

# 한국기업의 설비관리정보시스템(CMMS) 구현실태 분석과 고도화에 관한 연구

구성태\* · 김창은\*†

\* 명지대학교 산업경영공학과

## A Study on Analysis of the Implementation Status and the Advancement of Computerized Maintenance Management System (CMMS) in Korean Companies

Sung Tae Ku\* · Chang Eun Kim\*†

\* Dept. of Industrial & Management Engineering, Myoung Ji University

### Abstract

**Purpose:** This study is to develop an evaluation model for analysis of CMMS Implementation status and provide CMMS advancement methods to maximize implementation effect through the evaluation model.

**Methods:** After extracting common modules from CMMS packages and establishing evaluation standard for each module, then the evaluation standard is applied to 33 Korean companies for evaluating their own current implementation status.

**Results:** Preventive maintenance and analysis information modules were considered the most vulnerable in Korean companies which have introduced CMMS packages. And the reason why preventive maintenance is vulnerable is that there is poor build-up of their own preventive maintenance standards.

**Conclusion:** Korean companies which will introduce CMMS need to make preventive maintenance standards, and data of the materials and the equipment to improve the effectiveness in advance.

**Key words:** CMMS, EAM, ERP, Plant Maintenance

• Received 3 July 2013, 1st revised 24 August 2013, 2nd revised 25 November 2013, accepted 25 November 2013

† Corresponding Author(changkim@mju.ac.kr)

© 2013, The Korean Society for Quality Management

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

최근 사회적인 이슈로 거론되는 원자력발전소 및 KTX 고속열차의 고장, 유해가스 누출 등에 의한 사고의 원인은 설비관리상의 문제점도 포함되어 있다. 설비관리는 문제가 발생할 경우 경제적 피해뿐만 아니라 인명 피해까지 줄 수 있는 중요한 관리요소임에도 불구하고 일반적으로 간과하기 쉬운 분야이다. 설비관리는 설비의 설계에서부터 제작, 건설, 시운전, 생산, 보전, 폐기까지를 관리하는 것이며, 이 중에서 설비의 탄생 이후를 관리하는 것을 협의의 설비관리, 즉 설비보전(Maintenance)으로 구분하고 있다(KMAC, 1996). 제조업 및 서비스업을 유지하는 기업에 있어서 설비관리의 역할은 경쟁우위 확보와 고객만족 그리고 설비고장으로 인한 비용을 최소화하기 위해서 그 중요성이 증대되고 있다(Uysal and Tosun, 2012). 특히 거대자본이 투입되는 장치산업의 경우 설비의존도가 더욱 높으며 설비관리는 최소의 비용으로 장기적인 수익성을 확보하기 위한 핵심요소로 인식되고 있다.

1900년대 이전에 설비관리는 필요악으로 간주되었다. 기술의 진보나 고장을 방지하기 위한 대안도 없었고 설비관리는 당연히 비용이 들어간다는 것이 일반적인 인식이었다. 기술 변화와 함께 제2차 세계대전 이후 설비관리는 생산 및 제조에 대한 중요한 지원 기능으로 간주되었다. 1950-1980년 사이에 예방보전 및 설비상태감시(Condition Monitoring)와 같은 기술의 발전으로 설비관리 비용인식이 바뀌고 설비관리도 계획 및 제어할 수 있다는 것으로 변화되었다. 오늘날 설비관리는 비즈니스 프로세스(Business Process)의 필수적인 부분으로 간주되고 부가가치를 창출하는 부분으로 인식되고 있다(Liyanage and Kumar, 2003).

기업들은 부가가치 창출과 경쟁력 향상을 위하여 설비관리 기술 개발에 노력하게 되었고 그중 한 방법으로 설비관리에 정보기술을 도입하게 되었다. 이것이 설비관리 정보시스템으로 불리는 CMMS(Computerized Maintenance Management System)이다. 설비관리 정보기술은 대기업 중심으로 도입되었고, 수작업에 의존했던 기업들에게 낮은 수준의 예방보전 지원도구로 사용되었다. 1980년대 후반 최초의 CMMS는 포드(Ford)사에서 자체 개발된 것을 CMMS로 기술한 Mullin(1989)에 의해 시작되었다. 이때의 CMMS 기본기능은 일정관리, 자재 및 재고관리, 비용 및 예산관리, 보전기록으로 구성되었다(Kans, 2009). 이 후 설비관리에 대한 정보기술도 통합 및 조정되는 산업계의 정보기술 발전과 함께 하게 되었고, 정보기술의 진보에 따라 CMMS의 기본기능도 범위를 확대하게 되었다.

한국의 경우 1990년 초 외산 패키지(Package)가 국내에 공급되면서 기업들이 CMMS를 도입하기 시작하였다. 당시에는 외산 패키지의 공급과 함께 기업 실정에 맞는 CMMS를 구현하기 위한 노력으로 자체개발도 진행되었다. 그러나 1990년 후반 전사적 자원관리인 ERP(Enterprise Resource Planning)가 도입되면서 보전 전용 패키지로 활용되던 CMMS는 급속히 ERP로 대체 되었다. 보전부서에서 보전 관리용으로 사용되던 CMMS는 대기업이 ERP를 도입하면서 ERP에 통합되기 시작하였다. 그러나 자산 전체를 관리하는 ERP와 보전전용인 CMMS 사이에서 혼란이 생기면서 CMMS를 도입한 회사에서는 CMMS의 기능만으로 ERP에 대응하는데 실패하게 되었다(Wireman, 2004). 이때부터 CMMS 패키지를 공급하던 업체들은 CMMS란 용어 대신에 EAM(Enterprise Asset Management)이란 용어를 사용하기 시작하였다. EAM은 1998년 가트너그룹에서 처음 사용하기 시작하였고, 자산 가치 극대화를 목적으로 자산 전체수명에 대한 최적관리를 의미한다. 그 범위에는 설계, 시공, 시운전, 운영, 보전, 시설의 폐기, 교체까지도 포함된다. EAM은 특히 자산 집약적 조직에 매우 중요하다(Wikipedia, 2013).

이와 같이 CMMS가 EAM, ERP로 진화되면서 국내의 CMMS 도입에 변화를 가져왔다. 1990년대 초기 CMMS 패키지를 사용하던 기업들이 기업차원의 ERP를 도입하면서 ERP의 설비관리 모듈(Module)을 사용하게 되었다. 본 연구에서 조사한 33개 기업체 중 52%인 17개 업체가 ERP 소프트웨어인 SAP PM(Plant Maintenance)모듈을 적용하고 있었다. 설비관리의 수준 향상을 위해 보전부서에서 필요한 기능만을 도입하여 실무에 적용하는 보전전용 CMMS

에 비해 기업차원의 자재, 회계, 생산 등 다른 자원들과 연계된 ERP는 유연성에 한계가 있다. 그동안 각 기업의 보전 부서 업무 특성에 따라 CMMS 기능을 유연하게 변화시켜 운영해오던 보전부서들은 정형화된 ERP의 설비관리 프로세스에 맞추어 운영하기에 어려움을 느끼고 있다. 따라서 많은 비용을 투입하고 도입한 CMMS(EAM, ERP포함)를 도입 목적에 부응해 사용하고 있는 회사가 많지 않다. O'Hanlon(2004)은 최근조사에서 57%의 CMMS도입 기업이 투자대비 수익을 내지 못하였다고 하였으며, Evans(2003)의 연구에서는 약 70%의 CMMS 구축이 실패로 돌아갔다고 하였다.

지금까지의 CMMS에 관련된 연구는 대부분 CMMS 소프트웨어 개발이나 CMMS 기능설명 및 구현방법 등에 집중되어 있다. 또한 현재 사용 중인 CMMS 패키지의 종류, 만족도, 주요기능, 성공요소 등에 대한 Thomas and O'Hanlon(2011)의 사용자 설문조사 결과는 기존 연구에 비해 CMMS의 구현실태를 보다 현실적으로 보여주고 있으나 기타 연구논문과 마찬가지로 CMMS 기능에 대한 구체적인 평가 및 구현방법을 제시하지 못하였다. 따라서 본 연구는 이러한 기존 연구의 한계를 보완하기 위해 CMMS 구현수준에 대한 평가모형을 개발하고, 이를 국내기업에 적용하여 CMMS 구현실태를 분석한 후, 취약요소에 대한 고도화 방향을 제시하고자 한다. 본 연구는 인터넷을 통한 설문조사 방식이 아니라 직접 기업을 방문하여 CMMS 구현에 대한 내용을 확인하고 평가하는 방법을 선택하였다. 조사대상 기업은 43개 업체, 61개 공장으로 2000년부터 2013년 4월까지 설비관리 진단을 위해 직접 방문한 기업이며 설비관리 분야진단과 함께 CMMS 구현실태에 대해 조사하였다. 본 연구는 국내기업의 CMMS 도입단계에서 실패를 방지하고 기존에 구축된 CMMS의 고도화 방안을 제시함으로써 CMMS 도입효과를 극대화 하는데 목적이 있다.

## 2. CMMS에 관한 이론적 배경

### 2.1 CMMS 개요

CMMS란 설비관리 업무의 효율화와 보전업무의 실적을 분석, 평가하고 보전기술의 향상을 목적으로 설비관리 업무를 컴퓨터에 의하여 정보처리 하는 것을 말한다(Ku and Jang, 2005). CMMS는 보전인력, 예비품 재고, 정비일정 및 설비내역에 대한 다양한 정보관리에 도움을 줄 뿐만 아니라 생산 환경에서 작업과 자원을 제어하고 일정의 조정 및 커뮤니케이션(Communication)을 위한 컴퓨터 기반의 소프트웨어 프로그램이다(Swanson, 2003). CMMS는 일반적으로 설비나 부품, 자산의 추적뿐만 아니라 작업지시서 작성, 보전계획, 보전이력, 구매 및 조달, 재고관리를 포함하고 있다. CMMS는 재무나 인적자원 관리의 기능은 가지고 있지 않다. CMMS는 재무나 인적자원 업무를 지원하는 응용 프로그램과 통합을 위해서 별도로 시스템을 구입해야 하며 보통 ERP에서 이 기능을 도입하고 있다.

CMMS와 동의어로 사용되고 있는 EAM은 CMMS의 기능에서 발전되어 자산관리 및 MRO(Maintenance, Repair and Operations)구매의 기능까지 포함하고 있다. EAM은 고장수리, 정기적인 예방보전 및 서비스 활동에 대한 작업 및 자재관리를 포함하는 CMMS 응용 프로그램에서 기능적으로 진화한 것이다. 궁극적으로 EAM은 자산관리, 자재관리, 인적자원관리 및 재무로 구성되어 있다(Steenstrup et al., 2004).

ERP는 설비관리 기능뿐만 아니라 재무 및 회계, 제조, 판매 및 서비스, 고객관계 관리 등 전사적인 자원을 관리하며 전체 조직 간의 자원을 통합하는 시스템이다. ERP내에서 설비관리는 하나의 모듈로서 자재, 재무와 같은 다른 모듈과의 정보를 교환하고 전사적 자원의 통합기능을 제공하게 된다.

CMMS는 현재 EAM과 ERP로 확대되어 기업의 설비자산 관리의 기능으로 활용되고 있다. CMMS는 현재 기업의 설비 또는 자산관리의 핵심 구성요소이며 다음과 같이 보전조직 계층에 따라 다양한 장점을 제공하고 있다(Labib,

2004).

- ① 설비 및 부품의 고장을 예지할 수 있도록 상태감시(Condition Monitoring) 지원
- ② 예비품과 필요한 교체부품의 위치추적
- ③ 보전요원이 신속하게 문제에 대응할 수 있도록 운전자의 고장내용 보고
- ④ 운전자와 보전요원의 의사전달 향상과 운전부서와 보전부서 사이에 정보의 일관성 제공
- ⑤ 작업계획자에게 예방보전 계획수립을 위한 보전이력 제공
- ⑥ 관리자에게 보전부서의 작업통제를 위한 정보 제공
- ⑦ 자본지출 의사결정을 위한 설비관련 재무정보 제공
- ⑧ 경영진에게 자산의 유지 상태에 관한 정보 제공

## 2.2 CMMS 패키지 종류 및 기능

CMMS를 도입하는 기업은 주로 상용화된 패키지를 도입하거나 기업 특성을 고려하여 자체개발을 하고 있다. 상용화된 CMMS 패키지를 도입할 경우 패키지 선택이 가장 중요하며, 이 패키지의 선택이 CMMS구현 성공의 한 요소가 된다. 정보기술의 발전에 따라 CMMS 패키지의 수 및 영역이 확장되고 있으며 설비관리 소프트웨어 지표에 의하면 현재 350개 이상의 CMMS 패키지가 존재하고 있다(Uysal and Tosun, 2012).

Thomas and O'Hanlon(2011)의 CMMS 사용자 설문조사에 의하면 <Table 1>과 같이 SAP과 MAXIMO가 45%의 점유율로 압도적인 비중을 차지하고 있다. 기업에서 자체적으로 개발한 소프트웨어(Built in house)의 비중은 4%를 차지하고 있다.

**Table 1.** Survey Participants by CMMS Type

No	CMMS Package	Responses	% of Total
1	SAP EAM	168	24
2	MAXIMO	149	21
3	MP2 & infor EAM	53	7
4	Built in house	25	4
5	JD Edwards	21	3
6	Ivara	14	2
7	Oracle EBS	13	2
8	None	12	2
9	Oracle Util.WAM	11	2
10	One Off	76	11
11	Not Most Popular	169	24
Total		711	100

CMMS를 구성하고 있는 기능은 패키지를 공급하고 있는 업체마다 약간의 상이하나 설비관리 업무영역에서 보면 핵심적인 기능은 대부분 유사한 특성을 보인다. 대표적인 상용 패키지인 SAP과 MAXIMO 뿐만 아니라 국내 공급되는 소규모의 패키지라 할지라도 기본적으로 설비자료관리 모듈, 작업관리 모듈, 예방보전 모듈, 자재관리 모듈은 공통적으로 포함하고 있다. 이러한 핵심적인 기능 외에 기술자료관리 모듈, 도면관리 모듈, 공사(Project)관리 모듈, 예산관리 모듈, 보전분석 및 보고서 기능 등이 추가로 제공되고 있다. 각 개별 모듈에 대한 특징은 다음과 같다(Ku and Jang, 2005; KMAC, 1996).

### (1) 설비자료관리 모듈

설비의 효율적 관리를 위한 기초자료를 관리하는 모듈이다. 주로 BOM(Bill Of Material) 형태로 구축되어 설비의 소속공장, 공정, 라인에서부터 최종적으로 구성 예비품(Spare Parts)까지 전체 구성요소를 포함한다. 또한 설비의 특성별로 구분하여 여러 가지 다른 관점에서 운용할 수 있다.

### (2) 작업관리 모듈

사후고장 처리 및 예방보전작업 등의 처리를 위한 모듈로 작업지시서(Work Order)의 작성, 관리, 작업분석, 비용추적, 정비이력 분석, 작업자의 업무분담, 작업결과 처리 등 작업에 관련된 모든 기능을 제공한다. 작업처리를 하는데 있어서 작업자에게 필요한 여러 가지 자료를 제공하고, 작업의 결과를 효율적으로 입력할 수 있게 하여 결과적으로 고장분석, 비용집계 등 유용한 데이터베이스를 구축할 수 있도록 한다.

### (3) 예방보전 모듈

예방보전을 위한 일정계획을 작성하고 이를 작업지시서 또는 체크리스트(Check List), PDA(Personal Digital Assistance) 등을 활용하여 예방점검, 정비가 이루어질 수 있도록 하는 기능이다. 예방점검, 정비에 필요한 각종 기준에 의해 보전계획이 결정되며 필요한 공구, 자재, 작업표준 등의 자료를 제공한다.

### (4) 자재관리 모듈

보전작업에 필요한 자재의 재고 수불을 목적으로 수급 예상치를 계산하고, 사용량분석, 위치별 재고파악, 실사관리 등의 기능을 제공하는 모듈이다. 작업관리 모듈의 작업계획에 따라 계산된 자재의 소요량 예측정보 및 출고자재의 설비이력 반영, 구성자재 목록 반영, 자재사용실적 누적 등의 기능을 제공한다.

### (5) 기술자료관리 모듈

보전작업에 소요되는 표준작업 지침, 소요공구, 소요자재 등을 관리하여 정비에 필요한 노하우(Know-how)를 유지할 수 있도록 하는 모듈이다. 표준자료는 작업지시서, 예방보전작업 등의 기능들과 연결되어 예측적인 분석 자료를 제공하는 기초자료가 되며 정확한 작업의 형태를 명시할 수 있다.

## 3. CMMS 구현실태 분석

### 3.1 연구 대상

CMMS의 구현내용과 활용실태를 연구하기 위한 방법으로 2가지를 선택할 수 있다. 설문조사를 통해 파악하는 방법과 직접 기업을 방문하여 조사하는 방법이다. 전자의 방법은 단기간에 많은 회사를 조사함에 따라 샘플의 양적 확보를 이룰 수 있지만 조사의 신뢰도나 구현내용의 상세한 부분까지 파악하기 어렵다는 단점이 있다. 본 연구에서는 기업을 직접 방문하여 CMMS 구현내용을 확인하면서 조사하는 방법을 선택하였다.

본 연구의 조사는 2000년 1월부터 2013년 4월까지 기업진단을 통해 CMMS 구현실태를 조사하였다. 기업진단은

1일 8시간이 소요되었고 설비관리 진단을 하면서 CMMS(EAM, ERP 포함) 구현실태에 대한 설문이나 CMMS 자료를 확인하면서 진행하였다. 대상기업은 43개 기업, 64개 공장이다. 대상기업은 9개 업종으로 분류하여 조사내용을 정리하였고 이 중 33개 기업, 51개 공장이 CMMS를 도입하여 사용하고 있었다. 조사대상 기업 중 CMMS 도입비율은 77%이고 미 도입 기업은 23%를 차지하고 있다. 특히 석유화학, 자동차 부품, 전기전자와 같이 대기업이나 글로벌회사가 속한 업종에서 도입비율이 높았고 식품, 제약업종과 같이 설비관리의 중요성이 상대적으로 떨어지는 업종은 도입비율이 낮았다. 조사대상 기업의 업종별 분류, 기업 수, 공장 수, CMMS 도입 기업 및 도입비율은 <Table 2>와 같다.

**Table 2.** Survey Result of CMMS Introduction

Industry	No. of Company	No. of Plant	No. of CMMS Introduction	% of CMMS Introduction
Petrochemical	12	12	11	92%
Food & Drug	8	16	3	38%
Electrical & Mechanical	9	14	8	89%
Pulper & Paper	5	7	3	60%
Auto Parts	4	9	4	100%
Research Institute	2	2	1	50%
Utility	1	1	1	100%
Textiles	1	1	1	100%
Cement	1	1	1	100%
Total	43	63	33	77%

CMMS를 도입한 33개 기업에 대해 사용하고 있는 CMMS 패키지를 조사하여 보았다. 조사대상 기업에 대한 상세한 진단 및 평가일자, 기업별 CMMS 패키지 종류는 다음 <Table 3>과 같다. 본 조사 자료에서 기업진단 시에는 CMMS를 도입하지 않았지만 전사적 생산보전(TPM)이나 계획보전과 같이 설비관리 컨설팅을 진행하면서 CMMS를 도입한 회사는 CMMS 도입 후 기준으로 CMMS 구현실태를 조사하였다.

**Table 3.** Survey Result of CMMS Package

No	Company	Industry	Evaluation Date	CMMS Package
1	A1	Petrochemical	2010.1.11	SAP
2	A2	Petrochemical	2012.5.1	SAP
3	A3	Petrochemical	2012.11.9	Builtin house
4	A4	Petrochemical	2011.2.28	MAXIMO
5	A5	Petrochemical	2007.8.14	Builtin house
6	A6	Petrochemical	2007.8.14	Mware
7	A7	Petrochemical	2004.5.20	MAXIMO
8	A8	Petrochemical	2012.2.13	SAP
9	A9	Petrochemical	2003.3.20	SAP
10	A10	Petrochemical	2007.2.4	MLS
11	A11	Petrochemical	2004.12.6	SAP
12	B1	Food & Drug	2010.2.8	eZenith
13	B2	Food & Drug	2003.12.9-10	SAP
14	B3	Food & Drug	2011.12.21	SAP
15	C1	Pulper & Paper	2010.7.5-10	e-MOS
16	C2	Pulper & Paper	2010.4.26	SAP
17	C3	Pulper & Paper	2013.4.7	Mware
18	D1	Auto Parts	2010.11.4	SAP
19	D2	Auto Parts	2003.1.19	SAP
20	D3	Auto Parts	2004.8.18	SAP
21	D4	Auto Parts	2011.3.21	SAP
22	E1	Electrical & Mechanical	2000.12.6-12	SAP
23	E2	Electrical & Mechanical	2008.2.16	SAP
24	E3	Electrical & Mechanical	2013.4.3	SAP
25	E4	Electrical & Mechanical	2005.7.5-14	Builtin house
26	E5	Electrical & Mechanical	2009.10.26	Builtin house
27	E6	Electrical & Mechanical	2007.7.11	SAP
28	E7	Electrical & Mechanical	2010.1.15	Builtin house
29	E8	Electrical & Mechanical	2012.7.2	SAP
30	F1	Textiles	2007.12.6	Mware
31	G1	Cement	2007.3.6	Mware
32	H1	Utility	2004.6.28	MP2
33	I1	Research Institute	2006.3.6	Builtin house

각 기업에서 도입한 CMMS 패키지 종류를 조사해 본 결과 <Table 4>와 같이 SAP이 52%를 차지하고 있고 자체 개발이 18%를 차지하고 있다. Thomas and O'Hanlon(2011)의 CMMS 사용자 설문조사에서 24%의 점유율을 가진 SAP은 국내에서 52%의 매우 높은 점유율을 보였고, 21% 점유율을 가진 MAXIMO는 국내에서 상대적으로 낮은 6%의 점유율을 보이고 있다. 특히 국내 CMMS 패키지인 Mware가 12%로 MAXIMO보다 높은 점유율을 보이고 있다.

**Table 4.** Status of CMMS Package introduced by domestic enterprises

CMMS Package	No. of Company	% of Total	Remarks
SAP	17	52%	
Mware	4	12%	Domestic Packages
MAXIMO	2	6%	
e-MOS	1	3%	Domestic Packages
MLS	1	3%	Domestic Packages
MP2	1	3%	
eZenith	1	3%	Domestic Packages
Built-in house	6	18%	
Total	33	100.0%	

### 3.2 CMMS 구현수준 평가모델

CMMS를 도입한 기업의 구현수준을 평가하기 위해서는 객관적인 평가기준이 필요하다. 본 연구에서는 CMMS 구현에 대한 수준 평가모델을 연구하기 위해 다음과 같이 4단계를 거쳤다.

#### (1) 1단계 : CMMS 기능모듈 조사

CMMS의 기능은 상용 패키지가 가지고 있는 기본적인 기능과 선택기능으로 구분할 수 있으며, 사용자의 요구에 의해 추가로 기능을 개발할 수 있다. 연구에 의하면 CMMS의 기능은 설비자료관리, 작업관리, 예방보전, 자재관리, 구매관리, 설비이력관리, 공사관리, 점검관리, 예산관리, 기술표준관리, 도면관리, 실적분석 및 보고서, 교육훈련관리, 보전인력관리, 안전관리, 설비상태감시 등이 주로 사용되고 있다(Peng, 2012; Kelly, 1997; KMAC, 1996).

#### (2) 2단계 : CMMS 수준 평가모듈 선정

CMMS 기능모듈 중에서 수준평가를 위한 핵심모듈을 선정하였다. Levitt(2009)는 CMMS 도입과 구현에 대한 평가를 작업관리, 자재관리, 보전기록 및 보고서, 예방보전 모듈로 분류하고 50개 문항으로 평가하고 있으나 본 연구에서는 국내 3대 상용 패키지인 SAP, MAXIMO, Mware가 공통적으로 제공하고 CMMS의 기본기능이라 할 수 있는 설비자료관리, 작업관리, 예방보전, 자재관리, 분석정보를 선정하였다.

#### (3) 3단계 : 모듈별 세부 평가항목 선정

세부 평가항목은 각 기능모듈의 목적을 달성할 수 있는 핵심적인 5가지 항목을 선정하였다. 5가지 항목은 모듈별 고유의 기능을 발휘하고 보전업무에 활용하기 위한 필수적인 항목들이다. CMMS를 도입하고 활용하지 못한다는 것은 5가지 필수항목들이 구현되지 않았기 때문이다.

#### (4) 4단계 : 평가기준 수립

각 기능모듈별 평가점수는 5점을 만점으로 하고 5항목이 모두 구현되었으면 5점, 3~4항목이 구현되었으면 4점, 2항목이 구현되었으면 3점, 1항목이 구현되었으면 2점, 1항목도 구현되지 않았지만 평가항목에 대한 기능을 갖추고



있으면 1점을 부여하였다. 이는 CMMS를 도입하면서 기능조차 갖추지 못한 경우도 있기 때문이다.  
 이와 같은 단계를 거쳐 CMMS 구현에 대한 수준 평가모델을 <Table 5>와 같이 제시한다.

**Table 5.** Evaluation Model for CMMS Implementation Status

Function Module	Evaluation Items	Evaluation Standards
Equipment Data Management	Equipment hierarchy configuration and classification	<b>1 Points:</b> equipped with all functions for evaluation items  <b>2 Points:</b> one item carried out  <b>3 Points:</b> two items carried out  <b>4 Points:</b> 3-4 items carried out  <b>5 Points:</b> All items carried out
	Enrollment rate of equipment	
	Registration of equipment specifications	
	Registration of equipment materials (BOM)	
	Registration of drawings and technical data	
Work order Management	Work order created	
	Work order processing procedures	
	Work planning and resource allocation	
	Input and analysis of the work results	
	Adequacy of job classification and failure code	
Preventive Maintenance	Registration of preventive maintenance work items	
	Preventive maintenance schedule(year, month, etc.)	
	Preventive maintenance standard (routine, periodic)	
	Preventive maintenance order and conduct rate	
	Recording the results of preventive maintenance work	
Materials Management	List of spare parts classification and retention	
	Material master and material registration	
	Materials management linked work orders	
	Storage of materials and inventory management	
	Safety stock settings, and automatic ordering	
Analysis Information	Maintenance KPI selection and reflect	
	Reliability and maintainability analysis(failure)	
	Efficiency analysis for maintenance work	
	Analysis of maintenance costs (materials, etc.)	
	MES, CMS, POP, including other systems linked	

### 3.3 국내기업 CMMS 구현수준 평가

<Table 5>의 평가모델에 의해 33개 기업의 CMMS 구현수준을 평가해 본 결과 <Table 6>과 같은 결과가 나왔다. 전체 평균은 2.8점이 나왔고 가장 높은 점수는 C3 기업이 4.0으로 나왔다. C3 기업은 진단 당시에는 CMMS를 도입하지 않았지만 수년간 보전혁신 활동을 하면서 자료준비를 충실히 하였고, CMMS 구축단계에서도 컨설팅을 받은 회사이다. 가장 낮은 점수는 1.8점으로 전기전자 업종에 소속된 기업이다.

Table 6. Evaluation Result of CMMS Implementation Status

No	Company	Evaluation Items					Total	Mean
		Equipment Data	Work order Management	Preventive Maintenance	Materials Management	Analysis Information		
1	A1	2	2	2	3	2	11	2.2
2	A2	3	3	2	3	2	13	2.6
3	A3	4	3	4	3	3	17	3.4
4	A4	3	3	3	4	2	15	3.0
5	A5	3	3	3	3	2	14	2.8
6	A6	4	4	4	4	3	19	3.8
7	A7	2	2	2	2	2	10	2.0
8	A8	3	3	2	3	2	13	2.6
9	A9	4	3	3	3	3	16	3.2
10	A10	3	3	3	3	2	14	2.8
11	A11	3	3	2	3	2	13	2.6
12	B1	3	2	2	3	2	12	2.4
13	B2	3	3	2	2	2	12	2.4
14	B3	3	3	1	3	3	13	2.6
15	C1	3	3	3	3	3	15	3.0
16	C2	3	4	3	3	3	16	3.2
17	C3	3	4	5	3	5	20	4.0
18	D1	3	3	3	3	3	15	3.0
19	D2	4	4	3	4	4	19	3.8
20	D3	3	3	3	3	3	15	3.0
21	D4	3	3	2	3	3	14	2.8
22	E1	3	2	2	3	2	12	2.4
23	E2	3	4	3	3	4	17	3.4
24	E3	3	2	3	3	3	14	2.8
25	E4	2	2	2	2	2	10	2.0
26	E5	2	2	1	2	2	9	1.8
27	E6	3	3	3	3	3	15	3.0
28	E7	3	3	3	3	3	15	3.0
29	E8	2	2	1	2	2	9	1.8
30	F1	3	2	2	3	2	12	2.4
31	G1	3	3	2	3	2	13	2.6
32	H1	3	3	2	3	3	14	2.8
33	I1	3	2	2	2	2	11	2.2
Total		98	94	83	96	86	457	91.4
Mean		3.0	2.8	2.5	2.9	2.6	13.8	2.8

기능모듈별 평가에 대한 결과는 <Table 7>과 같다. 전체 평균 2.8점 보다 낮은 모듈은 예방보전과 분석정보 모듈로 나타났다. 설비자료와 작업관리 모듈이 높은 것은 CMMS 구축 단계에서 가장 기본적인 항목으로 중점을 두고 구축하기 때문이다. 특히 예방보전은 약 6개월간의 프로젝트 기간 중 예방보전 자료를 준비하지 못했거나 CMMS 구축 이전에도 예방보전이 실행되지 못했기 때문으로 판단된다. CMMS의 기능모듈 중에서 예방보전과 분석정보는 CMMS의 보전효과를 나타낼 수 있는 핵심 기능이지만 CMMS를 구축하는 기업의 보전관리자, 보전요원의 능력과

보전수준에 따라 차이가 난다. 예방보전이 취약하다는 것은 CMMS 구축에 따른 고장율 감소나 가동율 향상과 같은 CMMS 구축 효과를 기대하기 어렵다는 결론에 도달하게 된다.

**Table 7.** Evaluation Result of Each Functional Module

Classification	Mean	Standard deviation
Equipment Data Management	3.0	0.53
Work order Management	2.8	0.67
Preventive Maintenance	2.5	0.87
Materials Management	2.9	0.52
Analysis Information	2.6	0.75
Mean	2.8	0.67

## 4. 평가결과에 따른 고도화 방안

### 4.1 모듈별 분석결과와 취약요소

CMMS 구현수준 평가를 바탕으로 고도화 방안을 제시하기 위해 각 기능모듈별 취약요소를 분석해 보았다. 취약 요소는 각 회사별로 다르지만 기능모듈별 공통적인 취약요소는 다음과 같다.

#### (1) 설비자료관리

설비자료 관리는 CMMS 구축단계에서 선택사항이 아닌 필수적인 요소이기 때문에 대부분의 회사에서 평균이상의 점수로 평가되었다. 그러나 설비분류, 설비등록 등 기본적인 요소는 되어 있으나 설비의 상세사양과 설비별 자재(BOM)등록이 취약한 것으로 조사되었다. 분석결과 취약요소는 다음과 같다.

- 설비 BOM을 초기부터 구축하지 않았거나 자재등록 시 자동으로 등록되지 않는다.
- 신규설비 및 변경되는 설비의 자료등록과 수정이 이루어지지 않는다.
- 기술문서나 도면관리를 위한 기능이 취약하다.

#### (2) 작업관리

작업관리도 CMMS의 필수적인 기능모듈이며 구축단계에서 많은 비중을 두기 때문에 평균 점수 이상으로 평가되었다. 그러나 다음과 같은 부분에서 취약점이 발견되었고 고도화 방안도 이를 보완하는 방법이 될 것이다.

- 제조부서에서 작업요청 기능을 수행하지 못하고 보전부서에서 전담하고 있다.
- 고장코드에 부위가 없거나 현상, 원인이 혼재되어 있어서 고장분석 활용도가 낮다.
- 작업지시서 발행이나 완료 시에 자재가 할당되지 못하여 보전비용 분석이 곤란하다.

#### (3) 예방보전

예방보전은 평가결과 가장 낮은 2.5점으로 평가되었다. 이는 시스템 구축단계에서 시간적인 한계와 보전부서의 예방보전 자료 부족에 의한 것으로 분석되었다. 예방보전에 대한 취약성은 CMMS 구축효과 중 가동율 향상에 한계를 가져오게 된다. 예방보전 모듈에 대한 분석결과 취약요소는 다음과 같다.

- CMMS 구현에 필요한 예방보전 개념이 정립되지 않았다.
- 예방보전 대상설비가 명확하지 못하고 선정기준이 없다.
- CMMS에 예방보전 작업으로 등록할 예방보전 기준서(일상점검, 정기보전)가 없다.
- 예방보전 실행에 대한 예방보전 실시율 관리를 하지 않는다.

#### (4) 자재관리

자재관리는 2.9점으로 타 모듈에 비해 높은 점수로 평가되었다. 이것은 최근 CMMS에서 ERP로 이동하면서 비용을 중시하기 때문에 비용과 관계가 있는 자재관리에 중점을 둔 것으로 평가된다. 자재관리에 대한 취약요소는 다음과 같다.

- 자재의 종류, 용어 등의 표준화가 미흡하다.
- 창고가 분산되어 있고 재고관리가 부족하다.
- 안전재고 관리와 연계된 자동발주 시스템이 취약하다.

#### (5) 분석정보

보전작업에 분석정보는 2.6점으로 평균점수보다 낮게 평가되었다. 보전 분석정보는 보전부서의 전략이나 목표와 관련이 있다. CMMS 도입단계에서 보전전략이나 목표에 대한 보전성과지표를 명확하게 설정하고 이를 CMMS에 구현하지 못한 결과로 평가된다. 분석정보에서 취약요소는 다음과 같다.

- 보전성과지표가 명확하게 정해져 있지 않다.
- CMMS에서 고장건수, 고장시간 등 정확한 데이터가 집계되지 않는다.
- POP, MES 등 타 시스템에서 보전성과지표 관리를 하고 있다.

### 4.2 CMMS 고도화 방안

보전정보시스템 도입에 따른 효과는 시스템에서 제공해주는 정보를 가지고 실행했을 때 얻어진다. 보전정보시스템이 자체적으로 자산(또는 설비)을 관리하지 않는다. Levitt(2009)는 보전정보시스템 도입과 실행에 따른 투자수익(ROI)을 다음과 같이 제시하였다.

- ① 인력가동의 계획수준 향상에 의해 인력 3-8% 감축
- ② 부품 가용성의 증가에 의해 인력 1-2% 감축
- ③ 설비가동율 향상에 의해 가동율 0.5-2% 향상
- ④ 재고의 감축에 재고수준 10-20% 절약

그러나 이러한 효과는 기업의 CMMS 구현능력과 실행수준에 따라 차이가 날 수 있다. CMMS의 각 모듈은 CMMS 도입효과와 직접 관련이 있으며, CMMS의 각 모듈에 대해 고도화를 추진함으로써 CMMS 도입효과를 향상시킬 수 있다. 본 연구에서는 국내기업의 CMMS 구현수준 평가를 바탕으로 CMMS 고도화 방안을 제시하고자 한다. CMMS 고도화 절차와 실행항목은 <Figure 1>과 같다.

CMMS 고도화 절차는 CMMS 구현의 기본데이터인 설비자료를 우선적으로 보완하고 작업관리, 예방보전, 자재관리, 분석정보 순으로 고도화를 진행한다. 고도화 항목은 CMMS의 활용과 효과측면에서 가장 중요한 항목 위주로 선정하였다. 특히 보전부서에서 CMMS 고도화를 위해 사전 조사나 구축하여야 할 자료는 설비 및 자재에 대한 자료와 예방보전에 대한 자료이다. 이러한 자료가 부족하면 CMMS 기능모듈은 목적하는 역할을 하지 못하게 된다.

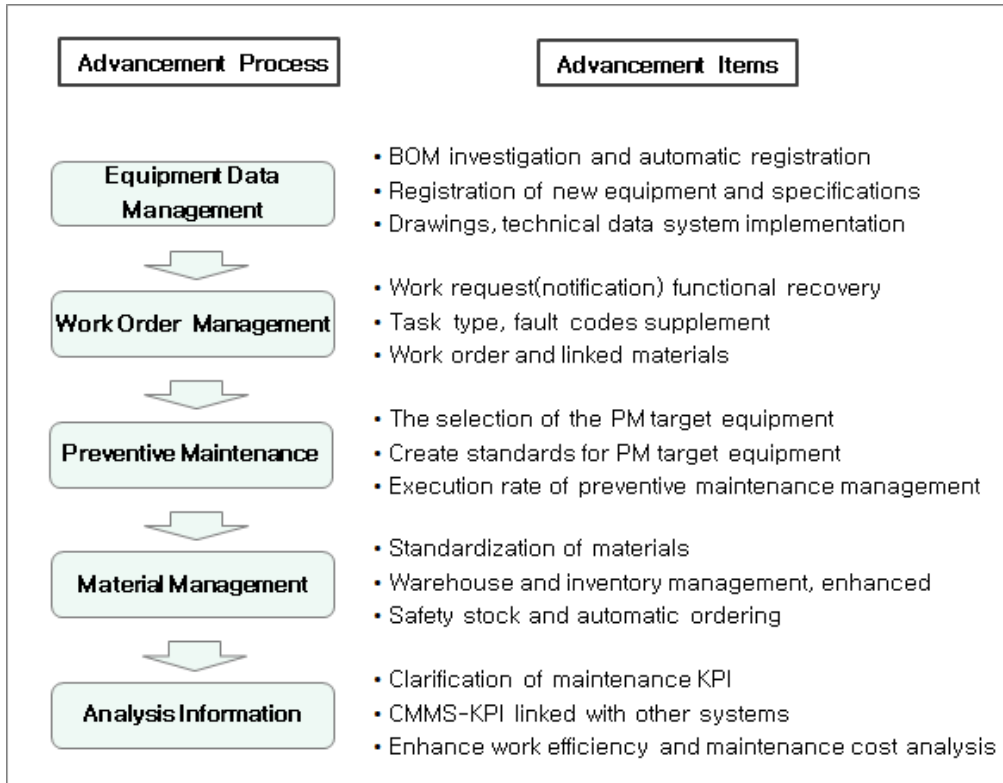


Figure 1. CMMS Advancement Methodology

### 4.3 취약 기능모듈에 대한 고도화 방안

국내기업의 CMMS 구현수준 평가결과 가장 취약한 분야로 나타난 예방보전 모듈과 분석정보 모듈은 고장감소와 가동율 향상이라는 기능과 보전작업과 보전효과의 분석기능을 담당하고 있으며, 보전의 목표와 직접 관계가 있다. 따라서 취약한 두 모듈을 고도화하면 CMMS의 도입효과를 극대화할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 두 모듈에 대한 구체적인 고도화 방법을 제시한다.

#### (1) 예방보전 모듈 고도화

예방보전 모듈에 대한 분석결과를 바탕으로 예방보전 고도화 방안을 <Figure 2>와 같이 제시한다. 예방보전 모듈 고도화를 위해서는 우선 전체설비를 대상으로 예방보전 대상을 선정하여야 한다. 전체설비의 중요도를 평가한 후 A, B급을 예방보전 대상으로 선정하고 선정된 설비에 대해서 예방보전 기준서를 작성한다. 예방보전 기준서는 운전 중에 실시하는 일상점검과 정기보정으로 구분하여 작성한다. 정기보전 기준서에는 정기보전 부위, 작업방법, 주기, 소요공수 등이 포함된다. 예방보전기준서를 바탕으로 예방보전 계획서를 작성한다. 예방보전 계획서는 CMMS에 업로

드(Upload)할 수 있도록 CMMS 패키지가 제공하는 양식에 따라 작성된다. CMMS에 입력된 예방보전은 예방보전 작업지시서로 발행되며 작업자는 지시된 작업을 수행하고 CMMS에 작업결과를 기록하게 된다. 일상점검은 작업의 특성상 일, 주, 월단위로 수행되기 때문에 CMMS의 작업지시서보다 PDA 또는 일상점검 체크시트에 의해 작업이 수행되도록 한다.

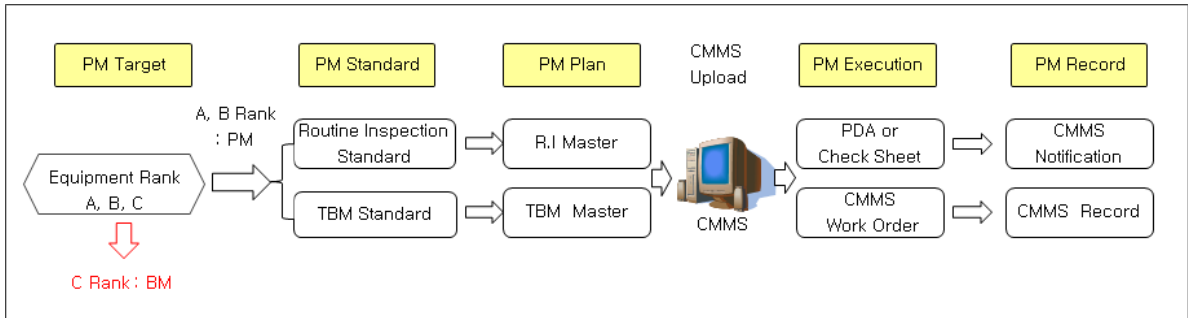


Figure 2. Advancement Process for Preventive Maintenance Module

(2) 분석정보 모듈 고도화

분석정보 모듈은 CMMS에서 각종 작업분석이나 고장 분석, 보전비용 분석 등 분석정보와 보고서를 제공하는 모듈이며, CMMS 구현수준 평가에서 보전성과지표의 구현이 취약한 것으로 분석되었다. 분석정보 고도화를 위해서는 <Figure 3>과 같이 먼저 보전목표를 명확하게 설정하고 보전성과지표를 선정하여야 한다. 보전성과지표에는 고장건수와 같은 신뢰성지표, 보전성지표, 보전비용지표, 작업효율지표, 예방보전 실시율 지표를 선정하고 보고서 형태로 출력되어 경영층에 보고될 수 있도록 한다. 양호한 보전성과지표나 보고서가 출력되려면 작업분류 코드, 고장코드와 설비정보, 자재정보, 비용정보가 정확하게 입력되어야 한다.

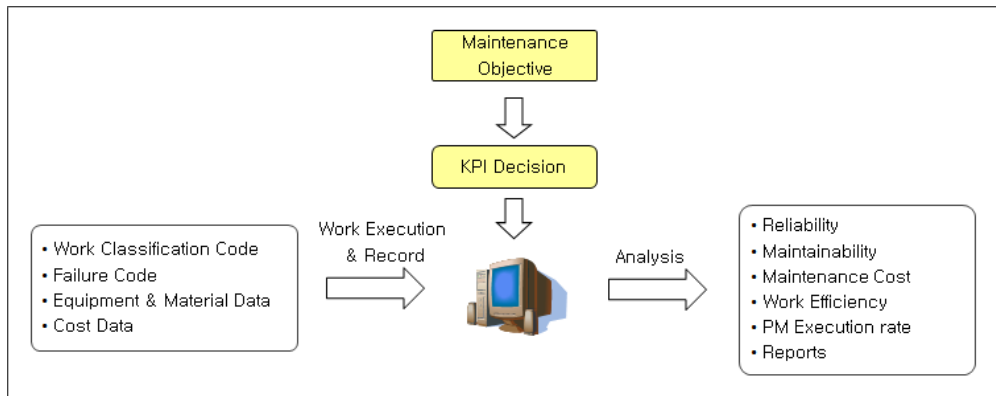


Figure 3. Advancement Process for Analysis Information Module

이와 같이 보전분석 모듈은 설비자료관리 모듈, 작업관리 모듈, 예방보전 모듈, 자재관리 모듈과 모두 연계되어 분석정보와 보고서를 산출하고 있다.

## 5. 결론

지금까지 CMMS에 관련된 국내외 논문에서는 CMMS 각 모듈에 대한 상세한 연구나 구현수준에 대한 연구가 이루어지지 못하였다. CMMS를 도입하는 기업에서 성공적인 구현과 효과를 얻기 위해서는 CMMS의 기능모듈과 모듈별 세부항목을 평가하고 이를 보완하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 현재의 CMMS 구현수준을 평가할 수 있는 평가모델과 취약요소를 보완할 수 있는 고도화 방안을 제시하였다.

CMMS 구현수준 평가모델은 CMMS 패키지의 기본기능으로 판단되는 기능모듈 5가지를 도출한 후, 5가지 기능모듈에 대해서 세부적인 평가항목을 선정하고 평가점수를 부여하였다. 제시된 CMMS 구현수준 평가모델은 CMMS를 도입하거나 고도화하고자 할 때 유용한 평가기준이 될 것으로 기대된다.

이 수준 평가모델에 의해 국내 33개 회사에 대한 CMMS 구현실태를 분석해 본 결과 5점 만점 기준으로 평균 2.8수준이었고, 그 중에서도 예방보전 모듈과 분석정보 모듈이 취약한 것으로 평가되었다. 예방보전 모듈은 CMMS 도입효과 중 가동율 향상과 밀접한 관계가 있는 모듈로 CMMS 구현의 성공과 실패를 결정하는 중요한 인자이다. 분석정보 모듈은 설비보전의 효과를 가지적으로 나타낼 수 있는 보전지표와 각종 보고서를 제공하는 모듈이다. 분석정보 모듈 수준이 평균보다 낮게 평가된 것은 설비보전의 효과를 CMMS에서 구현하는 수준이 취약하다는 것을 보여주고 있다.

CMMS 도입효과를 향상시키기 위해서는 취약요소에 대한 고도화 방안이 수행되어야 한다. 본 연구에서는 CMMS 5가지 기능모듈에 대한 개괄적인 고도화 방법론과 취약모듈인 예방보전 모듈과 분석정보 모듈에 대한 세부적인 고도화 절차를 제시하였다. 가동율 향상의 효과가 큰 예방보전 모듈은 CMMS 도입 전에 예방보전에 대한 개념정리와 예방보전 기준서 준비가 필요하고, 분석정보 모듈에서는 고장과 관계되는 신뢰성 및 보전성 지표, 작업과 관련되는 작업효율 지표, 비용과 관계되는 보전비용 지표, 예방보전 실시율에 관한 지표를 중점적으로 보완하는 것이 필요한 것으로 나타났다.

본 연구에서 제시된 CMMS(EAM, ERP PM모듈 포함) 수준 평가모델과 고도화 방안은 CMMS를 도입하는 기업이나 고도화를 추진하는 기업에 있어서 현실적인 방법론이 될 수 있을 것으로 기대한다. 그러나 본 논문의 대상은 33개 기업으로 국내 기업 전체를 대표할 수 없다는 한계점과 조사시간이 장기간이라는 약점을 가지고 있다. 또한 CMMS 패키지별 특성에 따른 상세한 분석과 구체적인 고도화 방안을 제시하지 못한 것도 본 논문의 한계이다. 본 논문의 한계성을 극복하기 위해 국내기업 전체 또는 CMMS 패키지별 상세한 분석과 구체적인 사례논문이 기대된다.

## REFERENCES

- Evans, R. D. 2003. "Too small for a CMMS? Think again." *Maintenance Journal* 163:12-14.
- Kans, M. 2009. "The advancement of maintenance information technology." *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 15(1):5-16.
- Kelly, A. 1997. *Maintenance organization and systems*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- KMAC. 1996. *The Encyclopedia of TPM & Plant Engineering*. Seoul: KMAC.
- Ku, Sungtae., and Jang, Dongyoung. 2005. *Planned Maintenance and Computerized Maintenance Management System*. Seoul: KMTI.
- Labib, Ashraf. W. 2004. "A decision analysis model for maintenance policy selection using a CMMS." *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 10(3):191-202.
- Levitt, J. 2009. *The Handbook of Maintenance Management* second edition. New York: Industrial Press Inc.

- Liyanage, J. P., and Kumar, U. 2003. "Towards a value-based view on operations and maintenance performance management." *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 9(4):333–50.
- Mullin, A. 1989. "The application of information technology to asset preservation in Ford of Europe." *IEE Colloquium on IT in the Management of Maintenance* 211–214.
- O'Hanlon, T. 2004. "CMMS Best Practices." *Maintenance Journal* 173:19–22.
- Peng, K. 2012. *Equipment Management in the Post-Maintenance Era*. London: CRC Press. Inc.
- Steenstrup, K., Eschinger, C., and Miklovic, D. 2004. "GARTNER Strategic Analysis Report 23" .
- Swanson, L. 2003. "An information-processing model of maintenance management." *International Journal of Production Economics* 83(1):45–64.
- Thomas, S., and O'Hanlon, T. 2011. "CMMS best practice study." *Reliabilityweb.com*.
- Uysal, Fahriye., and Tosun, Ömür. 2012. "Fuzzy TOPSIS-based computerized maintenance management system selection." *Journal of Manufacturing Technology Management* 23(2):212–228.
- Wikipedia. 2013. "Enterprise Asset Management." Accessed April 25. [http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise\\_Asset\\_Management#References](http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_Asset_Management#References).
- Wireman, T. 2004. *Benchmarking Best Practices in Maintenance Management*. New York: Industrial Press Inc.