

## 모델 기반 중소형 플랜트 형상관리 시스템의 효과성 평가 사례

하가연\*, 김진일, 신중욱, 염충섭  
고등기술연구원 플랜트SE그룹

### A case on the Evaluation of the Effectiveness of Model based Configuration Management System for Small/Medium-Sized Plant

Ga Yeon Ha\*, Jinil Kim, Junguk Shin, Choong Sub Yeom  
*Plant SE Group, Institute for Advanced Engineering*

**Abstract** : Plant Configuration Management (CM) is an activity to maintain consistency of design requirements, physical configuration, facility configuration information throughout the life cycle of the plant by systematically managing changes that occur during the plant design and operation process. Conformity between information must be ensured not only in the design stage, but also in the case of design changes in the operation and maintenance stages, and thus a computer system capable of efficiently managing them is required. In particular, in consideration of an application to small and medium-sized domestic plants, a computer system that can support configuration management at a low cost is needed. Accordingly, in this study, a configuration management system has been developed to support the management of plant design information and change procedures in the operation stage of small and medium-sized plants. Here, a case for quantitatively evaluating the effectiveness of the developed system is described.

**Key Words** : Small and Medium-sized Plant (SMP), Configuration Management (CM) System, Configuration Management Benchmarking Group (CMBG), Performance Indicator (PI), Effectiveness

---

**Received:** April 15, 2021 / **Revised:** May 31, 2021 / **Accepted:** June 10, 2021

\* 교신저자 : Ga Yeon Ha / Institute for Advanced Engineering / [gayeonha@iae.re.kr](mailto:gayeonha@iae.re.kr)

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

## 1. 서론

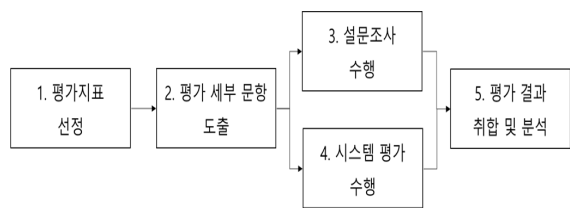
플랜트 형상관리란 “플랜트 생명주기 동안 설계 요구사항, 물리적 형상 및 형상 정보의 일관성을 유지하기 위하여 설계 및 운영 과정에서 발생하는 변경사항을 체계적으로 관리하는 활동”이라고 할 수 있다.[1-3] 플랜트의 설계 단계뿐만 아니라 운전 및 유지 보수 단계에서 설계 변경이 발생할 경우에도 형상 정보 사이의 일치성이 언제나 보장되어야 하며, 모든 단계에서 이를 효율적으로 관리하기 위해서는 형상관리 시스템이 요구된다. 특히 국내 중소형 플랜트의 상황을 고려하였을 때 사용이 쉬우며 저비용으로 형상관리 관련 업무를 지원할 수 있는 전산 시스템이 필요하다.[4] 이러한 필요성에 의해서 정부의 지원으로 중소형 플랜트 운영 단계에서 플랜트 설계 정보 관리, 변경 절차 관리 등의 기능을 지원할 수 있는 모델 기반 중소형 플랜트 형상관리 시스템을 개발하였다.[5-8] 본 연구는 개발한 모델 기반 중소형 플랜트 형상관리 시스템의 효과성을 입증하기 위해서 수행한 연구 과정 및 결과를 기술하였다.[9, 10]

## 2. 평가 방법

본 연구의 평가 대상인 개발 시스템의 개요는 다음과 같다. 모델 기반 중소형 플랜트 형상관리시스템은 모델 기반 접근방법(Model-Based Configuration Management)을 형상관리 시스템에 적용한 것이다. 이는 플랜트의 주요 형상을 모델화하고 모델 간 연결 관계를 할당시킨 모델을 개발하여 개발된 시스템 모델을 관리 및 유지함으로써 형상 간 추적성과 일치성을 향상시키는 전산시스템이라 할 수 있다. 특히, 본 연구에서는 국내 중소형 플랜트 형상 정보의 효율적 관리를 위해 국내 중소형 플랜트 특성 및 업무 프로세스를 고려한 시스템을 개발하였다. 시스템의 주요 기능은 크게 세 가지로 나눌 수 있다. 먼저, 플랜트 형상정보 관리와 플랜트 운영 중 발생하는

엔지니어링 변경사항을 체계적으로 관리할 수 있도록 지원한다. 또한, 플랜트 설계 요구사항, 물리적 형상 및 형상 정보가 상호 일치성을 유지하는데 필요한 처리절차를 제공할 수 있도록 하였다.

개발된 형상관리 시스템에 대한 효과성 평가는 그림 1과 같은 단계로 수행된다. 먼저, 평가지표를 정의하고 평가를 위한 세부 문항을 도출한다. 그런 다음 도출된 평가 문항을 바탕으로 설문조사 및 시스템 평가를 수행하여 결과를 비교 분석한다.



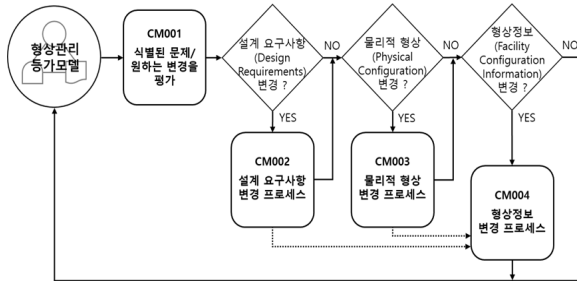
[Figure 1] Evaluation procedure

### 2.1 평가지표 정의

형상관리 전문가 실무 그룹인 CMBG (Configuration Management Benchmarking Group)는 형상관리 전문가 간의 정보 공유를 위하여 1994년 첫 회의 이후 매년 다양한 형상관리 주제에 대한 아이디어를 공유할 수 있는 소통 포럼 역할을 하고 있다. CMBG에서는 형상관리 프로세스 모델, 표준 정의 개발 등을 수행하고 있으며, 그중 형상관리 업무의 효과성을 평가하기 위하여 형상관리 핵심 성능지표(Performance Indicators)를 제시하고 있다.[11] CMBG의 성능지표는 조직이 수행하는 형상관리 업무 전체에 대한 성능을 측정하기 위한 방안을 각 업무별로 제시하고 있으며, 각 업무별로 시간(Timeliness), 유효성(Effectiveness), 비용(Cost Performance) 등을 평가 척도로 제시하고 있다.

본 논문에서는 CMBG에서 제시한 형상관리 성능지표에서 착안하여 중소형 플랜트 형상관리 시스템, 즉 전산지원 측면에서의 효과성을 정량적으로 평가하기 위하여 “형상변경 의사결정시간 비율”, “플랜트 형상관리 이슈 비율” 두 가지 평가지표를 정의하였

다. 또한, 평가를 위한 세부 평가 문항을 도출하고 관련 전문가를 통해 문항 도출 근거, 문항 구성의 적절성 등을 검토하였다.



[Figure 2] CMBG CM Equilibrium Restoration Diagram[12]

### 2.1.1 형상변경 의사결정시간 비율

CMBG 형상관리 성능지표 중 "시간" 지표는 형상변경을 위한 활동을 할당된 시점부터 형상변경을 종료한 시점까지 걸리는 시간을 통해 형상관리 수행 성능을 평가하고 있다. 본 논문에서는 플랜트 형상변경의 필요성이 제기되고 이에 대한 변경 여부를 최종적으로 결정하는 데까지 소요되는 시간을 형상변경 의사결정시간이라 하고, 시스템에 대한 효과성을 평가하기 위한 지표로서 다음과 같이 형상변경 의사결정시간 비율을 정의하였다. 여기에서는 사전 조사를 통해 플랜트 형상관리 전문가들의 의견을 수렴하여 소요시간 비율의 목표치를 20% 미만으로 설정하였다.

형상변경 의사결정시간 비율

$$= \frac{\text{(시스템 사용 시 평균 의사결정시간)}}{\text{(전문가 경험기반 평균 의사결정시간)}}$$

정의된 평가지표에 대하여 평가를 수행하기 위한 세부 문항을 도출하였다. 먼저 형상변경 프로세스를 기반으로 형상변경 시 의사결정 시나리오에 따라 형상변경의 요청부터 변경 여부의 최종 결정까지의 업무를 세분화하였다. [12] 플랜트 형상관리에서 형상변경을 위한 프로세스는 일반적으로 변경 요청, 기

술 검토, 변경 통지 및 시행 순으로 진행된다. 각 프로세스에서는 주로 관련 자료를 검색 및 참고하여 변경 검토를 수행하고, 요청 및 검토 문서를 작성하고 전달하는 등의 업무를 수행한다. 이때, 세부 업무의 특성을 분석하여 엔지니어의 능력이나 대상 문서에 따라 소요시간이 크게 변동될 수 있는 업무(검토 등)는 평가 문항에서 배제하였으며, 표 1과 같이 총 8문항을 도출하였다.

<Table 1> Evaluation questions on decision-making time for configuration change

번호	문항내용
1	설계 변경요청서의 작성을 위하여 해당 기기/설비의 설계자료를 확보하는데 소요되는 시간 (예 설계 요구사항, P&ID(Piping & Instrumentation Diagram), 구매사양서 등 3건 기준)
2	변경의 사유와 변경안을 포함하는 변경요청서를 작성한 후, 관련 자료를 첨부하여 변경을 요청하는 결재서류를 작성하는데 소요되는 시간
3	상기의 결재서류(변경요청서)를 작성한 후 담당 부서장에게 제출/전달하는데 소요되는 시간
4	담당 부서장이 변경 대상 기기/설비의 현장 위치와 정보를 파악하기 위하여 관련 자료를 조사하거나 현장을 확인하는데 소요되는 시간
5	담당 부서장이 변경요청서 검토 결과를 담당자(형상관리 담당자)에게 검토 요청하는데 소요되는 시간
6	담당자(형상관리 담당자)가 유관부서에 변경 영향 검토를 요청하는데 소요되는 시간
7	유관부서 담당자가 해당 변경대상 기기/설비의 설계 요구사항 등 관련 자료를 조사하고, 검토 결과를 부서장에게 제출하는데 소요되는 시간
8	변경 최종 결정권자가 최종 검토 결과를 변경요청자에게 통보하는데 소요되는 시간

### 2.1.2 플랜트 형상관리 이슈 비율

형상관리 성능지표 중 "유효성" 지표는 형상관리 프로세스에서의 문제 발생 건수를 통해 형상관리 수행 성능을 평가하고 있다. 따라서 본 논문에서는 개발 시스템에 대한 효과성을 평가하기 위하여 플랜트 형상관리 시 이슈 비율이라는 지표를 정의하였다. 이슈 비율 지표는 아래와 같이 계산될 수 있으며, 형상변경 의사결정시간 비율과 마찬가지로 20% 미만을 목표로 하였다.

플랜트 형상관리 이슈 비율

$$= \frac{(\text{시스템 사용 시 이슈 발생 건수 평균})}{(\text{전문가 경험기반 이슈 발생 건수 평균})}$$

이슈 비율 평가지표에 대하여 전문가 평가를 위한 세부 문항을 도출하였다. 플랜트 운영단계에서 형상관리가 적절하게 수행되지 않을 경우, 형상에 대한 일치성을 보장받을 수 없으며 그로 인해 다양한 이슈(변경 대상 문서나 관련 요구사항 및 정보를 찾지 못함, 형상 간 연계성 확인의 어려움, 변경 현황 확인의 어려움, 버전 관리 오류 등)가 발생할 수 있다. 따라서 본 설문에서는 국내외 플랜트 형상관리 현황 조사를 통해 중소형 플랜트 운영단계 형상관리 시 발생할 수 있는 문제점을 특정 장비에 대한 변경과 관련된 이슈(1번~16번)와 플랜트 전체 변경관리와 관련된 이슈(17번~30번)로 나누어 조사하였다. 최종적으로 표 2와 같이 총 30건의 평가 문항을 도출하였다.

<Table 2> Evaluation questions on occurrence of configuration management issues

번호	문항내용
특정 장비(설비)에 대한 변경과 관련된 이슈	
1	변경 대상 장비에 대한 설계 문서를 찾지 못한 경우가 있다.
2	변경 대상 장비에 대한 상위 설계 요구사항을 찾지 못한 경우가 있다.
3	변경 대상 장비에 대한 도면을 찾지 못한 경우가 있다.
4	변경 대상 장비의 도면이 최신 버전인지 확인할 수 없는 경우가 있다.
5	변경 대상 장비에 대한 구매 정보를 찾지 못한 경우가 있다.
6	변경 요청서 작성 양식이 명확하지 않은 경우가 있다.
7	변경 대상 장비에 대한 마진을 확인하지 못한 경우가 있다.
8	변경 대상 장비에 대한 변경 이력을 찾지 못한 경우가 있다.
9	한 장비 변경 시 관련 상위 요구사항에 따라 변경 받는 다른 장비를 파악하지 못한 경우가 있다.

10	변경 영향 평가 결과를 작성하는 양식이 명확하지 않은 경우가 있다.
11	변경 대상 장비에 대해 어떤 정보가 있는지 파악하지 못한 경우가 있다.
12	변경에 대한 결재 절차가 명확하지 않은 경우가 있다.
13	변경에 대한 최종 책임이 누구에게 있는지 명확하지 않은 경우가 있다.
14	변경에 대한 결재 현황을 파악하지 못한 경우가 있다.
15	변경에 따른 결과가 체계적으로 저장되지 않은 경우가 있다.
16	승인된 변경 내용이 모든 관련자에게 전달되지 않은 경우가 있다.
플랜트 전체의 변경관리와 관련된 이슈	
17	플랜트에 대한 설계 정보가 통합적으로 관리되고 있지 않은 경우가 있다.
18	플랜트에 대한 설계 정보가 최신 정보인지 확인할 수 없는 경우가 있다.
19	플랜트에 대한 변경 정보가 체계적으로 관리되지 않는 경우가 있다.
20	플랜트에 대한 모든 설계 정보가 공유되지 않은 경우가 있다.
21	플랜트에 대한 PBS(Product Breakdown Structure)를 식별할 수 없는 경우가 있다.
22	플랜트에 대한 설계 정보 간에 추적성을 확인할 수 없는 경우가 있다.
23	문서의 배포일, 유효일을 확인할 수 없는 경우가 있다.
24	변경의 이유 및 변경 시행 계획을 확인할 수 없는 경우가 있다.
25	현재 유효한 전체 문서와 그의 버전을 식별할 수 없는 경우가 있다.
26	계통별 또는 설비별 등의 변경 현황이 관리되지 않은 경우가 있다.
27	누가, 무엇을, 언제, 왜 수정하였는지 관리되지 않은 경우가 있다.
28	변경된 플랜트의 PBS를 비교(차이점을 식별)할 수 없는 경우가 있다.
29	각 장비에 대한 변경 등급이 관리되지 않은 경우가 있다.
30	플랜트의 설계변경에 대한 감사 결과가 체계적으로 관리되지 않은 경우가 있다.

2.2 설문조사

설문조사는 두 가지 평가지표에 대해 도출된 문항을 기반으로 작성한 양식을 활용하여 서면으로 진행하였다. 중소형 플랜트 설계 및 운영 전문가 31인

을 대상으로 형상변경 의사결정 소요시간 및 형상관리 이슈 발생에 대한 경험을 조사하였다.

먼저, 형상변경 의사결정 관련 업무에 소요되는 시간을 조사하였다. 앞서 도출된 8개의 평가 문항에 대해서 5개의 평가척도(1분 미만, 1분~10분, 10분~30분, 30분~1시간, 1시간~2시간)로 응답할 수 있도록 하였다. 최종적으로 전문가별 소요시간 합계의 평균을 계산하기 위하여 응답 결과는 표 3과 같이 환산값(1분, 5분, 20분, 45분, 90분)으로 변환되어 사용된다.

두 번째로, 형상관리 이슈 발생 경험(빈도)을 조사하였다. 총 30개 문항에 대해 5개의 평가척도(매우 낮음, 낮음, 보통, 높음, 매우 높음)를 제시하였다. 최종적으로는 표 4와 같이 평가척도를 이슈 발생 건수(0.1건, 0.3건, 0.5건, 0.7건, 0.9건)로 환산하여 전문가별 이슈 발생 건수의 합계의 평균을 구할 수 있다.

<Table 3> Evaluation scale for decision-making time

평가척도	환산값
1분 미만	1분
1분 ~ 10분	5분
10분 ~ 30분	20분
30분 ~ 1시간	45분
1시간 ~ 2시간	90분

<Table 4> Evaluation scale for issue occurrence

평가척도	환산 값
매우 낮음 (0%~20%)	0.1건 (10%)
낮음(21%~40%)	0.3건 (30%)
보통(41%~60%)	0.5건 (50%)
높음(61%~80%)	0.7건 (70%)
매우 높음(81%~100%)	0.9건 (90%)

### 2.3 시스템 평가

전문가 경험 기반 설문과 동일한 문항에 대해 본 시스템 활용 시 형상변경 의사결정 소요시간 및 형상관리 이슈 발생 가능성을 평가하였다. 플랜트 설

계 및 운영 전문가 5인 입회하에 개발 시스템을 시연한 후 평가를 수행하도록 하였다.

먼저 본 시스템 사용 시 평균 의사결정 소요시간을 평가하기 위해 형상변경 의사결정 관련하여 도출된 8개 문항을 개발된 시스템을 활용하여 10회씩 반복 수행하고 소요시간을 기록하였다. 최종 결과는 전체 문항 소요시간에 대한 10회 평균으로 계산된다.

다음으로 본 시스템 사용 시 형상관리 이슈 발생 가능성을 평가하기 위해 평가 전문가를 대상으로 개발 시스템에 대한 주요 기능을 시연한 후 전문가 평가를 수행하였다. 평가 문항은 총 30문항으로 경험 기반 설문과 동일하게 5개 평가척도가 주어졌으며, 표 4의 환산값을 이용하여 전문가 5인에 대한 총 이슈 발생 건수의 평균이 계산될 수 있다.

## 3. 평가 결과

2장에서 정의된 방법에 따라 설문조사 및 시스템 평가를 수행하고 결과를 취합하여 분석하였다.

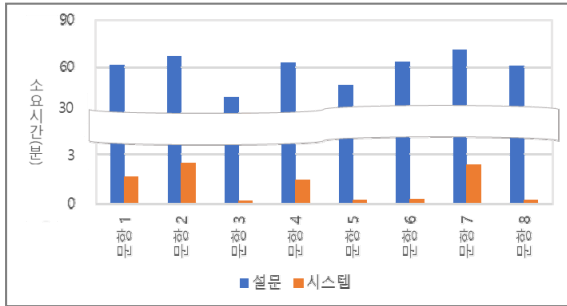
### 3.1 형상변경 의사결정시간 비율

그림 3은 형상변경 의사결정시간에 대한 평가 결과를 나타낸다. 각 문항별 응답자 평균을 시간(분) 단위로 나타내어 설문조사 결과와 시스템 평가 결과를 비교하였다. 먼저, 중소형 플랜트 설계 및 운영 전문가들을 대상으로 경험 기반 설문을 수행한 결과, 본 시스템을 사용하지 않았을 경우 대부분의 문항이 평균 30분 이상 소요되는 것으로 조사되었다. 특히, 변경대상과 연계된 설계 요구사항 등의 자료를 찾는 문항이 평균 70분으로 가장 많은 시간이 소요되는 것으로 나타났다. 전체 소요시간을 합산한 결과 형상변경 의사결정에 소요되는 시간은 평균 475분으로 조사되었다.

반면, 본 시스템 활용하여 동일 문항을 10회 반복 수행한 결과 모든 문항이 평균 3분 이내로 수행될 수 있음을 확인하였다. 위와 동일한 방법으로, 시스템 활용 시 전체 문항의 소요시간 합은 평균 9분으

로 계산되었다.

결과적으로 형상변경 의사결정시간은 본 시스템 부재 시 평균 475분에서 시스템 활용 시 평균 9분으로 감소하였다. 따라서 형상변경 의사결정시간 비율 지표의 정의에 의해 비율은 1.9%로 평가되었다.



[Figure 3] Comparison of evaluation results for decision-making time

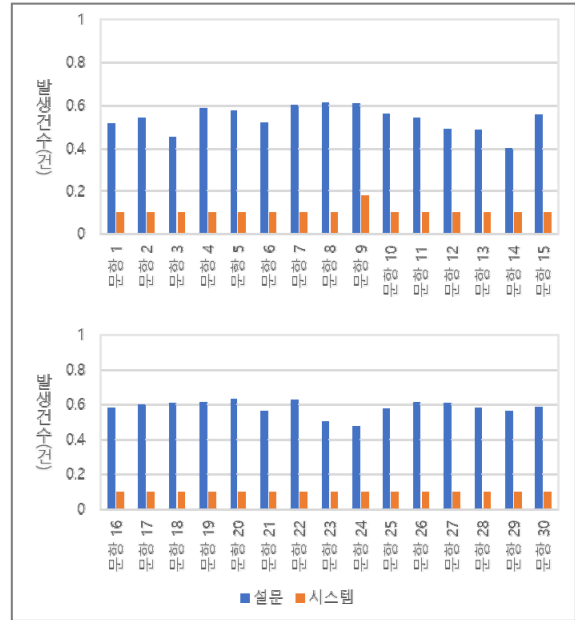
### 3.2 플랜트 형상관리 이슈 비율

그림 4는 중소형 플랜트 형상관리 이슈에 대한 평가 결과를 나타낸다. 각 문항별 응답자 평균을 1건 기준으로 나타내고, 설문조사 결과와 시스템 평가 결과를 비교하였다. 먼저, 중소형 플랜트 설계 및 운영 전문가들을 대상으로 경험 기반 설문을 수행한 결과, 본 시스템을 사용하지 않았을 경우 주로 변경 이력 관리, 설계 정보 간 추적성 확인과 관련된 이슈 발생 건수가 평균 0.6건 이상으로 비교적 높은 것으로 나타났다. 문항별 평균을 합산한 결과 총 30건의 이슈를 기준으로 평균 17건의 이슈가 발생하는 것으로 조사되었다.

반면, 본 시스템 활용 시 이슈 발생 가능성에 대한 전문가 평가 결과, 모든 문항이 평균 0.2건 이하로 발생할 것으로 평가되었다. 이는 본 시스템을 활용하지 않을 때보다 이슈 발생 가능성이 모두 감소함을 알 수 있다. 설문조사 결과와 마찬가지로, 시스템 평가 결과의 문항별 평균을 합산하여 평균 3건 (30건 기준)의 이슈가 발생할 것으로 평가되었다.

결과적으로 플랜트 형상관리 이슈 발생 건수는 총 30건의 이슈를 기준으로 보았을 때, 본 시스템 부재 시 평균 17건에서 시스템 활용 시 평균 3건으

로 감소함을 알 수 있다. 따라서 플랜트 형상관리 이슈 비율 지표의 정의에 의해 비율은 17.6%로 평가되었다.



[Figure 4] Comparison of evaluation results for issue occurrence

최종적으로 본 연구에서 개발된 모델 기반 중소형 플랜트 형상관리 시스템에 대한 효과성 평가 결과를 표 5에 요약하였다. 두 가지 정량적 평가지표에 대해 목표치를 모두 만족함을 확인하였다.

<Table 5> Summary of evaluation results

정량적 평가지표	평가결과	목표치
형상변경 의사결정시간 비율(%)	1.9	<20
플랜트 형상관리 이슈 비율(%)	17.6	<20

## 4. 결론

중소형 플랜트 운영 단계에서는 부적절한 형상관리로 인해 형상정보 간 추적이 어려워지고 정보가 불일치하는 문제점이 발생할 수 있다. 이로 인해 운영 중 의사결정에 필요한 정확한 정보를 적기에 획득

득하기 어려워질 수 있다. 따라서 적절한 관리를 통해 설계 형상 간 추적성과 일치성을 확보하고 오류를 최소화하여 플랜트의 안전을 보장할 필요가 있다. 이를 위한 형상 정보 관리, 연계 정보 추적 등의 기능을 수행할 수 있는 적절한 전산 시스템의 활용은 운영 단계 형상관리 업무 효율을 높이는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

본 논문에서는 중소형 플랜트 운영 단계에서 형상관리 시스템의 필요성을 토대로 하여 개발된 형상관리 시스템의 효과성을 정량적으로 평가할 수 있도록 하였다. 여기에서는 개발 시스템에 대한 기능 제공 여부 등 소프트웨어 개발 측면에서의 평가 이외에 본 시스템을 활용함으로써 형상관리 업무가 개선되는데 어느 정도 효과가 있는지를 정량적으로 평가하는데 의의가 있다. CMBG 형상관리 성능지표에서 착안한 두 가지 평가지표(형상변경 의사결정시간 비율, 플랜트 형상관리 이슈 비율)를 활용하여 전문가 설문 및 평가를 수행하였다. 결과적으로 본 시스템을 사용함으로써 형상변경 의사결정에 소요되는 시간과 형상관리 이슈에 대한 발생 가능성이 줄어들 것으로 기대할 수 있다.

### 사사(Acknowledgment)

본 논문은 국토교통부 연구비지원에 의해 지원받았음(과제번호: 19IHTP-B151617-01-000000)

### References

1. IAEA-TECDOC-1335, "Configuration Management in Nuclear Power Plants", International Atomic Energy Agency, 2003.
2. ANSI/EIA-649B, "Configuration Management Standard", SAE International, 2011.
3. 전홍배, 김희정, 중소형 플랜트 형상관리 구축을 위한 형상관리 개념 고찰, 2017 한국 CDE 학회 하계학술대회 Proceedings, 1(1), pp.73-75,

Aug, 2017.

4. 안경익, 플랜트 운영 및 유지보수 활동을 위한 형상관리 적용방법, 기계저널, 54(12), pp.39-44, 2014.
5. 신중욱, 김진일, 염충섭, 임용택, 하가연, 중소형 플랜트 형상관리 시스템 연계를 위한 플랜트 형상 정보 변환에 관한 연구, 2020년 춘계 시스템엔지니어링 학술대회 자료집, p.91, July, 2020.
6. 신중욱, 김진일, 염충섭, 유은섭, 하가연, 임용택, 중소형 플랜트 형상관리시스템의 테스트베드 운영사례 연구, 2020년 추계 시스템엔지니어링 학술대회 자료집, p.88, Nov, 2020.
7. Jung Uk Shin, Choong Sub Yeom, Development of Standard Activity Model for Small and Medium sized plant: Focused on Detailed Design Phase, Journal of the Korea Society of Systems Engineering, 14(1), pp.13-18, 2018.
8. Taekyong Lee, Jae-Min Cha, Joon-Young Kim, SysML based Document Modeling Case, Journal of the Korea Society of Systems Engineering, 14(2), pp.8-15, 2018.
9. 하가연, 염충섭, 신중욱, 유은섭, 김진일, "모델 기반 중소형 플랜트 형상관리 시스템"의 효과성에 관한 연구, 2020년 춘계 시스템엔지니어링 학술대회 자료집, p.92, July, 2020.
10. 하가연, 염충섭, 신중욱, 유은섭, 김진일, 모델 기반 중소형 플랜트 형상관리 시스템의 효과성 평가, 2020년 추계 시스템엔지니어링 학술대회 자료집, p.89, Nov, 2020.
11. Configuration Management Benchmarking Group, "CMBG CM Performance Indicators", URL: [www.cmbg.org/](http://www.cmbg.org/)
12. Seung Min Lee, Hong-Bae Jun, A study on configuration management process model for small-and-medium sized plant, Society of Korea Industrial and Systems Engineering, Oct, 2018.