

# 철근콘크리트조 共同住宅 適正工期 算定基準에 관한 研究

## A Study on the Estimation Standard of Optimal Construction Duration for Reinforced Concrete Apartment House

천 영 기\* 이 계 옥\*\* 김 양 태\*\*\* 현 창 태\*\*\*\*  
Chun, Young-Gee Lee, Gye-Uk Kim, Yang-Taek Hyun, Chang-Tae

### 요 약

프로젝트 초기단계에 공기산정이 적절히 이루어져야만 프로젝트 진행과정에서 인력, 자재, 장비 등을 효율적으로 이용할 수 있으며 자금을 적절하게 배분할 수 있다. 그러나 아직 국내에서는 기준으로 삼을 만한 공기산정 기준이 없는 실정이다. 본 연구에서는 현재의 불명확한 공기산정방식을 개선함으로써 프로젝트 초기단계에서 적정공기를 예측하고 타당한 공정계획을 수립할 수 있도록 합리적이고 체계적인 공기 산정기준을 제시하고자 한다.

이를 위하여 본 연구에서는 기존 산정기준의 비교 분석을 통하여 개선방향을 도출하고, 현장기술자들과의 면담 조사, 현장실험, 기존 연구자료 등을 활용하여 적정공기 산정기준을 제시하였다.

키워드: 적정공기, 산정기준, 거푸집공사기간, 비작업일,

### 1. 서 론

#### 1.1. 연구의 배경 및 목적

프로젝트 초기단계에 공기에 대한 적절한 의사결정이 이루어져야만 프로젝트 진행과정에서 인력, 자재, 장비 등을 효율적으로 이용할 수 있으며, 자금을 적절하게 배분할 수 있다. 이렇듯 프로젝트 초기단계에서의 적절한 공기에측이 중요함에도 불구하고, 아직 국내에서는 표준적인 공기산정 기준이 없는 상황이다. 현존하는 산정식들은 외국의 산정식을 그대로 활용하거나, 몇몇 대형 건설사들이 자체 개발한 공기산정식을 활용하고 있는 실정이나, 이러한 산정식이 실제 현장상황 및 최근의 공법 등을 반영하지 못하여 정확도가 매우 떨어진다는 지적이 일선 전문가들로부터 제기되고 있다. 따라서 본 연구에서는 현재의 부정확한 공기산정방식 등을 개선함으로써 프로젝트 초기단계에 적정공기를 예측하고 타당한 공정계획을 수립할 수 있도록 공기 산정기준을 제시하고자 한다.

#### 1.2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 철근콘크리트조 공동주택 건설공사에 적용되고 있는 공기산정 방식을 개선하기 위한 것이다. 전체공사의 공기를 예측하기 위해서는 지하공사, 골조공사, 마감공사 등 공동주택 건설공사의 모든 공종의 공기를 합리적이고

정확하게 예측하는 것이 필요하다. 그러나 본 연구에서는 그중 전체공기에 가장 큰 영향을 미치는 지상골조공사중 거푸집공사의 공기산정과 비작업일을 중점적으로 분석·개선하였으며, 지하공사 및 마감공사는 대한주택공사의 공기산정식을 준용하는 것으로 하였다. 또한 골조공사의 거푸집공법은 공동주택 건설공사에서 주로 사용하고 있는 「철제틀+코팅합판 거푸집널」(유로폼)공법으로 가정하였으며, 골조구조형식은 현장타설 철근콘크리트 벽식구조로 제한하였다.

본 연구에서는 지상골조공사의 공기산정과 비작업일의 공기 산정기준을 제안하기 위하여 문헌조사를 통하여 공정관리 및 적정공기의 개념 및 특성을 파악하고, 공기에 영향을 미치는 요인을 확인하였다. 적정공기산정에 영향을 미치는 주요 영향요인들을 도출하고 현장실험과 기상청 자료 분석과 면담조사를 통하여 프로젝트 초기단계에 활용할 수 있는 적정공기 산정기준을 제시하였다. 그리고 사례분석을 통하여 본 연구에서 제안한 적정공기 산정기준의 타당성을 검증하였다.

### 2. 적정공기 산정에 대한 고찰

#### 2.1. 적정공기의 개념

적정공기(適正工期)란 공기를 준수하며 시공정도 및 경제적 피해를 주지 않는 공기로 정의할 수 있다. 적정공기의 준수를 위해서는 공정관리뿐만 아니라 각 현장여건에 따른 기술적 측면, 안전관리적 측면, 품질관리적 측면, 자재조달의 측면, 경제적 측면등을 고려한 종합적인 관리를 요한다.

본 연구에서는 적정공기를 서울지역 R.C조 아파트공사에

\* 일반회원, 성호건설주식회사 차장, 공학석사  
\*\* 학생회원, 서울시립대 대학원 석사과정  
\*\*\* 학생회원, 서울시립대 대학원 박사과정  
\*\*\*\* 중신회원, 서울시립대 건축공학과 교수, 공학박사

서의 지상골조 공사 중 거푸집 공사의 적정공기에 대한 것과 비작업일을 고려한 공기에 대한 것으로 한정하여 분석하였다.

## 2.2. 적정공기 산정시 고려사항

### 1) 지상골조공사의 공기산정시 고려사항

지상 골조공사는 작업인원이나 가설재를 적절히 배치함으로써 품질의 저하없이 공기를 단축할 수 있고, 지하기초공사 혹은 마감공사에 비하여 상대적으로 순작업기간에 지대한 영향을 미치는 공정이다. 이러한 지상골조공사의 진행 및 공기에 영향을 미치는 요인들을 살펴보면 가설재료 및 작업조 이동주기(cycle time), 작업분할, 작업조 및 장비의 생산성, 공구분할, 거푸집공법, 양생기간, 휴일 및 기상에 의한 비작업기간 등을 들 수 있다.

### 2) 비작업일 산정시 고려사항

비작업기간에 영향을 미치는 요인은 통제가 불가능한 요인과 가능한 요인 및 불가항력적인 요인 등으로 나눌 수 있다. 통제불가능 요인은 예측이 가능하고 규칙적인 기상조건과 공휴일 등을 들 수 있고, 통제가능 요인은 현장조건, 발주자 기인 요인, 시공자 기인 요인으로 구분할 수 있으며, 불가항력적 요인은 예측하기 어려운 기상조건, 지진, 폭동, 정부정책 변경 등이 있다.

## 3. 공기 산정기준의 개선방향

### 3.1. 기존공기산정 방식의 문제점

#### 1) 지상골조공사의 공기산정시 문제점

과거에 비해 우리나라의 건축시공기술은 많은 발전을 거듭하였고 재료의 성능도 철근 및 시멘트의 품질개량에 의해 현저하게 개선되어 왔다. 그러나 현행의 거푸집의 존치기간에 관한 현행 시방규정은 이러한 현실의 반영이 미흡한 실정이다. 그러므로 현행 시방규정은 현실의 상황에 맞게 개선할 필요성이 있는 것으로 사려된다.

#### 2) 비작업일 산정의 문제점

동절기 물공사중단기간 산정을 위한 온도 기준은 일 최저온도는 4℃ 이하로 되어 있으나, 그 기준이 너무 과도한 설정이어서 공사를 할 수 있는 기간까지 포함되어 있다.

혹서기에는 오전에만 작업이 가능하고 온도가 높은 한낮에는 작업이 거의 이루어지지 않아서 작업의 능률이 떨어지고 있지만, 현행 기준은 혹서기 비작업기간을 인정하지 않고 있다.

그리고 지역 및 계절의 차이에 따른 강우일수가 계절별 및 지역별로 큰 차이가 있음에도 불구하고, 현행 기준은 우기로 인한 작업불가능기간을 일률적으로 전체 공기에 적용하고 있어 정확한 공사기간을 산정하지 못하고 있다.

강설 및 강풍 또한 예외적인 사항으로 공사기간 연기사유에 포함되므로 이를 포함하지 않는 기존안은 개선의 여지가 있다.

그리고 현행 기준은 전체 공휴일의 50%인 31일을 작업기간으로 고려하고 있어서 공사계약 일반조건 제18조의 휴

일작업 금지 조항에 위배되고, 건설시장이 본격 개방된 현실점에서 그로 인한 클레임이 제기될 소지가 있으므로 개선할 필요성이 있다.

## 3.2. 기존공기산정 방식의 개선방향

### 1) 지상골조공사 공기산정방식의 개선방향

다음 표 1은 건교부 표준시방서, 콘크리트학회표준시방서, 주택공사 시방서, 이재옥 박사 논문, 이준호 석사논문을 비교한 것이다.

표 1. 거푸집 최소 존치기간 비교표 (단위 : 일)

부위	기초·보일 기둥·벽				바닥슬래브·지붕 슬래브·보일							
	보통포틀랜드시멘트											
시멘트의 종류												
구분	건교부 표준 시방서		콘크리트 학회 표준 시방서		주택 공사 이재 옥 박 사		이준 호 박 사					
	표준	표준	표준	표준	표준	표준	표준	표준				
재령 (일)	20℃ 이상	4	A	4	4	3	1	B	C	7	5	3.5
	10℃ 이상	6	A	6	6	4	2	B	C	9	7	3.5
	20℃ 미만											

비고 : 상기 숫자는 콘크리트 압축강도를 시험하지 않을 경우이며 콘크리트 압축강도를 시험할 경우  
A. 콘크리트 압축강도 50kgf/cm<sup>2</sup> 이상  
B. 해체 가능한 압축강도는 최저 120kgf/cm<sup>2</sup> 이상  
C. 설계기준강도×2/3 (fcu≥2/3fck) 다만, 140 kgf/cm<sup>2</sup> 이상

이상의 결과, 공공기관의 존치기간과 실제 실험에 의해 안전한 것으로 판단되어 제시한 안들사이에 최소 3일에서 5.5일까지 있었다. 그러므로 본 논문에서는 구체적인 실험을 통해 비교적 정확한 거푸집 최소 존치기간을 결정하여 지상골조공사의 공기산정방식에 반영하고자 한다.

### 2) 비작업일 산정의 개선방향

본 논문에서는 기온, 강우, 강설, 강풍에 대하여 각 기관별 비교분석자료와 기상여건의 비작업일 산출기준에 대한 연구자료를 비교한 뒤 개선방향을 설정하였다.

또한 휴일에 의한 작업 불가능일은 관련법령과 면담조사를 통하여 개선방향을 설정하였다.

## 4. 적정공기 산정기준

### 4.1. 주요 영향요인 결정

#### 1) 지상 골조공사 부분

##### ① 층당 사이클

골조공사와 관련된 직종은 크게 목공, 철근공, 콘크리트공, 설비공, 전기공 등의 5가지로 분류할 수 있으며 이들 각 직종은 정해진 순서에 의하여 한 공구를 이루는 몇 개 동 사이클을 오가면서 매 층에서 반복작업을 수행하게 된다. 이러한 반복작업을 수행하는데 소요되는 시간을 층당 싸이클이라 칭한다.

본 연구에서의 층당 싸이클 산정은 면담조사 및 실험결과에 근거한 것이며, 매 층의 골조공사를 수행하는데 있어 최소한의 작업기간만을 고려하였다.

② 공사조건에 따른 작업기간 영향요인

지상골조 부문의 작업기간은 직접적으로 그 규모에 영향을 받게 되지만, 면담조사 결과 건축면적이나 동수 등은 공기와 상관성이 낮은 것으로 파악되었으므로, 층수만을 지상골조 공사기간에 직접적인 영향을 주는 요인으로 선정하였다. 1층의 작업기간은 다른 층에 비해 더 많은 공사기간이 소요되고 있는 것과 이형의 지붕형태가 거푸집공사의 생산성에 영향을 미치는 것이 밝혀져 이러한 사항을 별도로 고려하여 작업기간 영향인자로 선정하였다.

16층 이상의 경우에는 층고의 증가와 고층화에 따른 작업위험도 등으로 층당 싸이클이 증가하는 것으로 반영하였다.

2) 비작업 기간

비작업일산정시 온도요인에 의한 영향요인은 기관별 비교분석자료와 기상여건의 비작업일 산출 기준에 대한 연구자료와의 비교분석을 통해 저온시 4℃미만, 고온시 30℃ 이상을 작업불가능기간으로 반영하였다. 강우요인으로 인한 작업불가능일 산정 기준은 일 강우량 10mm 이상, 적설은 강설량 10mm 이상, 바람은 풍속 10m/sec 이상으로 설정하였다.

현재 휴일에 의한 비작업일 산정은 전체 공휴일의 50%인 31일을 작업기간으로 고려하고 있으나 이는 공사계약 일반조건 제18조의 휴일작업 금지 조항에 위배되고, 면담조사 결과 휴일 작업시 평일 생산성의 50%에도 미치지 못하므로 공휴일은 법정 공휴일 모두를 비작업 기간으로 간주하였다.

4.2. 적정공기 산정기준의 제안

1) 지상골조공사 공기 산정기준의 제안

① 콘크리트 압축강도 시험 결과

KSF - 2402, 2405, 2421, 4009에 의해 시행한 강도 시험 결과는, 평균기온 10℃ 이상 20℃ 미만에서 2일, 3일, 4일, 5일의 압축강도는 각각 96, 146, 169, 192kgf/cm<sup>2</sup> 로 나타났으며, 평균기온 20℃ 이상에서는 1일, 2일, 3일, 4일 압축강도는 각각 79, 116, 162, 181kgf/cm<sup>2</sup> 로 나타났다.

② 거푸집 존치기간 설정

본 연구에서는 일정한 안전율을 고려하여 수직 거푸집의 경우, 10℃ 이상 20℃ 미만일 때는 3일, 20℃ 이상일 경우 2일로 설정하였으며, 수평거푸집의 경우 10℃ 이상 20℃ 미만일 때는 5일, 20℃ 이상일 경우는 4일로 설정하였다. 이러한 내용을 표로 표현하면 표 2와 같다.

③ 표 2의 거푸집 최소 존치기간을 이용하여 기준층의 표준공정 네트워크를 제안한다. 주공정인 벽·슬래브 거푸집작업의 연속성을 확보하기 위한 유로폼 작업조의 작업기간은 5일이고, 나머지 작업들인 철근, 전기, 콘크리트 타설 및 양생 작업을 합하여 5일이 되어 총 10일 공정이 된다. 또한 기준온도 10℃ 이상 20℃ 미만으로써 수직거푸집의 경우 3일후 거푸집을 해체하고 슬래브 거푸집인 수평거푸

표 2. 결정된 거푸집의 최소 존치기간 (단위 : 일)

부 위	기초·보열·기둥·벽	바닥슬래브·지붕슬래브·보일
시멘트의 종류	보통포틀랜드시멘트	보통포틀랜드시멘트
압 축 강도	50 kgf/cm <sup>2</sup>	최저 120kgf/cm <sup>2</sup> 이상
재령 (日)	20℃ 이상	2
	10℃ 이상	3
	20℃ 미만	
전제조건	드럼헤드 사용(받침기둥 3벌), 거푸집 전체를 1벌 사용	

집을 5일후에 해체되었다. 이러한 내용을 네트워크 공정표로 나타내면 그림 1과 같다.

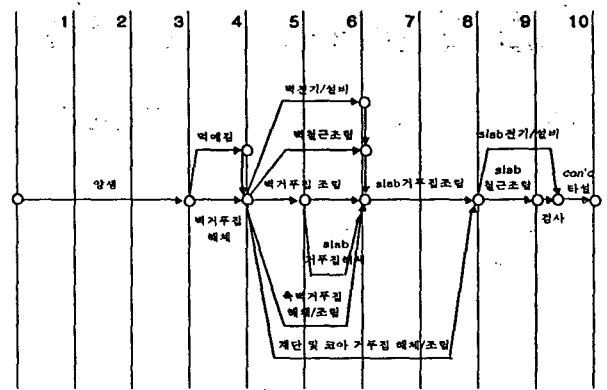


그림 1. 네트워크 공정표 (단위 : 일)

④ 지상골조 부문 공기 산정

기준층의 경우 본 연구에서 제안한 거푸집 최소 존치기간을 적용하였을 경우, 그림 1에서와 같이 층당 작업일은 10일, 1층 공사기간은 민간기업의 사례와 면담조사를 통해 20일로 산정하였다.

표 3. 지상 골조 부문 공기 산정기준

내 용	단 위	작업 일수	비 고	
1층 공사일수	日	20		
기준층	15층 이하 층당주기	日	10	
	16층 이상 층당주기	日	11	
지붕형상에 따른 추가일수	평지붕	日	0	
	경사지붕	철골	日	10
		콘크리트	日	15

표.3과 같은 산정기준에 의한 철근콘크리트 아파트 1개 동의 지상골조공사 공기산정식은 다음과 같다.

○  $D = D_1 + (D_2 \times 10) + DR$  ----- 식1

○  $D' = D + (D_3 \times 11)$  ----- 식2

주) D=15층이하, D1=1층 공사일수, D2=2층 이상 층수  
DR=지붕형상에 따른 추가 일수, D'=16층 이상, D3= 16층 이상 층수

2) 비작업일의 제안

본 논문에서는 작업가능일수는 1년 (365일)의 57.5%인 210일로 분석되었다.

### 4.3. 사례 적용

본 산정기준의 타당성을 검증하고자 경기도 화성지구에 위치한 15층 아파트 공사현장을 대상공사로 하여 표4와 같이 사례적용을 실시하였다. 본 연구에서 제안한 공기산정기준을 적용하여 산정한 공기는 다음 표 5와 같다.

표 4. 건축 공사기간 산정기준 요약

구분	조건	소요일	비고
순작업기간	-흙파기 : 지하1층 -파일공사 : SIP 15m이내	44일	주택공사 지하부분 공기 산정기준
	-아파트 지하층 골조 1층 지하1층으로 층고 4.5m 이상 1개층 지하주차장	63일	
마감공사	-주택공사 마감기간	127일	
비작업기간	국내 서울지역 기상조건 도표반용	155일	본 연구에서 제시
전체공사기간	순작업기간 + 비작업기간	559일	

제시한 산정기준과 다른 산정기준을 적용한 결과를 비교했을 때, 본 연구에서 제시한 기준이 가장 실제 공기에 근접한 것을 알 수 있었다.

표 5. 공기산정 비교

지상층수	총 공기					비고
	H 공사	D 산업	S 건설	본 연구	실제공기	
15층	664	640	578	559	541	

(단위 : 일)

### 5. 결론

적정한 공기산정이 중요함에도 불구하고 아직 국내에서는 기준으로 삼을 만한 공기 산정기준이 없는 실정이다.

본 연구에서는 현재의 불명확한 공기산정방식 등을 개선함으로써 프로젝트 초기단계에 적정공기를 예측하고 타당한 공정계획을 수립할 수 있도록 합리적이고 체계적인 철

근콘크리트조 공동주택의 공기 산정기준을 제시하였다.

그러나 본 연구에서 제시한 공사기준은 지상 골조공사 및 비작업기간에 대한 것으로 한정되어 있으며, 지하공사부분, 마감공사 부분의 공기 산정기준에 대하여 추후 연구를 통해 보완할 필요가 있다.

### 참고문헌

1. 대한건설 협회, 건설공사의 효율적인 공사관리와 적정공기산정방안, 1991
2. 대한건축학회, 건축공사 표준시방서, 1994
3. 대한주택공사, 건설공사의 적정 표준공사기간 산정 방법에 관한 연구, 1998.2
4. 배장호, 건축공사의 적정공기 산정방안에 관한 연구 (아파트공사를 중심으로), 서울시립대학교 석사학위논문, 1994
5. 서울대학교 건축학과 건설기술연구실, 공동주택 골조공사의 공사기간과 공사비용 산정에 관한 연구, 1995.8
6. 양극영, 기상조건이 건축 공정계획에 미치는 영향에 관한 연구, 동국대학교 대학원 박사학위 논문, 1987.
7. 이재욱, 철근콘크리트 거푸집의 최소존치기간 결정에 관한 실험적 연구, 중앙대학교 대학원 박사학위 논문, 1989
8. 이준호, 거푸집작업조를 중심으로 한 공동주택 골조공사의 공정계획방법에 관한 연구, 서울대 대학원 석사학위 논문, 1996
9. 이찬식, 군사시설 적정공기 산정기준, 국방부 군사시설국, 2001.1
10. 한국건설기술연구원, 건설사업의 공기 산정기준에 관한 연구, 1992.12
11. 한국콘크리트학회, 최신 콘크리트공학, 1995.9
12. 천영기, 철근콘크리트조 공동주택 적정공기 산정기준에 관한 연구, 서울시립대학교 석사학위 논문 2001.6

### Abstract

At the beginning of construction, the estimation for the construction duration is very important to effectively control and use labors, builder's equipment, permanent and temporary materials, supplies and utilities, and money. In spite of the importance of the estimation for the construction duration, there is no estimation standard of optimal construction duration in Korea.

The purpose of this study is to suggest the estimation standard of optimal construction duration that is reasonable and systematic through developing the method for estimating, the construction duration. It is expected to be helpful for estimating, planning and scheduling.

The analysis is executed the existing estimation standards and consulting the results of the interviews with the on-site engineers and the concrete compressive stress tests.

Key word : Optimal construction duration, Estimation standard, Working day, Non-working day