

# 建設工事의 工程計劃을 위한 工程情報 시스템 構築에 관한 研究

## A Study on the Plan Establishing Process Data System for the Process Plan of Construction Works

안효수\*  
Ahn, Hyo-Soo

권춘안\*\*  
Kwon, Choon-An

---

### Abstract

Recently, as the field of construction industrial is enlarged and the blanket control system is formed, the process plan considered from initial process formation to construction cost must be systematic and rational. So we have to propose and compose the new process formation system that divides the intention decisive property of construction data, its relationship and the data property according to process definitely and can express and control easily the public ownership of construction data and network process under the speculation control.

So this study decides the field formation and construction data of the work according to the ordering and contract way to establish the process data system for the process plan, shows that the lot theory is necessary to form the economical construction field and proposes that the integrated formation system of construction data that is made by code system must be established.

---

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설사업(Project)의 규모가 확대되고, 건설시장이 해외시장의 개방화를 맞이하면서 다양한 양상의 공사관리기법이 나타나고 있다. 과거의 관리개념은 설계, 시공에 한정된 내용이지만, 현재의 개념은 건설사업의 발굴, 기획, 계획, 설계, 시공, 시운전, 인도, 유지관리까지를 포함한 개념으로 확대되어져 가고 있다. 이런 유형의 공사 관리계획에서 공사정보가 영역간에 공유되지 못하면, 모든 계획이 단순히 계획을 위한 계획으로 머물고 마는 결과를 초래하게 된다.

이에 본 연구에서는 공사에 관련된 여러 관리조직으로부터 공정편성요소를 제공받아 공정계획을 수립하고, 자원의 내용을 검토하며, 그 적정성을 협의·조정한 후, 발생하는 여러 개의 공정선을 결부시켜 총괄관리체제로 공정편성을 하기 위한 공정정보 시스템을 제안하고자 한다.

#### 1.2 연구의 범위 및 방법

건설산업 총괄영역에 대한 공정계획 체제의 정성적인 인자를 분석하여, 공정정보를 효과적이고 합리적인 체제로 정형화, 구체화시킬 수 있는 방안을 본 연구의 범위로 설정하고자 한다.

또한 본 연구의 목적을 달성하기 위하여 국내외의 문헌연구와 국내 건설사 공정관리 담당자들의 인터뷰 및 현장관리 실태를 조사하여 현 공정계획상에서의 문제점을 도출하고, 기존의 공사관리실무이론과 계약업무를 비교, 분석하여 실무적으로 적용 가능한 공정정보 시스템을 구축하고자 하였다.

---

\* 시립 인천전문대학 겸임교수, 정회원

\*\* 시립 인천전문대학 교수, 공학박사, 정회원

## 2. 공사영역의 구성과 건설정보의 결정에 관한 이론적 고찰

건설사업이 전문화되면서 과거의 산업화 사회에서 지식정보화 사회로 이행되면서 건설산업에도 여러 가지 다양한 행태의 관리기법이 개발되고 있다. 과거의 설계/시공 단순관리의 행태에서 프로젝트 발굴에서 건축물 유지관리까지 1식(Set) 시스템으로 실행되는 관리행태(Turn-Key Base)와 현장관리업무를 제외한 계약관리, 시스템 운영기술, 발주자와의 시행자 사이의 의사조정, 관련법규 분쟁조정관리기술 그리고 신기술교육(Software, 즉 CM) 등으로 나타난다.

그 사업의 각 단계별의 사업영역의 특징은, 첫째, 뮤추얼 펀드(Mutual Fund) 업역은 건설비용 조달방식 선정(IRR Method, NPV, B/C Ratio Franchise), 둘째, 부동산(Consulting)신탁 업역은 부동산 매입, 관리, 개발, 처분 등의 사업, 셋째, Architecture Engineering 업역은 Design, Process Engineering, Piping Engineering, Mechanical Engineering, Rotating Engineering 등등의 사업, 넷째, 시공(Construction)업역은 노무/자재/장비/자금관리 등과 조달업무(Procurement) 외 다수의 관련 관리업무, 다섯째, 유지관리(Maintenance) 업역은 위탁운영 및 직접운영(Commissioning & Operation)의 체제구축 등의 사업의 내용을 포함하고 있다. 이러한 사업영역의 전개순서는 Fig.1, Fig.2와 같으며, 그 사업의 구성은 상향식 CM과 하향식 CM 전개 시스템으로 구분할 수 있다.

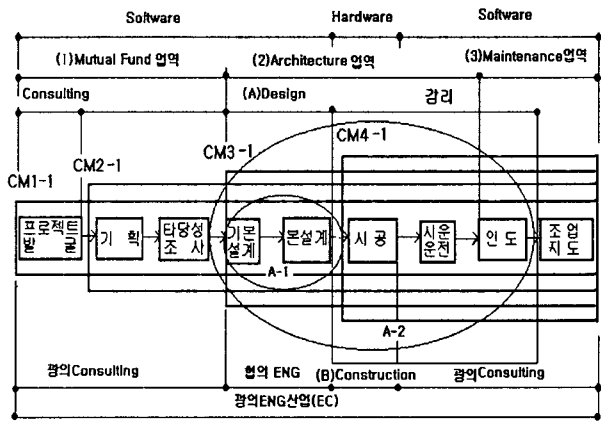
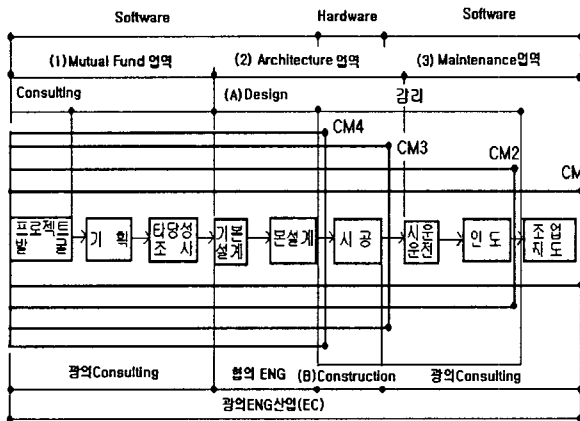


Fig. 1. 하위단계로 CM의 전개순서의 다양성

Fig. 2. CM의 전개와 현장공사관리의 다양성

이상의 건설산업의 전개과정과 단계별 순서와 해당 영역의 특징을 건설공사 계약행위와 관련시켜 고찰하면, 일반관리형태(기존 관리방식)와 CM관리로 구분할 수 있고, 공사영역이 해당공사의 작업상의 속성에 따라서 결정되는 업역별 정보속성인자인 IRO/C<sup>1)</sup>(Integrated Root Object or Class)의 결정과 공정정보의 속성을 분석하는데, 대단히 중요한 요소가 된다. 일례로 각 공사영역에서 건축물공사와 건설공사군을 설계/시공 전문관리 계약방식으로 수주하여 1식 공정구성 계획의 개념으로 구성하고 건축공사군을 단독으로 설계/시공 일괄계약 방식을 1식으로 구성한다면, 구성계획의 개념은 Fig.3, Fig.4에서 볼 수 있듯이 전혀 다른 양상인 요소작업으로 나타난다.

공사발주방식에 따른 효율적인 공정계획을 실시하려면, 원가계산의 내역비목정보(CBS)와 공정계획의 요소작업구성정보(WBS)가 최소한 필요로 하고, 공사관리의 영역이 확대되면서 CBS와 WBS의 정보를 통합 조정한 후 다시 요소작업 분할구성(EBS<sup>2)</sup>, Element Breakdown Structure)이 필요하다. 만약 상기와 같은 조정을 하지 않고 공정계획을 실행할 시에는 정보요소의 누락, 중복

1) 프로젝트의 발주 단계별 및 사업 업역 별로 PMr 또는 CMr의 위치에서 발주방식과 계약형태에 따른 공사객체별 통합 구성을 의미하는 용어이다.  
 2) 여기에서 EBS의 개념은 (1) WBS와 CBS 통합의 결과, 즉 공정편성상의 통합된 최종 목적정보라는 의미, (2) 실무적 통합내용에는 EBS를 부위별 공사정보로, (3) 이외의 내용서술에는 부위별 공사정보를 포함한 최종분할 구성된 요소작업의 정보로 사용하였다.

(Overlap), 중복 및 충돌과 단절의 현상이 일어나는 문제점을 갖고 출발하게 된다.

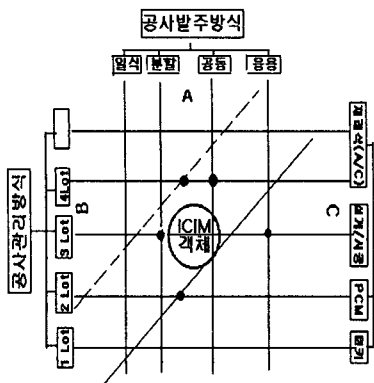


Fig. 3. 발주, 계약방식에 따른  
공사관리방식

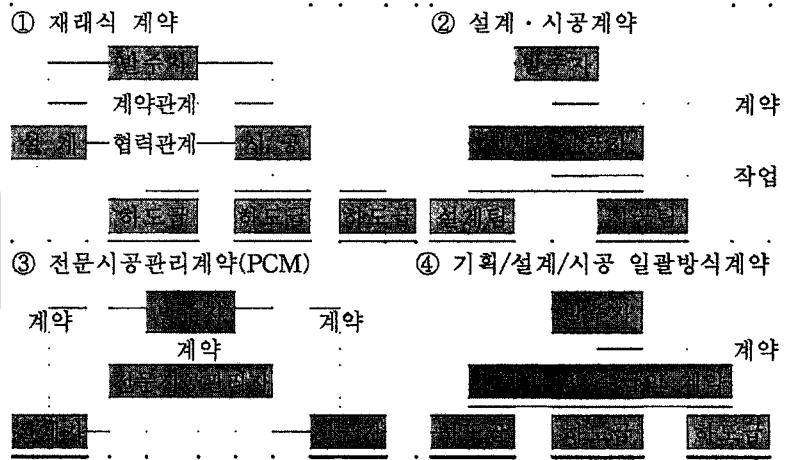


Fig. 4. 공사계약의 형태별 내용

### 3. 공사/공정영역 구성의 경제성 평가 시스템

각 공사의 공정집행은 작업내용에 따라 단회성과 다회성 작업이 있다. 다회성의 공정집행은 기술행태에 따라 단회성 작업이 어려운 경우와 공사실행 시에 경제성 제고를 위해 의도적으로 다회성으로 분할하여 작업하는 경우가 있다. 그러므로 공정집행의 합리적인 적용 및 공사(작업)영역의 분할을 위한 체계적이고 과학적인 이론의 접목이 요청되며, 이에 본 연구에서는 경영관리기법에서 사용되는 로티론을 도입, 적용하고자 한다.

로티론에서는 제품생산공정에 1회 생산량을 1로트<sup>3)</sup>(Lot Number)라고 하며, 이를 건설공사에 적용할 경우 건설공사에서의 1로트는 공사영역에서는 단위공사, 공사작업영역에서는 단위 공중 분할 회수를 말한다. 건설공사에서 각 공사 등은 공사진행을 한 주체로 몇 회로 분할하여 집행하는가에 따라서 건설공사 경제성이 다르게 평가된다. 또한 건축공사에 부대토목, 구조물, 설비, 마감공사 등에도 공사영역 수는 단위 공중별 작업량을 로트 크기로 표현할 수 있다.

#### 3.1 로트 수의 결정

로트의 수를 정하는 데는 일반적으로 시간, 비용 또는 품질에서 경제적이어야 한다. 비용과 로트 수와의 관계를 도식화하면 Fig. 6과 같다. 로트의 산정 식은 여러 사람들에 의해 제시되어 왔는데 건설공사 적용에 적합한 공식은 다음의 (1)식이다.

$$X = \sqrt{M/L(S+J+SJ)/2} \quad \text{--- (1)}$$

여기서, X : 단위 공중의 로트 수

M : 1회 공중완료시 공사원가의 이자

L : 착공 준비비

S : 자재단가/자재원가

J : 공사개소/작업능률

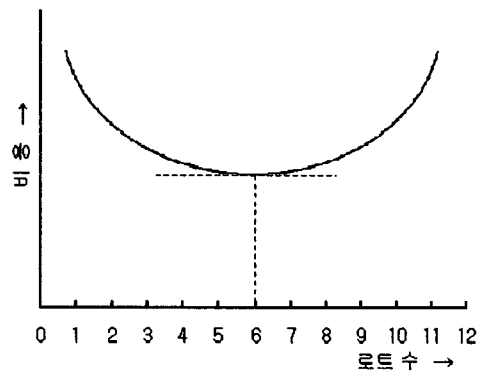


Fig. 5. 로트 수의 결정

3) 1회에 생산되는 특정수의 제품단위로써 경영학상의 생산이 실시되는 단위의 수량이다. 상당수량을 한 덩어리로 생산하는 경우, 이 한 덩어리의 수량이 로트인데, 각 로트마다 생산방식을 총칭하여 로트 시스템 또는 로트 생산이라고 한다. 따라서 건설공사 공사영역과 공사구획을 결정할 때에 이 이론의 적용이 도입되는 것이 요구된다.

따라서 경제적인 로트의 결정은 먼저 경제적인 로트 수를 결정해야 하며, 몇 개의 공사를 모아서 실시하면 그 공사의 비용이 최소가 되는가를 조사하여 이를 단위로 잡는다. 공사원가 중에는 직접 자재비는 로트 수와는 거의 무관하므로 직접 노무비와 간접 노무비(경비)에 대하여 생각하기로 한다. 이들의 원가요소와 로트 수와의 관계는 다음과 같다.

$$C = A + B \quad \text{--- (2)}$$

(총 원가 = 직접 노무비 + 기타 경비)

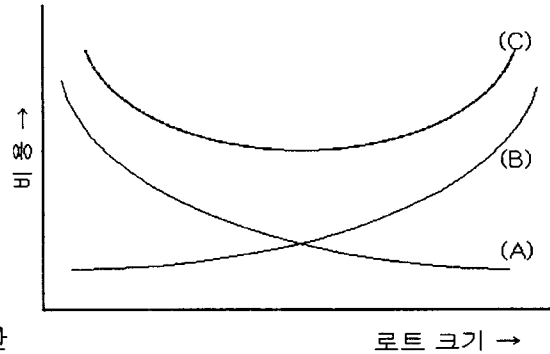
### 3.2 로트 크기의 결정

$$\begin{aligned} \text{로트의 크기} &= \frac{\text{예정공사목표량(공사목표량)}}{\text{로트수}} \\ &= \frac{\text{예정공사발주회수(공중실시회수)}}{\text{로트수}} \end{aligned}$$

### 3.3 경제적 로트 수의 결정

직접 노무비와 일부의 직접경비는 대체로 작업시간에 비례하므로 A선과 같이 되며, 로트 수를 많이 할수록 경제적이다. 그러나 기타 경비는 로트 수의 증감에 따라 대개 B선과 같이 직선으로 증가하거나 감소한다. 즉, 로트 수의 증가는 공사의 지연을 의미하고 이에 따라서 금리, 보험비 등이 증가하게 된다. 이 두 가지 비용을 합한 총 원가는 C선과 같이 되며, 어떤 로트 수에 원가 최저로 되는 그 곳이 경제적 로트 수에 해당된다.

$$\begin{aligned} \text{경제적인 로트의 크기} &= \frac{\text{예정공사량의 목표}}{\text{경제적 로트 수}} \\ &= \frac{\text{예정공사기성회수}}{\text{경제적 로트 수}} \end{aligned}$$



(1) A: 준비시간 (2) A 준비비 (3) A 고정비  
B 실제시간 B 누진비 B 변동비  
C 가동시간 C 가동비 C 고정비

Fig. 6. 로트의 크기

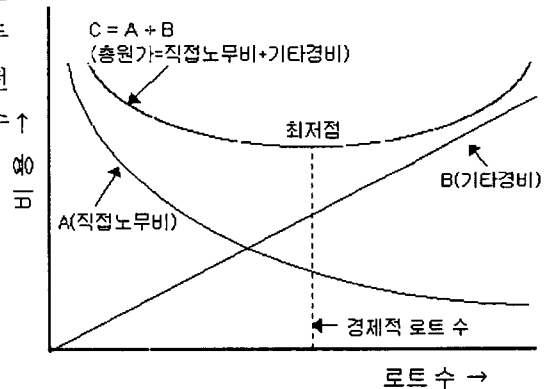


Fig. 7. 경제적 로트 수의 결정(비용)

## 4. 통합건설정보 구성시스템 결정방법

공사를 실시하기 전 공정과 원가계획의 범위(Scope)를 결정하여, 공사(사업)영역을 명확히 확보하기 위해서는 개괄적인 WBS와 CBS의 체계가 구성되어 있어야만 한다. 이 공사/공정 정보체계(ICIM-Root-Object, Sub ICIM)의 구성은 공사계약방식과 밀접한 관련이 있으므로 그 내용을 고찰하면 Table 1.과 같은 유형이 된다.

Table 1. 공사발주방식에 의한 공사영역구성

공사발주(계약)방식	공사영역구성방식	세부사항의 특징
① 재래식 도급계약	① + ④형식	설계, 시공분리
② 설계·시공 일괄도급계약	② + ④형식	설계, 시공 일괄제도
③ 설계·시공 전문관리 도급계약	② + ④, 혹은 ① + ④ 형식	전문관리영역(소프트웨어)을 확보하는 제도(PCM제도)
④ 일괄도급계약 (Turn Key Base Contract)	$\alpha + (② + ④) + \beta$ 의 형식	$\alpha$ : 사업성 평가와 기획 $\beta$ : 하자보수 및 유지관리
⑤ 기타 응용유형	자재지급 방식과 노무고용 형식을 달리하는 계약방식	자재지급 방식과 노무고용 형식을 달리하는 계약방식

여기서 계약조건에 일치한 한 가지를 구성체제로 선택하여, 상위수준(Supper Class Level)의 공사 영역을 확보하며, 이때 로트이론을 도입하여 경제적 관점을 동시에 고려하며 정보체계 구성의 범주를 결정한다.

#### 4.1 요소정보(EBS) 구성시스템

WBS는 공사를 실시함에 있어 해당작업별로 책임수준이 높은 단계에서 낮은 단계로 분할하여 최하 레벨에서는 수 개 이하의 단위 작업군으로 구성하여 공사종목의 분할구조를 표시하게 된다. 단위공정의 분할은 그 중요성에 비추어 공사의 내용을 숙지하고, 유사한 공사 경험을 가진 기술자에 의하여 실시되어야 하며 공사의 모든 내용과 작업계획을 포함시킬 수 있도록 조직내 각 분야의 긴밀한 협조를 얻어야 한다. 공정계획을 실시함에 있어 처음부터 완전한 계획은 사실 불가능한 것이다. 이를 위하여 Fig. 8과 같이 단위공정 구성도를 작성하고, 그 중 상위수준의 요소작업을 기초로 계획공정을 채택한다.

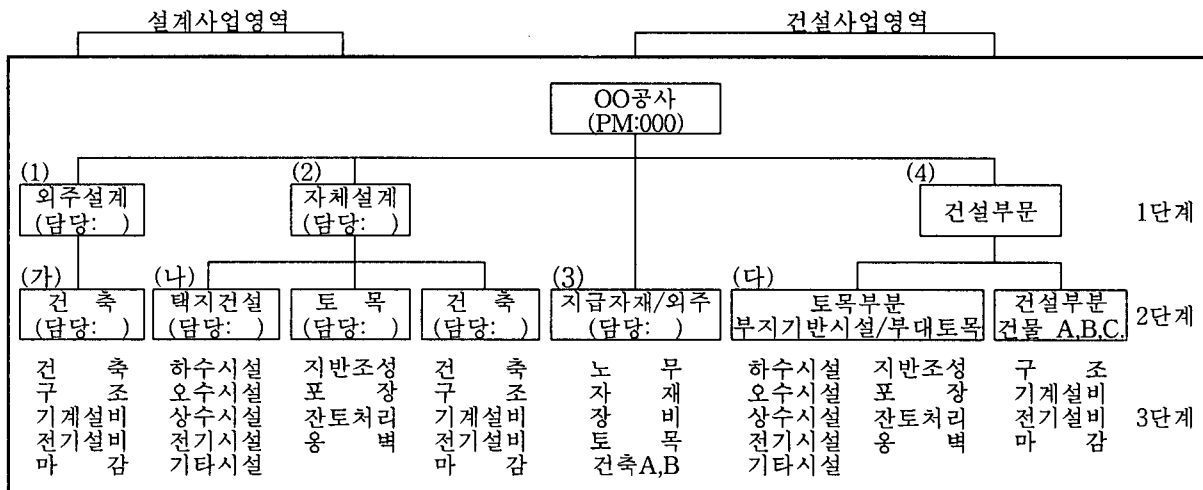


Fig. 8. WBS 구성구조(Work-Package 응용모델)

보통 공정계획은 제 3단계를 기준하여 계획공정표를 작성한다. 물론 제 1단계, 제 2단계에서 제 1단계가 더 중요한 수준이 될 수 있으나 공정계획 시 너무 단조롭게 작성되면 관리에 허점이 많아질 소지가 있다. 따라서 WBS는 현행상의 각 부분영역별 작업공정의 계획공정표를 그 규모에 따라 단위공정으로 세분화하여, 세분화된 단위공정 분류를 기초로 설계견적을 실시함으로써 계획공정표화 할 수 있도록 체계화하여야 한다.

여기서 단위공정의 분할은 야간작업과 같은 비정상적인 작업이 아닌 것을 기준으로 한다. 이때 WBS와 CBS 공사정보구성 초기에 통합편성이 가능하도록 모든 여건을 고려하여 요소정보(요소작업)를 결정한다. 만약, 그 내용이 누락, 중복, 중첩(Overlap)되면, 공사실행 초기단계에서 공사진도 계획과 공사투입계획부터 문제점을 안고 출발하므로 공사진행 중에 여러 가지 측정값의 결과는 정도를 벗어나게 된다.

#### 4.2 EBS-OBS 연결 및 코딩(Coding)화 구성 시스템

WBS/EBS를 완성한 후 그 다음 단계는 WBS 안에서 요구하는 명확한 단위공정을 OBS 체제에 연결하는 것이다. 이때 WBS/EBS 분할에서 단위 공정의 구체적인 내용을 기록한 카드를 작업 패키지라고 하며, 공사범위, 소요예산, 소요공기 등을 기록하여 Fig. 9와 같이 OBS의 최종단계인 관리 기술자와의 연결이 되도록 한다. 여기서 WBS, OBS의 연결은 CPM 공정계획을 완성한 후 공기추적과 공정관리의 수단이 되며, CBS 내용도 확실해지게 된다.

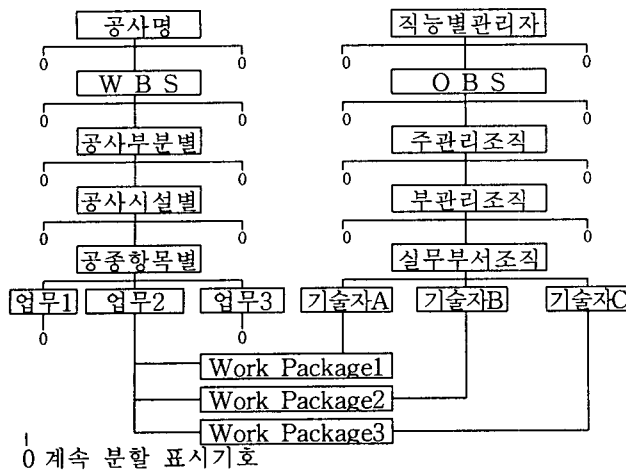


Fig. 9. WBS와 OBS 단위공정 연결구조

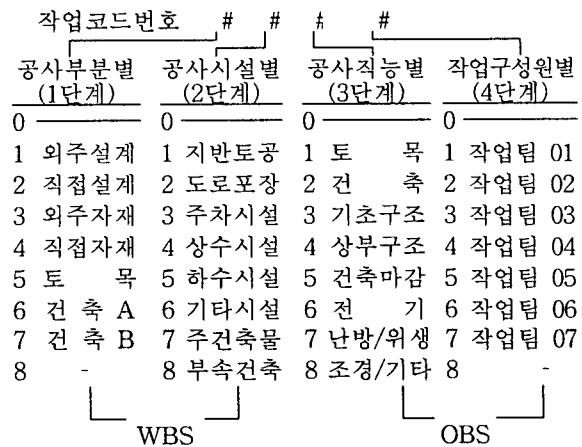


Fig. 10. 단위공정 부여 코드(설계/시공단계)

Fig. 10에 나타난 것은 상·하수도공사에 이용할 수 있는 작업종류를 설명하기 위한 간단한 4-Digit 코딩시스템이다. 하수도공사에 관련된 모든 작업 활동은 처음 지시에서처럼 넘버 1을 대표한다. 상수도공사는 넘버 2가 대표한다. 제 2코드의 지시항목은 각각 측량, 멘홀 형틀, 줄파기, 파이프 깔기, 뒷채움 등 작업의 형태를 대표한다. 제 4단계 지시는 공사에서 각각 작업활동에 대하여 할당을 했다. 각 작업의 리스트는 4 단계코드 넘버에서 보여주고 있다. 이 코드는 상수설비 공사 라인에 따라 다니면서 작업을 대표한다. 코딩 시스템은 공사관리자에 의해 작업을 선택하기 위하여 여러 가지 이점을 제공하고 한다. 예를 들면 상수설비 액티비티는 작업코드 2410, 건축구조물 액티비티는 작업코드 6723, 하수설비 액티비티는 작업코드 1512가 된다.

## 5. 결론

최근 건설산업의 영역 확대와 일괄관리체제의 형성에 따라 공정계획은 초기 공정편성 단계에서부터 공사비용까지 고려한 체계적이고 합리적인 계획의 체계가 마련되어야 한다. 따라서 건설정보의 의사결정속성과 그 연관관계, 공사(공정)별 정보속성을 명확히 구분하여 범용 관리하의 건설정보공유와 대의적 측면에서 네트워크공정을 쉽게 표현하고 관리할 수 있도록 체계화하는 공정편성 시스템을 새롭게 제안하고 구성하고자 하는 노력이 요구된다.

이에 본 연구에서는 공정계획을 위한 공정정보시스템을 구축하기 위하여 공사의 발주 및 계약 방식에 따라 공사의 영역구성과 건설정보를 결정하고, 경제적인 공사영역을 구성하기 위하여 로트 이론을 도입하는 것이 필요하다는 점을 적시하였으며, 이를 기반으로 코딩화 시스템에 의한 건설정보 통합 구성시스템이 구축되어야 한다는 것을 제안하였다.

## 참고문헌

1. 김재준, 건설정보 통합관리 시스템, 건설관리 및 경영, 한국건설산업원, 보성각, 1996.
2. 류봉열, 건설관리 도입에 따른 건설정보시스템 구축 모델제안, 한국프로젝트관리기술회, 1996.
3. 송혁, 건설정보통합을 위한 CIBS 모델에 관한 기초적 연구, 대한건축학회논문집, 제14호 11호, 1998.
4. 이순요, 신 공정관리론, 박영사, 1993.
5. 진상운, 건설정보의 공통적 요소를 이용한 통합 건설관리 기반모델 구축, 대한건축학회논문집, 제14권 10호, 1998.
6. Garold D. Oberlender, Project Management for Engineering and Construction, McGraw-Hill, 1997.