건설사업관리(CM)에서 안전관리정보시스템 구축 모델에 관한 연구

- A Study on the Setup Model of Safety Management Information System in the Construction Management -

김 영 수 *
Kim Young Soo
강 경 식 **
Kang Kyong Sik

Abstract

Construction Management(CM) system, which was introduced some years ago to large national construction projects, such as the construction of Incheon New Airport, construction of high-speed railroad and World Cup stadiums, is considered to be still in its early stage and safety at each step of CM is very poorly controlled.

In an attempt to improve such inferior safety control of domestic CM, this study analyzed safety control operation system in CM home and abroad and suggested a model for the construction of safety control management information system suitable to the conditions of Korea.

Keywords : Construction Management, Safety Management, System, Model

1. 서론

최근 우리나라의 건설산업은 신기술과 신공법의 도입으로 공정 및 작업이 다양해지고 새로운 방법들이 많이 시도되고 있다. 또한 젊은 계층의 3D 기피현상에 따라 근로자의 연령이 고령화되는 추세에 있다. 이로 인하여 근로자가 새로운 공사방법을 적절한 시기에 숙지하지 못하는 경우 등 공사과정에서 작업상의 위험성도 증대되고 있다. 국내의 2002년도 재해율은 전년대비 동일한 수준인 0.77%이고, 산업재해를 당한

* 명지대학교 산업공학과 박사과정수료
** 명지대학교 산업공학과 교수

근로자수는 8만1천9백11명인 것으로 나타났으며, 경제적 손실추정액은 10조로 전년에 비해 1조4천억원으로 증가하였다.
업종별로는 제조업이 3만4천9백19명(43%)으로 가장 많고, 건설업 1만9천9백25명(24%)으로 나타났다.
특히 대부분의 업종에서는 재해가 감소하였으나, 건설업은 3천1백54명(18.8%)이 증가한 것으로 나타났다.
이에 따라 정부는 건설관리의 중요성을 인식하고, 대형 국책사업을 발주하는 과정에서 건설안전 확보를 위한 노력을 기울이고 있다. 각 분야에 종사하는 건설 관계자들은 국내 건설업의 국제 경쟁력 제고와 재도약을 위해서 CM(Construction Management)의 필요성을 인식하고, 정부는 건설산업 기본법에 CM 제도를 도입키로 하였다.
따라서, 본 논문에서는 건설사업관리(CM)에서 상대적으로 비중이 낮은 안전관리에 관한 사항을 계획 단계, 설계 단계, 입찰 단계, 시공 단계, 시공 후 단계의 5단계로 분류한 안전관리정보시스템 구축 모델을 제시하고자 한다.

2. 건설사업의 안전관리 현황

2.1 건설사업의 안전관리 실태

건설사업에서 외국의 기관 및 전문가들이 분석한 각 단계별 안전사고를 유발시키는 요인은 표 1.과 같이 각각의 분포가 다르게 나타나고 있지만, 평균적으로 계획 및 설계단계 45.3%, 시공단계 37.6%, 사용단계 14.3%의 분포를 보여 계획 및 설계단계에서의 점수가 높은 비율을 차지하고 있음을 알 수 있다. 그리고 안전사고의 원인이 되는 실수의 분포는 계획 59%, 시공단계 38%, 사용단계 4%의 분포를 보이며, 안전사고 원인의 제공은 계획 · 설계단계가 가장 크고, 설계 안전사고가 발생되는 빈도는 계획 · 설계단계 2%, 시공단계 41%, 사용단계 57% 의 분포를 나타내므로 안전사고가 가장 많이 발생되는 단계를 사용단계로 보고 있다. 또한 시공 중에 발생 된 안전사고 중 50%는 설계에 원인이 있으며, 나머지 50%는 시공에 원인이 있는 것으로 나타났다. 설계 잘못으로 인한 안전사고 중 1/3은 시공 중에 노출되었고, 2/3은 사용 중에 노출된 것으로 분석된다.[9]
결국 건설재해를 방지하지 위해서는 시공단계 뿐만 아니라 계획 · 설계단계, 사용단계에도 안전관리가 철저히 이루어져야 한다는 것을 알 수 있다.

2.2 건설환경의 변화에 따른 안전관리

93년 12월에 타결된 우루과이라운드(UR) 서비스 협상에 따라 국내의 건설시장이 개방되고 국제 건설환경이 급격히 변화되고 있다. 우리 건설업계에서는 국제환경의 변화에

대응하기위하여 건설관련 제도의 국제화와 건설산업의 구조를 개편하고 있다. 즉 건설의 조사·설계로부터 시공·감리 및 사후관리에 이르기까지 총괄하는 종합화(EC화)가 요구됨에 따라 정부에서는 건설업 면허제도, 입찰계약제도 등을 선진화하고, 건설산업기본법에 CM (construction management)제도를 반영하여 건설산업을 기획, 설계, 시공의 각 단계의 업무를 각 부분의 전문가들에 의해 하나의 통합된 업무로 처리함으로써 건축주를 대신하여 전문가 집단(CMP)이 통합한 관리기술을 제공하고 있다.
이제 한국의 건설안전 분야도 건설환경의 변화에 따라 건설현장에서의 안전관리에만 관심을 갖는 것 보다는 계획부터 유지관리 및 철거단계까지의 건설공사 진행과정의 전단계에 걸쳐 종합적이고 전문화된 안전관리가 필요하다.[2]

[표 1. Incidence of error on the process of the construction]

[단위 : %]

단계 / 전문가	계획·설계 단계	시공단계	사용단계	기타	합
CEB157(1983)	50	40	8	-	98
Matousek(1982)	45	49	6	-	100
Taylor(1975)	36	12	-	-	-
Yamamoto Ang(1982)	36	43	21	-	100
Rackwitz Hillemeier(1983)	46	30	23	-	99
AEPIC	67	33	-	-	100
Melchers,et al.(1983)	55	24	21	-	100
Fraczek(1979)	55	53	-	-	108
Allen(1979)	55	49	-	-	103
Hadipniono(1985)	19	27	33	20	99
Hauser(1979)	37	35	5	23	100
Gonzales(1985)	29	59	-	13	101
Eldukair(1991)	55	57	31	-	143
Sower(1993)	59	38	4	-	101
Thomton(1985)	52	25	1	22	100
Fabian(1985)	29	27	4	39	99
평 균	45.3	37.5	14.3	23.8	121

[참조]시설안전기술공단, ■시설안전비전2000■, 창립1주년기념세미나, 1996, PP12-13

3. CM에서의 안전관리시스템 구축 모델

건설사업관리 이론 및 실무 기반은 국가별 사회, 경제적 상황과 건설 환경 및 시스템에 근간을 두고 발전하여 왔다. 미국·일본 등 선진 외국에서는 이미 국가에서 수행하고 있는 대형 프로젝트나 공공사업의 프로젝트에서 건설사업관리 체계를 구축하여 안정화 단계에 있는 실정이다. 그러나, 우리나라는 최근 몇 년 전부터 대형 국책사업현장(인천신공항건설, 고속전철건설, 월드컵경기장건설) 등에 도입하였으나 아직은 초기

단계라 볼 수 있다.
따라서, 본 논문에서는 우리나라 및 선진 외국의 CM에서 안전관리 운영 체제를 비교 분석하여 국내 실정에 맞는 안전관리시스템 구축 모델을 제시하고자 한다.

3.1 국내 건설사업관리(CM) 제도에서의 안전관리

국내 건설사업관리(CM)제도는 건교부의 "건설사업관리 업무 지침"과 한국 CM 협회의 "CMAK(Construction Management Association of Korea) 기준안"마련하여 국내 건설사업관리 정착에 발판을 마련하고 있다. 따라서, 본 논문에서는 "건설사업관리 업무 지침"과 "CMAK 기준안"의 안전간리 문제점에 대하여 검토하고자 한다.

[표 2. 건설공사 단계별 역할 분담]

단계	업 무 내 용	역 할 분 담				비고
		발주청	사 업 관리자	설계자	시공자	
공통 업무	건설사업관리 수행계획서 작성·운영	승인	주관	-	-	
	건설사업관리 절차서 작성·운영	승인	주관	-	-	
	작업분류체계/사업번호체계 관리	승인	주관	협조	협조	
	사업정보 축적□관리 및 운영	협조	주관	협조	협조	
	건설공사 참여자간 업무협의 주관	협조	주관	협조	협조	
	건설사업관리 업무관련 각종보고	검토	주관	협조	협조	
	기타 건설사업관리 관련 업무	협조	주관			
기본 설계	설계자 선정	주관	협조	-	-	
	기본설계 VE	승인	주관	협조	-	
	공사비분석 및 개략공사비 검토	승인	주관	협조	-	
	설계용역 진행상황 및 기성관리	승인	주관	협조	-	
	기본설계 조정 및 연계성 검토	검토	주관	협조	-	
	기본설계의 품질관리	승인	주관	협조	-	
실시 설계	설계자 선정	주관	협조	-	-	
	공사 발주계획 수립	승인	주관	협조	-	
	실시설계 VE	승인	주관	협조	-	
	공사비분석, 공사원가 적정성검토	승인	주관	협조	-	
	설계용역 진행상황 및 기성관리	승인	주관	협조	-	
	실시설계 조정 및 연계성 검토	검토	주관	협조	-	
	실시설계 품질관리	승인	주관	협조	-	
	지급자재 조달 및 관리계획 수립	승인	주관	협조	-	
	시공자 선정	주관	협조	-	-	
시공 단계	공정·공사비 성과분석/대책수립	승인	주관	-	협조	
	클레임 분석 및 분쟁대응	주관	협조	협조	협조	
	최종 건설사업관리 보고	승인	주관	-	협조	

[참조]건설사업관리 업무지침, 제정 '01. 8.20. 건관 58824-656

3.1.1 건교부의 건설사업관리 업무 지침

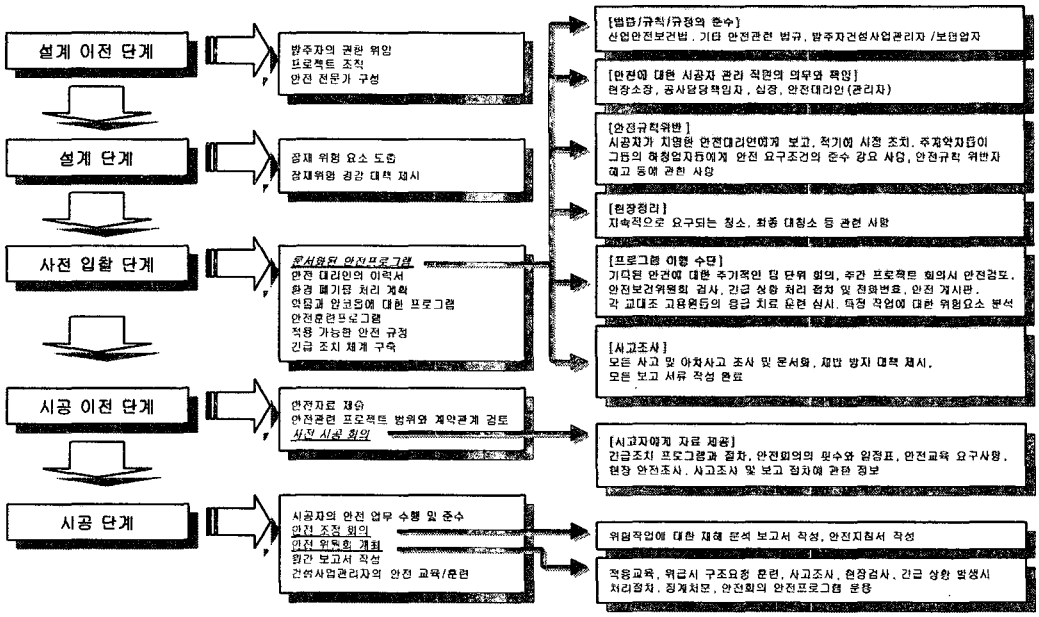
건교부의 건설사업관리 지침은 표 2.와 같이 "사업관리착수단계", "기본설계단계", "실시설계단계", "시공단계"로 구분되어있어, 그 단계별 업무 내용이 CM의 기본 기능인 5단계 6기능에 부합되지 않은 것으로 제시되어있다. 그리고, 건교부의 "건설사업관

리 업무 지침" 내용 중 안전에 관한 사항으로 제5조 1항을 보면 건설사업관리자가 수행하여야 할 업무 내용으로 "건설공사 시행단계별 재해예방 및 건설안전 확보를 위한 제반 기준 및 계획의 검토, 조정에 관한 안전관리"로 명시되어있다. 또한, "<별지 1> 건설공사 시행단계별 건설사업관리 세부업무내용"에 따르면 건설사업관리 공통업무 내용으로 건설사업관리중 안전관리 업무 수행 계획서 작성 및 운영토록 명시되어있어, 안전관리기능이 상대적으로 취약하다고 할 수 있다.[4]

따라서, 안전관리 기능이 계획, 설계단계에서 배제한 상태에서 시공 단계에 적용되는 법령으로 규정되어있어 CM 제도의 정착과 함께 프로젝트 초기단계를 규정하는 안전관리법령의 제정이 필요하다고 할 수 있다.

3.1.2 한국 CM 협회의 CMAK 기준안

한국 CM 협회인 CMAK 기준안에서의 안전관리는 설계이전단계, 설계단계, 사전입찰단계, 시공이전단계, 시공단계 등 5단계로 구분하여 시행하는 것으로 제정되어있다. CMAK 기준안에서 안전관리에 관한 내용을 정리하면 그림 1.과 같다. CMAK 기준안에서는 시공 후 단계의 안전관리 사항이 없기 때문에 시공 후 시운전시 안전운전 계획이나 절차 및 안전점검에 대한 사항을 고려할 수 없다는 문제점이 있다. 따라서, 건설사업관리에서 효율적인 안전관리를 위해서는 현재 제정되어있는 5단계에 시공 후 단계를 추가로 제정하는 조치가 수행되어야 할 것이다.



[참조] 한국 CM 협회(CMAK), 건설사업관리용역표준과업내용서, 1999. 2.

그림 1. CMAK 기준안에서의 안전관리 요소

3.2 미국의 CM 제도 및 안전관리

건설사업관리(CM)가 미국에서 적용된 것은 1966년 착공된 국제무역센터(World Trade Center)가 CM에 의한 최초의 건설공사라고 알려지고 있다. 그 이후 대형 민간부분의 공사에서 적용하게 된 CM 방식은 점점 그 범위를 확대해 많은 공공부분을 중심으로 활성화 되어가고 있는 추세이다. 건설프로젝트가 대형화 및 전문화 되어감에 따라 건설공사관리에서도 전문화가 요구되기 때문에 품질관리, 원가관리, 공기준수, 안전관리 등의 필요성이 더욱 필요함에 따라 새롭고 체계적인 공사수행방식인 건설사업관리기법이 각광을 받게 되었다.

따라서, 본 논문에서 미국 CM 협회인 CMAA(Construction Management Association of America)의 단계별 안전관리 요소를 분석한 결과는 표 3.과 같다. 미국의 CMAA 기준안에서도 한국의 CM 협회의 CMAK에서와 같이 시공 후 단계에서의 안전관리 요소를 고려하고 있지 못하고 있는 실정이다.

[표 3. CMAK의 각 단계별 안전관리 요소]

단계	안전
Pre-Design Phase	1.안전관리 주체 2.안전관리조직 구성 3.조직구성시 고려사항 ① Regulation ② BOCA, NFPA Codes ③ ANSI ④ EPA·DER ⑤ Hazard Communication ⑥ Operation, Specification, Drawing, etc.
Design Phase	1. 계약 요구사항 및 지침서 작성 2. 서면 안전 계획 3. 사전자격기준 4. 사전 입찰 회의 5. 비상대응체계
Procurement Phase	1. 시공사 안전관련 제출물 2. 대리인 승낙 3. 사전공사회의
Construction Phase	1. 시공사 안전 점검 2. 안전 협의 회의 3. 안전위원회 4. 월간보고서 5. CM 안전 훈련 6. 특별기록 보관 7. 클레임 진행 8. 준공도면
Post Construction Phase	※ 관련 항목 없음

[참조] 미국 CM 협회(CMAA), Safety Management, 2002

3.3 일본의 CM 제도

일본의 건설사업관리 형태는 국내건설관리 형태와 유사하게 이루어지고 있다. 최근 일본에서는 건설산업 전반에 걸쳐 관리기능이 강조하면서 CM 제도의 활용이 활발하게 논의되어 가고 있는 추세이다. 특히, 공사 수주에서 공사비용구조의 투명성 확보와 공사의 대형화와 전문화에 대비하기 위해서는 새로운 건설사업관리 제도가 요구되었다.
일본 건설성은 최근 재정·행정 개혁을 중심으로 정부정책의 여건변화를 꾀하고 있다. 2003년까지 목표연도로 잡아 재정구조조정을 꾀하고 재정적자를 GDP 대비 3% 수준으로 낮추어 최종적으로 2005년까지 균형재정을 이룩하고자 노력을 기울이고 있다.
일본의 CM 이용 상황은 민간건설부문의 몇몇 사업에서 찾아볼 수 있으나 공공부문에서는 미미한 실정이다. 일본에서 CM 제도가 잘 정착되지 못하고 있는 주요 이유는 다음과 같다. 먼저 일본에서 일반적인 계약은 총액 계약형태 이다. 따라서, 비록 한 건설사업에 다양한 하도급업자와 전문업자들이 참여하고 있더라도, 전체 시공과정의 관리는 제네콘에 의해 이루어지고 이들이 주계약자로서 발주자와 파트너 관계를 유지한다. 공공 공사의 경우 발주자인 공공부문은 자체의 기술적 스탭, 즉 엔지니어링 인력을 거느리고 있다. 따라서 자체의 엔지니어링 인력으로 설계를 검토하고 견적과 공사 가독을 수행하고 있다.

3.4 영국의 CM 제도

영국은 공공공사의 계획, 시공자의 선정, 계약관리, 공사감리 등을 수행하는 정부기관(Property Service Agency;PSA)이 있었으나, 1990년 이 기관의 모든 서비스의 기능이 민간업체들에게 이양되어 민영화됨으로써, 정부기관에는 소수의 기술직들만이 남아있고, 이들은 발주기관을 대표하는 프로젝트 관리자의 역할을 담당하고 있다. 또한 공공공사의 발주형태는 설계 및 엔지니어링분야와 시공분야 등 각각 발주자와 계약하는 방법과 한 회사가 공사관리 뿐만 아니라 설계 또는 엔지니어링을 일괄 수행하는 설계·시공 일괄계약하는 방법이 있다.
최근에는 PSA가 민영화되어 공공공사를 민간업체가 총괄하게 된 후로 제3의 회사가 감리업무를 수행하는 별도의 조직형태는 사라지게 되었다. 그러나 일부 전자의 계약방법에 의할 경우 건설관리 전문회사들이 프로젝트의 계획, 설계도면 및 시방서의 검토, 품질관리, 원가관리, 하도급자들에 대한 감독 등의 업무를 수행하며 공사현장에 적정 기술수준을 갖춘 관리자, 기술직, 감독 등을 배치하여 공사를 원활하게 수행하고 있다. 이와 같이 건설관리 전문회사들이 수행하고 있는 업무가 건설관리라고 볼 수다 있다.

3.5 건설사업관리의 각 단계별 안전관리정보시스템 구축 모델

앞에서 언급한 국내 기준안의 내용을 검토한 결과 시공 후 단계에서 CM의 안전관리가 필요함에도 이를 고려하고 있지 않다. CMAA(미국 CM 협회)에서 조차 안전관리에 대한 내용을 표기하지 않고 있는 실정이다. 시공 후 단계에서는 종합 플랜트 공사의 경우 Commissioning 및 Test 과정에서 대형재해 발생의 우려가 높고 일반 복합공사에서도 각 설비가 Closs Check 및 Test 등 확인 과정에서 많은 위험성이 있는 것이 현 실정이기 때문에 이 단계를 간과해서는 안된다고 본다. 또한, 장기적으로 볼 때 설비에 대한 유지관리 개념을 염두에 둔다면 사용함에 따른 설비 유지보수가 필요하므로 이에 대한 효율적인 시설물 및 구조물 안전점검 등의 시공 후 관리가 요구된다.[3] 따라서, 본 논문에서는 이러한 시공 후 단계에서 고려하여야 할 안전관리 요소와 계획단계, 설계단계, 입찰단계, 시공단계에서 보다 종합적인 안전관리를 수행할 수 있도록 그림 2.에서와 같이 안전관리정보시스템 구축 모델을 제시하고자 한다.

본 논문에서 제안하는 건설사업관리(CM)에서 단계별 안전관리정보시스템은 계획단계, 설계단계, 입찰단계, 시공단계, 시공 후 단계에서 안전관리를 수행할 수 있는 요소를 다음과 같이 정의하였다.

계획단계에서는 CM 안전 조직 구성, 안전관리 계획 수립, 입지 사정 조사 분석의 안전관리를 수행하여야 한다.

설계단계에서는 안전 관련 법규 검토, 가시설 안전성 검토 및 도면화, 잠재적 위험 요소 결정, 안전 관련 계약 요구 사항 및 지침 작성의 안전관리를 수행하여야 한다.

입찰단계에서는 안전관련 프로젝트 범위와 계약 관계 검토, 문서화된 안전프로그램 검토, 안전 교육 및 훈련 계획 수립, 안전보건관리비 계상, 비상대응계획 및 체계 구축, 사전적격심사(PQ) 관련 서류 제출, 환경 폐기물 처리 계획, 안전관련자료 제출의 안전관리를 수행하여야 한다.

시공단계에서는 안전 관련 제출물 검토, 사전 시공 회의 및 안전성 평가, 시공자의 안전업무 수행 및 관련법규 준수, 안전조정회의, 안전위원회 개최, 안전교육 및 훈련, 안전감사 및 안전관리 시행 감독, 월간보고서와 안전관리 문서 작성 및 보관의 안전관리를 수행하여야 한다.

시공 후 단계에서는 시운전 표준 안전 계획 수립, 시운전 관련 안전 교육 및 훈련, 안전 점검의 안전관리를 수행하여야 한다.

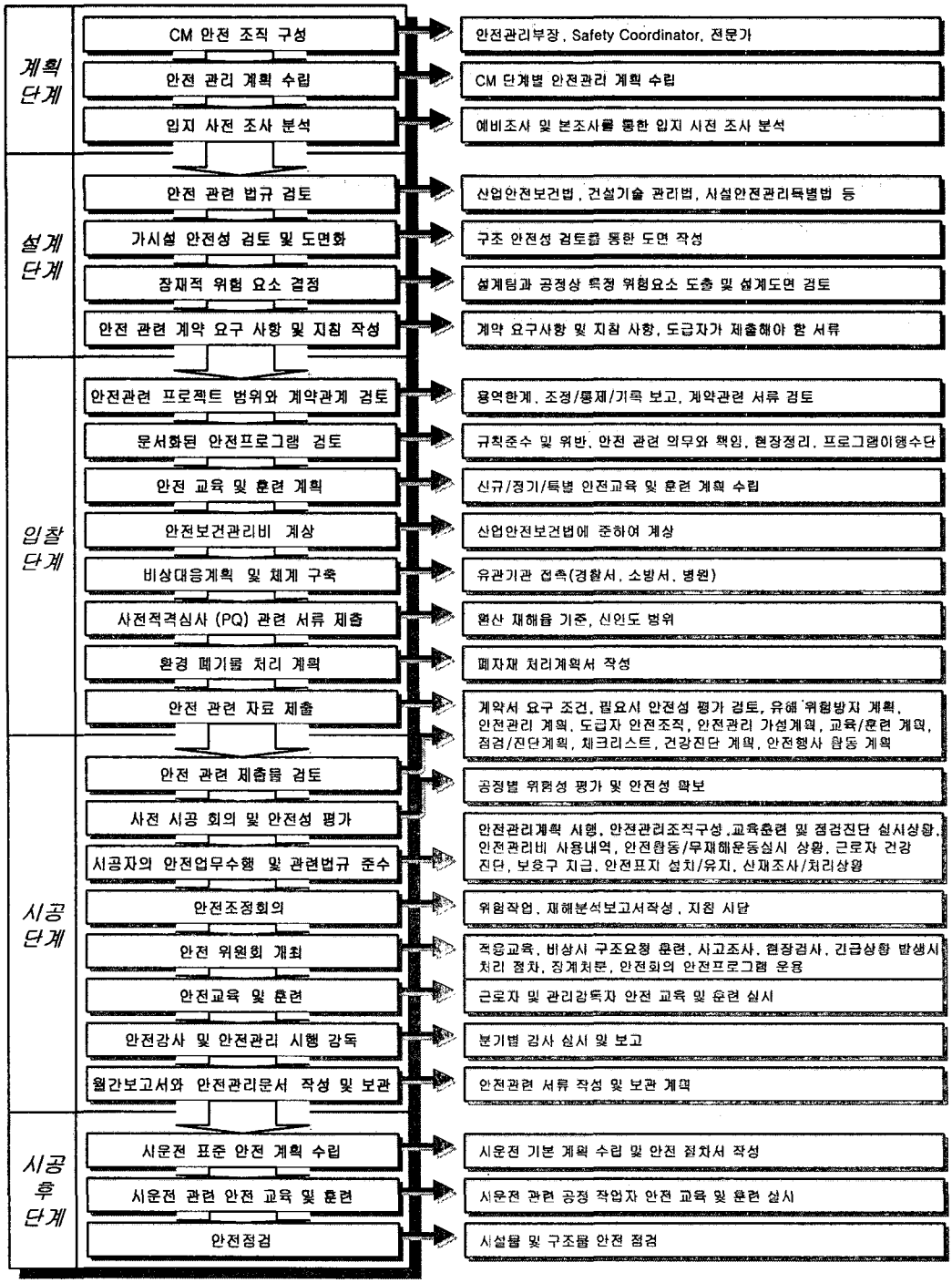


그림 2. 건설사업관리(CM) 단계별 안전관리시스템

4. 결론

최근 들어 건설사업관리(CM)에 대한 관심이 고조되고 정부에서도 활성화를 위한 노력을 기울이고 있으나, 국내의 건설사업관리(CM) 사업의 발주사례는 공공부문의 대형 국책 사업과 일부 민간공사에서 적용되고 있을 뿐만 아니라, 건설사업관리(CM) 도입에 따른 안전관리 제도도 미흡한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 계획단계, 설계단계, 입찰단계, 시공단계, 시공 후 단계의 5단계에 걸쳐 각 단계별 수행하여야 할 안전관리정보시스템 구축 모델을 제안하였다. 또한, 시공 후 시운전 단계에서 안전검토가 소홀히 이루어지고 있는 건설현장의 근원적 안전성 확보를 유지 할 수 있도록 국내 및 국외에서 고려하고 있지 않은 시공 후 단계의 시운전 표준 안전 계획 수립, 시운전 관련 안전 교육 및 훈련, 안전점검 등 안전관리 요소를 제시하였다.

따라서, 본 논문에서 언급한 내용과 같이 종합 플랜트 공사의 테스트 과정과 일반 복합공사에서의 각 설비간 Closs Check 및 테스트 등 확인 과정에서 많은 위험성이 있는 것이 현 실정이므로 건설사업관리에서 시공 후 단계를 간과해서는 안된다고 본다. 또한, 장기적으로 볼 때 설비에 대한 유지관리 개념을 염두에 둔다면 사용함에 따른 설비 유지보수가 필요하므로 이에 대한 효율적인 설비 관리를 위한 안전점검 등의 시공 후 단계에서도 안전관리 요인을 반영하여야 한다고 사료된다.

향후 더 진행되어야 할 연구 내용으로는 본 논문에서 제안한 안전관리정보시스템 구축 모델을 토대로 건설사업관리(CM)에서 각 단계별 안전관리 체계 및 문서 데이터를 통합적으로 관리 할 수 있는 전산화된 안전관리정보시스템 개발에 관한 연구가 수행되어야 할 것이다.

5. 참고문헌

[1] 박찬식외 2인, 국내감리업체의 CM 적용 방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 제13권 4호(통권102호), 1997. 4.
[2] 김예상, 국내대형건설업체의 건설사업관리 사업추진현황 및 발전방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 제14권 4호(통권 114호), 1998. 4.
[3] 윤인수, 건설사업관리(CM) 제도에서의 안전관리 활성화 방안에 관한 연구, 서울산업대학교 산업대학원 석사학위논문, 2001.
[4] 건설교통부, 건설사업관리 업무지침, 건관 58824-656, 2001. 8.
[5] 한국 CM 협회(CMAK), 건설사업관리용역표준과업내용서, 1999. 2.
[6] 미국 CM 협회(CMAA), Safety Management, 2002.
[7] 배대권, 건설사업관리실무, 기문당, 2003. 4.
[8] 한국기술사회, 건설사업관리(CM) 지식체계, 기문당, 2003. 6.
[9] Total Project Management of Construction Safety, Health and Environment(ECI), 2000.1.
[10] Ray Boylston, Managing Safety and Health and Program, VNR, 1990
[11] OSHA, Occupational Safety and Health Standards for the Construction Industry, 1991, 5

저 자 소 개

김 영 수 : 서울산업대학교 건축공학과를 졸업하고, 연세대학교 대학원 건축공학과에서 석사를 마쳤으며, 명지대학교 산업공학과 박사과정을 수료하였다. 현재 (주)민영종합건축사무소 대표이사로 재직중이며, 주요관심분야는 건축설계, 건설사업관리(CM), 건설안전 등이다.

강 경 식 : 현 명지대학교 산업공학과 교수. 경영학박사, 공학박사.
명지대학교 안전경영연구소 소장 및 안전경영과학회 회장.
관심분야 생산운영시스템, 시스템 안전.