

유로폼과 알루미늄폼의 효율성 분석

Efficiency Analysis of Euro-Form and Aluminum-Form

김진원*

Kim, Jin-Won

유승규**

Yoo, Seung-Kyu

김재준**

Kim, Jae-Jun

Abstract

Presently, the apartment house is being constructed by the very various methods. Among them, the formwork having the process rate of 60~70% of the whole construction work is most important. So this study was analyzed comparing euro-form with aluminium-form in the formwork. A case study is using euro-form and aluminum-form in the framework, inquiry into a similar case construction site of below the 20 floor. Then this case analyzed efficiency; construction period, construction cost, workability. Consequently, the aluminum-form is more effective than the euro-form in the construction site of below the 20 floor.

키워드 : 거푸집공사, 유로폼, 알루미늄 폼, 효율성
Keywords : Formwork, Euro-Form, Aluminum-Form, Efficiency

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

국내 건설 회사들은 타 사와의 경쟁에서 우위를 확보하고 원가를 절감하기 위해 공기 단축에 대한 노력을 하고 있다. 이에 초고층 공사의 경우는 층당 4일 또는 이보다 더 짧은 공정계획을 세우고 공사를 진행하고 있으며, 공동주택의 경우도 6일 정도의 층당 공기를 추구하고 있는 실정이다.(안성훈 외 4인, 2007)

2008년 통계청의 조사에 따르면, 국내 주택건설의 약 88%를 공동주택이 차지하고 있으며, 거푸집공사가 차지하는 공정률은 골조공사의 60~70%를 차지하고 있다.(최영곤 외 3인, 2008) 해외 건설현장의 경우에는 시스템 거푸집을 사용하여 공사에 투입되는 인원을 줄이고 있지만, 국내의 거푸집공사는 유로폼, 알루미늄 폼, 드롭형 빔을 가진 알루미늄 폼 등을 사용하여 건설인력에 의한 공사를 계속 진행하고 있는 실정이다. (김태호 외 3인, 2008)

송낙현(2007)의 연구에 따르면 거푸집공사에 알루미늄 폼을 사용하여 시공을 한 경우 20층 이상에서만 효율적이라는 의견이 제시되었다. 하지만 그 비교 대상이 단지 거푸집 공사의 재료단가와 투입인원만 고려하여 도출한 결론이므로 모든 공사현장에 적용하기에는 한계가 있다. 그래서 20층 이하의 아파트건설현장을

조사하여 거푸집 공사에 투입되는 인원, 공사기간, 투입비용, 시공성을 비교했을 때 효율적인 공사방법을 알아보고자 한다.

따라서 본 연구에서는 국내 건설현장에서 선호하는 유로폼과 알루미늄 폼을 이용한 현장을 대상으로 투입되는 공사비용을 분석하여 새로운 모델을 제시하는데 목적이 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 사례분석 대상은 20층 이하의 공동주택에서 유로폼과 알루미늄 폼을 사용한 현장을 대상으로 하였다. 그리고 거푸집 공사를 진행함에 있어서 공사방법 및 투입되는 자재 등 환경적인 요인을 동일화시키기 위해 규모가 비슷한 건설현장을 선정하였다. 또한 지하층과 옥탑층은 현장 여건에 따라 공사기간 및 구조가 변경될 수 있기 때문에 조사대상에서 제외하였다.

이러한 범위를 바탕으로 본 연구는 다음과 같은 방법으로 진행하였다.

- 1) 기존 연구를 통해서 거푸집공사의 공법 및 사용자재의 종류에 따른 특성을 조사한다.
- 2) 본 연구의 범위에 부합되는 공동주택 현장의 사례를 조사한다.
- 3) 조사대상 현장의 거푸집공사에 투입되는 인원, 공사기간, 투입되는 평균 인원 및 공사기간을 산정한다.
- 4) 현장의 사례분석을 통해 거푸집공사의 재료에 따른 효율성을 분석한다.

* 한양대학교 건축환경공학과 석사과정
** 한양대학교 건축환경공학과 석·박사과정
*** 한양대학교 건축공학부 교수, 공학박사

2. 예비적 고찰

2.1 거푸집 관련 주요 연구 현황

김두석(2000)은 철근콘크리트의 내측벽 거푸집의 생산성 분석을 위해 기존 공법과 신 공법간 작업생산성 및 안정성에 관하여 분석을 실시하였고, 김동완(2005)은 벽식 구조물의 공기단축을 위해 내력벽과 바닥 슬래브를 동시에 타설하는 새로운 공사방법과 거푸집 시스템을 제안하였다. 주선우(2007)는 공동주택의 거푸집 공법에 따른 단위생산성 및 공사비 비교사례를 통해서 거푸집공사에 투입되는 비용을 산정하였고, 송낙현(2007)은 국내 아파트의 거푸집 공법의 적용 실태를 조사하여, 각 공법에 따라 경제적인 공법을 제시하였다. 김태호(2008)는 드롭형 빔을 가진 알루미늄 폼을 이용한 거푸집 공법을 소개하였고, 알루미늄 폼을 이용한 현장을 비교 및 분석하여 생산성을 분석하였다. 최영곤(2008)은 거푸집공사에 대형 시스템 폼을 적용하기 위한 방안으로 국내외의 평면 형태를 비교하여, 공동주택에서 대형 시스템 폼을 현장에 적용했을 때 발생하는 문제점을 분석하여 향후 개선방향을 제시하였다. 그리고 강동완(2009)는 공동주택 거푸집공사의 생산을 분석하기 위해 공동주택의 현상사례를 바탕으로 시뮬레이션 모델을 개발하기 위한 연구를 하였다.

선행연구에 따르면, 국내의 대부분의 건설현장에서는 새로운 공법의 적용에 대한 두려움으로 재래식 공법을 선호하여 공사를 진행해가고 있다. 물론 외국의 사례를 바탕으로 새로운 공법을 도입할 경우에도 국내 공동주택은 대부분 벽식 구조로 이루어져 있기 때문에 국내 현장에서는 선진화된 기술을 적절히 활용할 수 없는 실정이다. 그리고 국내에서 가장 많이 사용하고 있는 유로폼과 알루미늄 폼을 사용한 현장을 분석한 결과 20층 이상의 건물에 알루미늄 폼을 적용했을 경우에 경제적이라는 결과를 나타내고 있다. 하지만 자재의 원가와 투입인원, 공사기간, 시공성을 포함하여 효율성을 비교한다면 다른 결과를 제시할 것으로 보인다.

이에 본 연구에서는 실제 현장에 투입되는 인원 및 공사기간, 소요비용을 파악하여 국내 공동주택 거푸집공사에 사용되는 재료에 따라 효율성을 비교 및 분석하고자 한다.

2.2 골조공사의 시공과정 및 거푸집공사의 중요성

공동주택에서 골조공사는 철근조립, 거푸집 설치, 콘크리트 타설 등 주요 공종들이 복합적으로 진행되고, 가장 많은 인원이 투입되는 공종이다. 그리고 1개의 사이클을 계속 반복하여 진행되는 공사라서 예정공정표를 어떻게 작성하고, 공사를 어떻게 진행하느냐에 따라 공사의 방향이 제시된다. 즉, 공사를 진행함에 있어서 공사 초기의 계획이 가장 중요하다고 할 수 있고, 이러한 골조공사의 진행순서는 그림 1과 같다.

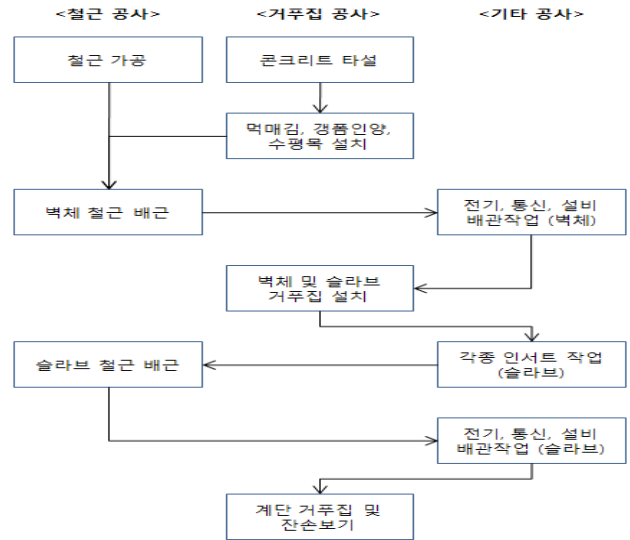


그림 1. 강품을 사용한 골조공사 프로세스¹⁾

그림 1을 통해 알 수 있듯이 거푸집 공사는 골조공사 프로세스를 진행하는데 있어서 철근공사, 전기 및 통신 공사 등 타 공종과 많은 간섭이 생기게 된다. 따라서 거푸집공사에서 체계적으로 각 공정에 투입되는 시간 및 인원을 관리한다면 공사의 품질 및 공사기간을 단축할 수 있다.

2.3 거푸집 공사의 사용재료별 특성

거푸집 공사에서 사용되는 유로폼과 알루미늄 폼의 사용재료별 특성은 송낙현(2005)의 연구사례를 기반으로 수정 및 보완되어 작성하였다.

표 1. 거푸집 공사의 사용재료별 특성

구분	항 목	유로폼	알루미늄 폼
사용 자 재	Wall 판넬	1 PCS (600*1200)	1 PCS (600*2400)
	Slab 판넬	코팅합판 사용	600*1200
	최대중량	40Kg (2PCS)	26.5Kg (1PCS)
	Support	Slab 합판 받침형	Slab 판넬과 일체형
	부속자재	장선, 멩에, 각재	-
경 제 성	외부 견출	100%	100%
	내부 견출	100%	50% 절감 효과
	미장	미장	견출 ²⁾ 가능함
	계단마감	미장	견출 가능함
	창문사춤	사춤이 필요	일부 필요
환 경	형틀보강	필수조건	불필요/극소보강
	할 석 ³⁾	다량 발생	소량 발생
	공사잔재	다량발생(목재, 철선)	소량발생(목재)
	폐기물	비용 발생 과다	비용 발생 최소화
	친화성	환경문제 유발	100% 재활용
안 전	정리정돈	폐자재 발생 과다	폐자재 발생 최소
	현장관리	통행이 불편함	통행이 용이함
	해체	위험	안전

1) 강품을 사용한 골조공사의 프로세스는 대한주택공사에서 발행한 “공동주택 공사감독 핸드북” 에서 발췌하여 정리하였다.

3. 거푸집공사의 시공사례 분석

3.1 사례현장 개요

경기도 오산시와 강원도 춘천시, 인천시에 위치한 각 건설현장은 공공기관 발주의 임대주택의 현장이었고, 인천의 D현장은 일반 분양아파트 현장이었다. 각 현장은 동 수 및 세대면적 등이 비슷하였고, 골조공사에서 거푸집 공법만 다르게 시공되었다. 당 사례현장의 상세한 개요는 표 2와 같다.

표 2. 사례현장 개요

공사명	오산 A현장	인천 B현장	춘천 C현장	인천 D현장
공사기간	07.08 ~ 09.11	07.10 ~ 10.08	07.05 ~ 09.10	07.12 ~ 10.10
건물규모	736세대 (9개동)	310세대 (3개동)	747세대 (9개동)	476세대 (6개동)
세대면적	36,41,51,59 (㎡)	46,59 (㎡)	36,46,51 (㎡)	144,165 (㎡)
거푸집공법	알루미늄 폼	알루미늄 폼	유로폼 + 합판	유로폼 + 합판

3.2 거푸집공사에 따른 효율성 분석

본 연구는 공동주택 공사에서 거푸집 공법 따른 작업의 효율성을 분석하기 위해 공동주택의 현장을 대상으로 유사한 규모와 구조를 가진 현장을 선정하였다. 그리고 각 현장의 콘크리트 타설 일자를 조사하여 층당 공기를 산정하였고, 층당 거푸집 공사에 투입되는 인원 및 비용을 비교하였다.

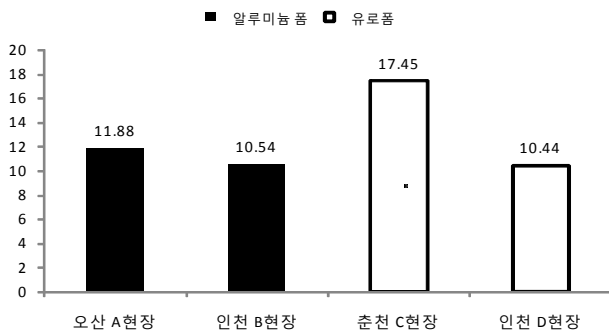


그림 2는 골조공사의 층당 공기량을 비교한 것으로써, 인천 D현장은 알루미늄 폼을 사용한 현장과 공기량이 비슷하다. 하지만 알루미늄 폼을 사용한 현장의 층당 공기는 평균 11.21일하였고,

- 2) 콘크리트 타설 후 노출되는 폼의 조인트 부위의 면을 그라인딩 및 시멘트 풀칠을 하는 작업으로 거푸집을 해체 후 면이 평활한 경우에 실시하는 마감 공법이다.
- 3) 콘크리트 타설 후 골조의 면이 잘못 나오거나 골조의 배부름 현상이 생기는 경우 그 부위를 장비를 이용하여 부수는 작업을 말한다.

유로폼을 사용한 현장의 층당 공기는 평균 13.95일로 알루미늄 폼을 사용한 현장이 약 3일정도 공기를 단축하고 있는 것으로 나타났다.

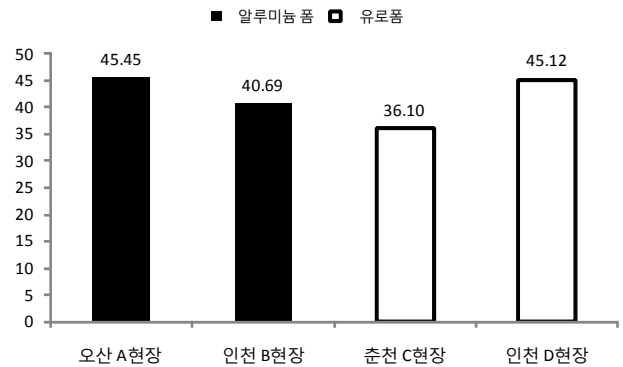
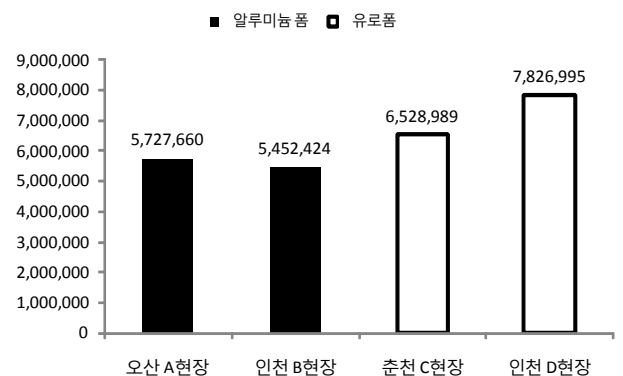


그림 3은 각 현장의 거푸집공사에 투입되는 인원대비 시공면적을 나타낸 것이다. 거푸집공사에서 알루미늄 폼을 사용한 경우에는 A현장은 22.33명, B현장은 22명이 투입되었고, 유로폼을 사용한 경우에는 C현장은 31.67명, D현장은 36.67명이 투입되었다. 그리고 투입된 인원의 작업량을 시공면적으로 환산했을 때 알루미늄 폼을 사용한 경우에는 평균 43.07㎡/인의 결과를 나타냈고, 유로폼의 경우에는 평균 40.61㎡/인의 결과를 나타냈다.

그림 4는 거푸집 공법에 따른 재료비, 공사에 투입된 인원에 대한 인건비, 할석 및 견출작업에 투입되는 인건비를 바탕으로 분석하였다. 재료비는 현장에서 실제로 투입되었던 자재비, 인건비를 기준으로 작성되었다. 두 현장을 비교하면 알루미늄 폼을 사용한 현장은 층당 소요되는 비용이 약 559만원이었고, 유로폼을 사용한 현장은 층당 소요되는 비용이 평균 717만원이었다.



5. 결론

본 연구는 공동주택 골조공사의 거푸집공사에서 가장 많이 사

용되는 유로폼과 알루미늄 폼을 사용에 따른 작업의 효율성 분석을 실시하였다. 작업의 효율성을 분석하기 위해 각 현장을 선정 한 후 거푸집 공사에 투입되는 인원 및 비용, 공사기간, 시공성을 분석한 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 1) 층당 공기는 알루미늄 폼을 사용한 경우 층당 공기는 11.21 일/층이었고, 유로폼을 사용한 경우 층당 공기는 13.95일/층이었다. 그래서 알루미늄 폼을 사용하여 공사를 진행할 경우 층당 약 3일정도 공기를 단축할 수 있는 것으로 나타났다.
- 2) 시공면적을 분석한 결과 알루미늄 폼을 사용한 경우가 유로폼을 사용하여 시공한 경우보다 약 106%정도 시공성이 높게 나타났다. 즉, 알루미늄 폼은 유로폼 두 장과 같은 면적을 나타내기 때문에 시공량을 줄일 수 있는 것을 알 수 있었다.
- 3) 두 현장에 투입되었던 공사비를 산정한 결과 알루미늄 폼을 사용한 경우에 유로폼을 사용하여 시공하였을 때보다 약 78%정도 비용을 절감할 수 있는 것으로 나타났다.

본 연구의 한계는 공공기관에 의해 발주되었던 A,B,C현장은 임대주택 현장이었고, D현장은 일반 분양 현장이었기 때문에 공사에 투입되는 인원 및 환경적인 요인에 대한 변수가 있었다. 그리고 유로폼을 사용한 경우에는 슬라브는 합판을 사용하고, 알루미늄 폼을 사용한 경우에는 슬라브 공사도 모두 알루미늄 폼을 사용하기 때문에 서로 비교를 할 수 없었다. 그래서 슬라브의 시공 면적과 자재비는 제외를 시킬 수밖에 없었다. 또한 A,B,C의 현장은 공공기관의 발주 현장이라서 각 공정의 작업이 끝나면 현장 관리자의 확인 후 현장 감독관이나 감리의 검측시간이 보통 1일 이상 소요되었다. 그래서 공사기간은 일반 공사 현장보다 3~4일정도 더 많이 소요되었다. 그리고 자재비의 경우에도 유로폼은 현장에 투입되는 자재를 구입하여 사용을 하였고, 알루미늄 폼은 임대를 하여 사용하고 있었다. 그래서 공사기간이 예정 공사기간보다 지연될수록 알루미늄 폼을 사용하면 공사에 투입되는 비용은 증가될 것으로 판단된다.

본 연구의 결과 20층 이하의 공동주택에서도 알루미늄 폼을 사용하여 거푸집공사를 진행했을 경우 계획단계에서부터 철저한 공정관리를 한다면 공사비를 최소화할 수 있고, 공기도 단축할 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 강동완, 문현석, 현장택, 공동주택 거푸집 공사의 생산성 분석을 위한 시뮬레이션 모델 개발, 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집, 제9권, 제2호, pp.193~198, 2009,11
2. 김동완, 박송우, 이현수, 박문서, 벽식구조 건축물의 공기단축을 위한 거푸집시스템, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제25권 제1호, pp.205~208, 2005,10

3. 김두석, 김용수, 벽식 철근 콘크리트 거푸집 신 공법의 생산성 분석 및 적용활성화 방안 연구, 건설환경논문집, 제12권 제1호, pp.115~133, 2000,6
4. 김태호, 김옥중, 김귀환, 이도범, Drop형 Beam을 가진 Aluminum Panel Form을 이용한 거푸집공법의 공기단축 및 생산성 분석, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제28권 제1호, pp.523~526, 2008,10
5. 대한주택공사, 공동주택 공사감독 핸드북, pp.113~184, 2005
6. 송낙현, 이찬식, 국내 아파트 거푸집 공법 적용 실태, 대한건축학회 춘계 우수졸업논문전 수상논문 개요집, 제3회, pp.51~54, 2007.4
7. 안성훈, 김광희, 김재엽, 박현일, 정병원, 골조공사 공기단축을 위한 기준층 3일 공정에 관한 연구, 대한건축학회학회지, 제23권 제5호, pp.203~210, 2007.5
8. 주선우, 이현수, 박문서, 박송우, 김규희, RC조 공동주택 골조공기단축과 비용산정 개선에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제27권 제1호, pp.667~670, 2007.10
9. 최영근, 손영진, 이윤선, 김재준, 대형 시스템 폼의 공동주택 현장 적용 시 발생하는 장애의 요인 및 개선방향, 대한건축학회학회지, 제24권 제2호, pp.95~102, 2008.2
10. 통계청, 통계로 본 대한민국 60년의 경제·사회상 변화, 2008