

# 한국의 기존선 전철화 사업에 최초로 도입된 사업관리에 대한 고찰

## A Study on the Construction Management to electrifying the Conventional Line

김정기\*                      안영훈\*\*  
Kim, Jung-Ki              Ahn, Young-Hoon

---

### ABSTRACT

Although the concept of Construction Management has been increased in the construction industry in Korea, there are no acceptance in electrifying the conventional line. Therefore, we proposed the application facts of electrifying the conventional line and new railways through considering the specialty of electrifying the Honam Conventional Line.

---

#### 1. 서론

최근 건설산업분야에서 도입되고있는 건설사업관리(CM, Construction Management)제도는 70년대 국내에 개념이 처음 소개된 이후, 80년대 건설관련학과에서 연구에 관심을 기울여 90년대에는 경부고속철도사업과 인천신공항사업, 월드컵경기장 건설사업 등에 적용되면서 보다 일반화되기 시작했다. 또한, 96년 건설업법이 건설산업기본법으로 전면적으로 재편되면서 제도화되기 시작하여 현재 건설교통부 주관하에 CM의 적용가능성, CM 능력향상, 한국형 CM개발 등을 목표로 시범사업을 수행 중에 있다.

건설사업 전반에 걸친 관리업무의 전부 또는 일부를 수행하는 CM제도가 우리나라에 정착함에 있어 몇 가지 문제점을 가지고 있는데 사업의 규모(대규모 또는 소규모 건설사업), 입찰방법(설계시공 일괄 또는 설계시공 분리입찰), 전문발주청의 존재(건설관련 공사 등), 민자사업의 적용 시 감리자를 행정청이 선정 등의 문제점을 들 수 있다.

한편, 경부고속철도 관련공사, 호남선 전철화공사 등과 같이 철도청에서 시행하는 고속철도 연관공사에 있어서는 2000년부터 경부고속철도사업에서 CM을 실시한 벡텔의 단기참여(2인, 7개월), 국내회사에 의한 공정관리 지원팀 운영 등 부분적인 건설사업관리 도입을 시도, 이를 통하여 철도청에서의 CM적용가능성 등을 검토하고 있다.

따라서, 본 연구는 국내 공공철도의 기존선 전철화 사업에 부분적으로 CM이 최초로 적용된 호남선 전철화사업의 사례를 통하여 확립된 공정관리에 대한 기법 및 관리기술로 향후 전철화 사업이나 다른 철도건설 사업에 적용 가능한 사항을 제시하고자 한다.

---

\* (주)창성CEM 대표이사·CM박사과정, 정회원

\*\* 철도청전철건설사업소 공사팀장·전기철도 기술사, 정회원

## 2. 예비적 고찰

### □ 전철화 현황

세계주요 선진국에서는 산업의 발전과 더불어 수송량이 지속적으로 증가하고 있으나 기존의 디젤 철도의 수송수단으로 증가하는 수송량을 감당하기에는 한계점에 이르게 되었고, 이를 타개하기 위하여 전기철도에 대한 꾸준한 기술개발이 되고 있다. 전기철도에 의한 철도의 고속화는 수송능력의 증강, 수송경비의 저감, 국가에너지 이용의 합리화(유효이용), 매연저감으로 환경개선, 이용객에 대한 편의의 제공으로 서비스 개선 등의 효과를 가져와 철도산업은 고속화가 가능한 전기에너지 중심의 전기철도로 전환하는 추세이다. 따라서 철도청에서도 2002년 6월 철도 전철망 구축 기본계획을 수립하여 전철화율을 높일 계획으로 있다.

### □ CM업무수행체계의 다양화

일반적으로 CM 조달유형을 시공업무 및 Risk 부담여부를 중심으로 용역형(CM for Fee)과 시공형/위험분담형(CM at Risk)으로 구분하고 있지만, 실제로는 훨씬 다양한 형태가 존재한다.

국내의 CM 수요자를 크게 중앙정부, 지방자치단체, 정부투자기관 등을 구분해 볼 때, 각 주체별로 조직구조와 자체 사업관리 보유역량에 차이가 있으므로 CM에 대한 기대와 요구사항에도 차이가 있는데 특히, 정부투자기관의 경우 사업분야가 특화되어 있고, 동 분야에 대한 양질의 기술인력과 풍부한 경험을 보유하고 있으므로 이미 CM업무의 일부를 직접 수행해 온 것으로 볼 수 있으므로 이와 같은 경우에는 발주자 자체수행형 CM(Owner CM)체제를 위주로 운영하면서 부분적으로 용역형, 시공형/위험분담형 등 외주체제를 활용하는 체제가 바람직하다.

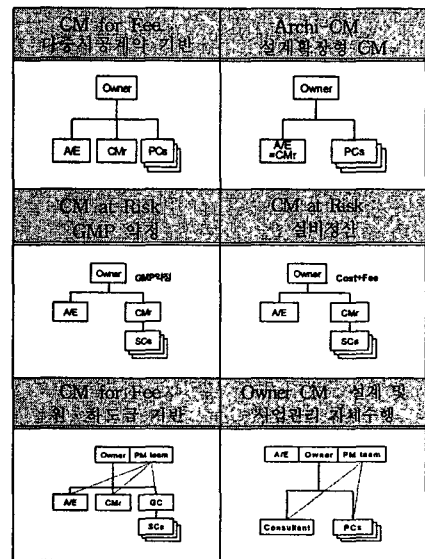


Fig1. 외국 발주기관에서 채택하고 있는 CM 조달유형

## 3. 전철화사업의 공정관리 기법 도입방안 및 특성

건설사업의 공정관리 기법은 1950년대 PERT(Program Evaluation and Review Technique)/CPM(Critical Path Method)기법이 개발된 이후 1960년대 전산시스템으로 개발되어 보급되면서 실용화되었는데 계획수립 및 관리기법으로 널리 이용되고 있다. PERT/CPM은 네트워크를 기초로 한 공정관리기법(Network Analysis System)인데 ADM(Arrow Diagram Method) 방식과 PDM(Precedence Diagram Method) 방식으로 나누어진다. ADM은 두개의 노드(보통 원으로 표시) 사이를 화살표로 연결하고 그 화살표로 Activity를 표현하는 방식으로 화살표의 길이로 소요기간의 크기를 표현하고, PDM은 요소작업을 노드(보통 사각형의 box로 표시)로 표기하고 화살표는 단순히 작업의 선후 관계만을 나타낸다. PDM 방식은 다양하고 정교한 이론 전개가 가능하기 때문에 최근의 프로젝트 관리용 소프트웨어들은 PDM 방식만을 지원하는 추세이다.

한편, 바차트가 작업의 선후행 관계가 분명치 않은 단점을 보완한 PERT/CPM의 또 다른 대안으

로 최근 미국 등지를 중심으로 널리 알려지고 있는 골드렛 박사(Eliyahu M. Goldratt)의 관리이론인, TOC(Theory Of Constrains)를 기본으로 한 CCPM(Critical Chain Project Management)의 도입이 제조공정을 중심으로 한 프로젝트 및 R&D사업에 성공 사례가 보고되고 있는데, PERT/CPM에서는 고려되지 않은 자원중속의 문제 등 건설 프로젝트의 적용에도 많은 장점이 있다고 판단되므로 향후 계속 연구되어야 할 것이다.

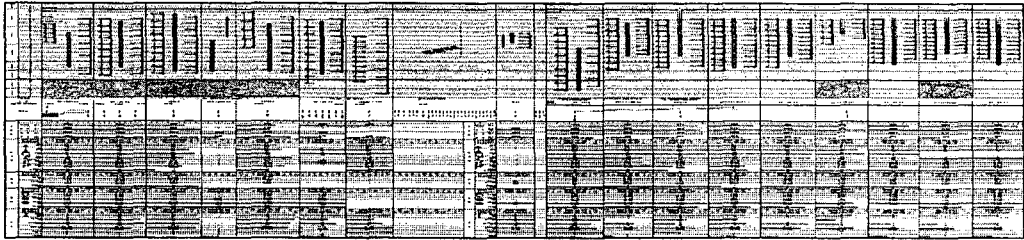


Fig2. 전철화사업 현황도

전철화사업은 Fig3과 같은 전기공급에 따른 분야별 역할이 부여되는데 송변전공사 관련공정(변전소 용지매수, 변전건물신축, 송변전 기기설치, 가공 송전선로 신설, 지중케이블 매설)과 전차선로 관련공정(전차선로 가선작업, 터널내 브라켓 설치작업, 터널보강공사, 궤도보강공사)이 시운전기간을 확보를 위한 주공정이 된다.

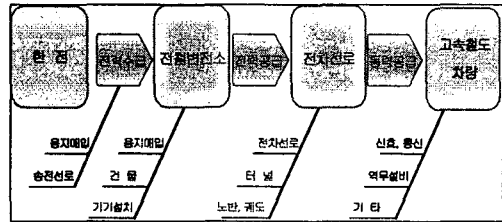


Fig3. 전기공급에 따른 분야별 역할

따라서 이 공정들에 대하여 통합공정계획상 여유공기를 갖도록 공정일정을 계획하고, 여유공기를 확보할 수 있는 방안을 모색하기 위하여 CPM(Critical Path Method)방식과 PERT(Program Evaluation & Review Technique)방식을 이용하여 예상공기를 계산하고, 계획공기와 비교하여 실적을 관리하였다. 또한 전철화 사업의 현황파악을 위해 Fig2와 같은 양식을 개발하여 사용한다.

#### 4. 호남선전철화사업의 적용

철도건설사업은 토목, 건축, 궤도, 전기, 신호, 통신 등 다양한 분야의 유기적인 협조에 의하여 공사가 진행된다. 호남선전철화사업은 호남선에 고속열차 투입을 위한 전기분야의 공사를 주공사로하고 열차 안전운행 확보, 쾌적한 승차감 제공, 친환경적인 철도시설 구축을 위한 기타 시설 및 설비보강공사로 구성되어, 공정관리 항목은 표1과 같고, 공정표는 Fig4와 같다.

분 야	공정관리항목
용 지	변전건물부지, 지중선로부지, 물량부지, 선역부지
송 변 전	양상설치, 0.48설치, 용량개폐지, 용량제어장치설치, 용량기초, 용량신설, 송전선로 개선, 지중선로, 지중케이블포설
전 차 선	전차선로기초, 전차선, 고압변압, 가공브라켓, 금관선, 중력조점장치, 전차선
전 역	지중선로어설, 가공선신설, 변용, 개폐로설, 가공선선개선, 용량제어설치
통 신	관료부설, 통신신설, 용량제어신설, 용량제어신설, 전송선로, CCTV설비, 여객차량안정장치, 방송설비, 역무차량유선설비, 열차유선설비, 열크릭설비, 열차유선장치
신 호	표신호, 점선신호장치, 열차신호(구내), 선로점멸기, 신호기, 열차신호, 열차신호, 열차신호
건 축	변전건물(20층), 서대전역사, 두계역사, 덕산역사, 송정리역사, 갈우역사, 덕포역사
노 선	노선보강, 교량보강, 터널보강, 방충벽
궤 도	궤도개량, 분기장
인 정 물	광선교(18개소), 보도막교(1개소), 지중도(8개소), 열차도(1개소)
시 설 / 시 운 전	송변전시설관리, 송전선로 가압시험, 전차선 시험 및 조정, 열차신호의 검사 및 시험, 열차유선시험, 시운전

표1. 전철화사업 공정관리항목

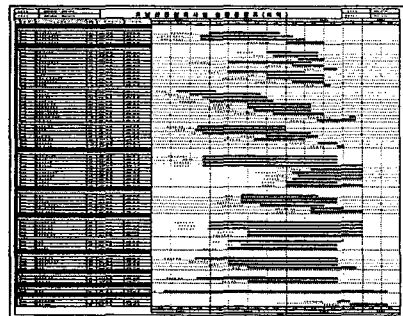


Fig4. 통합공정표(요약)

□ 송변전 분야 검토

건설부문은 일반적으로 CPM방식에 의해 공기산정이 이루어지나 송변전 분야는 용지매수, 건물신축 분야가 송변전 기기설치, 가공송전선로 신설, 지중케이블 매설 공정의 선행공정관계로, 용지매수의 불확실성 등으로 송변전 기기설치 등의 후행 공기산정에 어려움이 있어 식(1)과 같이 삼점시간 예측의 PERT기법으로 일정분석을 수행하여 기대공기를 산출하고, 시운전 시험을 감안한 계획일정 수립 후 여유공기 계산하였다. 이에 따라 표2와 같은 각 송변전 관련 일정을 산출 후 Fig5와 같이 목표일정을 수립하였다.

$$\text{기대공기} = \frac{\text{낙관치} + (4 \times \text{표준치}) + \text{비관치}}{6} \quad (1)$$

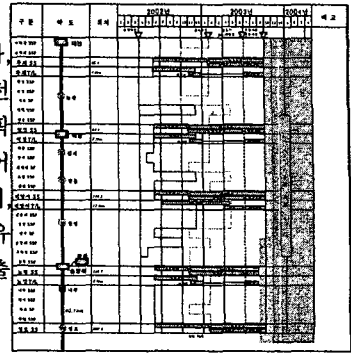


Fig.5. 송변전분야 공정표

분야	주요공종	낙관치	표준치	비관치	기대공기	작업시작일	조기완료일	반기완료일	예산완료일	계획일정	여유공기
전체		150d	315d	540d	325d	2002-05-31	2002-10-28	2003-11-22	2003-04-21	2003-08-31	132d
용지	용지매입					2001-12-29			2002-05-31	2002-05-31	
건축	구조공사	120d	240d	360d	240d	2002-05-31	2002-09-28	2003-05-26	2003-01-26	2003-01-31	5d
송변전	변전기기	15d	45d	90d	48d	2003-01-26	2003-01-31	2003-04-26	2003-03-14	2003-06-30	108d
*	연동시험	15d	30d	90d	38d	2003-03-14	2003-06-30	2003-06-12	2003-04-21	2003-08-31	132d

표2. 변전건물 일정분석 사례

□ 전차선 분야의 공기검토

전차선 분야는 CPM방식에 의해 공기산정을 하였는데 노반개량, 터널보강 개소의 후행공종으로 시설행 관련 부서와 협조하여 작업을 시행하여 가선작업가능 개소를 최대한 확보하였다. 터널보강개소중 주공정인 A터널, B터널의 공기검토는 표3과 같다.

구분	A터널(980m)		B터널(220m)	
	근거	일수	근거	일수
계	6+2+6+8=28일	24일	2+2+0.5+4=7일	7일
하수강설치	28개/5개/일≒6일	6일	10개/5개/일≒2일	2일
브라켓설치	56개/30개/일≒2일	2일	10개/30개/일≒1일	1일
전차선가선	4색선/2색선/일≒2일	2일	상선2일, 하선 2일	4일
급전선가선	상선 3일, 하선 3일	6일		
조정	4색선/0.5색선/일≒8일	8일		

표3. 터널 전차선 소요공기

가선 및 조정공정은 호남선전철화의 경우 기계화 시공에 의해 표4와 같은 기준으로 야간 차단작업으로 시행하였다. 따라서 가선장비가 선로를 점유하여 시공되는데 운행선의 차단확보가 필수적이다. 운행선은 열차의 안전을 고려, 인접구간(30km 이내) 중복차단과 동일선구 3구간 이상 차단공사의 승인이 나지 않고 있어 영업관련 부서와 주기적인 협의를 시행하여 합리적인 작업시행이 가능하게 하였는데 결과는 다음과 같다.

- 가선작업차의 능률이 최대한 발휘하기 위하여 가선공정의 선공정인 가동 브라켓설치나 비임설치 등의 작업이 원활히 수행되어 가선공정작업의 연속성을 확보하여야 한다.
- 조정공정의 경우 안전관리 대책을 철저히 수립하고 열차상간에도 기계화작업 이외에 사다리차 등을 이용한 수작업도 가능하므로 계산상 작업소요일보다 실제 작업소요일은 단축되었다.

가선 작업시간 산정	조정작업시간 산정
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1색선 길이 : 1,400m기준</li> <li>○ 전차선 신설공사 소요시간 : 2시간10분 (130분) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 예비작업 : 30분 (운전협의 : 10분 장비이동 : 20분)</li> <li>- 장력장치 인류설치 : 40분</li> <li>- 전차선, 조가선 가선 : 40분</li> <li>- 공사뒷정리 및 장비철수 : 20분</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1색선 길이 : 1,400m기준</li> <li>○ 작업인원 : 15명 기준</li> <li>○ 전차선 조정 소요시간 : 7:50 (470분) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 예비작업 : 30분 (운전협의 : 10분 장비이동 : 20분)</li> <li>- 장력 및 인류 조정 : 40분</li> <li>- 드롭퍼 체결(280개) : 280분 (280개 ÷ 10명 x 10분)</li> <li>- 흐름방지장치 조정 : 40분</li> <li>- 보조조가선 설치(30개소) : 60분 (30개소 ÷ 10명 x 20분)</li> <li>- 공사뒷정리 및 장비철수 : 20분</li> </ul> </li> </ul>

표4. 가선 및 조정공기 산출

### 5. 결론 및 향후과제

철도건설산업은 철도전철화로 대용량, 고속화, 저비용 수송체제로 개선되어 효율적, 경제적 교통수단으로 타수단과의 경쟁력이 제고되고 있다. 호남선전철화사업이 막바지에 이른 지금 부분적인 사업관리 참여로 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 기존선 작업은 열차 운영과 관련되어 명확한 일정관리가 필요하고, 분야간 사전조율 및 협조, 인계인수일 준수, 명확한 책임부여 등이 필요하다.

둘째, 송변전 분야는 용지매수, 건물신축이 선행공정으로 민원에 의하여 공정지연이 영향이 가장 큰 관계로, 철도부지 외의 용지매수가 필요한 변전건물의 신축이 필요할 경우 주민사전설명, 주민들과의 유대강화에 힘쓰고 비매수를 대비하여 사전대책을 강구하여야 한다.

셋째, 전차선 분야는 가선장비의 선로점유로 운행선의 차단확보가 필수적이므로 이를 고려한 공정계획과 영업관리 부서와의 협의로 합리적인 차단계획을 수립하여야 한다.

철도 기존선 전철화사업에 부분적이거나 최초로 CM을 적용하여 건설사업관리의 도입을 시도해본 결과, 다른 건설사업과 마찬가지로 가장 중요한 것은 건설관계자의 지속적인 참여와 협력이 필수적임을 알 수 있었다. 또한 계획단계에서부터 함께 문제점을 해결하고 보다 효율적인 사업수행을 위한 시스템의 확립이 필요하며, 철도청에 적합한 한국형 CM기법도 현시점에서 적극적으로 개발되어야 할 것이다.

#### 참고문헌

1. 한국철도기술연구원, 호남선전철화 타당성조사 및 기본계획, 2001
2. 호남선전철화사업 각종자료, 철도청, 2002~2003
3. 장기창, 공공사업의 CM제도 개선 및 정책방향, 한국건설관리학회 논문집, 2002
4. 한국건설산업연구원, 건설관리 및 경영, 보성각, 1997
5. 건설기술연구원, 공공 건설사업 CM제도 전개방향 및 운영방안, 건설교통부, 2001
6. 윤재호, 건설관리(Construction Management) 일반
7. Barrie, D. S., & Paulson, B. C., Professional Construction Management, New York : McGraw-Hill Co., 1992