

# 확률적 공기산정에 의한 공정 합리화 방안

## Optimal Scheduling based on Probabilistic Estimation of Construction Duration

김 상 중\*O 이 재 섭\*\*  
Kim, Sang-Joong Lee, Jae-Soeb

### 요 약

현재 국내 건설산업에서의 공정계획은 합리적인 사전계획 없이 현장기술자의 경험과 능력에 따라 계약공기에 맞추는 방식으로 추진되고 있다. 또한 공정계획의 핵심인 공기산정은 업체마다 서로 차이를 보이고 있어 객관적인 공기산정이라고 할 수 없는 실정이다. 이러한 공정계획의 부실은 공정계획 현장 적용 시 공기 및 작업순서의 차이를 발생시켜 효과적인 공정관리가 이루어지지 못하는 원인이 되고 있으며, 다양한 공기지연 사유가 발생하고 있다. 본 연구에서는 현재 제조업에서 적용중인 제약이론 기반의 CCPM(Critical Chain Project Management)의 확률적 공기산정과 공정버퍼의 개념을 건설 프로젝트에 적용하여 합리적인 공정계획 수립 방안을 제시하였다.

키워드 : 공정계획, CCPM, 확률적 공기시간산정, 공정버퍼

### 제1장 서론

#### 1.1 연구 배경 및 목적

건설프로젝트에서 공정관리는 공사기한 준수를 위한 중요한 업무이며, 건설공사의 규모가 대형화, 복잡화됨에 따라 공정의 합리적인 계획과 관리는 건설프로젝트의 성공에 밀접한 영향을 미친다.

그러나 그 동안의 건설공정관리의 기본인 공정계획은 합리적인 사전계획 없이 현장기술자의 경험과 능력에 따라 계약공기에 맞추는 방식으로 추진되어 왔다. 또한 공정계획의 핵심인 공기산정은 객관적이지 못해 업체마다 서로 차이를 보이고 있다. 현재 건설산업에서는 공정계획의 부실로 인해 다양한 공기지연 사유가 발생하고 있다. 또한 건설 공사가 대형화, 복잡화됨에 따라 건설 공정상의 리스크의 증가는 빈번히 공기지연으로 이어지고 있다. 건교부 보고서에 의하면 국내 대형 공공공사에서 평균 3회의 공기 및 사업비의 변경이 발생하였고, 계획된 공기 내에 완공된 비율은 20%에 불과하며, 준공시기가 평균 3년 지연되고 있다.<sup>1)</sup>

건설 프로젝트의 효과적인 공정관리를 위해서는 우선 합리적인 공정계획 수립하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 현재 제조업에서 적용중인 CCPM(Critical Chain Project Management)의 확률적 공기산정과 공정버퍼의 개념을 건설 프로젝트에 적용하여 합리적인 공정계획 수립 방안을 제시하려 한다.

#### 1.2 연구 방법 및 범위

본 연구에서는 공정계획의 핵심이라고 할 수 있는 공기의 산정방식 및 공기의 효율적인 사용, 그리고 공정 운영상

의 불확실한 요소에 대한 공정의 유연성 측면의 개선방안을 제시하겠다. 세부자료는 공동주택의 골조공사의 실제 공기 자료를 이용하여, 기술통계분석 분석하였다. 연구수행 방법을 다음과 같다.

- 1) 현행 공정계획의 문제점 분석 및 관련연구 고찰
- 2) 제약이론의 CCPM 개념 고찰
- 3) 공정계획 개선방향 정립 및 기존방법과 비교 검토
- 4) 공정계획안의 프로세스 모델링 및 사례연구

### 제2장 공정 관련문헌 및 연구 고찰

공정계획은 작업분할, 작업순서의 결정, 작업의 소요시간을 산정하여 공정표를 작성하는 절차이다.<sup>2)</sup> 현재 공정계획과 관련하여 공기 산정방식의 개선, 공정계획의 최적화방안 등 공정계획 개선에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 기존 연구에서 공정계획의 문제점은 첫째, 공정계획과 실제현장에서 공기 및 작업순서의 차이, 둘째, 공정 계획단계에서의 제약요소 및 자원의 제약에 대한 반영 미비, 셋째, 현재의 공정계획에서 공정상의 불확실성의 수용 및 제어 능력 부족으로 요약될 수 있다.

표 1 현행 공정관리업무 관련 연구 종합

구분	현행 공정계획에서의 공통적인 문제점 인식	기존연구의 한계 및 개선점
공기 산정	계획과 현장에서의 차이 인식하고 있으며, 현행 공기산정방식에 대한 한계 인식	기존방식에서 세분화된 방식으로 공기산정의 정확성만을 추구 전체 공기의 관점의 고려가 필요.
공정 계획	공정계획상의 제약요소의 고려가 필수적임.	공정 제약 증 정량화 가능한 부분에 대한 고려만 이루어짐 불확실성에 대한 고려가 필요
공정운영 및 관리	공정변이의 전체 공정시스템에서의 영향 고려해야 함	변이 통계의 실제 방법 제시 미흡 공정상에서 변이를 수용하기 위한 실제적인 방법이 제시되어야 함

\* 학생회원, 동국대학교 건축공학과 석사과정 수료  
\*\* 일반회원, 동국대학교 건축공학과 조교수, 공학박사  
1) 건설교통부, 공공건설사업 효율화 대책, 1999.7

2) PMI, PMBOK, 1998

2.1 제약이론의 CCPM(Critical Chain Project Management)<sup>3)</sup>

Critical Chain은 1997년 경영 소설인 "The Goal"에서 제시된 제약이론(Theory of Constraint)에서 소개되었고, 이후 "Critical Chain"이라는 동명소설에서 체계화되었다. 1980년대 후반부터 생산 현장에서의 적용과 함께 프로젝트 관리 분야에 대한 연구가 시작되어 적용되어 그 성과를 거두고 있다. CCPM에서의 기존 공정계획과 구별되는 대표적 특징은 공사완성 확률에 근거한 공기산정 방식과 공정버퍼의 설정을 통한 효율적인 공기의 관리로 대변될 수 있다.

제3장 현행 공정계획의 문제점

3.1 공정계획과 작업순서 불일치

작업순서의 차이는 공정계획에서 공법, 작업계획, 자원요소에 따른 제약사항을 공정에 정확히 반영하지 못한 결과이며, 또한 공정상의 불확실성의 영향으로 인해 나타난다. 즉, 현재 건설산업에서는 공정계획에서 미처 예상하지 못했던 사안들로 인한 작업순서의 불일치가 빈번히 발생하고 있다. 이로 인해 공기 부족 및 공기 지연이 발생하고 있다.

3.2 현행 공기산정 방식의 문제점

현행 공기산정은 계약서의 공사기간에 맞추어 추정하는 경우가 대부분이며, 공기 산정방식도 업체에 따라 다양하게 수행되고 있다. 현행 공기 산정방식의 가장 큰 문제점은 계획공사기간의 실제 현장에서의 일정과 차이를 보인다는 것이다. 표 2)는 현재 국내 건설업체의 골조공사기간의 다양한 형태를 보여주고 있다.

현행 공동주택의 골조공사기간 산정 방식은 층수 또는 면적을 변수로 하는 산정식을 기본으로 산정되고 있다.

표 2 현행 업체별 골조 공기산정 방식  
a, b, c는 상수

기업	골조기간 산정식	장점	단점
A	$a+b \times \text{층수}$	단지규모에 의한 영향 고려	고층부의 공기가 길어짐
B	$a \times \text{층수} + c$	산정식의 세분화	작은 연면적 지상 공기 부족
C	$a+b \times \text{층수}$	층수에 따른 공기변동 고려	지하층의 단순 기준 적용
D	$a+b \times \text{층수}$	-	고층부 공기가 지나치게 짧아짐
E	$a+b \times \sqrt{\text{연면적}} + c$ $\times \text{층수}$	연면적에 대한 고려	계수에 대한 세분화 되지 않음
F	$a \times \text{면적} / b$	-	산정일수가 다름 방식에 비하여 현저한 차이 발생
G	$a \times \text{층수} + c$	조정일수에 대한 다양한 기준	층수만을 주요 변수로 봄

A, B, C, D, G사의 경우 층수만을 변수로 고려하여 산정하고 있으며, F사는 면적, E사는 층수와 면적을 함께 고려하고 있다. 특히 F사의 경우 공사기간 산정시 공사규모, 구조, 시공사 능력 등 다양한 변수를 고려하지만, 공사기간의 현저한 차이를 보이고 있다.

3.3 공기의 효율적 사용 방안 부재

현행 공정계획에서는 시작과 완료시간을 규정하고 있다.

이러한 시간들이 그대로 지켜지기를 힘들 일이다. 지금의 공정계획 아래의 공정운영상에서 발생하는 공기의 비효율적 사용의 형태는 다음의 두 가지로 집약될 수 있다. 첫째, 여유시간과 부족시간이 서로 상쇄되지 않으며, 둘째, 부족시간은 발생하지만 여유시간은 발생하지 않는다. 이러한 인간 행동의 특징을 '학생증후군'과 '파킨슨법칙'<sup>5)</sup>으로 설명하고 있다. 이러한 현상은 우리의 일상에서는 물론이거니와 건설현장에서 아주 빈번히 발생하고 있다<sup>6)</sup>.

또한 건설공사의 30~55%<sup>7)</sup>를 차지하고 있는 여유시간들에 대한 관리 방법의 현재 공정계획에서는 미흡한 실정이다. 현재 여유시간은 대공정 또는 총공사기간에서 산정되어 각 작업별로 기계적을 배분되고 있다. 이로 인해 일부 여유시간들이 사장되는 경우가 발생하고 있고, 공사기간의 낭비가 초래되고 있다.

3.4 공정 운영 시 불확실성에 대한 유연성의 부족

건설산업은 리스크가 큰 산업이며, 건설공정에도 불확실성으로 인해 변이의 발생가능성이 매우 크다. 변이란 내재 또는 외재되어 있는 불확실성으로 인하여 목적물이 일정한 값으로 나타나지 않고 변화하는 현상을 의미한다.<sup>8)</sup> Iris(1998)는 공정시스템에서의 변이가 전체 생산성 효율에 미치는 영향을 시뮬레이션 'Parade Game'<sup>9)</sup>통해 보여주고 있다. 'Parade Game'의 수행결과 최대 50%이상의 수행기간이 증가되는 결과도 발생하였다. 따라서 건설공정은 변이들의 영향을 공정시스템 최소화 할 수 있어야 한다.

제4장 확률적 공기산정에 의한 공정 합리화 방안

따라서 본 연구에서는 3장에 나타난 공정계획의 문제점을 해결하기 위하여 공동주택 골조공사의 실제 공사기간 분포 분석을 통하여 공사완성 확률에 근거한 공기산정 방안과 공정버퍼 설정을 통한 공정계획 방안을 제시한다.

4.1 공동주택 골조사이클 실적자료 분석

본 연구에서는 기술통계분석으로 골조공사의 공기의 통계적 분석을 실시하였다. 건설산업에서의 공기는 공사여건이나 시공능력 등의 변수에 따라 차이를 나타내며, 부과된 공기 내에 특정 수급자가 공사를 완성할 가능성은 확률적 특성을 가지고 있다.<sup>10)</sup> 이에 본 연구에서는 공동주택 52개 동에 대한 층당 골조사이클을 지상1층과 2~15층, 16층 이상으로 구분하여 기술통계분석을 실시하여 실제 공사완공의 확률분포를 조사하였다. 그 분포는 그림 1과 같다.

3) Eliyahu M. Goldratt, The Goal, 동양문고, 1997  
AGI-Goldratt Institute, <http://www.goldratt.com>

4) 대한주택공사, 건설공사의 적정 표준공기 산정방법에 관한 연구, 1998

5) 학생증후군(Student Syndrome) : 항상 작업종료일정에 초점을 두어 작업을 수행한다. 파킨슨법칙(Parkinson's Law) : 실제작업시간은 예정된 시간보다 짧아지지 않는다

6) 정남기, TOC기반의 예로사슬(Critical Chain) 프로젝트 관리, IE산업연구회, 19996)

7) 진영섭, 아파트 공기에 영향을 주는 작업불가능기준에 관한 연구, 대한건축학회학술발표대회논문집, 1998.4

8) 한국건설관리학회, 사무소 건축의 마감공기 단축을 위한 영향요인 분석 및 관리기법에 관한 연구, 2002.4

9) Iris D. Tommeleim, Parade Game, Journal of construction engineering and management, 1999

10) 고현우, 계약경영과 크리티컬체인 프로젝트관리 접근방법 연구, 프로젝트관리기술, 제43호, 2003.02

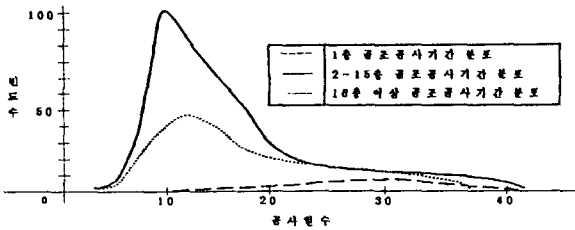


그림 1 골조공사 공사완성 기간의 분포

표 3은 실적자료 기술통계분석 결과를 나타낸 것으로, 공동주택의 골조사이클은 2~15층 공사와 16층 이상의 공사는 왜도(Skewness)<sup>11)</sup>가 1.70과 1.39로 왼쪽으로 치우친 형태의 분포를 보여 유사한 형태로 나타나고 있는데 비해 1층 공사는 왜도가 -0.64를 나타내오 오른쪽으로 치우친 형태를 보이고 있다. 특히 첨도(Kurtosis)<sup>12)</sup>는 2~15층, 16층 이상의 골조공사 4.92, 3.90을 나타내어 급격한 첨도를 보이고 있다. 본 연구에서는 공사기간 실적자료를 분석하여 효과적인 공기산정 방법을 제시하려 한다.

표 3 골조공사 공기분포 분석

1층 골조공사 분석		2~15층 층당 골조공사 분석		16층이상 층당 골조공사 분석	
평균	28.64	평균	13.23	평균	13.95
중앙값	29	중앙값	12	중앙값	13
최빈값	29	최빈값	10	최빈값	12
표준 편차	5.88	표준 편차	4.62	표준 편차	4.33
첨도	0.67	첨도	4.92	첨도	3.20
왜도	-0.64	왜도	1.70	왜도	1.39
최소/최대값	11/41	최소값	6/45	최소값	7/36

## 4.2 공동주택 골조공사 확률적 공기산정 방안

### 4.2.1 확률적 공기 산정 방안

본 연구에서는 실적공기 자료 분석하여 통계적 접근으로 공기를 추정하였다. 이는 기존의 공기산정방식과 달리 공기를 수급자의 공사 완성확률을 바탕으로 공기를 제시한다. 본 연구에서 제안하는 공기산정방식은 식 ①과 같다. 본 방식에 의한 공기의 자세한 사항은 표 4과 같다.

$$\text{공기} = m + \sigma \text{-----} \text{①}$$

m : 예상평균공사시간(Mean duration : 공사완공 확률 50%)

σ : 표준편차(여유시간)

표 4 공사완성 확률에 근거한 공동주택 골조사이클

구분	공정계획 시 공기 (평균값:A)	여유시간 (표준편차 :B)	총공기 (A+B)	순공기 비율	공사 완공확률
1층	약 29일	약 6일	35일	82.96%	91.49%
2~15층	약 13일	약 5일	18일	74.11%	92.50%
16층 이상	약 14일	약 4일	18일	73.68%	96.67%
평균				76.02%	90.22%

### 4.2.2 확률적 공기산정을 통한 공정계획 방안

#### 1) 공정 구성(Scheduling)

공사완성 확률에 의한 공기는 앞에서 언급했듯이 50%완성확률(순공기)과 공기 분포의 표준편차(여유시간)로 구성

11) 왜도 : 분포의 기울어진 정도,  $-0.5 < \text{왜도} < 0.5$  : 정규분포,  $\text{왜도} < -0.5$  : 오른쪽을 치우친 형상,  $\text{왜도} > 0.5$  : 왼쪽으로 치우친 형상

12) 첨도 : 분포의 뾰족한 정도,  $\text{첨도} = 3$  : 정규분포,  $\text{첨도} > 3$  : 급첨,  $\text{첨도} < 3$  : 저첨

되어 진다. 공정계획 시에는 공사완성확률 50%에 해당하는 공기로 공정 구성한다. 이는 작업의 단축에 따른 효과를 후속작업에서 최대한의 활용하기 위한 방안으로, 공사기간의 효율적인 사용을 피할 수 있다.

#### 2) 공정버퍼의 설정

공기 중 표준편차에 해당되는 여유시간은 공정버퍼로써 활용하여 공정의 주요 관리시점에서 모아서 공정의 불확실한 변이를 통제하기 위한 수단인 공정버퍼로서 활용을 제안한다. 여유시간들의 합계로 표시된 버퍼는 기존의 방식에서 각 작업별로 분배되어서 비효율적으로 관리되었던 여유시간의 효율적인 이용하게 할 수 있다.

### 4.3 공정버퍼의 개념 및 활용

#### 4.3.1 공정버퍼의 개념

기존에 기계적으로 배분되어 효과적으로 활용될 수 없었던 여유시간을 시간적 개념의 공정 버퍼로써 필요 시점에서 모아서 사용하면 보다 효과적으로 여유시간들을 사용할 수 있으며, 공기의 낭비를 최소화 할 수 있다. 즉, 여유시간을 별도로 관리한다면 표준편차의 개별 합  $\sum_i \sigma_i$ 만큼 작업시간의 편차가 발생하지만, 여유시간을 모아서 관리한다면 작업시간 편차는  $\sqrt{\sum_i \sigma_i^2}$ 로 줄어든다. 즉, 수식 ②와 같다.

$$\sum_i \sigma_i > \sqrt{\sum_i \sigma_i^2} \text{-----} \text{②}$$

$\sum_i \sigma_i^2$  : 개별 작업시간 편차의 합

$\sqrt{\sum_i \sigma_i^2}$  : 통합된 작업시간 편차의 합

버퍼설정 방식은 각 작업별로 할당되어 있는 여유시간을 모아서 사용하는 것은 공기의 효율적인 사용을 의미한다. 또한 적은 여유시간만으로 공사를 수행할 수 있기 때문에 공기내의 공사완성능력을 향상시킬 수 있다.

#### 4.3.2 공정버퍼 관리(Buffer Management) 개념

설정된 버퍼는 공정운영 및 관리단계에서는 버퍼소모량의 모니터링(Monitoring)을 통하여 즉각적인 공정의 상황을 판단하여, 공정을 관리하게 된다. 버퍼를 안전구역(버퍼소모량 40%이하), 주시 및 계획구역(버퍼소모량 40~70%), 행동구역(버퍼소모량 70%이상)으로 구분하여 공정을 모니터링하게 된다. 이러한 방법은 공정진행 시 공정의 진도 파악을 용이하게 하며, 버퍼의 침투량에 따라 공정관리를 유연하게 적용할 수 있다.

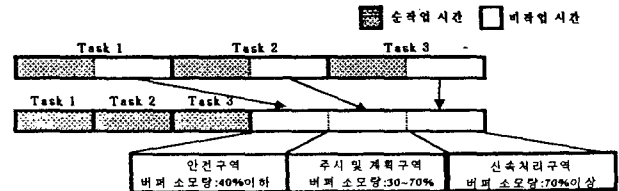


그림 2 공정버퍼의 개념 및 활용

### 4.4 기존 공정계획 방식과의 비교 및 개선안 모델링

본 연구에서는 제안된 공정관리업무를 기존의 공정계획과 비교 검토하였다. 세부사항은 아래의 표 5와 같다.

표 5 기존의 공정계획과 개선안의 비교

구분	H사 공정관리업무방법	공정관리업무 개선안	비고
작업 기간	순작업시간+비작업시간의 확정값으로 추정	공사완성 확률분포에서 추정	여유시간의 효율적인 활용방안 제시
공정 계획	시작과 완료시간이 명시된 공기로 구성	공사완성 확률 50%의 값으로 공정을 구성	공기단축의 효과를 전체공정에서 수용
여유 시간 활용	여유시간의 균등 분배로 사장되는 시간 발생	사장되는 여유시간 최소화	공기의 효율적 사용방안 제시
진도 관리	개별작업의 진도에 추정	버퍼관리를 통해 전체 공사에 초점	즉각적인 공정진도 상태 파악 가능

본 연구에서는 제안된 공정계획을 프로세스를 IDEFO 방법론을 이용하여 모델링 하였다. 본 연구에서는 공정계획을 공기산정, 공정계획 및 버퍼설정의 두 단계로 구분하였으며, 각 단계에 대한 개선안을 제시하였다. 본 모델은 공정관리업무의 적용을 위한 수행절차와 발생정보에 초점을 두어 구축되었으며, 공정계획 프로세스 모델을 구축함으로써 공정계획의 효율화와 프로세스의 정확한 이해를 높이는 데 그 목적을 두었다.

그림 3은 공정관리업무의 하부 목표에 대한 순차적인 절차와 프로세스를 통해 발생되는 정보들에 대한 상호관계를 나타내고 있다.

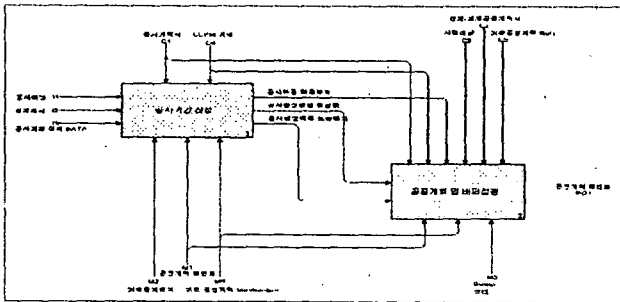


그림 3 공정계획 Level 2(A1) 모델

## 제5장 사례연구

### 5.1 사례연구 개요

본 연구에서 제시된 공정계획에 따라 Sample 골조공사(2~15층 골조공사) 사례에 적용하여 본 연구에서 제시된 공정계획 방안의 타당성을 검증하였다. 사례공사는 그림 4와 같으며, 총 공기는 18일이다. 굵은선으로 표시된 액티비티가 주공정선이며, D작업과 G작업은 주공정에 포함되지 않으며 각각 2일의 총여유시간(TF)을 가지고 있다.

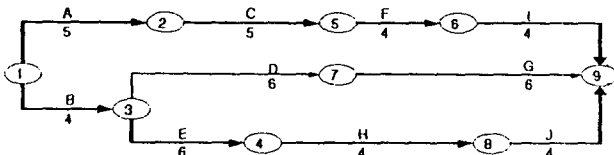


그림 4 현행 공정계획 방식에 의한 공정계획

### 5.2 확률적 공기산정에 의한 공정계획

본 연구에서는 공사완성 확률에 의한 공기 설정을 제안하였다. 골조공사의 경우 표 4에 따라 2~15층의 경우 18일의 공기를 산정하며, 공정계획은 앞에서 언급했듯이 공사완

성확률이 50%(순공기)에 해당하는 공기를 적용하였다. 골조공사의 경우 13일의 순공기과, 5일의 여유시간으로 구성되어 있었다. 기존의 공정계획에서와 달리 주공정선이 변화하였으며, 총 공기 13일(버퍼 제외)의 공정계획을 수립하였다. 그림 6은 확률적 공기산정에 의한 공정계획을 나타낸 것이다. 공기분포의 표준편차(여유시간)는 공정버퍼로써 작업의 마지막 부분에 배치하였다.

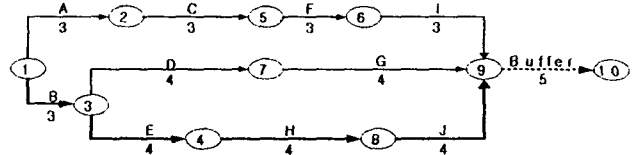


그림 5 확률적 공기산정에 의한 공정계획

### 5.3 지연사건에 대한 공정계획의 비교

공정계획에서 공기지연원인을 파악하여 그에 대한 대처가 이루어지는 공정계획이 이루어진다면 가장 이상적인 것이다. 그러나 건설산업이 리스크가 산업이고, 건설공정에는 수많은 변인들이 내재 또는 외재해 있다. 따라서 본 사례연구에서는 예상하지 못했던 자재의 수급 지연으로 인해 동일 자재를 사용하는 D작업과 E작업이 병행 불가능 할 경우에 대하여 사례 분석하였다.

#### 5.3.1 기존공정계획에서의 지연사건의 영향

기존 공정계획에서는 공기지연 상황이 발생에 따라 작업의 지연이 지연사건의 전체 공기에 영향을 미치게 된다. 결국 사례에서도 작업의 지연사건의 영향으로 전체 공기의 지연을 초래하게 된다. 아래의 그림 6과 같이 기존의 공기 18일에 비하여 D작업과 B작업의 병행 수행이 불가능함에 따라 D작업의 여유시간(Total Float)를 모두 소모하고 전체 공사가 4일의 지연이 발생하였다. 이는 현 공정계획 방식에서 작업의 지연은 대부분 전체 공정의 지연으로 이어지기 때문이며, 또한 공기지연 요소에 대한 공정시스템의 수용이 미비하기 때문이다.

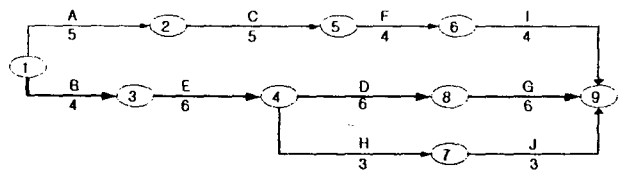


그림 6 공기지연사항 발생시 기존 공정계획에서의 영향

#### 5.3.2 개선 공정계획에서의 지연사건의 영향

기존 공정계획에 비해 개선 공정계획에서는 모든 작업이 50%의 공사완성 확률을 만족한다면 전체 공사의 지연은 발생하지 않으며, 계획공기 보다3일이 지연된 15일의 공사 완공을 이루었다. 지연일수 2일은 공정버퍼의 침투로 이어졌다. 실제 공정관리 시에 공정관리자는 2일의 버퍼 침투량을 통해 공정의 현황을 쉽게 파악할 수 있다. 또한 지연 공정에 대한 대비책을 마련할 시점을 찾을 수 있다. 그림 7은 주공정 상의 모든 작업들이 50% 완성확률을 만족했을 경우의 Arrow Diagram을 나타낸 것이다. 이는 공사기간의 효율적 이용을 통해 변이에 의한 공정지연 요소의 영향을 최소화 한 것이다.

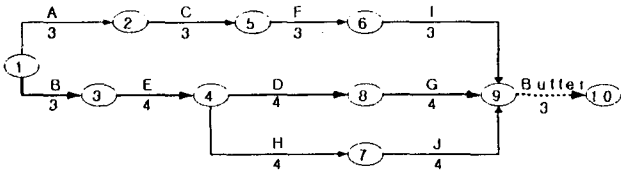


그림 7 공기지연 요소 발생시 개선 공정계획에서의 영향

#### 5.4 기존공정계획과 개선공정계획의 비교

개선 공정계획에서 공기를 50% 완성 확률로 공정을 구축하였다. 그러나 모든 작업이 공사완성확률 50%를 만족하지는 않는다. 개선 공정계획에서 모든 작업들이 50% 완성 확률을 만족하지 못하는 경우 총 공기가 22일로 기존 공정계획과 같게 나타났지만, 1개의 작업이라도 50% 완성 확률을 만족하는 경우는 기존공정계획의 지연의 영향에 대해 최소 1일에서 최대 7일의 공기의 단축을 기대할 수 있다. 이는 본 연구에서 제안된 공정계획안이 공기의 효율적인 사용과 공기단축의 효과를 공정상에서 최대한 수용할 수 있다는 것을 의미하며, 자세한 내용은 표 6와 같다.

표 6 개선 공정계획에서의 지연사건의 영향

구분	총 공기	공기 지연/단축	지연사건의 영향
기존공정계획	22	지연 4일	공기지연 4일 발생
공사완공확률 50%(m값) 충족작업이 없는 경우	22	지연 4일	기존 공정계획과 동일
주공정상의 1개작업이 공사완공확률 50% 충족	20일~21일	지연 1일	기존 공정계획보다 1~2일 단축
주공정상의 2개작업이 공사완공확률 50% 충족	18~19일	지연없음	기존 공정계획보다 3~4일 단축
주공정상의 3개작업이 공사완공확률 50% 충족	16~17일	단축 1일	기존 공정계획보다 5~6일 단축
주공정상의 4개작업이 공사완공확률 50% 충족	15일	단축 2일	기존 공정계획보다 7일 단축
비주공정상의 작업의 공사완공확률 50% 여부	주공정의 변화가 발생하는 경우에도 최대 22일의 공기를 초과하지는 않는다.		

#### 제6장 결론

국내건설산업에서는 공정관리의 중요성을 인식하고 있다. 그러나 아직까지도 그 활용과 성과는 부족한 것이 현실이다. 이는 공정관리의 기본인 공정계획의 부실의 결과이다. 따라서 본 연구에서는 공정계획의 문제점을 인식하고 확률적 공기산정과 공정버퍼의 개념을 적용한 공정계획 개선 방안을 도출하였다. 본 연구에서 제시한 공정방안을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 순작업시간과 여유시간을 분리여 공기의 효과적 이용

과 기존에 낭비되던 여유시간의 효율적 사용

- 2) 공정버퍼를 설정하여, 공정 및 공법의 제약요소 등의 지연으로부터 공정을 보호, 공기 준수능력을 향상
- 3) 50% 공사완성확률로 공정을 구성하여, 작업의 단축에 따른 효과를 후속작업에서 최대한 발휘.
- 4) 버퍼 관리를 통하여 전체 프로젝트 및 주요 공종의 현황을 즉각적으로 판단 및 유연한 공정관리방안 구축. 본 연구를 통해 제시된 공사완성확률에 의한 공정합리화 방안은 건설사업에서 공정관리를 효율적이고 유연하게 할 것이며, 건설사업의 공기내 완료능력의 향상에 기여를 할 것으로 판단된다. 추후 다양한 공기 실적자료의 분석이 이루어진다면 다양한 건축물, 공정에서 효과적인 공정계획을 수립할 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

1. 건설교통부, 공공건설사업 효율화 대책, 1999.7
2. 고현우, 제약경영과 크리티컬체인 프로젝트관리 접근방법 연구, 프로젝트관리기술, 제43호, 2003.02
3. 대한주택공사, 건설공사의 적정 표준공기 산정방법에 관한 연구, 1998
4. 정남기, TOC기반의 애로사슬(Critical Chain) 프로젝트 관리, IE산업연구회, 1999.12
5. 한국건설관리학회, 사무소 건축의 마감공기 단축을 위한 영향요인 분석 및 관리기법에 관한 연구, 2002.4
6. AGI-Goldratt Institute, <http://www.goldratt.com>
7. Eliyahu M. Goldratt, The Goal, 중앙문고, 1997
8. Iris D. Tommeleim, Parade Game : Impact of work flow variability on trade performance, Journal of construction engineering and management, 1998

#### Abstract

Construction project has many problem such as delay of the appointed date delivery, over budget, wether and site conditions. When several activities are influenced by the same factor, their duration may be delayed. This paper deals with the problem of construction duration estimating and schedule variation on the construction project. The theory of constraints technique for project management is referred to "Critical Chain" technique. This paper shows optimal scheduling plan and time management technique, used probability construction duration estimating and scheduling buffer based on the critical chain project management

Keyword : Schedule Planning, CCPM, Probability time estimate, Buffer