

저층·고층 아파트가 혼합배치된 단지에서 공기단축이 건설사업비에 미치는 영향 분석

Effects of Time Shortening on Project Cost in Housing Complex with Different Number of Layers

방종대¹ · 천영수² · 전명훈² · 김사랑³ · 이도현⁴

Jong-Dae Bang¹, Young-Soo Chun², Myoung-Hoon Jun⁴, Sa-Rang Kim⁵ and Do-Heun Lee⁶

(Received September 13, 2012 / Revised October 22, 2012 / Accepted October 22, 2012)

요 약

최근 도시 미관이 중요시 되면서 동일 아파트 건설단지 내에서 저층과 고층 아파트가 혼합배치되는 경우가 많아지고 있다. A공사에서 발주한 아파트 사업지구 중 고층 동들과 저층 동들 간의 층수 차가 4층 이상인 지구가 약 33%인 것으로 조사되었다. 일반적으로 아파트 공사의 공기는 단지 내 최고층 동을 기준으로 산정한다. 이로 인해 전체 사업지구의 공사기간이 길어지고, 길어진 공기는 해당사업의 사업성에 나쁜 영향을 미친다. 그러므로 동일 단지 내 저층고층 아파트 동들이 혼합 배치된 사업지구(이하 “혼합사업지구”라 한다)의 사업성 제고를 위해 일부 고층동 아파트의 골조공기를 단축해야 할 것이다. 그러나 혼합사업지구의 다양한 유형으로 인해 어떤 경우에는 공기단축이 사업성을 더 나쁘게 만들 수 있다. 따라서 본 연구에서는 다양한 유형을 갖고 있는 혼합사업지구의 골조공기 단축 여부를 판단할 수 있는 자료제공을 위해 혼합사업지구의 일부 고층동에 대한 골조공기 단축이 건설사업비에 미치는 영향을 분석하여 그 결과를 제시하였다.

주제어 : 건설사업비, 골조공사, 공기단축, 조강콘크리트, 직접공사비

ABSTRACT

In case of Korean housing complex, there became more mixed arrangement of buildings with different number of layers for a variety of urban skyline, recently. For example, around 33% of the construction sites of ‘A’ public corporation have gaps of more than 4 layers between high-rise buildings and low-rise ones in the same site, according to the survey. Generally, construction duration of the housing complex is estimated based on the layers of the highest building. Due to this baseline, whole construction duration could be extended so that the project cost could be increased. Therefore, framework duration of higher-rise buildings should be reduced to secure the feasibility of the project. On the other hands, these shortenings could adversely harm the feasibility in some cases because there are a wide range of combinations of the buildings with different number of layers in designing housing complex. Therefore, this study shows the results of analysis on effects of framework time shortening on the cost in housing complex project. Moreover, this could set the baseline of checking possibilities in condensing the construction duration of projects with buildings of different layers by supplying comprehensive database.

Key words: Project Cost, Structural Framework, Time Shortening, Early Strength Concrete, Direct Construction Cost

1) 한국토지주택공사 토지주택연구원 연구위원(주저자: jdbang@lh.or.kr)

2) 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원

3) 한국토지주택공사 토지주택연구원 연구원

4) 한국토지주택공사 토지주택연구원 선임연구위원(교신저자: dhlee3@lh.or.kr)

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

최근 도시 미관이 중요시 되면서 동일 아파트 건설단지 내에서 저층 아파트와 고층 아파트가 혼합 배치되는 경우가 많아지고 있다. A공사에서 발주하여 건설하고 있는 아파트 사업지구(150개) 중에서 고층 동들과 저층 동들 간의 층수 차가 4층 이상인 사업지구가 전체 사업지구의 약 33%를 차지하고 있는 것으로 조사되고 있다. 일반적으로 아파트 건설공사에서 공기산정은 단지 내 최고층 동을 기준으로 한다. 이로 인해 동일 단지 내에서 고층과 저층 아파트가 혼합 배치된 경우, 일부 몇 개의 고층 동으로 인해 해당사업 전체의 공사기간이 길어 질 수 있다. 길어진 공기는 일반관리비, 간접노무비, 금융비용 등을 증가시켜 해당사업의 사업성에 나쁜 영향을 미친다. 그러므로 혼합사업지구의 사업성 제고를 위해 일부 고층 동 아파트의 골조공기를 단축해야 할 것이다. 그러나 혼합사업지구의 다양한 유형으로 인해 어떤 경우에는 공기단축이 혼합사업지구의 사업성을 더 나쁘게 만들 수도 있다. 이를 방지하기 위해서는 혼합사업지구의 공기산정 시 건설사업비에 대한 고려가 반드시 필요하다. 따라서 본 연구는 혼합사업지구의 골조공기 단축이 건설사업비에 미치는 영향 분석을 통하여 혼합사업지구의 골조공기 단축 여부를 판단할 수 있는 자료 제공을 목적으로 한다.

1.2 연구범위 및 방법

본 연구는 아파트 건설공사에서 동일단지 내에 저층·고층 아파트동이 혼합 배치된 사업지구를 대상으로 한다. 또한, 동일 단지 내에서 고층 동들과 저층 동들 간의 층수 차가 4층 이상인 사업지구를 대상으로 한다. 본 연구는 그림 1의 연구 흐름도에 따라 진행되었으며, 주요 연구방법은 다음과 같다. 첫째, 아파트 골조공사의 공기산정 및 공기단축 방법은 기존의 선행연구를 활용하였다. 둘째, 혼합사업지구의 현황과약을 위해 A공사의 사업지구 현황을 분석하였다. 셋째, 일반사업지구와 동일한 기준으로 발주된 혼합사업지구의 공기단축

이 건설사업비에 미치는 영향 분석을 위해 A공사 사업지구를 대상으로 사례현장(3곳)을 선정하였다. 넷째, 혼합사업지구의 공기단축 시 건설사업비는 순현재가치법(NPV)으로 분석하였다. 다섯째, 혼합사업지구의 공기단축 시 건설원가의 투입률은 사례현장에서 수급인이 공사착공 시 A공사에 제공한 공정표를 기준으로 하였다. 여섯째, 건설사업비 분석 시 분양대금의 회수금액, 시기 등은 A공사의 자료를 활용하였다.

2. 선행 연구현황과 기존 연구에 의한 골조공사 공기단축

2.1 기존 연구고찰

혼합사업지구의 골조공사 공기단축 시 건설사업비에 미치는 영향을 분석하기 위해 선행연구들을 조사 분석한 결과, 기존 연구들은 주로 “공기단축 관련 조강콘크리트의 활용 방안”, “공기단축을 위한 적정 거푸집공법의 활용방안”, “골조공사의 공정운영 방안”, “공기와 공사비의 최적화 방안” 등에 중점을 두고 있는 것으로 나타났다. 각 항목별 연구현황을 살펴보면 다음과 같다. 공기단축을 위한 조강콘크리트의 활용 방안과 관련된 선행연구는 이웅중 등(2010)에 의한 “공기단축 조강콘크리트의 조기강도 예측기술의 현장 적용성 평가”와 정양희 등(2010)에 의한 “공동주택 공기단축을 위한 조강콘크리트의 현장 적용성 검토”, 김정민 등(2009)에 의한 “조강콘크리트를 사용한 구조물의 공기단축 관련 현장적용에 관한 연구”가 있는 것으로 조사되었다. 공기단축을 위한 적정 거푸집공법의 활용방안과 관련된 선행연구는 송창엽 등(2010)에 의한 “알루미늄 폼을 이용한 골조공사의 생산성 분석에 관한 연구”와 김동완 등(2005)에 의한 “벽식구조 건축물의 공기단축을 위한 거푸집시스템”, 김태호 등(2010)에 의한 “세계 최초 드롭형 거푸집 공법 개발을 통한 시공생산성 향상 및 친환경적 공사수행 사례”가 있는 것으로 조사되었다. 골조공사의 공정운영과 관련된 선행연구는 Bang 등(2011)에 의한 “The Time Shortening of Structural Framework of High-rise Apartment Housing for the Urgent Project Area”와 한충희 등(2004)에 의한 “아파트 골조공사의 공기단축 및 효과적 공정운영 방안”, 안성훈 등(2007)에 의한 “골조공사 공기단축을 위한 기준층 3일 공정에 관한 연구”, 손상현 등(2007)에 의한 “초고층 골조공기 단축방안” 등이 있는 것으로 조사되었다. 공기단축과 공사비를 연계한 선행연구는 주선우 등(2007)에 의한 “RC조 공동주택 골조공기 단축과 비용산정 개선에 관한 연구”와 조현우 등(2004)에 의한 “초고층 건물의 골조 공사비와 공기 최적화 방안” 등이 있는 것으로 조사되었다. 선행연구들을 고찰한 결과 혼합사업지구를 대상으로 아파트 골조공사의 공기를 단축했을 때 공기단축이 건설사업비에 미치는 영향을 분석한 연구는 거의 없는 것으로 조사되었다.

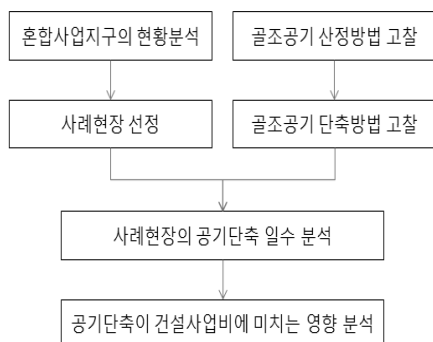


그림 1. 연구 흐름도

2.2 국내 아파트 건설공사의 골조 기준층 층당 공기

국내에서 아파트 공사를 가장 많이 발주하고 있는 A공사의 아파트 지상층 골조공사의 공기산정 기준은 시스템 거푸집을 적용하는 경우, 1층은 26일, 2층 이상의 기준층은 층당 12일로 되어 있고, 층당 공기는 달력기준으로 이를 작업일과 비작업일로 분류할 경우, 작업일 기준 기준층 층당공기는 8일이 되고, 여기에 비작업일 4일이 포함된다. Bang 등(2011)은 국내 주요 건설업체의 아파트 골조공사의 작업일 기준의 기준층 층당공기를 8일로 제시하고 있다.

2.3 기존 연구에 의한 아파트 골조공사 공기단축

Bang 등(2011)은 아파트 골조공사의 기준층 층당공기 12일(작업기준 8일 공정)에 대해 단위작업 분할, 단위작업별 연관관계 분석, 단위작업별 작업기간 등을 세부적으로 분석한 결과를 토대로 기본공정표를 제안하고 있다. 또한, 기존 8일 공정 대비 아파트 골조공사의 공기단축을 위한 방안으로 6일 공정의 기본공정표를 제안하고 있다. 이를 위해서 기술적으로 슬래브 거푸집의 존치기간을 기존의 4일에서 3일로 단축해야 하고, 슬래브 거푸집의 존치기간 단축을 위해서는 조강 콘크리트나 설계기준강도보다 큰 강도의 콘크리트 사용을 제안하고 있다. 따라서 본 연구에서는 혼합사업지구 고층 동들의 골조공사 공기단축 시 Bang 등(2011)이 제시한 기준층 층당 6일 공정(층당공기 9일)과 공기단축 방안을 사용하였다.

표 1. 사례 A의 동별 층수 구성현황

| 사례 현장 | 규모(호) | 층수별 동수 | | | | | | | | | | | | | | | 단축대상 | |
|-------|-------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|------|-----|
| | | 9층 | 10층 | 11층 | 12층 | 13층 | 14층 | 15층 | 16층 | 17층 | 18층 | 19층 | 20층 | 21층 | 22층 | 계 | 동수 | 비율 |
| 사례 A | 1,042 | 2 | 1 | 1 | | | | 10 | 1 | 3 | | | | | 2 | 20 | 2 | 10% |

표 2. 사례 B의 동별 층수 구성현황

| 사례현장 | 규모(호) | 층수별 동수 | | | | | | | | | | | 단축대상 | | |
|------|-------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|------|----|-------|
| | | 10층 | 11층 | 12층 | 13층 | 14층 | 15층 | 16층 | 17층 | 18층 | 19층 | 계 | 동수 | 비율 | |
| 사례 B | 657 | 2 | | 1 | 2 | 3 | | | | 2 | 2 | 1 | 13 | 5 | 38.5% |

표 3. 사례 C의 동별 층수 구성현황

| 사례현장 | 규모(호) | 층수별 동수 | | | | | | | | | | 단축대상 | |
|------|-------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|------|-------|
| | | 11층 | 12층 | 13층 | 14층 | 15층 | 16층 | 17층 | 18층 | 19층 | 계 | 동수 | 비율 |
| 사례 C | 539 | 1 | | | 2 | 2 | | | 2 | 2 | 9 | 4 | 44.4% |

표 4. 사례현장별 공기

| 사례현장 | 골조 기준층 층당공기 | 최고동 층수 | 지상층 골조공기 | 총공기 | 비고 |
|------|-------------|--------|----------|-----|------------|
| 사례 A | 12일 | 22층 | 278 | 746 | 1층 공기는 26일 |
| 사례 B | 12일 | 19층 | 242 | 758 | |
| 사례 C | 12일 | 19층 | 242 | 758 | |

3. 혼합사업지구의 사례현장별 공기단축 효과 분석

3.1 혼합사업지구의 사례현장 선정

본 연구는 혼합사업지구의 공기단축이 건설사업비에 미치는 영향 분석을 위해 사례현장을 선정하였다. 사례현장은 다음과 같은 방법으로 선정하였다. 첫째, A공사의 건설사업 지구(150개)에 대해 아파트 층수의 구성형태를 분석하였다. 둘째, 각 지구별 아파트의 최고층 동, 중간층 동, 최저층 동들 간의 층수 차이를 분석하고, 최고층 동과 중간층 동의 차가 4층 이상인 사업지구(50개)를 선별하였다. 셋째, 50개 사업지구를 대상으로 최고층 동과 중간층 동 간의 공기를 비슷하게 맞추기 위해 공기단축이 필요한 동에 대한 비율을 구하였다. 넷째, 50개 사업지구의 공기단축 대상동의 비율을 토대로 공기단축이 건설사업비에 미치는 영향분석을 위해 분양 아파트 지구 3개를 사례현장으로 선정하였다. 3개 사례현장의 층수별 동수, 공기단축 대상 동수 및 비율은 표 1, 표 2, 표 3과 같다.

3.2 혼합사업지구의 사례별 공기

3개 사례현장의 발주 시 공기 및 해당 현장의 공정표를 분석한 결과, 표 4와 같이 사례 A의 총 공사기간은 746일, 지상골조공사 기간은 278일로 조사되었다. 사례 B, C의 총 공사기간은 758일, 지상골조공사 기간은 242일로 조사되었다.

표 5. 사례 A의 공기단축 효과분석

| 구 분 | 당초 (2층 이상 12일) | | 공기단축 (2층 이상 9일) | 공기 단축 |
|--------|-------------------|------|--------------------|----------|
| | 22층 | 17층 | 22층 | |
| 1층 | 26일 | 26일 | 26일 | 60일 |
| 2층 이상 | 252일 | 192일 | 189일 | |
| 지상골조공사 | 278일 | 218일 | 215일 | |

표 6. 사례 B의 공기단축 효과분석

| 구 분 | 당초 (2층 이상 12일) | | | | 공기단축 (2층 이상 9일) | | | 공기 단축 |
|--------|-------------------|------|------|------|--------------------|------|------|----------|
| | 19층 | 18층 | 17층 | 14층 | 19층 | 18층 | 17층 | |
| 1층 | 26일 | 26일 | 26일 | 26일 | 26일 | 26일 | 26일 | 54일 |
| 2층 이상 | 226일 | 204일 | 192일 | 156일 | 162일 | 153일 | 144일 | |
| 지상골조공사 | 242일 | 230일 | 218일 | 182일 | 188일 | 179일 | 170일 | |

3.3 혼합사업지구의 사례별 공기단축 효과분석

3.3.1 사례 A의 공기단축 효과 분석

사례 A는 표 1과 같이 20개동으로 구성되어 있다. 표 5에서 주공정선인 22층(최고층)의 골조 기준층 공기를 12일에서 9일로 단축할 경우, 22층의 공기는 17층의 공기보다는 3일 짧기 때문에 17층 동의 공기는 단축하지 않는 것으로 하였다. 이때 22층 동의 지상골조공사의 공기는 278일에서 215일로 63일이 단축되지만, 주공정선이 22층에서 17층(218일)으로 변경되기 때문에 실제 공기단축 효과는 60일이 된다. 공기단축 대상동은 표 1과 같이 22층 2개동으로 단축대상 동의 비율은 약 10%이다

3.3.2 사례 B의 공기단축 효과분석

사례 B는 표 2와 같이 13개동으로 구성되어 있다. 표 6과 같이 주공정선인 19층(최고층)의 골조 기준층 공기를 12일에서 9일로 단축할 경우, 19층 동의 공기는 단축 전의 17층 동의 공기보다는 30일 짧고, 14층 동의 공기보다는 6일 길기 때문에 17층 동과 18층 동의 공기단축이 필요하다. 공기단축 대상이 되는 19층, 18층, 17층 동의 기준층(2층 이상)을 단축하면, 지상골조공사의 공기는 242일에서 188일로 단축되어 54일이 단축된다. 이때 주공정선은 19층 동이 되는 것으로 분석되었다. 공기단축 대상동은 표 2와 같이 19층 1개동, 18층 2개동, 17층 2개동으로 총 5개동이 되며, 단축대상 동의 비율은 약 38%이다.

3.3.3 사례 C의 공기단축 효과분석

사례 C는 표 3과 같이 9개동으로 구성되어 있다. 표 7과 같이 주공정선인 19층(최고층)의 골조 기준층 공기를 12일에

표 7. 사례 C의 공기단축 효과분석

| 구 분 | 당초 (2층 이상 12일) | | | | 공기단축 (2층 이상 9일) | | 공기 단축 |
|--------|-------------------|------|------|------|--------------------|------|----------|
| | 19층 | 18층 | 15층 | 14층 | 19층 | 18층 | |
| 1층 | 26일 | 26일 | 26일 | 26일 | 26일 | 26일 | 48일 |
| 2층 이상 | 226일 | 204일 | 168일 | 156일 | 162일 | 153일 | |
| 지상골조공사 | 242일 | 230일 | 194일 | 182일 | 188일 | 179일 | |

서 9일로 단축할 경우, 19층의 공기는 단축 전의 15층 동의 것보다는 6일 짧고, 14층 동의 것보다는 6일 길기 때문에 15층 동도 공기단 대상이 되지만, 공기 차가 적기 때문에 공기단축 대상 동은 18층 2동, 19층 2동 등 총 4개동으로 결정하였고, 이때 공기단축 대상 동의 비율은 약 44.4%이다. 19층, 18층 동의 기준층(2층 이상)을 단축하면, 지상골조공사의 공기는 242일에서 188일로 54일이 단축된다. 그러나 주공정선이 19층 동에서 15층 동으로 변경되기 때문에 실제 공기단축 효과는 48일로 분석되었다. 공기단축 대상동은 표 3과 같이 19층 2개동, 18층 2개동으로 총 4개동이 되며, 단축대상 동의 비율은 약 44%이다.

4. 혼합사업지구의 공기단축 시 건설사업비 분석

4.1 혼합사업지구의 건설사업비 분석 개요

앞 장에서 분석한 3개 사례를 대상으로 공기단축이 건설사업비에 미치는 영향을 분석하였다. 건설사업비 분석기법은 순현재가치법(Net Present Value)을 사용하였다. 건설사업비는 여러 가지 변수에 의해 영향을 받기 때문에 변수를 단순화하기 위해 3개 사례의 할인율, 분양대금의 납입조건, 단위연면적당 건설원가(용지비, 조성비, 공사비, 간접비 및 판관비)를 사례 A와 동일하게 설정하였다. 공기단축에 따른 건설사업비는 간접비 및 판관비를 고려하는 경우와 고려하지 않는 경우로 구분하여 분석하였다. 할인율은 A공사의 회사채 평균금리(5년 기준) 4.76%를 적용하였다. 분양대금의 납입조건과 사례별 건설원가 구성비는 표 8, 표 9와 같다.

표 8. 사례현장별 분양금 회수시기 및 비율

| 구분 | 총공기 대비 회수시기 | 분양금 비율 |
|------|-------------|--------|
| 계약금 | 45% | 20% |
| 1차중도 | 52% | 12% |
| 2차중도 | 69% | 12% |
| 3차중도 | 85% | 12% |
| 4차중도 | 100% | 12% |
| 잔금 | 108% | 32% |
| 계 | | 100% |

표 9. 사례현장별 건설원가

| 구 분 | 투입원가(%) | |
|----------|---------|------|
| 총계 | 100 | |
| 용지비 | 22.5 | |
| 조성비 | 19.0 | |
| 건물공사비 | 건축 | 32.8 |
| | 토목 | 2.4 |
| | 기계 | 8.4 |
| | 전기 | 4.6 |
| | 통신 | 2.2 |
| | 조경 | 2.2 |
| | 기타 | 3.6 |
| 간접비, 판관비 | 2.3 | |

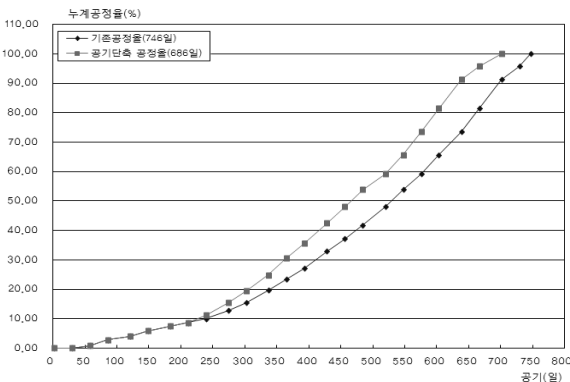


그림 2. 사례 A의 골조공기 단축 시 누계공정률

표 10. 사례 A의 공기단축 시 직접공사비

| 구 분 | 설계초과 강도 콘크리트 | 조강콘크리트 |
|----------|--------------|----------|
| 콘크리트(%) | 증 0.0294 | 증 0.0162 |
| 타워크레인(%) | 감 0.0134 | 감 0.0134 |
| 리프트(%) | 감 0.0008 | 감 0.0008 |
| 계(%) | 증 0.0152 | 증 0.0020 |

표 11. 사례 A의 골조공기 단축 시 건설사업비

| 구 분 | 간접비/판관비 고려 최종 2회 조기회수 | 간접비/판관비 비고려 최종 2회 조기회수 |
|--------------|-----------------------|------------------------|
| 설계초과 콘크리트(%) | 감 0.2299 | 감 0.0527 |
| 조강콘크리트 (%) | 감 0.2426 | 감 0.0653 |

를) 사용하는 경우 직접공사비는 당초 대비 약 0.002% 증가하는 것으로 분석되었다. 공기단축 시 콘크리트 비용은 증가하고, 타워크레인과 인화물 겸용 리프트 비용은 감소하는 것으로 분석되었다.

4.2.3 사례 A의 골조공기 단축 시 건설사업비

설계초과 강도 콘크리트와 조강콘크리트를 사용하여 사례 A의 골조공기를 60일 단축했을 때 건설사업비의 변화를 분석하였다. 건설사업비 분석 시 표 10의 직접공사비의 상승분을 포함하였고, 표 8의 분양금은 최종 2회³⁾만 60일 조기회수하는 것으로 하였다. 또한, 공기단축에 따른 간접비 및 판관비의 절감여부를 포함하는 경우와 포함하지 않는 경우로 구분하였다. 표 11과 같이 설계초과 강도 콘크리트를 사용하고 간접비 및 판관비 감소를 고려할 때 건설사업비는 약 0.23% 절감되고, 간접비 및 판관비 감소를 고려하지 않을 때 건설사업비는 약 0.053% 절감되는 것으로 분석되었다. 표 11과 같이 조강콘크리트를 사용하고 간접비 및 판관비 감소를 고려할 때 건설사업비는 약 0.243% 절감되고, 간접비 및 판관비 감소를 고려하지 않을 때 건설사업비는 약 0.065% 절감되는 것으로 분석되었다. 따라서 사례 A와 같이 공기단축 대상동의 비율이 10% 이내인 혼합사업지구에서는 일부 고층동의 공기를 단축하는 것이 건설사업비 측면에서 유리한 것으로 분석되었다.

4.3 사례 B의 골조공기 단축 시 건설사업비 분석

4.3.1 사례 B의 골조공기 단축 시 누계공정률

사례 B의 수급인이 작성한 공정표의 누계공정률을 토대로

- 2) 조강콘크리트 사용에 따른 직접공사비는 국내 대형 레미콘회사의 자문을 통하여 산출
- 3) 골조공사 공기단축 시 분양금은 골조공사가 완료된 후의 회수분(마지막 2회)만 조기회수 가능

4.2 사례 A의 골조공기 단축 시 건설사업비 분석

4.2.1 사례 A의 골조공기 단축 시 누계공정률

사례 A의 수급인이 작성한 공정표의 누계공정률을 토대로 지상골조공사를 60일 단축했을 때 건설원가의 투입시기별 누계공정률을 구하였다. 사례 A의 지상골조공사를 60일 단축했을 경우, 누계공정률은 그림 2와 같이 기존보다 건설원가의 투입시기가 빨라지게 된다.

4.2.2 사례 A의 골조공기 단축 시 직접공사비

2.3절의 기존연구에서 제안한 설계기준 강도를 초과하는 호칭강도의 콘크리트(이하 ‘설계초과 강도 콘크리트’라 한다)¹⁾와 조강콘크리트를 사용하여 사례 A의 골조 기준층 층당 12일 공기를 9일로 단축했을 때 직접공사비의 증감여부를 분석하였다. 사례 A의 22층 2개동의 골조공사의 공기단축을 위해 설계초과 강도콘크리트를 사용하는 경우, 직접공사비는 표 10과 같이 당초 대비 약 0.015% 증가하고, 조강콘크리트

1) 슬래브 거푸집의 조기탈형을 위해 콘크리트의 설계기준강도 24MPa와 27MPa를 대신하여 30MPa의 콘크리트를 사용

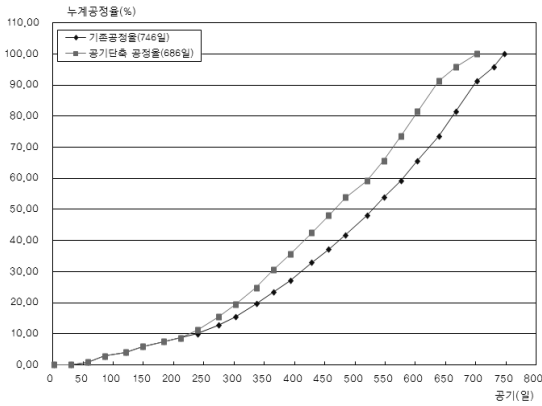


그림 3. 사례 B의 골조공기 단축 시 누계공정률

표 12. 사례 B의 공기단축 시 직접공사비

| 구 분 | 설계초과 강도 콘크리트 | 조강콘크리트 |
|----------|--------------|----------|
| 콘크리트(%) | 증 0.0799 | 증 0.0462 |
| 타워크레인(%) | 감 0.0244 | 감 0.0244 |
| 리프트(%) | 감 0.0023 | 감 0.0023 |
| 계(%) | 증 0.0532 | 증 0.0195 |

표 13. 사례 B의 골조공기 단축 시 건설사업비

| 구 분 | 간접비/판관비 고려 최종 2회 조기회수 | 간접비/판관비 비고려 최종 2회 조기회수 |
|--------------|--------------------------|---------------------------|
| 설계초과 콘크리트(%) | 감 0.1658 | 감 0.0102 |
| 조강콘크리트 (%) | 감 0.1981 | 감 0.0425 |

골조공사를 단축했을 때 건설원가의 투입시기별 누계공정률을 구하면 그림 3과 같이 기존보다 건설원가의 투입시기가 빨라지게 된다.

4.3.2 사례 B의 골조공기 단축 시 직접공사비

사례 A와 동일한 방법으로 사례 B의 5개 동의 골조공기 단축을 위해 설계초과 강도콘크리트를 사용하면 직접공사비는 표 12와 같이 당초 대비 약 0.053% 증가하고, 조강콘크리트를 사용하면 당초 대비 약 0.02% 증가하는 것으로 분석되었다.

4.3.3 사례 B의 골조공기 단축 시 건설사업비

사례 A와 같이 설계초과 강도 콘크리트와 조강콘크리트를 사용하여 사례 B의 골조공기를 54일 단축했을 때 건설사업비의 변화를 분석하였다. 표 13과 같이 설계초과 강도 콘크리트를 사용하고 간접비 및 판관비 감소를 고려할 때 건설사업비는 약 0.17% 절감되고, 간접비 및 판관비 감소를 고려하지 않을 때 건설사업비는 약 0.01% 절감되는 것으로 분석되었다. 조강콘크리트를 사용하고 간접비 및 판관비 감소를 고려할 때 건설사업비는 약 0.20% 절감되고, 간접비 및 판관비

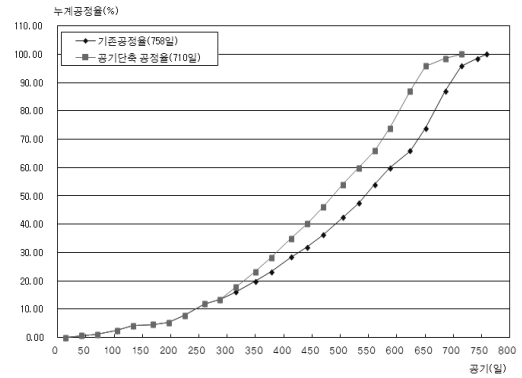


그림 4. 사례 C의 골조공기 단축 시 누계공정률

표 14. 사례 C의 공기단축 시 직접공사비

| 구 분 | 설계초과 강도 콘크리트 | 조강콘크리트 |
|----------|--------------|----------|
| 콘크리트(%) | 증 0.0839 | 증 0.0482 |
| 타워크레인(%) | 감 0.0206 | 감 0.0206 |
| 리프트(%) | 감 0.0024 | 감 0.0024 |
| 계(%) | 증 0.0609 | 증 0.0252 |

감소를 고려하지 않을 때 건설사업비는 약 0.042% 절감되는 것으로 분석되었다. 따라서 사례 B와 같이 공기단축 대상동의 비율이 38% 내외인 혼합사업지구에서는 일부 고층동의 공기를 단축하는 것이 건설사업비 측면에서 유리한 것으로 나타났다.

4.4 사례 C의 골조공기 단축 시 건설사업비

4.4.1 사례 C의 골조공기 단축 시 누계공정률

사례 C의 수급인이 작성한 공정표의 누계공정률을 토대로 골조공사를 단축했을 경우, 건설원가의 투입시기별 누계공정률을 구하면 그림 4와 같이 기존보다 건설원가의 투입시기가 빨라지게 된다.

4.4.2 사례 C의 골조공기 단축 시 직접공사비

사례 A와 동일한 방법으로 사례 C의 4개동에 대해 골조공사의 공기단축을 위해 설계초과 강도 콘크리트와 조강콘크리트를 사용하면 직접공사비는 표 14와 같이 당초 대비 각각 약 0.061%, 약 0.025% 증가하는 것으로 분석되었다.

4.4.3 사례 C의 골조공기 단축 시 건설사업비

사례 A와 같이 설계초과 강도 콘크리트와 조강콘크리트를 사용하여 사례 C의 골조공기를 48일 단축했을 때 건설사업비의 변화를 분석하였다. 표 15와 같이 설계초과 강도 콘크리트를 사용하고 간접비 및 판관비 감소를 고려할 때 건설사업비는 약 0.096% 절감되나 간접비 및 판관비 감소를 고려하지

표 15. 사례 C의 골조공기 단축 시 건설사업비

| 구 분 | 간접비/판관비 고려 최종 2회 조기회수 | 간접비/판관비 비고려 최종 2회 조기회수 |
|--------------|--------------------------|---------------------------|
| 설계초과 콘크리트(%) | 감 0.0961 | 증 0.0433 |
| 조강콘크리트 (%) | 감 0.1300 | 증 0.0094 |

않을 때 건설사업비는 약 0.043% 증가되는 것으로 분석되었다. 조강콘크리트를 사용하고 간접비 및 판관비 감소를 고려할 때 건설사업비는 약 0.13% 절감되나 간접비 및 판관비 감소를 고려하지 않을 때 건설사업비는 약 0.009% 증가되는 것으로 분석되었다. 따라서 사례 C와 같이 공기단축 대상동의 비율이 44% 내외인 혼합사업지구에서는 일부 고층동의 공기를 단축 하더라도 건설사업비가 증가할 수 있기 때문에 사례 C와 유사한 혼합지구의 공기단축 여부는 신중하게 검토해야 한다.

5. 결론

본 연구는 동일 단지 내 저층·고층 아파트 동들이 혼합 배치되어 있는 사업지구에서 일부 고층동으로 인해 공사기간이 길어질 우려가 있을 때 일부 고층동의 골조공기를 단축하여 사업지구 전체의 공기를 단축하는 것이 건설사업비에 유리한지 아니면 불리한지 여부를 판단할 수 있는 자료 제공을 목적으로 수행되었다. 이를 위해 본 연구는 다양한 유형의 혼합 사업지구 중 3개의 사례현장을 대상으로 골조공기 단축이 건설사업비에 미치는 영향을 분석하였다. 본 연구를 통해 도출된 결과를 요약하면 다음과 같다.

저층·고층 아파트 동들이 혼합배치된 사업지구에서 공기단축 대상 동의 비율이 약 38%에서는 고층 동들의 골조공기를 적극적으로 단축하는 것이 건설사업비 측면에서 유리한 것으로 분석되었다. 그러나 골조공기 단축 대상 동의 비율이 약 44% 이상이 되면 일부 고층동의 골조공기 단축이 건설사업비에 나쁜 영향을 미칠 수도 있기 때문에 공기단축 여부를 신중하게 검토해야 할 것이다. 이 경우에도 공기단축에 따른 간접비 및 판관비의 감소를 고려하는 경우에는 건설사업비가 긍정적인 것으로 분석되고 있어 발주자의 입장에 따라서는 일부 고층동의 골조공기를 단축할 수도 있을 것이다.

골조공기 단축을 위해서는 설계초과 강도콘크리트를 사용하는 것보다는 조강콘크리트를 사용하는 것이 건설사업비 측면에서는 더 유리한 것으로 분석되고 있으나 건설사업비 측면에서 큰 차이가 없기 때문에 발주자의 성향에 따라 적정 방법을 선택하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

본 연구에서 제시한 연구결과는 사례별 단위면적당 건설원가, 분양금납입조건, 할인율 등을 동일하게 했기 때문에 모든 사업지구에 그대로 적용하기에는 약간의 어려움이 있을 것이다. 그럼에도 불구하고, 혼합사업지구에서 일부 고층동의 골조공기 단축 여부를 개략적으로 판단하는 자료로 활용하기

에는 큰 무리가 없을 것으로 판단된다. 본 연구에서는 시간과 비용의 제약으로 3개 혼합지구를 대상으로 고층동의 골조공기 단축이 건설사업비에 미치는 영향을 분석하였는데, 향후 더 많은 유형의 혼합지구를 대상으로 골조공기 단축이 건설사업비에 미치는 영향을 분석하여 데이터베이스화한다면, 보다 신뢰성 있는 자료가 구축될 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 ‘맞춤형 공기산정기준 설정에 관한 연구’ 결과의 일부이며, 한국토지주택공사(LH)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. 본 연구수행을 위해 적극 지원해주신 주택건설처 김연식 차장, 주택사업2처 조원호 차장, 광주전남지역본부 김윤성 차장께 진심으로 감사의 뜻을 표합니다.

참고문헌

1. 김동완, 박송우, 이현수, 박문서(2005), “벽식구조 건축물의 공기단축을 위한 거푸집시스템”, 「대한건축학회 창립60주년기념 학술발표대회논문집」.
2. 김정민, 김동진, 이상호(2009), “조강콘크리트를 사용한 구조물의 공기단축 관련 현장적용에 관한 연구”, 「한국콘크리트학회 2009년 봄 학술대회 논문집」.
3. 김태호, 김옥중, 이도범, 김한기 “세계 최초 드롭형 거푸집 공법 개발을 통한 시공생산성 향상 및 친환경적 공사수행 사례”, (2010), 「건설관리지 특집기사」.
4. 손상현, 박기용(2007) “초고층 골조공기 단축방안-3Day Cycle”, 「대한건축학회지 기술기사」.
5. 송창엽, 이환철, 박소현, 조구만, 현창택(2010), “알루미늄 폼을 이용한 골조공사의 생산성 분석에 관한 연구”, 「대한건축학회 논문집 구조계」, 26(4).
6. 안성훈, 김광희, 김재엽, 박현일, 정병원(2007), “골조공사 공기 단축을 위한 기준층 3일 공정에 관한 연구”, 「대한건축학회논문집 구조계」, 23(5).
7. 이용중, 금경훈, 이재현, 정양희, 김용로(2010), “공기단축 조강 콘크리트의 조기강도 예측기술의 현장 적용성 평가”, 「한국콘크리트학회 2010년 봄 학술대회 논문집」.
8. 정양희, 이재현, 김용로, 금경훈, 이원암, 김선만(2010), “공동주택 공기단축을 위한 조강콘크리트의 현장 적용성 검토”, 「한국콘크리트학회 2010년 봄 학술대회 논문집」.
9. 조현우, 윤지연, 김광희, 강경인(2004) “초고층 건물의 골조 공사비와 공기 최적화 방안”, 「대한건축학회 논문집 구조계」, 20(7).
10. 주선우, 이현수, 박문서, 박송우, 김규희(2007) “RC조 공동주택 골조 공기단축과 비용산정 개선에 관한 연구”, 「대한건축학회 학술발표」.
11. 한충희, 방중대(2004), “아파트 골조공사의 공기단축 및 효과적 공정운영 방안”, 「한국건설관리학회논문집」, 5(4).
12. Bang, J. D., D. H. Lee, Y. S. Chun, J. Y. Park, B. S. Lee, and M. H. Jun (2011), “The time shortening of structural framework of high-rise apartment housing for the urgent project area-focused on the cases of insufficient time or delayed projects-”, *LHI Journal*, 2(4): 356.