

화학공장의 변경관리전산시스템(K-MOC) 개발

권혁면 · 백종배^{†*}

한국산업안전공단 · *충주대학교 안전공학과
(2005. 11. 7. 접수 / 2006. 2. 7. 채택)

Development of Changing Management Software(K-MOC) for Chemical Plant

Hyuck-myun Kwon · Jong-bae Baek^{†*}

Korea Occupational Safety and Health Agency(KOSHA)
*Department of Safety Engineering, Chungju National University
(Received November 7, 2005 / Accepted February 7, 2006)

Abstract : In many chemical plants the change or modification is carried out without proper technical review and hazard analysis, and also without adequate technical staff and procedures for comprehensive monitoring of potential hazards resulting from the change. Such changes sometimes affect to the process safety badly if it is not managed properly. Therefore, in order to prevent major industrial accidents caused by change or modification, and also in order to apply Management of Change procedure easily in the field and minimize economic burden of company caused by plant changes, K-MOC(KOSHA-Management of Change) software has been developed and provided to the chemical industry.
Key Words : MOC(management of change)

1. 서 론

변경관리(Management of Change)는 1960년 초에 원자력산업에서 처음으로 활용되기 시작하였으며, 방위산업을 비롯한 항공분야에서 널리 이용되기 시작하였다. 최근에 들어서는 화학공장을 비롯한 장치산업 분야에서 변경관리에 대한 중요성이 크게 부각되고 있으며 급격하게 확산되고 있다. 화학공장의 경우 각종 장치 및 설비가 상호간의 상관관계를 갖고 운영되기 때문에 공정변경은 해당 설비 및 공정 전반에 걸쳐 안전상의 심각한 문제를 가져올 수 있다. 이러한 설비의 변경상황이 발생할 경우, 변경으로 인하여 주변 설비와 공정 전반에 대한 안전성 및 생산성에 미치는 영향을 정확하게 판단할 수 있는 변경관리 시스템은 매우 중요하다. 화학공장의 특성상 안전성이 검토되지 않은 공정의 변경은 중대산업 사고를 유발할 수 있는 매우 위험한 행위라고 할 수

있는데, 28명의 사망자와 35억 달러의 경제적 손실을 유발한 영국 Flixborough의 사이클로헥산(Cyclohexane) 폭발사고는 대표적인 변경관리 오류에 의한 사고라고 할 수 있다.

이러한 이유로 국외에서는 OSHA의 1910.119, EPA의 40 CFR 68, RC(Responsible Care) 등의 각종 안전 관련 코드에서 뿐만 아니라 ISO 9000, ISO 14000, OHSAS 18000 등의 인증시스템에서도 변경관리에 대한 중요성을 강조하고 있으며, 각종 가이드라인 및 샘플을 제공하여 변경관리 업무를 지원하고 있다¹⁾.

국내의 경우에도 PSM, SMS 제도에서 변경관리의 중요성을 강조하고 있고, 특히 KOSHA Code P-26-2000에서 변경관리 운영에 필요한 절차 및 행동양식에 대한 사항이 제시되어있다. 그러나 변경관리를 추진하면서 파생되는 업무분담의 가중으로 인하여 몇몇 대규모 사업장을 제외한 실제 사업장 활용 및 운영은 매우 저조한 실정이다.

따라서 본 논문에서는 변경관리 요인이 발생할 경우 각종 절차 및 기술자료를 효율적으로 검토하여 공정 전반에 걸쳐 안전상의 문제가 발생하지 않

[†] To whom correspondence should be addressed.
jbbaek@chungju.ac.kr

고 변경작업을 진행할 수 있는 프로토콜을 제안하고, 이 프로토콜을 토대로 사업장에서 효율적으로 변경관리를 전산화하여 지원할 수 있는 K-MOC (KOSHA-Management of Change)를 개발하였다.

2. 변경관리 프로토콜

변경관리 프로토콜은 변경관리 수행 시 공장 내의 시설 및 근로자의 안전뿐만 아니라 인근 사업장 및 지역사회에 미치는 위험성을 고려하고, 안전·보건적인 측면 이외에도 오염물질 배출 등 환경에 미치는 영향까지 고려한다는 점에서 큰 특징을 갖고 있다. OSHA 1919.119 · ILO Guideline · RC(Responsible Care) 규정과 KOSHA code의 특징을 비교하면 다음과 같다.

2.1. OSHA 1919.119의 변경관리

OSHA 1919.119에서는 변경관리 수행 시 고려하여야 할 사항으로 신청된 변경에 관한 기술적 근거·공정안전정보·공정위험분석·운전절차 수정·변경이 안전과 보건에 미치는 영향·변경에 필요한 기간·신청된 변경의 승인 조건 등을 명시하고 있다. 또한 7가지 사항을 고려한 후에 변경사항을 관련자에게 통보한 후, 변경 설비나 공정에 관련되는 작업자에게 변경 사항에 관한 교육 및 훈련을 수행하여야 한다. 최종적으로 변경사항에 관련하는 각종 문서나 도면 등의 공정안전정보를 갱신하고 운전절차 및 업무의 변경 내용을 갱신하도록 규정하고 있다²⁾. OSHA 1919.119에서 규정하는 변경관리



Fig. 1. MOC procedure of OSHA 1919.119.

프로토콜을 요약하면 Fig. 1과 같다.

2.2. ILO의 변경관리

ILO MOC에서는 변경관리 시 기존 설계의 변화를 가져오는 장비, 운용 및 기술상의 모든 변경은 신규로 설비를 설치할 경우와 같은 방법으로 검토하고, 변경을 승인하기 전에 경영자는 “안전에 미치는 영향”과 “기기 및 운전절차에 미치는 영향”이 포함된 보고서를 작성하여 문서화하도록 규정하고 있다³⁾. 또한 변경관리 수행 시 위의 2가지 사항을 토대로 변경 설비·공정·위험물질에 관한 정보 관리, 위험성 평가 수행, 작업자 교육 및 훈련, 안전보고서 갱신에 관한 규정을 만족하도록 명시하고 있으며 상세 내용은 Fig. 2와 같다.

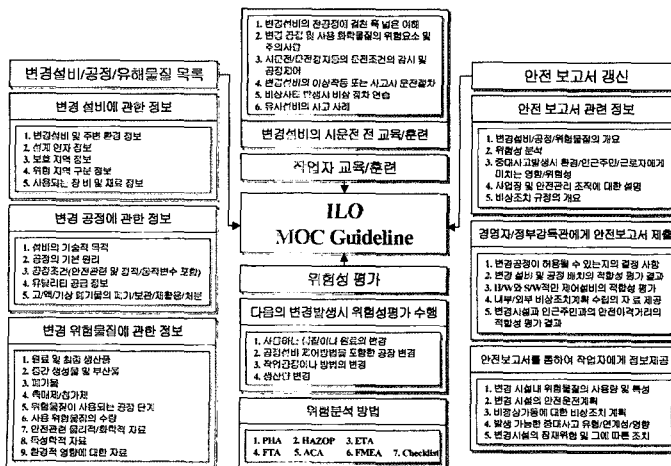


Fig. 2. MOC procedure of ILO.

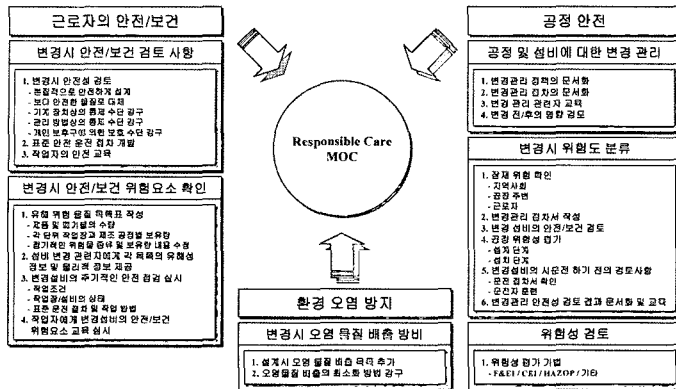


Fig. 3. MOC procedure of RC.

2.3. RC의 변경관리

RC(Responsible Care)에서는 “공정 및 설비에 대한 변경 관리”, “설비의 변경과 작업변경 시에 안전·보건사항 검토”, “근로자에 대한 안전·보건 위험요소 확인”, “프로젝트에 대한 위험도 분류”에 대해서 핵심활동과 추가적인 활동에 대해 명시하고 있다⁴⁾. 주요내용은 Fig. 3과 같다.

2.4. KOSHA Code

국의 변경관리 프로토콜은 변경관리를 수행하기 위한 실행 지침보다는 변경관리 절차 작성 시 고려하여야 할 필수조건에 대한 규정인 반면에 KOSHA code(P-26-2000)는 변경관리 위원회 구성, 검토항목, 변경 판정 기준, 업무별 담당부서 등 사업장의 업무 흐름을 고려한 상세 지침을 제시하고 있다는 것이 큰 특징이다. KOSHA 코드는 긴급 상황에 따라 정상변경절차와 비상변경절차로 구분하고 있으며, 인명피해·장비손상·환경파괴·심각한 경제적 손실로 인한 변경요인 발생 시 운전부서의 장 및 안전보건총괄책임자의 승인을 얻어 변경을 수행한 후, 차후에 정상변경과 동일한 절차를 따르도록 명시하고 있다³⁾. KOSHA 코드의 변경관리 지침을 요약하면 Fig. 4와 같다.

3. K-MOC 시스템 개발

K-MOC(KOSHA-Management of Change) 시스템은 비과학적인 변경작업으로 인하여 발생할 수 있는 중대산업사고 예방 및 과중한 업무 부담을 경감시키기 위하여 앞서 기술한 변경관리프로토콜을 근거로 해서 개발하였다. K-MOC의 개발 도구는 미국 Borland

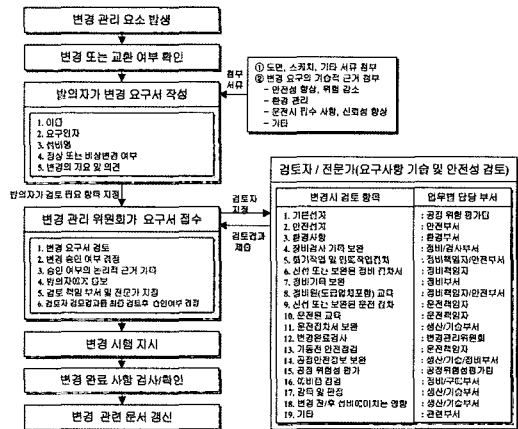


Fig. 4. MOC procedure of KOSHA code.

사의 Delphi와 Microsoft Access 2000의 DBMS(Data Base Management System)로 개발되었다.

3.1. K-MOC의 변경관리 프로토콜

국내의 변경관리 프로토콜을 기반으로 국내 화학 공장에서 효율적이고 안전하게 변경관리를 수행할 수 있도록 프로토콜이 선행 연구에 의해 개발되었으며 프로토콜의 주요내용은 다음과 같다⁶⁾. Fig. 5는 K-MOC protocol의 흐름도를 나타낸 것이다.

- 변경관리 요소가 발생하면 발의자는 정상변경 또는 교환 여부를 판별하고, 승인이 필요한 변경일 경우에는 변경요구서를 작성하여 변경관리 담당자에게 제출한다.
- 담당자는 변경관리의 중요도 및 규모에 따라서 운전절차서·유해위험설비목록·공정흐름도·공정설명서·유해위험물질목록·물질안전보건자료·P&ID·예비품목록·기타서류

등의 관련 자료를 검토한다.

- 관련 자료 검토 및 위험성 평가 결과를 토대로 변경의 승인 여부 및 보완하여야 할 사항을 기록하여 보완 요청한다.
- 위의 보완 요청 내용을 완료하였는가를 확인한 후 승인 여부의 논리적 근거를 변경요구서에 작성하고 변경 시행을 지시한다.
- 변경 설비·장치·공정에 관한하는 작업자 교육·훈련 계획을 수립 후 교육·훈련을 실시하고 결과보고서를 작성한다.
- 변경관리에 관한하는 문서들을 갱신한다.
- 변경 완료된 설비·장치·공정에 대한 예비 위험성 검토를 수행한다. 이때, 갱신된 관련 문서 및 도면 등의 기술 자료도 함께 검토하고, 문제가 없을 때에는 변경관리를 완료한다.

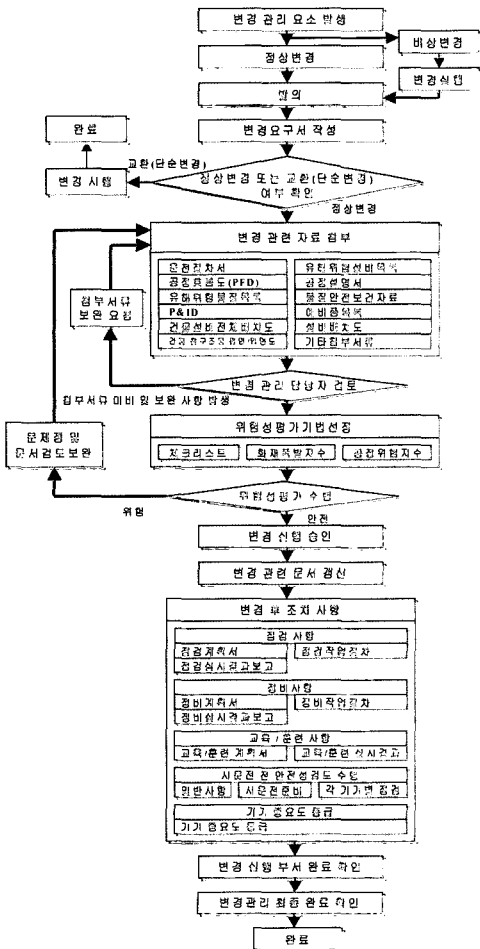


Fig. 5. Flow diagram of K-MOC.

3.2. K-MOC system의 구조

K-MOC 시스템은 인터넷 기반으로 개발되었고, 인증을 받은 작업자·관리자만이 변경관리 요청 및 결제를 할 수 있다. 변경관련 문서 및 도면 등의 기술 자료를 변경관리 시 검색·관리할 수 있고, Fig. 6 과 같이 파일·공정정보·위험성평가 선정기준·위험성평가수행·변경 후 조치사항·관리·도움말의 7가지 메뉴로 구성되어 있다.

3.2.1. 변경발의 및 검색

변경요소 발생 시 변경 발의자는 Fig. 7과 같이, “변경발의 및 검색” 메뉴를 이용하여 변경요구서를 작성할 수 있다. 이때, 변경하고자 하는 설비와 동일 또는 유사한 변경이 과거에 발생하였는가의 유무를 검색할 수 있다.

3.2.2. 변경요구서 작성 및 기술서류 첨부

변경요인 발생 시 승인이 필요한 변경과 교환인가

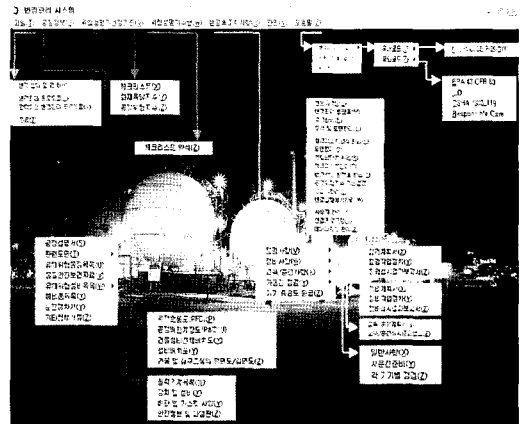


Fig. 6. A screen for the menu of K-MOC.

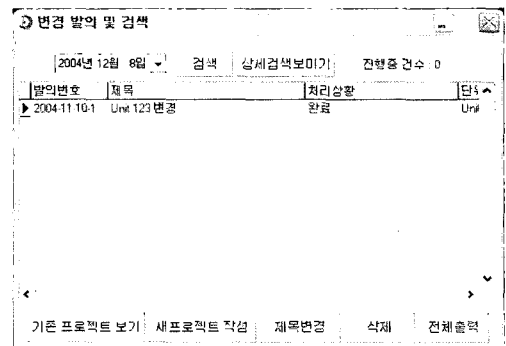


Fig. 7. A screen for the request and search of K-MOC.

를 판별하기 위해서 Fig. 8의 변경판정기능을 이용할 수 있다. 변경판정은 대분류·중분류·소분류 항목으로 구분하고, 소분류항목에 따라서 “설비명 또는 변경요소”의 세부 항목으로 분류된다. 이때, 세부 항목 중에서 1개 이상의 상이 항목이 있을 때에는 승인이 필요한 변경으로 간주하고 발의 내용과 변경 실행부서를 지정할 수 있으며 검토담당자에게 검토를 의뢰할 각종 문서 및 도면 등의 기술자료를 첨부하도록 구성되었다.

3.2.3. 문서 및 도면의 기술자료 첨부

검토에 필요한 각종 문서 및 도면 등의 첨부는 Fig. 8의 “첨부서류”에서 첨부하고자 하는 항목을 선택하면 공정안전자료 윈도우가 활성화되고, 검토에 필요한 기술자료를 Fig. 9와 같이 첨부할 수 있도록 하였다. 이때, 기술문서 이외의 견적서 또는 설비 이미지 등에 관련하는 서류를 첨부하고자 할 경우에는 기타 첨부서류를 선택하여 첨부할 수 있도록 하였다.

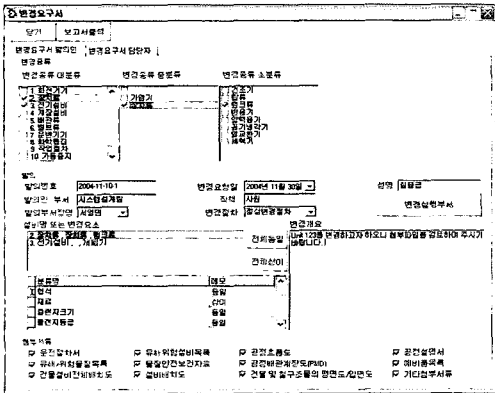


Fig. 8. A screen for the draft of K-MOC request.

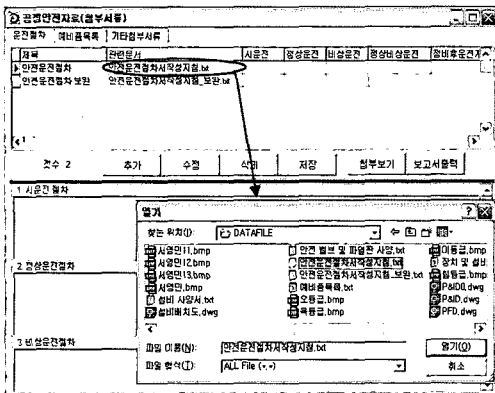


Fig. 9. A screen for the attaching technical document.

3.2.4. 검토항목 등록 및 검토요청

검토하고자 하는 기술자료를 첨부하고, 미리 지정된 검토 담당자에게 검토요청을 하기 위해서 검토 요청 메일을 발송하여야 하며 Fig. 10과 같이 검토 요청 메일을 받은 검토담당자는 본인이 담당하는 기술자료를 검토한 후 검토결과를 선택할 수 있다. 그리고 보완서류 또는 추가사항 발생 시 기술자료 첨부자에게 보완요청 메일을 발송하도록 구성되어 있다.

3.2.5. 위험성평가 방법 선정

변경관리 시 변경의 중요도 및 위험도에 따라서 위험성평가 기법 선정은 업무 효율성 측면에서 매우 중요한 사안이다. 따라서 K-MOC에서는 사업장에서 효율적인 기법 선정을 위해서 체크리스트, 화재폭발지수, 공정위험지수의 3가지 기능을 제공하여 변경요소에 대한 위험등급을 결정할 수 있도록 개발되었다.

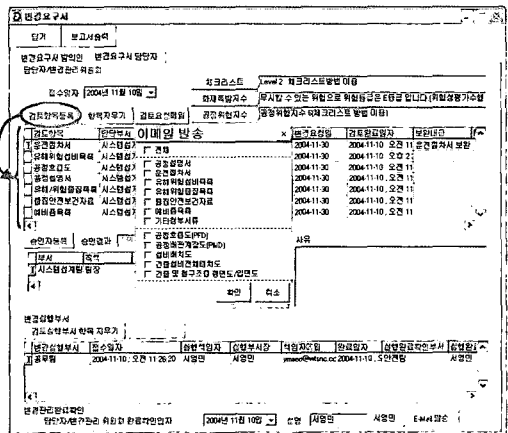


Fig. 10. A screen for the request of technical review.

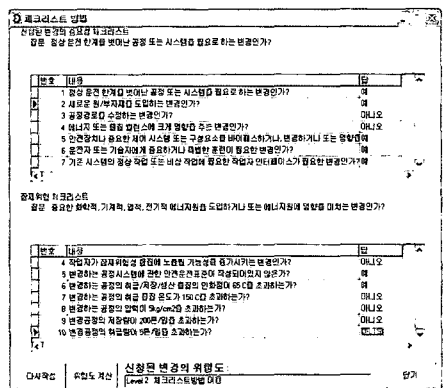


Fig. 11. A screen for check List.

화학공장의 변경관리전산시스템(K-MOC) 개발

(1) 체크리스트법

변경관리의 중요성 및 잠재위험의 유·무에 따라서 Fig. 11과 같이 위험성평가방법을 선정할 수 있다.

(2) 화재폭발지수법

변경하고자 하는 공정 또는 설비의 공정조건 및 위험물질의 상태에 따라서 Fig. 12와 같이 위험성평가방법을 선정할 수 있다.

(3) 공정위험지수법

화재 폭발지수보다는 감소화된 방법으로 변경 설비에서 취급하는 위험물질과 운전조건에 따라서 Fig. 13과 같이 위험성평가방법을 선정할 수 있다.

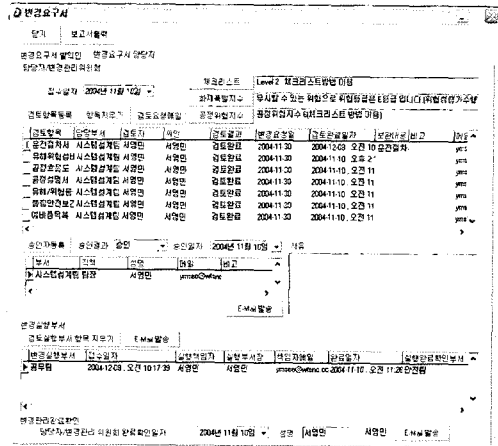


Fig. 14. A screen for the implementation and approval of K-MOC.

항목	기준	평가	비고
B. 대기압 미만의 압력(450 mmHg)	0.50	F	
C. 연료분류 및 근체에서의 운전	0.30 - 0.80	F8	
D. 분진 폭발	0.25 - 2.00	F5	
E. 압력	0.20 - 0.30	F2	
F. 재분	0.10 - 0.75	F5	
G. 인양성 인접 및 인접한 인접의 압			
H. 부식 및 대모	0.10 - 0.75	F5	
I. 누출 - Jumbo 및 Packing	0.10 - 0.15	F2	
J. 연소상태의 가연기 시험	0.15 - 1.15	F11	
K. Heat exchanger 시스템	0.50	F	
L. 단열기기(Insulating equipment)	0.50	F	

Fig. 12. A screen for the fire & explosion index.

변경번호	변경내용	변경일자	변경시간	승인인원
1	공정설비 교체 시 위험성평가	2004-11-20	2004-11-20 오전 10:00	김영준
2	설비수리 작업 시 위험성평가	2004-11-20	2004-11-20 오전 11:00	김영준
3	공정운영 시 위험성평가	2004-11-20	2004-11-20 오전 11:00	김영준
4	설비수리 작업 시 위험성평가	2004-11-20	2004-11-20 오전 11:00	김영준
5	공정운영 시 위험성평가	2004-11-20	2004-11-20 오전 11:00	김영준
6	설비수리 작업 시 위험성평가	2004-11-20	2004-11-20 오전 11:00	김영준

Fig. 13. A screen for the process hazard index.

3.3. 변경관리 수행 및 승인

검토담당자의 검토 및 위험성 평가를 완료한 후 에 중간 승인권자가 변경실행부서에 이메일을 발송하여 변경실행을 지시하도록 되어있다. 그리고 변경실행부서에서는 변경 완료 후 변경관리에 관련하는 모든 담당자에게 변경완료사실을 통보할 수 있도록 하였다.

또한, 변경실행이 완료되면 변경 후 조치사항 메뉴를 이용하여 관련 직원에 대한 교육 및 훈련을 실시하고, 문서 및 도면 등의 기술 자료를 갱신한다. 최종승인권자는 변경관리에 관련하는 모든 내용을 다시 한 번 검토한 후 전자서명을 하면 1건의 변경관리가 완료되도록 하였다.

4. 결론

변경관리는 우리나라 화학공장에 적용하고 있는 공정안전관리제도 즉, PSM(Process Safety Management)의 12가지 요구 항목에 포함되어 있을 뿐만 아니라 국외의 여러 규정에서도 사업장 스스로가 변경관리를 수행하도록 권고하고 있다. 그러나 사업장에서 중요성과 심각성을 인식함에도 불구하고 경제적·기술적·시간적 이유로 변경관리를 절차에 맞게 제대로 실천하지 않는 것이 현재의 실정이다. 이러한 일련의 변경관리가 갖는 문제점들을 해결하기 위해 국내·외 변경관리 코드를 분석하여 경제적, 기술적, 시간적인 문제점을 해결할 수 있도록 마련된 기반구조를 바탕으로 국내 사업장에 적용할 수 있는 변경관리 프로토콜을 전산화하여 효율적으로

변경관리 업무를 지원할 수 있는 K-MOC를 개발하였다. K-MOC는 국의 변경관리 프로토콜과는 다르게 사업장의 업무 흐름을 고려한 상세 지침을 제시하고 있는 KOSHA code를 적용하였다. 특히 긴급 상황에 따라 정상변경절차와 비상변경절차로 구분하고 인명 및 재산손실로 인한 변경요인 발생 시 운전부서장 및 안전보건총괄책임자의 승인을 얻어 변경을 수행한 후, 차후에 정상변경과 동일한 절차를 따르도록 하였다. 이로 인하여 변경관리를 추진하면서 파생되는 업무분담의 가중을 해결할 수 있다. 특히, 운전절차서·유해위험설비목록·공정흐름도·공정설명서·P&ID 등의 PSM관련 자료를 프로그램과 연계하여 사용함으로써 변경관리 요소의 발생에서부터 변경 종료까지의 모든 절차를 관리자가 모니터링 할 수 있으며 논리적 근거를 변경요구서에 작성하고 변경 시행을 지시할 수 있다. 또한 변경 설비·장치·공정에 관련하는 작업자 교육·훈련 계획을 수립 후 교육·훈련을 실시하고 결과보고서를 작성할 수 있도록 하였으며 변경관리에 관련하는 문서들을 전산 상에서 갱신할 수 있도록 설계하였다. 그리고 변경 완료된 설비·장치·공정에 대한 예비위험성 검토를 수행할 수 있도록 개발하여 변경관

리로 인한 안전사고의 문제점들도 아울러 해결할 수 있도록 하였다. 그러나 향후 정량적위험성평가를 수행할 수 있는 도구를 개발하여 연계하는 것을 고려해야 할 것이다. 특히 현재 사업장에서 운영하고 있는 기존의 시스템과 연계할 수 있는 호환성 확보 방안에 대한 연구가 더 진행되어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 1) AIChE, 「Plant Guidelines for Technical Management of Chemical Process Safety」, 1992.
- 2) OSHA CFR 1910.119, <http://www.osha.gov>.
- 3) ILO MOC Guideline, <http://www.ilo.org>.
- 4) RC(Responsible Care), <http://www.rkcc.or.kr>
- 5) KOSHA Code(P-26-2000), <http://www.kosha.net>.
- 6) 백종배, 「변경관리(Management of Change) 기반구조 개발에 관한 연구」, 충주대학교 논문집, 2004.
- 7) 한국산업안전공단, 「변경관리기법 개발」, 기술개발보고서, 2002.
- 8) 한국산업안전공단, 「변경관리기법 프로그램 기능 개선」, 기술개발보고서, 2003.