOSHA Code에서 “위험성평가”로 번역)의 범위에 포함시키고 있다.

가. 정성적 평가(Qualitative Risk Assessment)

- 1) 체크리스트(Check List)
- 2) 사고예상 질문 분석(What if 분석)
- 3) 상대위험순위결정(Dow and Mond Indices)
- 4) 위험과 운전분석(Hazard & Operability Studies : HAZOP)
- 5) 이상과 위험도 분석(Failure Mode Effects & Criticality Analysis : FMECA)

- 6) 작업자 운전 실수 분석(Human Error Analysis : HEA)
- 7) 4M(Man, Machine, Media, Management)
- 8) 공정안전성 분석 기법(KOSHA Process Safety Review : K-PSR)
- 9) 작업안전 분석 기법(Job Safety Analysis : JSA)

나. 정량적 평가(Quantitative Risk Assessment)

- 1) 결함수 분석(Fault Tree Analysis : FTA)
- 2) 사건수 분석(Event Tree Analysis : ETA)
- 3) 원인-결과분석(Cause-Consequence Analysis : CCA)

2.3.1 체크리스트 기법(Check List)

체크리스트 기법은 미리 준비된 체크리스트를 활용하여 최소한의 위험성을 인지하는 방법으로 미숙련 기술자도 활용 적용 가능하고 이용하기 쉬우며, 상대적으로 빨리 결과를 제공해준다는 장점이 있으나, 체크리스트 작성자의 경험을 기반으로 해야 한다는 단점이 있으므로 주기적으로 체크리스트를 보완하여야 한다^{2),13)}.

2.3.2 사고예상 질문 분석(What if 분석)

사고예상 질문 분석법은 정확하게 구체화 되어있지는 않지만 바람직하지 않

은 결과를 초래 할 수 있는 사건을 세심하게 고려해 보기 위한 목적을 가지고 있으면 설계단계, 건설단계, 운전단계, 고장 수리단계 등에서 생길 수 있는 바람직하지 않은 결과를 조사하는 기법이다.

공정의 목적을 이해하고 설계의도를 파악할 수 있는 각 분야 전문가의 조직에 의하여 “What if”로 시작되는 질문을 사용하여 공정에 잠재하는 사고를 확인하여 그 위험과 결과에 따른 위험을 줄이는 방법을 도출하는 방법이다^{2,13)}.

2.3.3 상대위험순위 결정법(Dow and Mond Indices)

사고에 대한 피해정도를 나타내는 상대적 위험순위와 정성적인 정보를 얻을 수 있는 방법으로 Dow and Mond Indices는 화학공장에 존재하는 위험에 대해 간단하고 직접적인 상대위험순위를 파악 가능하게 해주는 지표를 공장의 상황에 따른 페널티(Penalty)와 크레딧(Credit)를 부여한다. 즉 페널티는 사고를 일으킬 수 있는 조건에 대하여 부여하며 크레딧은 사고의 영향을 완화시키는 요소에 대해 부여하여 페널티와 크레딧을 조합하여 공장의 상대위험순위를 결정하는 지표를 유도한다^{2,13)}.

2.3.4 위험과 운전분석(HAZOP : Hazard and Operability Studies)

위험과 운전성 분석은 설계의도에서 벗어나는 이탈현상을 찾아내어 공정의 위험요소와 운전상의 문제점을 도출하는 방법으로 여러 분야의 경험을 가진

전문가로 팀을 이루어 토론에 의하여 잠재적 이탈현상을 도출한다.

위험과 운전성 분석법 토론에서 숙련된 팀 리더가 토론을 갖기 전에 일정한 부분 (Study Node)을 선정한 후 가이드워드(Guide Words : More, Less, one, Reverse 등)와 공정변수(Process Parameter : Flow, Pressure, Temperature, Composition 등)를 순서대로 결합 제시하여 각 분야의 전문가 토론을 통하여 위험요소와 운전상 문제점을 도출하는 기법이다^{2,13)}.

2.3.5 이상과 위험도 분석 (FMECA : Failure Modes, Effects and Criticality Analysis)

이상 위험도 분석법은 공정이나 공장장치가 어떻게 고장이 났는가에 대한 설명인 Failure Mode 고장에 대해 어떠한 결과가 발생할 것인가 인 Failure Mode와 결과(Effect) 및 Failure Mode에 대한 위험도 순위(Criticality)를 표로 만들어 공정이나 공정장치의 Failure Mode와 Failure Mode에 영향을 파악하는 기법이다^{2,13,14)}.

이 기법은 공정이나 공정장치에 관하여 주안점을 두고 분석하므로 운전자의 실수는 일반적으로 확인되지 않는다.

2.3.6 작업자 실수 분석(HEA : Human Error Analysis)

작업자 실수 분석법은 공장의 운전자, 정비반원, 기술자 그리고 그 외의 다른

사람들에게 영향을 미칠만한 요소를 평가하는 방법으로 사고를 일으킬 수 있는 실수가 생기는 상황을 알아낸다. 기술자와 면담을 하는데 익숙해야 하고 공장의 운전 절차와 공정도 같은 적절한 정보를 다룰 수 있는 분석자에 의하여 수행된다^{2,13)}.

2.3.7 4M 위험성평가(Risk Assessment)

4M 위험성평가는 사업장 공정(작업)내 잠재하고 있는 위험요인을 Table 1. 과 같이 기계(Machine), 작업환경(Media), 작업자 행동(Man), 관리(Management)등 4가지 분야로 위험성 파악하여 위험을 제거 대책을 제시하는 방법이다^{2,15,16)}.



Table 1. Classification of hazard identification factors for 4M

Item	Classification of hazard identification factors
Machine	○ Defect of machinery and equipment in design ○ Failure of risk protection ○ Lack of intrinsic safety ○ Defect of utility(electricity, compressed air, water) ○ Defect of the vehicle by equipment
Media	○ Failure of the working space(condition and structure of working space) ○ Generation of gas, steam, dust, fumes, mist ○ Health problems due to anoxia, pathogens, radiation, harmful rays, hot, cold, ultrasound, noise, vibration, over pressure ○ Confirmation of handling chemical(MSDS)
Man	○ Unsafe activity of worker characteristic(people with disabilities, women, the elderly, foreign, non-regular, non-skilled) ○ Inadequate for the job information ○ Defect of posture and work behavior ○ Inadequate for work methods
Management	○ Defect of management organization ○ Inadequate for regulation, manual ○ Inadequate for safety management plan ○ Lack of education and training ○ Lack of supervision and lead of the subordinate ○ Non-posted of safety instruction and various signs ○ Lack of health care

2.3.8 공정안전성 분석 기법(KOSHA Process Safety Review : K-PSR)

공정안전성 분석 기법은 위험과 운전분석(HAZOP) 기법 등으로 위험성평가를 실시한 후 공정안전성(Process Safety)을 재검토하여 사고위험성을 분석(Review)하는 방법으로 여러 분야의 경험을 가진 전문가로 팀을 이루어 토론에 의하여 누출, 화재·폭발, 공정트러블, 상해 등의 잠재적 위험형태에 대한 원인과 결과를 평가하고 심각한 위험형태인지 결정한다. 만일 현재의 안전조치가 충분하지 않으면 전문가의 토론을 통하여 개선권고사항을 제기하는 기법이다^{2,17)}.

2.3.9 작업안전 분석 기법(Job Safety Analysis : JSA)

작업안전 분석 기법은 특정한 작업을 주요 단계(Key step)로 구분하여 각 단계별 유해위험요인(Hazards)과 잠재적인 사고(Accidents)를 파악하고 이를 제거, 최소화 또는 예방하기 위한 대책을 개발하기 위해 작업을 연구하는 방법을 말한다^{2,18)}. 정부는 2016년 8월부터 사업주로 하여금 화학설비 등의 설치, 개·보수, 촉매 등의 교체 등 각종 작업에 관한 위험성평가를 수행하기 위하여 작업안전 분석 기법(Job Safety Analysis, JSA) 등을 활용하여 위험성평가 실시 규정을 별도로 마련하도록 규정하였으며¹⁹⁾, A 발전회사에서는 2014년 12월부터 작업안전 분석 기법을 전사적으로 도입하여 운영하고 있다.

2.3.10 결함수 분석법(FTA : Fault Tree Analysis)

결함수 분석법은 하나의 특정한 사고에 대하여 원인을 파악하는 연역적 기법으로 사고사건을 초래 할 수 있는 장치의 이상과 고장의 다양한 조합을 표시하는 도식적인 모델함수 (Fault Tree) Diagram을 작성하여 사고 사건으로부터 사고를 일으키는 장치 이상이나 운전자 실수의 상관관계를 도출하는 기법이다^{2,13)}.

2.3.11 사건수 분석법(ETA : Event Tree Analysis)

사건수 분석법은 초기 사건으로 알려진 특정한 장치의 이상이나 운전자의 실수로부터 발생하는 잠재적인 사고결과를 평가하는 귀납적 기법으로 초기 사건에 대한 안전시스템의 대응 성공 또는 실패에 따른 후속 사건을 도식적으로 표시하는 사건수 (Event Tree) Diagram으로부터 초기 사건으로부터 후속 사건까지의 순서 및 상관관계를 파악하여 정량적 가능성을 가진 정성적인 결과를 얻어내는 기법이다^{2,13)}.

2.3.12 원인-결과분석(Cause-Consequence Analysis : CCA)

잠재된 사고의 결과를 사고의 근본적인 원인을 찾아내고 사고결과와 원인 사이의 상호관계를 예측하여 위험성을 정량적으로 평가하는 방법이다^{2,13)}.

2.4. 기타 위험성평가 방법

2.3절에서 언급한 정량적 또는 정성적 위험성평가 기법 이외 A 발전회사에서 사용하고 있는 위험성평가 방법을 소개하고자 한다.

2.4.1 KRAS(Korea Risk Assessment System) 지원시스템

안전보건공단에서 개발하였으며, 산업현장에서 주로 발생하는 재해의 6대 기본원인인 기계적 요인 등 Table 2와 같이 산업현장의 유해·위험요인을 파악하여 위험성평가 절차에 따라 평가지원 하는 온라인 지원시스템이다^{20,21)}.

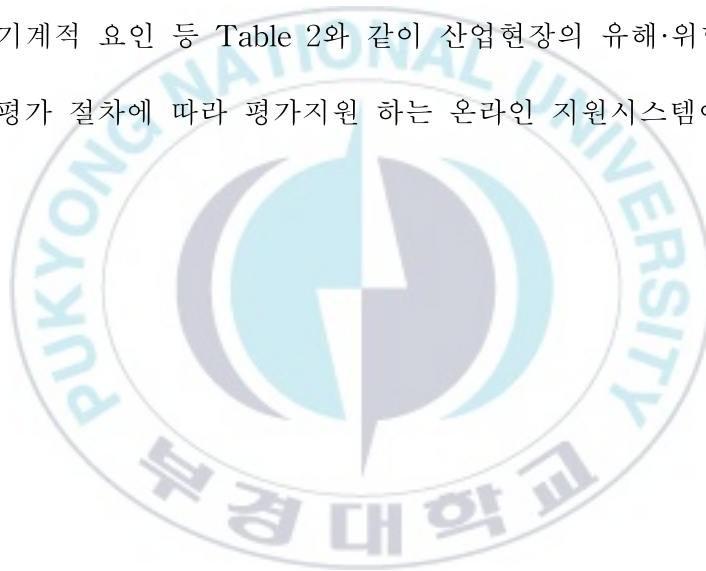


Table 2 Classification of hazard identification factors for KRAS

Classification of hazard identification factors	
Primary cause	hazard identification factors
Mechanical factors	1.1 Hazard area of Stricture(retractable, stricture) 1.2 Dangerous surface(cutting, scratches) 1.3 Hazard area of falling, flying objects, overture, Collapse, slip of machinery(equipment) 1.4 Hazard area of collision 1.5 Slip 1.6 Hazard area of falling(opening part)
Electrical factors	2.1 Electric shock(over safety voltage) 2.2 Arc 2.3 Static electricity
Chemical factors	3.1 Gas 3.2 Vapor 3.3 Aerosols·fumes 3.4 Liquids(mist) 3.5 Solid(dust) 3.6 Reactive substances 3.7 Radiation 3.8 Fire/Explosion hazard 3.9 Radiation/Blast overpressure
Biological factors	4.1 Infection by pathogens and virus 4.2 GMO 4.3 Allergy and microorganism 4.4 Animal 4.5 Plants
Work characteristics factors	5.1 Noise 5.2 Ultrasound·ultra-low frequency sound 5.3 Vibration 5.4 Mistake of workers 5.5 Low or high pressure condition 5.6 Choking hazards·lack of oxygen 5.7 Heavy handling tasks 5.8 Recurring tasks 5.9 Unstable work posture 5.10 work tools
Work environment factors	6.1 Climate 6.2 Light 6.3 Space and movement paths 6.4 Around workers 6.5 Working hour 6.6 Safety culture of organization

A 발전회사의 발전설비 관리시스템 상에서 작업 허가서 발행시 실시하는 위험성평가 방법으로 작업설계자가 해당 작업에 대한 ‘위해요인(대분류, 작업형태)’, ‘재해강도 및 피해규모(인적재해, 환경재해, 설비피해, 재해빈도)’를 입력하면 1차 위험성평가 점수 및 위험성이 자동으로 표시된다. ‘예방대책 및 안전조치요구사항’은 검색버튼을 누르면 대분류 및 작업형태에 맞는 체크 화면이 표시되고 내용을 체크한 후 저장한다. 1차 위험성평가 완료 후 안전작업통제전문가(SAP)는 안전 및 예방대책의 적정수립여부를 검토하고 ‘재해강도 및 재해발생을 저감점수’를 기록하여 최종 위험성평가를 실시하고 ‘SAP/안전·보건 및 환경 지시사항’란에 별도의 안전작업을 위한 추가지시사항을 기록한 뒤 최종 위험성평가를 완료한다²²⁾.

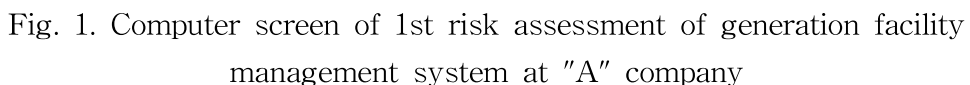




Fig. 2. Computer screen of final risk assessment of generation facility management system at "A" company

제 3 장 연구 대상 및 방법

3.1. 연구 대상

본 연구에서는 위험성평가를 실시하고 있는 A 발전회사를 대상으로 발전소별 위험성평가 기법 적용실태에 대한 조사 및 분석을 실시하였다. 이 회사는 본사 및 발전소에 약 2,000여명의 직원들이 근무하고 있으며, 각 발전소별로는 사업소장 책임 하에 일근 및 교대근무 체제로 운영되고 있다. 발전소 업무는 발전설비 운전 및 유지보수 업무를 수행하는 기술분야와 지원업무를 수행하는 사무분야가 있다. 교대근무자의 경우 대부분이 발전설비를 운전하는 직원들로 구성되어 있다. 주요사업 부문은 전력생산 및 발전설비 건설 등이며, 발전설비의 특성상 대형 장치 및 설비를 운영하고 있고 각 발전소별로 공정안전관리 (PSM) 대상 설비를 일부 포함하고 있다.

그리고 석유화학업종 외국계 기업과 우리나라 기업의 사업장 각 한 군데를 대상으로 위험성평가 기법 운영사례 조사 및 분석도 실시하였다.

3.2. 연구 방법

본 연구는 Fig. 3 와 같이 단계별로 이루어졌다.

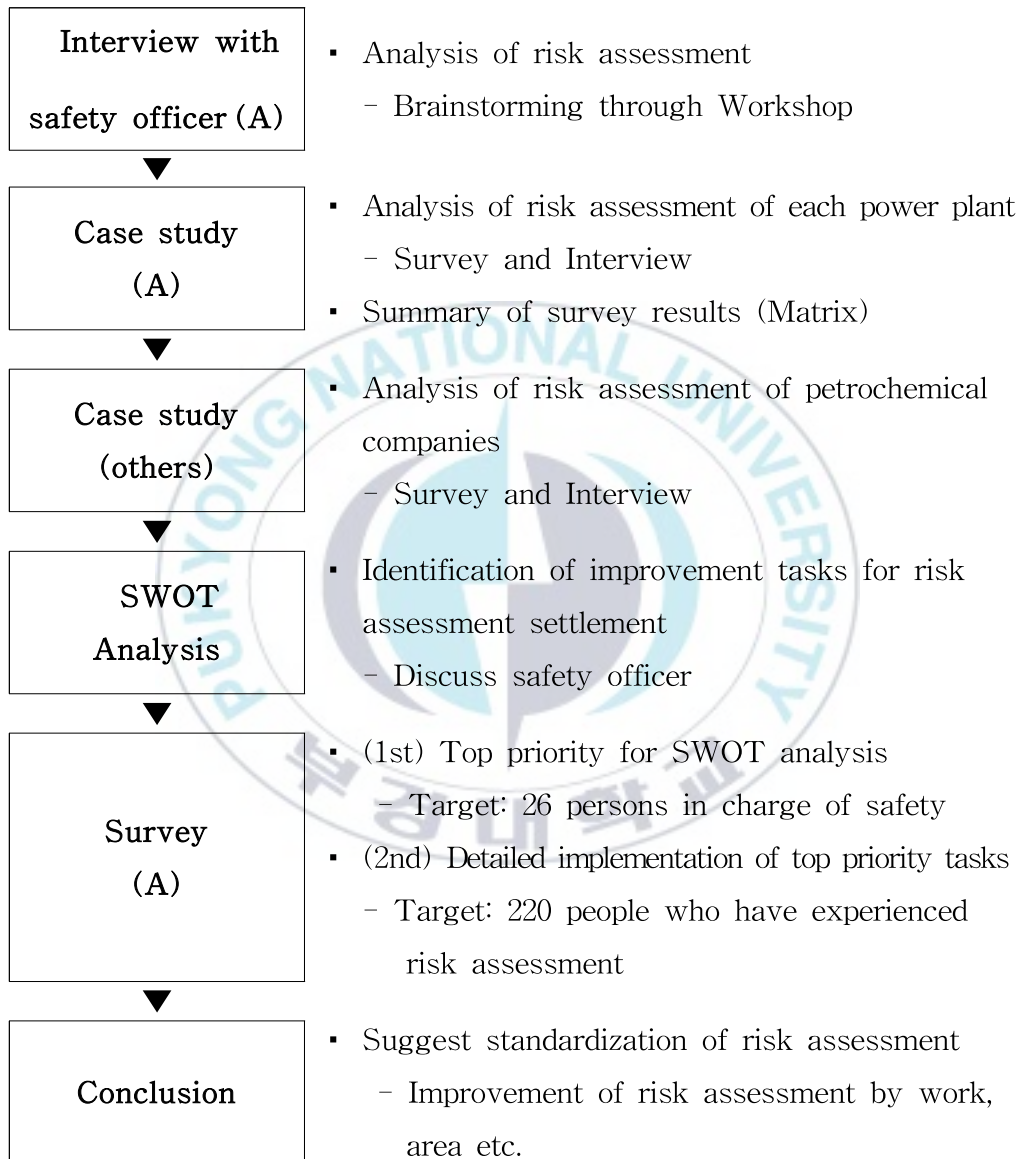


Fig. 3. Process of the study

A 발전회사 발전소별 안전업무 담당자 23명과 Workshop 장소에서 브레인 스토밍 기법을 활용한 집단 인터뷰를 실시하고, A 발전회사 발전소 위험성평가가 이행실태는 자료조사를 바탕으로 궁금한 사항에 대해서는 발전소 안전부서 담당자와 개별 인터뷰를 실시하였다. 그리고 국내 석유화학회사의 위험성평가가 이행실태는 담당자 개별 인터뷰 및 자료조사를 바탕으로 실시하였다.

인터뷰 및 자료조사를 통하여 위험성평가 이행실태 및 시사점을 파악하고, SWOT 분석기법을 이용하여 위험성평가 업무 정착에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 도출된 영향요인(강점, 약점, 기회, 위협요인)에 대하여 안전부서 담당자와 토의를 통해 위험성평가 업무정착을 위한 개선과제를 도출하였다. 도출된 개선과제에 대하여 1차 설문조사를 실시하여 최우선 개선과제를 도출하고, 2차 설문조사에서는 최우선 개선과제에 대한 세부 이행방안을 조사하였다.

제 4 장 연구결과

4.1 A 발전회사 안전담당자 인터뷰

인터뷰는 본사 및 발전소별 안전관리부서에서 근무하고 있는 직원들 중에서 2017년 7월 9일부터 10일까지 2일간 실시된 전사 공정안전관리(PSM) 담당자 워크숍에 참여한 직원 23명을 대상으로 실시하였다. 브레인스토밍 기법을 활용한 집단 인터뷰를 실시하였으며, 인터뷰를 통하여 알고자 했던 내용들은 다음과 같다.

- 위험성평가 업무 관련 대내외 환경
- 위험성평가 업무 현황 및 문제점
- 위험성평가 업무 개선 필요성
- 위험성평가 업무 개선방향 및 관련 장애요인

인터뷰를 통하여 위험성평가 업무와 관련된 대내외 요인과 개선전략 등을 알 수 있었으며, A 발전회사의 위험성평가 업무와 관련된 주요 현황은 다음과 같다.

- 1) 발전설비 특성상 공정안전관리 대상물질이 적고 설계수명(30년)을 초과한 노후설비가 없어 발전소 재해율이 낮아 위험성평가 활동 등 안전에 대한 관심도가 석유화학회사에 비하여 상대적으로 낮음

- 2) 2007년 안전분야 선진화 추진 이후 안전인력 및 예산 투자 확대 등을 통하여 안전문화수준이 지속적으로 향상되고 있음
- 3) 위험성평가가 포함된 안전제도 도입시 각 제도간의 위험성평가 업무가 중복이 있음에도 상호 최적화 하지 못한 부분이 있음
- 4) 설비, 업무형태에 따른 위험성평가 기법이 다양하고 직원들의 전문지식이 낮아 다양한 기법들을 완전하게 학습한 후 위험성평가 업무를 수행하려면 많은 시간이 소요됨
- 5) 위험성평가 업무가 표준화되어 있지 않아 사업장별 업무분야별 위험성 추정 및 결정 기준 등이 상이함
- 6) 위험성평가 업무가 전산화 되어있지 않아 위험성평가 결과의 공유, 감소대책 이행여부 추적관리 등 위험성평가 결과 활용의 한계가 있음

4.2 A 발전회사 위험성평가 업무수행 현황

A 발전회사의 발전소는 대부분 2000년대 이후에 준공되었으며, 수소나 천연가스 등 공정안전관리대상 물질을 일부 사용하고 있어 공정안전관리보고서 작성 및 이행상태 평가 대상사업장이다. 따라서 고용노동부 중대재해예방센터로부터 주기적으로 평가를 받고 있으며 평가결과에 따라 P등급(우수, 환산점수의 총합이 90점 이상), S등급(양호, 환산점수의 총합이 80점 이상 90점 미만), M+등급(보통, 환산점수의 총합이 70점 이상 80점 미만), M-등급(불량, 환산점

수의 총합이 70점 미만) 등 4개 등급을 부여받게 된다. 참고로 조사당시의 A 발전회사 각 발전소별 PSM 등급은 Table 3에 보는 바와 같다.

Table 3. Completion Year and PSM Rating of "A" company

Item	Hadong	Shin Incheon	Busan	Namjeju	Yeongwol	Andong
Completion Year	'01.01	'97.6	'04.3	'07.3	'10.10	'14.3
PSM Rating	S	S	S	P	S	P

고용노동부 고시에 따르면 위험성평가 실시 시기는 최초·평가·정기 평가가 있으며, 최초·정기 평가는 매년 정기적으로 전체 작업을 대상으로 실시해야 한다. 그리고, 수시평가는 ‘사업장 건설물의 설치·이전·변경 또는 해체’, ‘기계·기구, 설비 등의 정비 또는 보수’, ‘작업방법 또는 작업절차의 신규 도입 또는 변경’ 등의 경우에 실시해야 한다²³⁾.

또한, 공정안전관리대상 설비에 대하여 4년 주기로 ‘화재·폭발·위험물 누출 등과 같은 잠재적 위험을 도출하고 잠재적 위험이 실제 사고로 연결될 가능성에 따라 공정 및 설비의 개선 방안 등을 강구하는 공정 위험성평가를 “체크리스트(Checklist)기법”, “위험과 운전분석(Hazard and Operability Studies, HAZOP)기법”, “공정안전성 분석 기법(K-PSR, KOSHA Process safety review)” 등 사업장 특성에 맞는 기법을 사용하여 실시하여야 한다. 그리고 ‘공정안전관리 대상 설비의 설치, 개·보수 등’의 경우에는 작업안전 분석 기법

(Job Safety Analysis, JSA) 등을 활용하여 위험성평가 실시 규정을 별도로 마련하여야 한다¹⁹⁾.

따라서 위험성평가 업무형태를 공정위험성가와 작업위험성평가로 구분하였으며, A 발전회사의 경우 2003년 이후 안전보건경영시스템을 자율적으로 도입·운영함에 따라 ‘사무실 환경, 각종 행사 등’에 대하여 위험성평가를 실시하고 있어 이 경우는 공통업무로 구분하여 조사하였다.

2017년 7월부터 8월까지 약 2개월 동안 A 발전회사의 위험성평가 관련 규정을 조사하고 발전소 안전부서 담당자와 개별 인터뷰를 통하여 위험성평가 업무수행 현황을 파악하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

4.2.1 업무형태별 위험성평가 기법 적용현황

공정 위험성평가는 공정안전관리 대상설비와 비대상설비로 구분하여 조사하였다. Table 4에서 보는 바와 같이 공정안전관리 대상설비의 경우 가장 많이 사용되고 있는 기법은 HAZOP으로 하동을 제외한 모든 발전소에서 사용하고 있었다. 다음으로 K-PSR 기법을 하동·부산·안동 등 3개 발전소에서, Checklist와 JSA 기법을 각각 남제주·영월 등 1개 발전소에서 사용하고 있었다.

Table 4. Process Risk Assessment Techniques for PSM Facilities
(○ : use, × : unused)

Techniques	Hadong	Shin Incheon	Busan	Namjeju	Yeongwol	Andong
Checklist	×	×	×	○	×	×
GENi	×	×	×	×	×	×
HAZOP	×	○	○	○	○	○
JSA	×	×	×	×	○	×
K-PSR	○	×	○	×	×	○

Table 5에서 보듯이 공정안전관리 비대상설비의 공정 위험성평가의 경우 가장 많이 사용되고 있는 기법은 JSA 기법으로 신인천·남제주·영월·안동 등 4개 발전소에서 사용하고 있었으며, GENi 및 HAZOP 기법이 각각 하동·안동 등 1개 발전소에서 사용되고 있었다.

Table 5. Process Risk Assessment Techniques for non-PSM Facilities
(○ : use, × : unused)

Techniques	Hadong	Shin Incheon	Busan	Namjeju	Yeongwol	Andong
Checklist	×	×	×	×	×	×
GENi	×	×	×	×	×	○
HAZOP	○	×	×	×	×	×
JSA	×	○	×	○	○	○
K-PSR	×	×	×	×	×	×

작업 위험성평가는 발전설비와 그 이외 설비로 구분하여 조사하였다. Table 6에서 보듯이 발전설비의 경우 모든 발전소에서 GENi를 사용하고 있었으며, 공정안전관리 대상설비 관련 작업의 경우에는 JSA 기법을 사용하고 있었다.

Table 6. Job Risk Assessment Techniques for Power Generation Facilities(○: use, ×: unused)

Techniques	Hadong	Shin Incheon	Busan	Namjeju	Yeongwol	Andong
Checklist	×	×	×	×	×	×
GENi	○	○	○	○	○	○
HAZOP	×	×	×	×	×	×
JSA	○	○	○	○	○	○
K-PSR	×	×	×	×	×	×

Table 7에서 보듯이 발전설비 이외의 작업 위험성평가의 경우 가장 많이 사용되고 있는 것은 KRAS 기법으로 하동·부산·남제주·영월 등 4개 발전소에서 사용하고 있었다. 다음으로 JSA 기법이 신인천·안동 등 2개 발전소에서, 4M 기법이 신인천 등 1개 발전소에서 사용되고 있었다.

Table 7. Job Risk Assessment Techniques for non-Power Generation Facilities(○: use, ×: unused)

Techniques	Hadong	Shin Incheon	Busan	Namjeju	Yeongwol	Andong
Checklist	×	×	×	×	×	×
GENi	×	×	×	×	×	×
HAZOP	×	×	×	×	×	×
JSA	×	○	×	×	×	○
K-PSR	×	×	×	×	×	×
KRAS	○	×	○	○	○	×
4 M	○	×	×	×	×	×

4.2.2 위험성 추정 방법

고용노동부 고시에 따르면 사업주는 유해·위험요인을 파악하여 사업장 특성에 따라 부상 또는 질병으로 이어질 수 있는 가능성 및 중대성의 크기를 추정하고 행렬, 곱하기 또는 더하기 등의 방법으로 위험성을 추정하여야 한다²³⁾.

위험성 추정방법에 대한 조사는 작업허가서 작성시 실시하는 GENi 시스템의 위험성평가(이하 줄여서 GENi) 및 JSA 기법과 HAZOP 및 4M 기법에 대하여 조사하였다. GENi는 곱하기 방식을, JSA의 경우 더하기 방식을 사용하고 있었으며 세부적인 방법은 Table 8에서 보는바와 같다. HAZOP의 경우에는 행렬 방식으로 빈도는 모두 5단계이며, 강도의 경우 남제주(5단계)를 제외한 모든 발전소에서 4단계를 사용하고 있었다. 4M의 경우에는 곱셈방식으로 모든 발전소에서 빈도와 강도를 각각 5단계·4단계로 동일한 기준으로 사용하고 있었다.

Table 8. Summary of methods for estimating the risk of each plant of “A”

Techniques	Hadong	Shin Incheon	Busan	Namjeju	Yeongwol	Andong
GENi	Disaster frequency (3 levels) × Max Damage scale {Human (7 levels), Environment (6 levels), Facilities (5 levels)}					
JSA	Work frequency (1~3) + Damage intensity (0~6) + Possibility (-1~1)					
HAZOP	Frequency (5 levels) × Intensity (4 levels), Matrix			Frequency (5 levels) × Intensity (5 levels), Matrix	Same as 'Hadong'	
4M	Frequency (5 levels) x intensity (4 levels)					

4.2.3 위험성 결정 방법

고용노동부 고시에 따르면 위험성 결정을 하기 이전에 사업장별로 허용 가능한 위험성의 기준을 자체적으로 설정하여야 한다²³⁾.

GENi 및 JSA 기법과 HAZOP 및 4M 기법에 대한 위험성 결정방법 단계는 Table 9에서 보는바와 같다. GENi와 JSA는 전사 표준화되어 있어 위험성 추정 및 결정 기준이 동일하였고, HAZOP과 4M의 경우는 발전소별로 다르게 운영되고 있는 것으로 조사되었다.

Table 9. Summary of levels to determine each plant risk of "A"

Techniques	Hadong	Shin Incheon	Busan	Namjeju	Yeongwol	Andong
GENi	5 levels					
JSA	3 levels					
HAZOP	5 levels			5 levels	6 levels	
4M	5 levels			4 levels	6 levels	

A 발전회사 위험성평가 업무수행 현황 조사를 통하여 파악된 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 공정위험성평가, 작업위험성평가 등 동일한 업무에 대한 위험성평가 기법이 발전소별로 서로 다르게 적용되고 있음.
- 2) 동일한 위험성평가기법에 대하여 사업소별로 위험성 추정 및 결정 기준이 다르게 운영되고 있음

3) GENi 위험성평가 기법은 발전설비 정비 또는 보수 등 작업과정의 위험성을 평가하는 기법이며, JSA 기법의 경우 작업단계별 위험성을 평가하는 기법으로서 상호 유사한 개념이므로 통합 또는 상호 중복됨이 없도록 최적화 할 필요가 있음.

4) 발전소의 설비특성을 감안하되 전사 표준화된 위험성평가 방법을 도입하여 운영할 필요가 있음.

4.2절에서 조사한 ‘A 발전회사 위험성평가 업무수행 현황’에 대한 종합적인 내용을 Table 10, Table 11, Table 12에 나타내었다.

Table 10. Use of Risk Assessment Techniques by Business Type in Each Power Plant of "A"

Items		Hadong	Shin Incheon	Busan	Namjeju	Yeongwol	Andong
Completion Year		‘01.01	‘97.6	‘04.3	‘07.3	‘10.10	‘14.3
PSM Rating		S	S	S	P	S	P
P R A	PSM	K-PSR	HAZOP	HAZOP, K-PSR	HAZOP, Check-List	HAZOP, JSA	K-PSR, HAZOP
	non-PSM	HAZOP	JSA	-	JSA	JSA	GENi, JSA
J R A	Gen. fac.	GENi JSA	GENi	GENi	GENi	GENi	GEN JSA
	non-Gen. fac.	KRAS, 4M	JSA	KRAS	KRAS	KRAS	JSA
General work		4M					

Table 11. Risk estimation method for each power plant of "A"

Items	Hadong	Shin Incheon	Busan	Namjeju	Yeongwol	Andong
GENi	Disaster frequency (3 levels) × Max Damage scale {Human (7 levels), Environment (6 levels), Facilities (5 levels)} - Disaster frequency (3 levels) → 1,3,9 - Scale of damage : human (7 levels) → 1,2,4,8,16,32,64, environment (6 levels) → 1,2,4,8,16,32, equipment (5th step) → 1,2,4,8,16					
JSA	Work frequency (1~3) + Damage intensity (0~6) + Possibility (-1~1)					
HAZOP	Frequency (5 levels) × Intensity (4 levels), Matrix			Frequency(5 levels) × Intensity (5 levels), Matrix		Same as 'Hadong'
4M	Frequency (5 levels) x intensity (4 levels)					

Table 12. Levels to determine risk for each power plant of "A"

Items	Hadong	Shin Incheon	Busan	Namjeju	Yeongwol	Andong
GENi	<u>Level 5</u> [Mild (0 ~ 3), normal (4 ~ 14), high (15 ~ 31), very high (31 ~ 62) Can not judge (63~576)]					
JSA	<u>Level 3</u> [Low (0 ~ 3 points), medium risk (4 ~ 7 points), high risk (8 ~ 10 points)]					
HAZOP	<u>Level 5</u> Very low (1 to 6), Low (7 to 9), Slightly higher (10-12), High (13-15), Very high (16-20)		<u>Level 5</u> Very low (1 to 5), Low (6 to 10), Slightly higher (11 to 15), higher (16 to 20), Very high (20-25)		<u>Level 6</u> Very low (1 to 3), Low (4 to 6), Usually (8), Slightly higher (9-12), High (15), Very high (16-20)	
4M	<u>Level 5</u> Very low (1 to 6), low (7 to 9) Slightly higher (10-12), higher (13-15), Very high (16-20)		<u>Level 4</u> Very low (1 to 3), Low (4 to 6), Fairly high (8-12), Very high (15-20)		<u>Level 6</u> Very low (1 to 3), Low (4 to 6), Medium (8), Slightly higher (9-12), High (15), very high (16-20)	

4.3 타 기업의 위험성평가 우수사례 분석

타 기업의 사례조사는 국내에 사업장이 있는 석유화학회사 중에서 외국기업과 한국기업의 사업장 각각 한 곳을 대상으로 2017년 9월부터 10월까지 약 2개월간에 걸쳐서 실시하였다. 먼저 자료조사를 수집하고 정보가 부족하거나 확인이 필요한 부분은 담당자 인터뷰 또는 해당사업장에 전화문의를 통하여 조사하였다. 자료조사를 통하여 알고자 했던 내용들은 다음과 같다.

- 위험성평가 업무 운영현황 및 우수사례
- 위험성평가 업무 전산관리시스템 운영현황
- A 발전회사의 위험성평가 업무 개선시 참조할 사항 등

다음은 자료조사를 통하여 파악된 국내 석유화학회사 사업장의 위험성평가 업무와 관련된 주요 시사점을 도출하였다.

- 1) 외국계 기업의 경우 On-Site Risk, Corporate Reputation Risk 등 9개 분야에 걸쳐 기업경영 전반에 대하여 EHS(Environment Health Safety) Corporate Risk Management Process(이하, EHS 기업 위기관리 절차)를 운영하고 있었으며, On-Site Risk 관리절차가 A 발전회사의 작업 및 공정 위험성평가와 유사하였음
- 2) 2개 기업 모두 위험성평가 기법으로 정성적(Checklist, HAZOP, What if, FEMA 등), 정량적(LOPA, FTA, CHARM 등) 위험성평가 기법을 사용하고 있음

- 3) 외국계 기업의 경우 위험성평가 보고서 및 후속조치에 대한 기준을 운영하고 있음
- 4) 국내기업의 경우 위험성평가 전산관리시스템을 통하여 위험성평가 결과, 완료시기 및 향후계획을 등록하고, 지적사항 조치여부를 관리하고 있음
- 5) 국내기업의 경우 공정, 작업 및 화학물질에 대한 위험성 추정 및 결정 기준을 운영하고 있으며, 같은 계열사의 타 유사사업장에도 동일한 기준으로 운영되고 있음.



4.4 SWOT 분석

A 발전회사 발전소별 안전업무 담당자 23명의 인터뷰 결과물과 A 발전회사 발전소 및 타 기업의 위험성평가 사례조사 결과를 종합하여 사내·외 위험성평가가 관련 환경분석을 위해 SWOT 기법을 적용하여 분석을 실시하였다.

SWOT 분석은 기업의 내부 환경과 외부 환경을 분석하여 강점(Strength), 약점(Weakness), 기회(Opportunity), 위협(Threat) 요인을 규정하고 이를 토대로 경영 전략을 수립하는 기법으로, 미국의 경영컨설턴트인 알버트 험프리(Albert Humphrey)에 의해 고안되었다. SWOT 분석의 가장 큰 장점은 기업의 내·외부 환경 변화를 동시에 파악할 수 있다는 것으로, 외부로부터 온 기회는 최대한 살리고 위협은 회피하는 방향으로 자신의 강점은 최대한 활용하고 약점은 보완한다는 논리에 기초를 두고 있다²⁴⁾.

본 연구는 정부정책 동향 및 국내외 사례 조사를 통하여 A 발전회사의 위험성평가 표준화 방향을 제시하고자하는 것이기 때문에 강점, 약점, 기회, 위협을 회사내부, 회사외부를 기준으로 아래와 같이 정의를 내리고 분석을 실시하였다.

- 강점(S): 회사 내부에서 위험성평가 활동의 강점
- 약점(w): 회사 내부에서 위험성평가 활동의 약점
- 기회(O): 회사 외부 환경(정부정책 및 법규, 협력회사와 관련된 환경 등)에서 비롯된 기회

- 위협(T): 회사의부 환경(정부정책 및 법규, 협력회사와 관련된 환경 등)에서 비롯된 위협

SWOT 분석은 강점(S), 약점(W), 기회(O), 위협(T)의 4가지 영향요인을 이용하여 강점을 살려 기회를 포착(SO), 강점을 살려 위협을 회피(ST), 약점을 보완하고 기회를 포착(WO), 약점을 보완하고 위협을 회피(WT) 전략을 도출하는 To-Be 분석을 실시하는 것이다. SWOT 분석은 전문가 그룹과 토의를 통하여 영향요인을 분석하고 그에 대한 개선방안을 도출하였다. 토의에 참여한 전문가 그룹은 본사 안전관리자 3명, 외부 안전전문가 1명 등이며, 토의 주제는 다음과 같다.

- 1) SWOT 분석결과 영향요인에 대한 토의
- 2) 영향요인에 대한 문제점 및 원인분석
- 3) 원인에 따른 개선방안 수립

4.4.1 영향요인(S, W, O, T) 분석

A 발전회사 발전소별 안전업무 담당자 23명의 인터뷰 결과물과 A 발전회사 발전소 및 타 기업의 위험성평가 사례조사 결과를 통해 얻은 기초자료를 바탕으로 SWOT 기법으로 분석한 결과 강점 3개, 약점 3개, 기회 2개, 위협 2개로 총 영향요인 10개를 도출하였다. 그 내용은 Table 13과 같다.

Table 13. SWOT analysis

SWOT	Details	Remarks
S	Continuous improvement of safety consciousness level	3
	Low accident rate	
	Low power plant risk	
W	Non-standardization of some risk assessment tasks	3
	Risk assessment handwriting	
	Inadequate internalization of RA	
O	Increased social safety concerns	2
	Utilizing advanced IT	
T	Strengthen legal safety regulations	2
	Insufficient safety management of suppliers	

4.4.2 위험성평가 업무 개선과제 도출

Table 13의 영향요인 10개를 바탕으로 전문가들과 토의를 통해 위험성평가 업무정착을 위한 8개 개선방안들을 Table 14와 같이 도출하였다.

먼저 SO 전략으로 A 발전회사 안전의식이 지속 향상되고 있는 강점(S)과 사회적으로 안전관리에 첨단 IT 활용 및 안전관심도가 증가하는 기회(O)를 살려 ‘사업장 종합 위험도 등 안전활동 성과목표(KPI) 관리 강화’와 ‘빅데이터 활용 안전 모니터링 강화’ 2개를 도출하였다. WO 전략으로는 A 발전회사의 위험성평가 업무의 비표준화, 수기관리, 결과활용 및 내재화 미흡 등의 약점

(W)을 기회(O)로 보완하기 위하여 ‘전산화를 통한 위험성평가 업무 간소화’와 ‘안전활동 신상필벌 강화’ 2개를 도출하였다. ST 전략으로는 강점(S)을 살려 법적인 안전규제 강화 및 협력사 안전관리 수준 미흡의 위협(T)을 회피하기 위하여 ‘위험성평가 이행관리 강화’ 및 ‘안전관리 전문인력 양성’ 2개를 도출하였다. 끝으로 WT 전략으로 약점(W)을 보완하고 위협(T)을 회피하기 위하여 ‘위험성평가기법 표준화’와 ‘전사적 안전마인드 제고’ 2개를 도출하였다.

Table 14. Risk assessment improvement task

SWOT	Details	Remarks
SO	1. Strengthen management of safety activity performance targets (KPI)	2
	2. Enhanced safety monitoring with Big Data	
WO	3. Simplify risk assessment (or computerization)	2
	4. Safety activity reward, discipline reinforcement	
ST	5. Strengthen RA management	2
	6. Training safety manpower (including suppliers)	
WT	7. Standardization of risk assessment technique	2
	8. Raising company-wide safety mind - Need to raise awareness of RA necessity (education, etc.)	

4.4절에서 살펴본 SWOT 분석과정의 세부내용을 Table 15에 표시하였다. 사내 인터뷰를 통한 대내·외 환경 분석결과에서 강점요인(S) 3, 위협요인(T) 2, 기회요인(O) 1개를 도출하였다. ‘안전의식 수준 지속향상, 발전회사 재해율 및 발전설비 위험도 낮음’ 3개는 강점요인(S)으로 분류하였으며, A 발전회사가 법적 의무화 이전부터 자율적으로 위험성평가를 실시하였으나 내재화 미흡으로 강점요인에서 제외시켰다. ‘모든 업무 위험성평가 의무화, PSM 설비 작업위험성평가(JSA) 의무화 및 협력사의 안전관리수준 미흡’을 1개로 통합한 ‘법적인 안전규제 강화’와 ‘협력사의 안전관리수준 미흡’ 2개를 위협요인(T)으로 분류하였으며, ‘안전에 대한 사회적 관심증대’는 기회요인(O)으로 분류하였다.

사내 인터뷰를 통한 RA업무 현황 및 문제점 분석결과 ‘위험성평가 활용 및 내재화 미흡’, ‘위험성평가 업무 비표준화’ 및 ‘위험성평가 수기관리’ 등 3개를 약점요인(W)으로 도출하였다.

A 발전회사 현황조사 결과에 대한 시사점인 ‘위험성평가 기법 비표준화’는 인터뷰 결과와 중복되어 생략하였다. 그리고, 타 기업 사례조사 결과 ‘안전관리에 첨단 IT 활용’은 기회요인(O)으로 분류하였고, ‘기업경영 전반에 위험성평가를 실시하는 것’은 안전에 대한 사회적 관심도가 증가한 결과이므로 ‘안전에 대한 사회적 관심증대’에 통합시켰다.

Table 16은 개선과제 도출을 위한 최종 SWOT 분석결과로서 Table 14와 Table 15를 종합하여 표기한 것이다.

Table 15. Factor analysis process through analysis of implications

Item		Implications	SWOT	Remarks
1. Interview	1. Environment	Perform voluntary risk assessment before legal obligation	-	Integration into "sustainable improvement of safety consciousness"
		Continuous improvement of safety consciousness level	S	(lack of internalization)
		Low accident rate	S	
		Low power plant risk	S	
		Mandatory risk assessment of all work	T	Integration into "strengthened legal safety regulations"
		Compulsory JSA for PSM Facilities	T	
		Requirement to strengthen supplier's safety support	T	
		Inadequate level of safety management of partner companies	T	
		Increasing social interest in safety	O	
	2. RA status and problems	Non-standardization of some risk assessment tasks	W	
		risk assessment handwriting	W	
		Lack of sharing and utilization of risk assessment results	W	Integration into "Risk assessment utilization and inadequate internalization"
		Inadequate internalization of RA activities	W	(Lack of utilization and lack of internalization are similar)
2. "A" power plant survey		Non-standardization of risk assessment techniques	-	(Same as interview result)
3. Case study (others)	Utilizing advanced IT in safety management	O		
	Conduct risk assessment on overall corporate management	-	Integration into "Increasing social interest in safety" (The spread of RAs throughout the company's management is a result of increased social interest in safety)	

Table 16. SWOT analysis for standardization tasks

Internal competence External environment	Internal Strength (S)	Internal Weakness (W)
	• Low power plant risk and accident rate - No old facilities, less PSM process • Increasing social interest in safety	• Non-standardization of RA tasks, handwriting management • Lack of utilization and internalization of RA results
External Opportunity (O)	SO (Opportunity Strength)	WO (Opportunity Capture)
• Utilizing advanced IT • Increased social safety concerns	① Strengthen management of safety activity performance targets (KPI) - Comprehensive risk management etc. ② Enhanced safety monitoring with Big Data	③ Simplify risk assessment (or computerization) - Monitoring and feedback of RA and risk reduction measure through computerized management system ④ Safety activity reward, discipline reinforcement - Penalty for insufficient RA /compensation for excellence of RA
External Threats(T)	ST (Strengthen Management)	WT (Overcome Weakness)
• Strengthen safety regulations • Insufficient safety management of suppliers	⑤ Strengthen RA management - Risk assessment with supervision department from construction design ⑥ Training safety manpower - Enhanced RA training tailored to the plant - Enhanced support for RA of maintenance partners	⑦ Standardization of risk assessment technique - Optimal technique based on work type - Unification of risk estimation and decision criteria ⑧ Raising company-wide safety mind - Raising suppliers' awareness of importance to RA

4.5 설문분석 및 위험성평가 표준화 방안 제시

도출된 개선과제에 대하여 1차 설문조사를 실시하여 최우선 개선과제를 도출하고, 2차 설문조사에서는 최우선 개선과제에 대한 세부 이행방안을 조사하였다.

4.5.1. 설문조사 개요

본 조사는 A 발전회사의 전사 안전부서 근무자 및 발전소 근무자 중 위험성평가 참여 유경험자를 대상으로 2017년 9월 1일부터 10월 31일까지 2개월 동안 본 연구주제인 위험성평가 표준화 방안에 대하여 2차에 걸친 설문을 진행하였다. 1차 설문은 안전부서 근무자를 대상으로 SWOT 분석으로 도출된 8개의 개선과제 중에서 최우선 추진항목을 선정하고 그 이유를 적는 것이며, 2차 설문은 발전소 근무자 중 위험성평가 참여 유경험자를 대상으로 최우선 추진항목에 대한 세부 이행방안을 조사하는 방법으로 진행하였다.

설문조사 방법은 자가기입식(Self-administered) 설문지를 인편 및 우편으로 발송하였으며, 1차 26명 2차 220명의 응답으로부터 수집된 자료를 근거로 분석하였다. 본 연구에 사용된 설문지는 [부록1]에 첨부하였다.

4.5.1.1 응답자 일반적 사항

설문 응답자의 일반적 사항을 분석한 결과 근속년수는 Table 17에서 보는 바와 같이 '1~5년'이 39.5%로 가장 많았으며, '20년 이상'이 24.5%, '6~10년'이 20.5%, '11~15년'이 8.6%, '16~20년'이 6.8%로 조사되었다.

Table 17. Survey respondent working period

working period	n(%)
1~5 year	87(39.5)
6~10 year	45(20.5)
11~15 year	19(8.6)
16~20 year	15(6.8)
over 20 year	54(24.5)

직책은 Table 18에서 보는 바와 같이 ‘직원’이 68.2%로 가장 많았으며, ‘차장’이 17.7%, ‘과장’이 10.9%, ‘부서장’이 2.7%, ‘본부장/실장’이 0.5%로 조사되었다.

Table 18. Survey respondent position

position	n(%)
employee	150(68.2)
manager	24(10.9)
deputy	39(17.7)
department head	6(2.7)
director/chief	1(0.5)

근무부서는 Table 19에서 보는 바와 같이 ‘발전시설 정비 및 관리감독부서’가 55.0%로 가장 많았으며, ‘경영지원부서’가 14.5%, ‘기타부서’가 14.5%, ‘발전운전부서’가 9.1%, ‘안전관리부서’가 6.8%로 조사되었다.

Table 19. Survey respondent working department

working department	n(%)
Management Department	32(14.5)
Power Generation Division	20(9.1)
Maintenance & Supervision Department	121(55.0)
Safety Department	15(6.8)
Etc	32(14.5)

근무형태는 Table 20에서 보는 바와 같이 통상근무자가 99.1%, 교대근무자가 0.9% 참여하였으며, 직군은 Table 21에서 보는 바와 같이 “발전(98.2%), 화학(14.5%), 사무(5.9%), 토건(4.5%), 기타(5.0%), 통신(3.2%)” 순이었다.

Table 20. Current working style

Working Style	n(%)
Normal work	218(99.1)
Shift work	2(0.9)

Table 21. Survey respondents

Job Group	n(%)
Office working group	13(5.9)
Machine & Electricity group	150(68.2)
Chemical group	29(13.2)
Construction group	10(4.5)
ICT group	7(3.2)
others	11(5.0)

4.5.2. 1차 설문조사 결과분석

1차 설문조사에서는 과제별 응답점수가 높은 순으로 우선순위를 결정하였다. 1차 설문은 8개 개선과제에 대하여 1개에서 8까지의 순위를 선정하도록 조사하였기 때문에 응답점수는 과제별 n(1~8)순위로 응답한 인원수의 합에 각각 순위별 점수(1순위 : 8점, 2순위 : 7점, 3순위 : 6점, 4순위 : 5점, 5순위 : 4점, 6순위 : 3, 7순위 : 2점, 8순위 : 1점)를 곱한 값을 모두 합하여 계산하였다.

응답점수 환산식은 식①과 같고, Table 22에 결과값을 나타내었다.

$$\sum_{n=1}^8 \{n\text{번째 우선순위로 응답한 사람수의 합} \times (9-n)\} \dots\dots\dots \text{식 ①}$$

Table 22에서 보는 바와 같이 위험성평가 활동 정착을 위하여 가장 우선적으로 개선되어야 한다고 생각하는 과제는 약점을 보완하고 위협을 회피(WT)하는 전략인 ‘위험성평가 기법 표준화’ 과제가 선정되었다. 두 번째 과제로 위험성평가 업무간소화(or 전산화), 세 번째 과제로 안전활동 성과목표(KPI) 관리 강화가 선정되었다.

Table 22. 1st survey result

No.	Contents	Score	Priority
1	Strengthen management of safety activity performance targets (KPI)	146	3
2	Enhanced safety monitoring with Big Data	69	7
3	Simplify risk assessment (or computerization)	149	2
4	Safety activity reward, discipline reinforcement	51	8
5	Strengthen RA management	109	5
6	Training safety manpower (including suppliers)	143	4
7	Standardization of risk assessment technique	164	1
8	Need to raise awareness of RA necessity (education, etc.)	105	6

그리고 위험성평가기법 표준화를 최우선 과제로 선택한 이유는 아래와 같다.

- 1) 인사이동시 혼돈 최소화로 인식제고, 위험성평가 활동 정착
- 2) 발전설비 특성에 맞는 최적기법으로 통일 필요
- 3) 체계적 평가 유지 및 차기 위험성평가 용이
- 4) 사용 용이에 따른 실무자 인식 및 직원들 관심도 제고 등

4.5.3. 2차 설문조사 결과분석

2차 설문조사는 Table 23과 같이 총 5개의 카테고리로 분류하였으며, ① 위험성평가방법 인지도 6문항, ②위험성 추정 및 결정기준 통일 필요성 9문항, ③위험성 평가 종류에 대한 인지도 11문항, ④직무별 위험성 평가기법 선호도

3문항, ⑤응답자 일반적 근무특성 7문항 등 총 36문항으로 구성하였다. 세부적인 양식은 부록으로 첨부하였다.

설문지의 응답은 “매우 그렇다”에서 “전혀 그렇지 않다”까지 총 5개로 구성되어 있는데, “매우 그렇다, 대체로 그렇다, 보통이다”를 긍정(yes), “대체로 그렇지 않다, 전혀 그렇지 않다”를 부정(no)로 분석하였다.

Table 23. 2nd survey contents

List	Contents	Remarks
I. Awareness of risk assessment method	Definition and procedure of risk assessment, definition and method of risk estimation, possibility and significance scale of risk estimation, definition of risk determination, etc.	6
II. Necessity of Risk Estimation and Decision Standardization	Preparation of work permit and JSA, risk estimation and decision criteria for other risk assessment, risk estimation and decision standard unification, etc.	9
III. Awareness of the type of risk assessment	Suitable risk assessment techniques for each type of business, theoretical awareness and experience of using risk assessment techniques, etc.	11
IV. Preference for each job risk assessment technique	Preferences for risk assessment techniques by work area, facility expansion, improvement, operation and process safety management, and office work	3
V. Respondent general working characteristics	Working period, job title, working department, working style, job group and establishment	7

4.5.3.1 위험성평가 방법 인지도

Table 24에서 보듯이 위험성평가 방법 인지도를 묻는 질문에 대한 긍정적인 응답분포는 “위험성평가의 정의”가 95%, “위험성평가의 절차”가 93.6%, “위험성 추정의 정의”가 91.8% “위험성 결정의 정의”가 89.1%, “가능성과 중대성의 척도”가 85.9%, “JSA 및 기타 위험성 추정방법”이 81.8% 등의 순이었다. “JSA 및 기타 위험성 추정방법” 및 “가능성과 중대성의 척도”에 대한 인지도는 상대적으로 낮게 나타났으나, 모든 문항에서 최소 81.8% 이상의 긍정적 응답을 보였으므로 설문대상자의 위험성평가에 대한 인지도는 높은 것으로 판단된다.

Table 24. Awareness of risk assessment method

List	No n(%)	Yes n(%)
1. Definition of risk assessment	11(5.0)	209(95.0)
2. Procedure for risk assessment	14(6.4)	206(93.6)
3. Definition of Risk Estimation in Risk Assessment Procedures	18(8.2)	202(91.8)
4. Risk estimation method of JSA (BBS) (addition), other (multiplication)	40(18.2)	180(81.8)
5. Likelihood size is 3-6, injury importance is common measure	31(14.1)	189(85.9)
6. Definition of risk decision	24(10.9)	196(89.1)

4.5.3.2 위험성 추정 및 결정기준 통일 필요성

Table 25에서 보듯이 “작업허가서 작성 및 JSA의 위험성 추정·결정기준 동일여부 인지”는 각각 91.4%, 94.1%의 높은 긍정적 응답을 보였으나, “작업 허가서 작성 및 JSA 이외의 경우 사업소별 위험성 추정척도 상이함 인지”에 대한 긍정적 응답은 77.3%로 설문응답자의 22.7%가 표준화된 위험성평가기법 이외의 경우 사업소간 위험성 추정척도가 다르다는 것을 모르고 있었다. 그리고 “동일기법은 사업소간 동일 위험성 추정·결정 기준 사용 선호”에서는 92.7%, 위험성 추정단계에서 5×4단계(곱셈식 or 행렬)로 통일 선호”에서는 96.4%가 긍정적 응답을 보였다. 또한, “위험성 추정단계에서 5×4단계(곱셈식 or 행렬)로 통일 선호”에 대한 긍정적 응답자의 90%가 “위험성 결정단계를 6단계로 통일 선호”에 긍정적으로 응답하여 대부분 ‘위험성 추정척도는 5×4단계(곱셈식 or 행렬), 위험성 결정단계는 6단계’로 통일하는 것을 선호하는 것으로 나타났다. 끝으로, “(가능하다면 기법에 상관없이) 동일한 위험성 추정·결정 기준 사용 선호”에서는 95.5%의 긍정적 응답을 보였다.

Table 25. Necessity of Risk Estimation and Decision Standardization

List	No n(%)	Yes n(%)
1. Knowing the same risk assessment / decision criteria when preparing a work permit	19(8.6)	201(91.4)
2. Understand that the risk estimation / decision criteria of the JSA are the same	13(5.9)	207(94.1)
3. Knowing that there is a difference in the scale of estimating the risk of each site other than 1,2	50(22.7)	170(77.3)
4. Prefer to use the same risk estimation / decision criteria between establishments in the same technique	16(7.3)	204(92.7)
4-1. Prefer to unify into 5×4 steps (multiplication formula or Matrix) in the risk estimation step	8(3.6)	212(96.4)
4-2. Prefer to unify the risk determination steps into 6 stages	22(10.0)	198(90.0)
5. Prefer to use the same risk estimation / decision criteria	10(4.5)	210(95.5)

4.5.3.3 위험성 평가 종류에 대한 인지도

Table 26에서 보듯이 “위험성평가 대상별 적합한 위험성평가기법 존재여부 인지”와 “공정별 각각 적합한 위험성평가 기법 존재여부 인지” 문항은 각각 88.6%와 87.7%의 긍정적 응답을 보였다.

Table 26. Awareness of appropriate risk assessment techniques

List	No n(%)	Yes n(%)
1. Know appropriate risk assessment techniques for tasks, processes, and general affairs	25(11.4)	195(88.6)
2. Know the appropriate risk assessment techniques for hazardous and hazardous installations processes.	27(12.3)	193(87.7)

그리고 Table 27와 Table 28에서 보듯이 각 위험성평가 기법에 대한 이론적 인지도는“JSA(91.8%), Checklist(78.2%), HAZOP(73.6%), 4M(73.2%), KRAS(59.1%), K-PSR(58.2%), What-if(55.5%)” 순이었으며, 각 위험성평가 기법에 대한 사용경험 비율은 “JSA(77.3%), 4M(42.3%), Checklist(33.2%), HAZOP(28.2%), KRAS(10.5%), K-PSR(5.5%), What-if(4.1%)” 순으로 조사되었다.

Table 27. Risk assessment technique Theoretical awareness

Answer	4M n(%)	KRAS n(%)	JSA n(%)	HAZOP n(%)	K-PSR n(%)	Checklist n(%)	What-if n(%)
No	59(26.8)	90(40.9)	18(8.2)	58(26.4)	92(41.8)	48(21.8)	98(44.5)
Yes	161(73.2)	130(59.1)	202(91.8)	162(73.6)	128(58.2)	172(78.2)	122(55.5)

Table 28. Experience using risk assessment techniques (multiple selection)

Item	4M n(%)	KRAS n(%)	JSA n(%)	HAZOP n(%)	K-PSR n(%)	Checklist n(%)	What-if n(%)
ratio	93(42.3)	23(10.5)	170(77.3)	62(28.2)	12(5.5)	73(33.2)	9(4.1)

4.5.3.4 직무별 위험성 평가기법 선호도

발전소 작업분야, 설비증설·개선·운전 및 공정안전관리(PSM) 대상시설 분야, 제도 도입 및 신규 사업개발 등 사무업무 분야에 따른 3가지 직무별 위험성평가기법 선호도에 대한 설문조사 결과이다. 직무별 위험성 평가기법 선호도 설문은 각 직무 분야별 선호하는 위험성평가 기법 3가지를 선택하고 우선순위를 기재하도록 하였기 때문에 응답점수는 직무별 제시된 위험성평가 기법의 n(1~3)순위 응답자 인원수의 합에 각각 순위별 점수(1순위 : 3점, 2순위 : 2점, 3순위 : 1점)를 곱한 값을 모두 합하여 계산하였다.

응답점수 환산식은 식 ②와 같고, Table 29에 결과 값을 나타내었다.

$$\sum_{n=1}^3 \{n\text{번째 우선순위로 응답한 사람수의 합} \times (4-n)\} \dots\dots\dots \text{식 ②}$$

발전소 작업분야는 “JSA(439점) > 4M(231점) > HAZOP(156점)” 순이었고, 설비증설·개선·운전 및 공정안전관리(PSM) 대상시설 분야는 “HAZOP(289점) > JSA(232점) > 4M(193점)” 순으로 나타났다. 마지막으로 제도 도입 및 신규 사업개발 등 사무업무 분야는 “JSA(344점) > 4M(195점) > Checklist(165점)” 순으로 조사되었다.

Table 29. Preference for each job risk assessment technique

Job	1st (Response score)	2nd (Response score)	3rd (Response score)
Power plant operation field	JSA (439points)	4M (231points)	HAZOP (156points)
Facility Expansion, Improvement, Operation and Process Safety Management (PSM) Facilities	HAZOP (289points)	JSA (232points)	4M (193points)
Introduction of the system and development of new business Office work field	JSA (344points)	4M (195points)	Checklist (165points)



제 5 장 결론 및 고찰

본 연구는 A 발전회사 전 사업장에 공통적으로 적용할 수 있는 위험성평가 제도 표준화방안을 연구하고, 설비 위험성·작업 위험성, 정책제도 위험성 등 업무형태에 적합한 표준화된 위험성평가 기법을 제시하기 위하여 실시하였다.

연구 방법은 A 발전회사 ‘안전부서 근무자 인터뷰’ 및 ‘위험성평가 운영현황 조사’, ‘국내 석유화학회사의 위험성평가 우수사례 조사’ 등을 통한 시사점 분석결과를 바탕으로 SWOT 분석을 실시하였고, 2회에 걸친 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 A 발전회사의 전사 안전부서 근무자 및 발전소 근무자 중 위험성평가 참여 유경험자를 대상으로 자가기입식(Self-administerd) 설문지를 배포하였으며, 1차 설문은 SWOT 분석으로 도출된 8개의 개선과제 중에서 최우선 추진항목을 선정하고 그 이유를 적는 것이며, 2차 설문은 최우선 추진항목에 대한 세부 이행방안을 조사하는 방법으로 진행하였다.

연구결과 A 발전회사의 직원들은 ‘위험성평가 기법 표준화’를 최우선 과제로 선정하였으며, 주된 이유로는 ‘인사이동시 혼돈 최소화, 발전설비 특성에 맞는 최적 기법으로 통일 필요, 체계적인 평가 유지 및 차기 위험성평가 용이, 표준화에 따른 실무자 인식 및 관심도 제고 등’으로 나타났다.

‘위험성평가 기법 표준화’를 위한 2차 설문조사 결과 업무형태별 위험성평가 기법의 선호도는 ‘발전소 작업분야’의 경우 JSA > 4M > HAZOP 순으로 선호하였고, ‘설비 증설·개선 및 공정안전관리 대상시설’의 경우 HAZOP > JSA > 4M,

‘제도도입 및 신규사업개발 등 사무분야’의 경우 JSA > 4M > Checklist’ 순서로 선호하는 것으로 조사되었다. 또한 응답자의 92.7%가 ‘동일 기법의 경우 위험성 추정 및 결정기준의 통일’을 선호하였고, 응답자의 96.4%가 ‘위험성 추정척도로 가능성(5단계)×중대성(4단계)의 곱셈방식(or 행렬)으로 통일’하는 것을 선호하였다. 또한, 위험성 추정척도로 5×4단계(곱셈 or 행렬)를 선호한 응답자의 89.3%가 ‘위험성 결정의 척도를 6단계로 통일’하는 것을 선호하였다.

본 연구에서는 정부의 위험성평가 지침에서 정한 범위내에서^{1.19,23)} 자체적으로 정하도록 하고 있는 위험성평가기법을 선호도 조사를 통하여 위험성평가기법을 도출하였으며, **위험성평가기법**은 ‘발전소 작업분야’와 ‘제도도입 및 신규사업개발 등 사무분야’의 경우 JSA, ‘설비증설·개선 및 공정안전관리 대상시설’의 경우 HAZOP으로 표준화 하였다. 다만, 공정안전관리대상시설분야의 경우 HAZOP을 우선 적용하고 차기 위험성평가지에는 노동부 고시¹⁹⁾에 맞는 다른 기법을 적절히 적용하는 것이 좋을 것으로 판단된다. **위험성 추정기준**은 위험성 추정척도로 가능성(5단계)×중대성(4단계)의 곱셈방식(or 행렬), **위험성 결정기준**은 위험성 결정의 척도를 6단계’로 표준화 하였다.

이와 더불어 1차 설문조사에서 나타난 바와 같이 각 부서에서 수행해야 하는 정기·수시 위험성평가 업무의 미시행을 사전 예방하고, 전사적으로 표준화된 위험성평가 업무체계 운영 및 KOSHA 18001에서 요구하는 위험성감소대책 이행여부 등을 관리하기 위하여 위험성평가 종합관리 전산시스템을 구축할 필요가 있을 것으로 판단된다. 또한, 위험성평가 결과를 전산시스템으로 관리

함에 따라 사업장별의 종합위험도를 산출할 수 있고, 감소가 얼마나 되었는지 등을 안전활동 성과목표(KPI)로 선정하여 관리할 필요가 있다.

끝으로, 위험성평가는 잠재된 위험발굴을 위해 다양한 기법을 사용토록 권고하고 있으나 본 업무에 대한 직원들의 이해가 우선시 되어야 하며, 업무 정착이 되면 향후 기본적인 기법 외에도 고도화된 기법을 사용토록 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.



Reference

- 1) Korea Occupational Safety and Health Agency, "Guide to Explanation of Risk Assessment", 2017.
- 2) Song, Ki-Young, "Analysis of Risk Assessment Methods for Workplace Hazard Prevention", Graduate School of Industrial Management and Design, Hanyang University, pp. 8-13, 2010.
- 3) Jeong Jin-Woo, "Significance and Policy Direction of Risk Assessment", OSH Research Brief pp. 6, 2013.
- 4) Ministry of Employment and Labor, "Study on the introduction of risk assessment and evaluation system", pp. 32-36, 2004.
- 5) Baek, Jong-bae, "Policy Improvement Tasks for Expanding the Risk Assessment System", 4th Committee on Advancement of Industrial Accident Prevention Systems, pp. 1-2, 2012.
- 6) Korea Occupational Safety Agency, Korea Occupational Safety & Safety Research Institute, "Study on the introduction of risk assessment system for manufacturing industry", pp. 5-9, 1997.
- 7) Shin, In-jae, "A Comparative Study on Risk Assessment System between Germany, England, Korea, Japan and Asian Countries", Journal of the Korean Society of Safety, Vol.28, No1, pp.151-157, 2013.
- 8) Jeong, Jin-woo, "A Study on the Implementation of Risk Assessment System in Korea," Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 29, No. 3, pp. 121-128, 2014.
- 9) Occupational Safety and Health Research Institute, "A Study on the Specific Implementation Plan of Risk Assessment System", pp.87-175, 2009.
- 10) Korea Occupational Safety and Health Agency, Occupational Safety and Health Research Institute, "Analysis of the Effects of Risk Assessment Technique Workplaces", pp. 13-24, 2007.

- 11) Ki Sung-ho, "A Study on the Application of a Risk Assessment Model to Improve Safety Activities of Construction Participants", University of Seoul Graduate School, Department of Disaster Science, Doctorial dissertation. pp. 59-65, 2016.
- 12) Korea Occupational Safety and Health Agency, Occupational Safety and Health Research Institute, "Analysis of the Effects of Risk Assessment Technique Workplaces", pp. 6, 13-17, 2007.
- 13) Korea Occupational Safety and Health Agency, "Risk Assessment Technique", Safety and Health Vol. 21, No. 3, pp. 235, pp. 64-67, 2009.
- 14) Kim Ho-min, "Estimation of Risk of Plant Construction Using FMEA," Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 28, No. 4, pp. 82-83, 2013.
- 15) Seo Sung-Hwa, "A Study on Hazard and Risk Management of Steel Manufacturing Industry Using Risk Assessment Technique", Dongguk University Graduate School, Master Thesis. 21-24, 2013.
- 16) Korea Occupational Safety and Health Agency, "Technical Guidelines for 4M Risk Assessment Techniques", 2014.
- 17) Korea Occupational Safety and Health Agency, "Technical Guidelines on Process Safety Analysis (K-PSR) Techniques", 2012.
- 18) Korea Occupational Safety and Health Agency, "Technical Guidance on Job Safety Analysis Technique", 2013.
- 19) Ministry of Employment and Labor, Notice 2016-40, "Regulations on Submission of Process Safety Report, Assessment and Verification and Evaluation of Implementation Status", 2016.
- 20) Korea Occupational Safety and Health Agency, "Fostering risk assessment experts", 2013.
- 21) Kim Gyu-Hyun, "A Study on the Application Status of Korea Risk Assessment System in Manufacturing Industry", Pukyong National University Graduate School, Department of Safety Engineering, Master Thesis. pp.21-27, 2015.

- 22) A Generation Company, "New Operation Safety System Operating Procedures", 2015.
- 23) Ministry of Employment and Labor, Notice 2016-17, "Guidelines for the Risk Assessment of Workplaces", 2016.
- 24) Jeong Y. H, "A study on activating the business open platform utilizing the SWOT-AHP analysis method : focusing on B company SWOT-AHP", Graduate School of Seoul National University of Science & Technology, Department of Software Analysis and Design, 2015.
- 25) Ryu Kil-Hong, "A Study on the Effect of Service Standardization Implementation on Business Performance", Korea National University of Transportation Graduate School, Department of Management Engineering, Master Thesis. pp.6-8, 2012.



부 록

안녕하십니까?

바쁘신 가운데 본 설문조사에 응해주셔서 대단히 감사합니다.

본 설문은 발전소에 가장 적합한 위험성평가 방법을 도출하기 위한 연구로서 설문문항은 대부분 단답형으로 구성되어 있습니다.

본 설문에 대한 귀하의 응답은 익명으로 실시되며 조사결과는 순수 연구목적 위해 분석되므로 사업장과 개인의 위험성평가에 대한 수준이 대내·외로 누출되는 일은 절대 없습니다. 아울러 본 설문은 정답이 있는 것이 아니므로 귀하의 솔직한 생각을 적어주시면 감사하겠습니다.

※ 평가방법

대부분의 설문문항은 “5점 척도와 일부 단답형”으로 구성되어 있으며, 귀하의 생각과 가장 근접한 곳에 체크(✓) 해 주시면 됩니다. 서술식의 경우 생각나는대로 기술해주십시오.

[2차 설문지]

- 개요 : 1차 설문으로 선정된 우선추진 항목에 대한 설문 시행
- 대상 : 전사 안전업무 담당자 및 위험성평가 현장실무자

1. 위험성평가 방법 인지도 (5점 척도 중 택일)

No	설문문항	전혀 그렇지 않다	대체로 그렇지 않다	보통이다	대체로 그렇다	매우 그렇다
1	위험성평가의 정의(“유해·위험요인을 파악하고 해당 유해·위험요인에 의한 부상 또는 질병의 발생 가능성(빈도)과 중대성(강도)을 추정·결정하고 감소대책을 수립하여 실행하는 일련의 과정”)에 대하여 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
2	위험성평가의 절차(사전준비-유해·위험요인 파악-위험성 추정-위험성 결정-위험성 감소대책 수립 및 실행-기록 및 보존)에 대하여 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
3	위험성평가 절차 중 위험성 추정의 정의(유해·위험요인별로 부상 또는 질병으로 이어질 수 있는 가능성과 중대성의 크기를 각각 추정하여 위험성의 크기를 산출하는 것)에 대하여 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
3-1	위험성 추정방법으로 가능성과 중대성의 크기에 대하여 곱셈, 덧셈, 행렬 또는 그 밖에 사업장 특성에 적합한 방법 등을 적용해야 합니다. 우리 회사는 BBS(행동기반안전)의 JSA(작업안전분석)는 덧셈, 그 외 다른 기법은 대부분 곱셈(단, Hazop은 행렬)을 사용한다는 것을 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤

No	설문문항	전혀 그렇 지 않다	대체 로 그렇 지 않다	보통 이다	대체 로 그렇 다	매우 그렇 다
3-2	가능성의 크기는 사업장 특성에 따라 그 단계 (3~6단계 등)를 정할 수 있으며, 부상 또는 질병의 중대성은 그 종류에 관계없이 공통의 척도를 사용해야한다는 것을 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
4	위험성평가 절차 중 위험성 결정의 정의(유해·위험요인별로 추정한 위험성의 크기가 허용 가능한 범위인지 여부를 판단하는 것)에 대하여 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤



2. 위험성 추정 및 결정기준 통일 필요성 (5점 척도 or 2~3점 척도 중 택일)

No	설문문항	전혀 그렇 지 않다	대체 로 그렇 지 않다	보통 이다	대체 로 그렇 다	매우 그렇 다
1	우리 회사의 신작업안전시스템 운영지침에 따라 GENi에서 작업허가서 작성시 위험성 추정 및 결정기준이 전사적으로 동일하다는 것을 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
2	우리 회사의 행동기반안전 매뉴얼에 따라 작업위험성평가(JSA: Job Safety Analysis)에 대한 위험성 추정 및 결정기준이 전사적으로 동일하다는 것을 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
3	우리 회사는 신작업안전시스템 및 행동기반안전매뉴얼 이외의 위험성평가 기법의 경우 사업소 마다 위험성 추정(발생가능성 × 피해강도)의 척도가 서로 다르게 사용되고 있는 것으로 조사되었습니다. - 대부분 5단계×4단계 사용(한 곳, 5단계×5단계) 위와 같은 사실을 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
4	만일 동일한 위험성 평가기법이라면, 사업소간 위험성평가 결과를 상호 비교하기 쉽고, 인사 이동시 직원들의 혼돈 최소화 등을 위하여 사업소간 동일한 위험성 추정 및 결정기준을 사용하면 좋을 것이라 생각하십니까?	①	②	③	④	⑤

No	설문문항	전혀 그렇 지 않다	대체 로 그렇 지 않다	보통 이다	대체 로 그렇 다	매우 그렇 다																							
4-1	사업장 위험성평가 실시에 관한 해설 지침서 (2013, 고용노동부 및 안전보건공단)에 따르면 위험성 추정단계는 사업장 특성에 따라 단계를 조정할 수 있습니다. 또한, 화력 및 복합 등 대부분 발전소에서 5단계×4단계(곱셈식, Hazop은 행렬)을 사용하고 있으므로, 위험성 추정단계의 경우 5단계×4단계(곱셈식 or 행렬)으로 통일하는 것이 좋을 것이라고 생각하십니까?	①	②	③	④	⑤																							
4-2	[2.4.1를 “③ 보통” 이상으로 응답한 경우만 작성] 위험성 추정을 5단계×4단계(곱셈식, Hazop은 행렬)으로 사용하고 있는 사업소에서 위험성 결정은 5단계(3곳) 또는 6단계(2곳)를 사용하고 있는 것으로 조사되었습니다. 그러나, 사업장 위험성평가 실시에 관한 해설 지침서(2013, 고용노동부 및 안전보건공단)에는 위험성 추정을 5단계×4단계(곱셈식)을 사용하는 경우, 위험성 결정단계의 예시로 다음과 같은 6단계로 안내하였습니다. <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">위험성 크기</th> <th>허용여부</th> <th>개선방법</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16~20</td> <td>매우 높음</td> <td rowspan="4">허용 불가능</td> <td>즉시 개선</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>높음</td> <td>신속하게 개선</td> </tr> <tr> <td>9~12</td> <td>약간 높음</td> <td>가급적 빨리 개선</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>보통</td> <td>계획적으로 개선</td> </tr> <tr> <td>4~6</td> <td>낮음</td> <td rowspan="2">허용 가능</td> <td rowspan="2">필요에 따라 개선</td> </tr> <tr> <td>1~3</td> <td>매우 낮음</td> </tr> </tbody> </table> 그렇다면, 우리 회사도 위험성 결정단계를 6단계로 통일하는 것이 좋을 것이라고 생각하십니까?	위험성 크기		허용여부	개선방법	16~20	매우 높음	허용 불가능	즉시 개선	15	높음	신속하게 개선	9~12	약간 높음	가급적 빨리 개선	8	보통	계획적으로 개선	4~6	낮음	허용 가능	필요에 따라 개선	1~3	매우 낮음	①	②	③	④	⑤
위험성 크기		허용여부	개선방법																										
16~20	매우 높음	허용 불가능	즉시 개선																										
15	높음		신속하게 개선																										
9~12	약간 높음		가급적 빨리 개선																										
8	보통		계획적으로 개선																										
4~6	낮음	허용 가능	필요에 따라 개선																										
1~3	매우 낮음																												

No	설문문항	전혀 그렇 지 않다	대체 로 그렇 지 않다	보통 이다	대체 로 그렇 다	매우 그렇 다									
4-3	[2.4-2을 “①전혀 그렇지 않다. ~ ② 대체로 그렇지 않다.”로 응답한 경우만 작성] 그렇다면 위험성 결정 단계는 어떤 것이 적합하다고 생각하십니까? <table> <tr> <td>①</td> <td>②</td> <td>③</td> </tr> <tr> <td>5단계</td> <td>4단계</td> <td>3단계</td> </tr> </table>	①	②	③	5단계	4단계	3단계								
①	②	③													
5단계	4단계	3단계													
4-4	[2.4-1]을 “①전혀 그렇지 않다. ~ ② 대체로 그렇지 않다.”로 응답한 경우만 작성] 그렇다면 위험성 추정 단계와 위험성 결정단계는 어떤 것이 적합하다고 생각하십니까? <table> <tr> <td>구 분</td> <td>①</td> <td>②</td> </tr> <tr> <td>위험성 추정</td> <td>5단계×5단계</td> <td>4단계×4단계</td> </tr> <tr> <td>위험성 결정</td> <td>5단계</td> <td>4단계</td> </tr> </table>	구 분	①	②	위험성 추정	5단계×5단계	4단계×4단계	위험성 결정	5단계	4단계					
구 분	①	②													
위험성 추정	5단계×5단계	4단계×4단계													
위험성 결정	5단계	4단계													
5	(만일 가능하다면) 위험성평가기법 종류에 상관없이 발전소 마다 동일한 위험성 추정 및 결정기준을 사용하면 좋을 것 같다.	①	②	③	④	⑤									

3. 위험성 평가 종류에 대한 인지도 (5점 척도 중 택일, 일부 서술형)

No	설문문항	전혀 그렇 지 않다	대체 로 그렇 지 않다	보통 이다	대체 로 그렇 다	매우 그렇 다
1	작업, 유해·위험설비 관련 공정 및 일반사무 업무 등 위험성평가 대상별 적합한 평가기법이 있다는 것을 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
2	유해위험설비 공정에 대하여도 각각 적합한 위험성평가 기법이 있다는 것을 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
3	4M 기법에 대한 이론적인 내용을 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
4	K-RAS 기법에 대한 이론적인 내용을 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
5	JSA 기법에 대한 이론적인 내용을 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
6	HAZOP 기법에 대한 이론적인 내용을 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
7	K-PSR 기법에 대한 이론적인 내용을 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
8	Checklist 기법에 대한 이론적인 내용을 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤
9	What-if 기법에 대한 이론적인 내용을 알고 있습니까?	①	②	③	④	⑤

(서술형)

1	상기 7가지 기법 이외에 알고 있는 위험성평가 기법을 적으시오. ()
---	--

No	설문문항						
2	다음의 위험성평가 기법 중 사용해본 것을 모두 고르시오.						
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
	4M	K-RAS	JSA	HAZOP	K-PSR	Checklist	What-if
	⑧ 기타 사용기법()						

4. 직무별 위험성 평가기법 선호도

No	설문문항																											
1	발전소 작업분야에서 적합한 위험성평가 기법(1~3개)을 고르고, 우선순위를 적으시오. <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th><th>①</th><th>②</th><th>③</th><th>④</th><th>⑤</th><th>⑥</th><th>⑦</th><th>기타(직접서술)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>기법</td><td>4M</td><td>K-RAS</td><td>JSA</td><td>HAZOP</td><td>K-PSR</td><td>Checklist</td><td>What-if</td><td></td></tr> <tr> <td>우선순위</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	구분	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	기타(직접서술)	기법	4M	K-RAS	JSA	HAZOP	K-PSR	Checklist	What-if		우선순위								
구분	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	기타(직접서술)																				
기법	4M	K-RAS	JSA	HAZOP	K-PSR	Checklist	What-if																					
우선순위																												
2	발전소에서의 설비 증설, 개선, 운전 및 공정안전관리(PSM) 대상시설에 대한 위험성평가 기법(1~3개)을 고르고, 우선순위를 적으시오. <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th><th>①</th><th>②</th><th>③</th><th>④</th><th>⑤</th><th>⑥</th><th>⑦</th><th>기타(직접서술)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>기법</td><td>4M</td><td>K-RAS</td><td>JSA</td><td>HAZOP</td><td>K-PSR</td><td>Checklist</td><td>What-if</td><td></td></tr> <tr> <td>우선순위</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	구분	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	기타(직접서술)	기법	4M	K-RAS	JSA	HAZOP	K-PSR	Checklist	What-if		우선순위								
구분	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	기타(직접서술)																				
기법	4M	K-RAS	JSA	HAZOP	K-PSR	Checklist	What-if																					
우선순위																												
3	제도 도입, 신규 사업개발 등 사무분야 업무에 적합한 위험성평가 기법(1~3개)을 고르고, 우선순위를 적으시오. <table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th><th>①</th><th>②</th><th>③</th><th>④</th><th>⑤</th><th>⑥</th><th>⑦</th><th>기타(직접서술)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>기법</td><td>4M</td><td>K-RAS</td><td>JSA</td><td>HAZOP</td><td>K-PSR</td><td>Checklist</td><td>What-if</td><td></td></tr> <tr> <td>우선순위</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	구분	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	기타(직접서술)	기법	4M	K-RAS	JSA	HAZOP	K-PSR	Checklist	What-if		우선순위								
구분	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	기타(직접서술)																				
기법	4M	K-RAS	JSA	HAZOP	K-PSR	Checklist	What-if																					
우선순위																												

5. 응답자의 일반적 근무특성

No	설문문항	비고
1	귀하의 근속년수는 ?	① 1~5년 ② 6~10년 ③ 11~15년 ④ 16~20년 ⑤ 20년 이상
2	귀하의 직책은 ?	① 직원 ② 과장 ③ 차장 ④ 부서장 ⑤ 본부장/실장
3	귀하의 근무부서는 ?	① 경영지원부서 ② 발전운전부서 ③ 발전시설정비 및 관리감독부서 ④ 안전관리부서 ⑤ 기타 ()
4	귀하의 현재 근무형태는?	① 통상근무 ② 교대근무
4-1	귀하의 입사 이후 가장 오랜 기간 근무한 근무형태는?	① 통상근무 ② 교대근무
5	귀하의 직군은?	① 사무 ② 발전 ③ 화학 ④ 토건 ⑤ 통신 ⑥ 기타
6	귀하의 소속 사업소는 ?	① 본사 ② 하동 ③ 신인천 ④ 부산 ⑤ 남제주 ⑥ 영월 ⑦ 안동 ⑧ 삼척