

공동주택 골조공사의 표준품셈 노무량과 실투입 노무량 비교

Comparison of Labor Inputs from Standard Quantities per Unit and Actual Quantities in Apartment Reinforced Concrete Work

전 상 훈* 구 교 진**
 Jeon, Sang-Hoon, Koo, Kyo-Jin

요 약

국내 공공 및 민간사업에서 시행하는 건설공사에서는 원칙적으로 정부제정 건설표준품셈에 의한 노무량을 근거로 원가계산과 현장의 생산성관리를 수행하고 있다. 또한 노무량은 관련 법규에 의한 산재보험료, 고용보험료, 퇴직공제부금비, 안전관리비, 환경보전비 등을 비용으로 계상하는 근거가 되며 공사 진도관리에 있어서도 영향을 미치고 있다. 그러나 표준품셈에 의해 산정된 설계 노무량은 현장 실투입 노무량과 차이가 있는 것으로 추정되고 있으나 그동안 이를 규명한 바 없었다. 본 연구에서는 43개 공동주택의 철근콘크리트공사에 참여하는 거푸집 형틀목공, 철근조립공, 콘크리트공의 실투입 노무량을 현장 조사하였으며 표준품셈의 산정기준과 비교하였다. 또한 실무전문가 65명을 대상으로 하는 설문조사와 현장소장과 감리단장 32명의 면담조사를 병행하여 표준품셈과 현장 실투입 노무량이 상이한 원인을 분석하였다. 본 연구에서 제시한 공동주택 건축공사의 공종별 노무량 회귀모델은 실적공사비를 적용한 공사계약관리와 더불어 실투입 노무량에 기반한 경비산정과 현장관리의 가능성과 방향을 제시하였다는 점에서 그 의미가 있을 수 있다.

키워드: 공동주택, 골조공사, 노무생산성, 표준품셈, 실적공사비, 실투입 노무량

1. 서론

1) 연구 배경 및 목적

현행 공공사업에서 시행하는 건설공사의 원가계산은 주로 표준품셈에 의하여 산정하고 있으며 이 표준품셈은 1968년도부터 실시 이후 현재까지 공공 및 민간부문에서 원가계산의 원칙적 기준으로 적용되어 오고 있다. 표준품셈은 각 공종별로 표준적이고 보편적인 공법을 기준으로 단위 작업 당 소요되는 재료수량, 노무량, 기계경비 등을 수량으로 표시한 적산기준이다. 그러나 표준품셈에서 산정되는 재료수량은 비교적 정확하지만 노무량은 실제 투입 노무량과 차이가 있게 된다(전재열 2002). 이러한 지적에도 불구하고 기준으로 삼을 수 있는 실측자료가 없어 표준품셈에 의한 자료를 그대로 사용하고 있다. 정확하지 않은 노무량은 입찰금액, 도급금액, 실행예산을 산정하는데 어려움을

줄 뿐만 아니라 공사현장 진도관리에 있어서 투입될 노무량의 예측과 투입된 노무량의 판단을 어렵게 하여 최종적으로 건설사업의 성공적 수행에 지장을 주게 된다.

본 연구에서는 공사계약을 위한 공사비 내역서를 작성할 때 근거가 되는 표준품셈에 의한 설계노무량과 실제 현장에서 투입 노무량과의 차이 여부와 그 원인을 분석하여, 공동주택 건설공사에서 실투입 노무량에 기반한 경비산정과 현장관리의 가능성과 방향을 제시하고자 한다.

2) 연구 범위 및 방법

본 연구는 기후조건, 사회적 환경 등 작업조건이유사한 지역인 수도권 지역에서 2000년 이후 건설한 공동주택(아파트)공사를 대상으로 투입 노무량을 조사한다. 조사대상 공동주택은 모두 벽체식 구조로 건설되었으며, 철근콘크리트 골조공사의 공사비 비중이 전체 공사비의 26.4%를 차지하고 있었다. 노무량 분석은 철근콘크리트공사를 구성하는 거푸집, 철근배근, 콘크리트 타설로 한정하여 진행한다.

본 연구에서는 투입노무량에 영향을 주는 요인과 이로부터 영향을 받는 관리사항에 관한 기존연구를 고찰하고, 표준품셈과

* 일반회원, 서울시립대학교 대학원 건축공학과 박사과정, jeonsh@empal.com

** 중신회원, 서울시립대학교 건축학부 교수, 공학박사(교신저자), kook@uos.ac.kr

이 연구는 2005년도 서울시립대학교 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

실적공사비를 비교를 통하여 실투입 노무량 산출의 필요성을 분석한다. 수도권에서 수행된 43개 공공 및 민간 공동주택사업의 골조공사를 대상으로 최종 준공시의 변경된 계약서상의 표준품셈 기준 계획 노무량과 실투입 노무량을 비교하고, 실투입노무량의 회귀분석을 수행한다. 건설공사 시공능력평가액 1등급¹⁾ 일반건설업체와 전문건설 협력업체의 시공관리자를 대상으로 설문조사를, 건설현장소장급과 감리단장급 전문가를 대상으로 방문 및 전화를 통한 면담조사를 병행하여 앞서 도출된 노무량분석 결과에 대한 심층분석을 수행한다.

2. 공사현장관리와 노무량

1) 투입노무량에 영향을 주는 요인

건설현장의 투입노무량은 단위생산성, 공사규모, 낙찰율에 의해 결정된다. 이 중 건설공사의 생산성은 노무인력 숙련도, 설계/엔지니어링 및 변경, 작업계획/관리, 업체간 작업조정, 투입자원, 공사성격 및 시공조건, 발주자 관계에 관련된 요인에 의해 영향을 받게 된다(김예상 1994, FMI 1999). 이러한 요인은 개별적으로 영향을 주기도 하지만 다른 요인과 병합하여 복합적으로 영향을 주게 된다. 이상의 요인에 영향을 받는 건설공사는 노동 집약적이라는 본래의 특성으로 인해 “건설생산성은 공종별 단위 작업량 대 그 작업을 완성시키기 위해 투입된 노동량의 비로서 정의할 수” 있다(김예상 1994)는 점에 공감대를 갖게 된다.

2) 노무량에 영향을 주는 관리항목

건설공사에 있어 투입노무량의 변화는 공사원가와 공사진도율 산정에 영향을 주게 된다. 공사원가계산구성요소 중 하나인 직접 노무비는 당해 직종의 시중노임단가와 투입 노무량에 의하여 산정된다. 이렇게 산정된 직접노무비에 비례하여 간접노무비가 산정되며 관련 법령에 따라 산재보험료, 고용보험료, 퇴직공제부금비 등의 경비 산정에 직접적으로 반영된다. 또한 재료비 또는 경비와 함께 안전관리비, 환경보전비, 기타경비, 일반관리비 산출에도 영향을 준다(표 1 참조). 결국 직접노무비는 식 1에서와 같이 경비 및 일반관리비를 결정하는 주요 독립변수로 역할을 한다.

$$\text{경비} \cdot \text{일반관리비} = F(\text{직접노무비}, \text{재료비}) \dots\dots(1)$$

1) “건설산업기본법”에 따라 대한건설협회는 매년 7월31일까지 업종별로 시공능력평가액을 공시하며, “조달청 등급별 유자격자명부 등록 및 운용기준”에서는 시공능력평가액 900억원이상을 1등급으로 구분한다.

직접노무비를 구성하는 항목 중 노임단가는 원칙적으로 원가계산인정 조사기관에 의한 시중노임단가를 기준으로 하므로 큰 차이를 보이지 않게 되지만, 내역서에서의 노무량과 실투입 노무량이 차이가 발생 할 경우 동일 공정에서도 직접노무비의 산정이 다를 수 있다. 앞서 기술한 것처럼 건설공사에는 건설인력의 투입에 따라 각종 보험, 퇴직공제부금비 등이 비례하여 계상되므로 투입노무량이 정확하지 않을 때는 경비 및 공사원가의 실효성이 저하된다.

표 1. 노무량과의 관련 공사원가계산

구분	간접노무비	산재보험료	고용보험료	퇴직공제부금비
비율	직접노무비×비율 (9.2~11.6%)	노무비×비율(3.8%)	노무비×비율 (0.67~1.17%)	직접노무비×비율 (1.89~2.03%)
구분	안전관리비	기타경비	환경보전비	일반관리비
비율	(재료비+직접노무비+관급자재)×비율 (일반건설: 1.88%이상)	(재료비+노무비)×비율(5.1~6.5%)	(재료비+직접노무비+산출경비)×비율 (0.5~0.7%)	(재료비+노무비+경비)×비율 (3.5~4.7%)

1) 비율은 조달청 발표 '2007년도 상반기 건축공사 원가계산 제비용 적용기준'에 의함
2) 노무비 = 직접노무비 + 간접노무비

진행 중인 건설공사를 성공적으로 완성하기 위해서는 시공현황을 정확히 파악하는 것이 최우선 과제이고, 이를 바탕으로 문제점 예측과 적절한 조치를 할 수 있을 것이다. 정확한 현황 파악을 위해서는 공사 진도율이 객관적이고 합리적으로 산정되어야 한다(Barrie 1992, Barraza 2000, 최현하 2003). 일반적으로 전체 작업물량과 시공된 집행물량을 기준으로 실행기성을 계량화하며, 실행기성은 재료비+노무비+경비로 구성된다. 동일규모 공사에서 투입된 재료물량이 동일하더라도 재료 단가와 더불어 노무량이 상이한 경우에는 집행물량과 공사진도율이 달라진다. 즉, 내역 노무량과 투입 노무량의 산출기준과 산출량이 다르게 되면 공사 진행상황의 파악이 정확 할 수 없게 된다.

$$\begin{aligned} \text{진도율} &= \Sigma(\text{집행물량}/\text{단위작업물량}) \times \text{단위작업가중치} \\ &\cong F(\text{노무비}, \text{재료비}, \text{경비}) \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

3) 표준품셈과 실적공사비의 노무량

국내 건설공사의 공사비 산정은 일반적으로 거래실례가격방식, 원가계산방식, 실적공사비방식, 감정 또는 견적가격결정방식으로 하고 있는데, 거래실례가 없을 경우에는 주로 원가비목에 재료비, 노무비, 경비, 일반관리비, 이윤으로 구분·산정한다. 원가계산방식은 각 비목별 소요량을 표준품셈에 기반하여 산출한다. 표준품셈은 표준적이고 보편적인 공법을 기준으로 단위작업당 소요되는 재료량과 노무량을 정리한 적산기준이다. 따라서 건설공사의 지리적 위치와 환경, 규모 등의 상이성이 크지 않다면 동일 설계도면과 시방서에 대한 품은 동일하게 된다. 이

렇게 제정된 품셈은 품의 내용이 일관성이 유지 될 때 그 정당성이 확보될 수 있으므로 당초 제정된 품셈을 건설환경의 변화를 반영하여 매년 조정을 해오고 있다. 그러나 품셈의 주요구성 항목으로서 재료량은 동일 설계도서를 기준으로 큰 차이를 나타내지 않으나 노무량은 건설공사의 외적환경과 내적조건에 영향을 많이 받게 되어 큰 편차를 나타내게 된다. 또한 표준품셈은 신공법, 신기술의 적용이 어려우며 급변하는 기술 발전, 환경변화와 특히 기능공의 기술능력을 충분히 반영하지 못하는 한계가 있다.

표준품셈에 의한 공사비 산정의 한계를 극복하고 예정가격의 현실성을 확보하기 위한 대안으로 실적공사비제도를 도입하는 시행 근거가 1995년 마련되었다²⁾. 실적공사비 공사비산정 방식은 건설공사 계약목적물의 세부작업에 관여된 재료비, 노무비, 경비를 구분하지 않고 통합한 실적단가를 기초자료로 원가계산을 수행한다. 실적단가를 산정하는 과정에서 이미 수행한 유사공사의 계약단가 등을 기초자료로 활용하고 공사시기, 지리적 위치 등 외적환경과 공사규모 등의 내적조건을 고려하게 된다. 따라서 실적공사비방식은 표준품셈에서의 누락 또는 과다계산을 방지하고, 원가계산에서 외적환경과 내적조건의 영향을 반영함으로써 투입노무량의 차이로 인한 문제점을 해소할 것으로 평가받고 있다.

4) 표준품셈 노무량과 실투입 노무량

건설공사에 투입되는 실노무량의 중요성에도 불구하고 이에 대한 실증적 조사와 연구는 많지 않은 실정이다. 20개 공동주택의 골조공사에서 투입되는 형틀목공, 철근공, 콘크리트공의 월별 투입 노무량에 대한 실적자료를 바탕으로 고종철(1991)은 연면적, 동수, 평균층수를 독립변수로 하는 노무량 예측 회귀모델을 제시하였다. 완전조립식공법, 대형거푸집 부분조립식공법, 유로폼 합판거푸집공법을 채택한 3개 공동주택 현장을 대상으로 대한주택공사(1994)는 공법에 따른 직종별 투입노무량 및 노동생산성을 분석하였다. 소수로 한정되었지만 노무량 관련 기존의 조사와 연구에서는 표준품셈을 바탕으로 작성된 공사비내역서에서의 노무량과 건설현장의 실투입 노무량과의 차이점을 구체적으로 기술하였다는 점에서 의미가 있다고 할 것이다. 그러나 공동주택공사에서 공종별 실투입 노무량을 실증적으로 조사하고 현재 기준이 되고 있는 표준품셈 기반 산출 노무량과의 차이에 대한 심도있는 분석은 미흡한 실정이다.

2) 1995년 7월 6일 개정된 국가를당사자로하는계약에관한법률시행령 제9조 제1항 제3호에 신설된 규정

3. 투입 노무량 비교 · 분석

1) 노무량 데이터

표준품셈에 의한 설계노무량과 공사현장에서의 실제 투입 노무량을 비교하기 위하여 2000년 이후에 준공된 수도권지역 43개 공공 및 민간 공동주택(주상복합포함) 공사의 실투입 노무량을 조사하였다(표 2 참조). 본 조사에서는 골조공사인 철근콘크리트공사를 구성하는 거푸집 설치 및 철거, 철근 조립, 콘크리트 타설 공종에 투입되는 노무인력을 조사대상으로 하였다. 표준품셈에 의하면 공종별 투입 노무인력은 기능공과 조력공(보통인부)로 구성되어 있다. 그러나 조력공은 대상 공종들의 작업에 종사하기 보다는 자재조달, 정리, 청소 등의 보조적인 작업에 치중하며 일정기간(1-2개월)이 지나면 기능공으로 인정되기 때문에 건설현장에서 조력공의 투입비율은 매우 낮게 나타난다(대한주택공사 1994). 또한 특별한 경우를 제외하고 조력공을 공종별로 구분하고 있지 않은 현장상황을 반영하여 본 연구에서는 형틀목공, 철근조립공, 콘크리트공 등 3가지 공종의 기능공을 중심으로 노무량을 조사하였다.

표준품셈에서는 작업부위(벽/기둥, 보/슬래브), 구조조건(보통조립, 복잡 조립), 그리고 타설공법(배관타설, 붐타설)에 따라서 거푸집 설치 및 철거, 철근 조립, 콘크리트 타설의 인력 품이 다르다. 건설현장에서 투입 노무량을 작업 부위나 난이도 등으로 명확하게 구분하는 것이 현실적으로 용이하지 않다. 그러나 품셈 물량과 실 투입 물량을 분석하기 위하여 인력품이 적은 경우와 큰 경우로 구분하여 실투입 노무량과의 차이를 각각 비교하였다.

표 2. 노무량 조사 대상 프로젝트 개요

번호	발주자	공기	대지면적 (㎡)	건축면적 (㎡)	연면적 (㎡)	용적률 (%)	지하층	지상층	동수	세대수
1	A	23	14,282	2,763	44,675	219.02	2	15	6	303
2	A	26	23,322	5,636	73,789	213.96	2	15	9	358
3	A	31	2,134	1,198	24,477	749.72	5	15	1	96
4	A	32	44,448	7,520	172,255	278.14	2	27	11	1,098
5	A	35	62,743	9,336	258,926	273.27	2	30	18	1,508
6	A	31	30,786	3,228	85,124	199.92	2	30	7	514
7	B	26	16,244	4,049	52,460	229.99	2	14	9	377
8	B	26	27,357	5,128	75,410	198.17	3	15	12	528
9	B	31	39,024	5,322	122,684	247.63	2	23	11	787
10	B	28	60,790	9,917	206,591	240.45	3	20	16	1,372
11	B	19	31,799	7,843	81,105	178.47	3	10	9	522
12	C	32	96,696	21,924	206,856	154.99	2	15	25	980
13	D	34	56,948	7,758	125,127	192.88	1	22	5	451
14	D	32	27,164	3,700	68,383	192.88	4	22	5	549
15	D	33	52,219	7,552	68,472	194.23	1	20	7	818
16	D	27	34,255	4,648	36,697	191.56	2	20	4	466
17	D	34	23,398	3,381	41,449	144.38	1	15	6	534
18	D	24	45,418	5,973	81,589	144.65	2	12	12	1,005
19	D	27	15,775	2,942	31,913	174.46	2	18	6	389

표 2. 노무량 조사 대상 프로젝트 개요(계속)

번호	발주자	공기	대지면적 (㎡)	건축면적 (㎡)	연면적 (㎡)	용적률 (%)	지하층	지상층	동수	세대수
20	D	26	26,790	3,172	55,422	180.43	1	20	7	622
21	D	28	35,123	4,772	70,799	173.48	1	20	11	915
22	D	26	31,813	4,445	63,847	173.97	1	20	10	842
23	E	36	1,823	364	9,395	233.78	4	16	1	90
24	E	30	13,521	2,777	37,241	186.42	2	12	4	400
25	E	20	26,733	5,694	78,498	228.28	1	15	9	629
26	E	34	25,183	5,650	75,331	228.59	1	15	8	518
27	E	30	36,280	7,436	108,563	227.03	2	15	14	919
28	E	35	17,281	4,000	46,019	196.91	2	20	6	399
29	E	37	3,539	3,539	13,307	222.86	2	17	1	176
30	E	37	20,154	3,694	65,825	228.56	2	15	4	953
31	E	28	9,313	3,187	30,535	212.95	2	13	4	175
32	E	41	36,300	5,475	123,554	244.39	2	25	13	761
33	E	38	20,887	3,282	68,193	240.40	2	21	8	436
34	E	36	37,827	6,517	88,137	161.14	2	15	14	484
35	E	29	3,692	647	11,702	189.91	3	15	1	150
36	E	40	5,855	984	19,896	237.65	2	18	1	288
37	E	27	2,918	670	9,919	230.30	2	14	1	136
38	E	32	21,598	4,108	58,786	197.86	2	18	9	545
39	E	28	16,770	3,676	43,609	199.85	1	19	9	333
40	E	25	12,186	2,616	23,830	147.09	1	15	4	181
41	E	27	20,174	4,438	68,512	239.69	2	17	6	537
42	E	30	23,459	5,244	81,605	234.00	2	17	7	796
43	E	32	1,950	435	7,063	228.82	2	13	1	104

건설현장에 투입되는 공종별 실투입 노무량은 책임감리자가 발주자에게 제출하는 월간보고서와 준공보고서의 월별·공종별 투입 노무량 데이터를 토대로 조사되었다. 또한 최종 준공 또는 골조공사 완료시의 변경된 계약도서를 기준으로 표준품셈에 기초한 설계 노무량을 산출하여 실투입 노무량과 비교하였다.

통계적 분석은 Microsoft® Excel에 내장된 회귀분석 함수와 통계전용 프로그램인 SPSS®의 t-검정 기능을 활용하여 수행되었다. 실무전문가를 대상으로 설문조사와 면담조사를 병행하여 통계분석 결과를 확인·보완하였다.

2) 거푸집 형틀목공

공동주택공사의 거푸집은 현장에서 합판 거푸집을 기준으로 시공하고 있으며 일부 시공은 강재 거푸집을 사용하기도 하고 있다. 합판 거푸집은 4회 사용을 기준으로 기준수량 대비 형틀목공량을 산정하였고, 벽·기둥 거푸집이 전체 거푸집의 약 70%, 보·슬래브 거푸집은 약 30%인 표준품셈 기준을 준용하였다.³⁾ 동바리 폼, 곡면으로 인한 폼의 증가, 수직고 7m 이상 등의 경우는 공동주택에서 발생하는 경우가 거의 없거나 노무량 분석에서 영향을 미치는 정도가 미미하므로 분석 대상에서 제외하였다.

3) 표준품셈 건축부분 "6-3-3 강재거푸집" (주)(3) 적용

분석 결과 조사대상 43개 현장에서 총 거푸집 물량 12,800,702㎡에 형틀목공 910,639人·일이 실제로 투입된 것으로 조사되었다. 단위면적당 실투입 노무량은 평균 0.071인/㎡²으로서 단위 노무인력당 생산성은 14.06㎡/인으로 산정되었다. 표준품셈에서의 노무량 산정기준인 합판 거푸집 0.12인/㎡²(4회), 강재 거푸집 0.15인/㎡²(벽·기둥), 0.10인/㎡²(보·슬래브)와 비교할 때, 어느 경우보다 적은 노무량이었다(표 3 참조).

표 3. 거푸집 형틀목공의 투입 노무량 (단위 : 인/㎡)

구분	표준품셈 산정기준					현장 실적
	유로폼	경목	합판 거푸집 (4회)	강재거푸집		
단위 투입량	0.127	0.148	0.12	벽·기둥	보·슬래브	0.071

거푸집 설치 및 철거의 작업물량(X_t)과 형틀목공의 실투입 인력수(Y_t)를 대상으로 하는 회귀분석의 결과인 선형회귀모델을 식 3에 나타내었다.

$$Y_t = 0.060X_t + 3035 (R^2=0.880) \dots\dots\dots(3)$$

그림 1은 공동주택공사 현장의 거푸집 총물량과 형틀목공의 노무량과의 관계를 도식적으로 나타내고 있다. 표준품셈의 노무량 산정기준 중 최대값(0.15)과 최소값(0.10)의 범위가 표시되어 있고 현장별 실투입 노무량과 식 3에서 제시된 회귀모델이 함께 표시되어 있다. 현장 실투입 노무량의 평균값(μ_t)은 표준품셈의 범위 안에 위치하지 않고 있으며, 최소값(μ_{t,min})인 보·슬래브 강재 거푸집보다 평균 28.9%나 적은 것으로 분석되었다. μ_{t,min}과 실측치를 바탕으로 한 유의수준 1%의 t-검정에서도 귀무가설(H₀ : μ_t = μ_{t,min})은 기각되어 실투입 노무량은 표준품셈과 상이하다는 동일한 결과를 도출할 수 있었다.

거푸집 물량과 형틀목공의 투입노무량

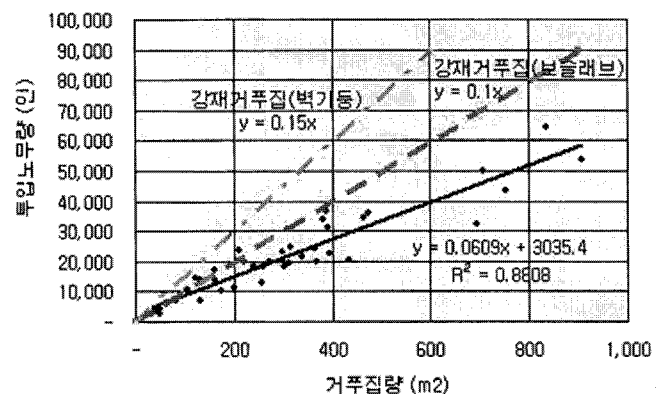


그림 1. 거푸집 물량과 형틀목공 투입노무량

3) 철근 조립공

공사현장의 철근가공과 조립은 과거에 비해 절단, 절곡뿐 만 아니라 조립의 작업공정이 단순화·표준화되어 있고 기계적인 작업에 의해 진행되고 있어 생산성이 상당히 향상되어 있었다. 조사대상 현장의 전체 철근량은 261,792ton이었으며, 철근공 실투입량은 281,877人·日으로 조사되었다. 철근 ton당 투입 노무량의 평균(μ_b)은 1.077인이고 단위철근공당 생산성은 평균 0.929ton/인일로 산정되었다. 표준품셈에서 철근가공 및 조립의 ton당 노무량 산출기준(1999년 보완)은 보통구조⁴⁾인 경우 가공 1.4인과 조립 2.4인으로 합계 3.8인이고, 복잡구조인 경우 가공 1.7인과 조립 2.5인으로 4.2인이었다(표 4 참조).

표 4. 철근공의 투입 노무량 (단위 : 인/ton)

구분	표준품셈 산정기준			현장실측
	가공	조립	계	
보통	1.4	2.4	3.8	1.077
복잡	1.7	2.5	4.2	

철근가공작업의 비중이 감소되고 있는 현장상황을 고려하여 철근조립에 대한 표준품셈의 노무량 2.4인(보통가공)과 비교하더라도 철근공의 실투입량은 44.9%에 불과하여 큰 차이를 보이고 있다. 철근 작업물량(X_b)을 독립변수로 하는 철근공의 실투입 인력수(Y_b)에 대한 회귀분석을 실시하였고 그 결과인 선형회귀 모델은 식 4와 같다.

$$Y_b = 0.985X_b + 553.1 (R^2=0.908) \dots\dots\dots (4)$$

철근 총물량과 철근공 투입노무량에 대한 그림 2에서는 표준품셈의 노무량 산정기준인 보통조립($\mu_{b, reg} = 2.4$)과 복잡조립($\mu_{b, comp} = 2.5$)이 도식적으로 표시되어 있다. 또한 현장별 철근공 실투입량에 대한 산점도와 식 4의 회귀모델이 표준품셈의 기준과 확연하게 구별되고 있다. 표준품셈의 생산성은 현장의 철근공 생산성에 비해 2.23배 높기 책정된 것으로 분석되었다. $\mu_{b, reg}$ 와 철근조립공의 실측치를 바탕으로 한 유의수준 1%의 t-검정에서도 귀무가설($H_0: \mu_b = \mu_{b, reg}$)은 기각되어 실투입 노무량은 표준품셈과 상이한 것으로 나타났다.

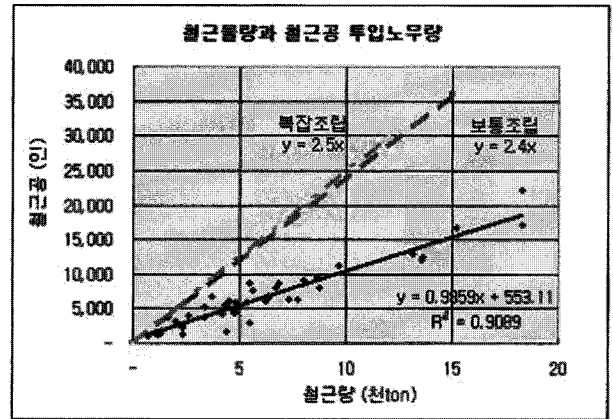


그림 2. 철근 물량과 철근공 투입노무량

4) 콘크리트공

현장의 콘크리트 타설은 인력비빔으로 이루어지는 예가 거의 없고, 품질과 공정을 감안하여 레미컨과 펌프차에 의한 배관타설 또는 붐타설로 수행되고 있었다. 조사대상 전체 현장에서 콘크리트 2,432,910 m³이 타설되었고, 콘크리트공 82,828人·日이 실제로 투입되어 단위타설물량(m³)당 실투입 노무량의 평균(μ_c)은 0.034인/m³으로 산출되었다. 공동주택은 철근콘크리트 구조물로서 콘크리트 펌프차 타설인부에 대한 표준품셈의 산정 기준은 표 5에 정리된 것처럼 붐타설 0.07인/m³, 배관타설 0.11인/m³이다.

표 5. 콘크리트 타설공의 투입 노무량 (단위 : 인/m³)

구분	표준품셈 산정기준				현장실측
	인력비빔타설	레미믹스터타설	붐타설	배관타설	
무근구조물	0.85	0.15	0.06	0.10	0.034
철근구조물	0.87	0.17	0.07	0.11	

실투입 콘크리트공의 평균값은 붐타설과 배관타설에 대한 표준품셈 산정기준의 범위 밖에 있으며(그림 3 참고), 최소값($\mu_{c, min}$)인 붐타설 0.07인/m³의 48.6%에 불과하였다. $\mu_{c, min}$ 과 실측치를 바탕으로 한 유의수준 1%의 t-검정에서도 귀무가설($H_0: \mu_c = \mu_{c, min}$)은 기각되어 실투입 노무량은 표준품셈과 상이하다는 동일한 결과가 도출되었다. 표준품셈의 품은 양생과 40m 이상 압송관 설치 및 철거 등이 포함되지 않은 것으로 이러한 별도 계상을 고려한다면 실투입 품과 더 큰 차이를 보이게 될 것이다.

4) 표준품셈에서 철근 중 D13mm 철근의 양이 전체물량의 50%이하 일 때는 보통철근조립으로 보고 50%가 넘을 경우에는 복잡한 철근 가공으로 규정하고 있다.

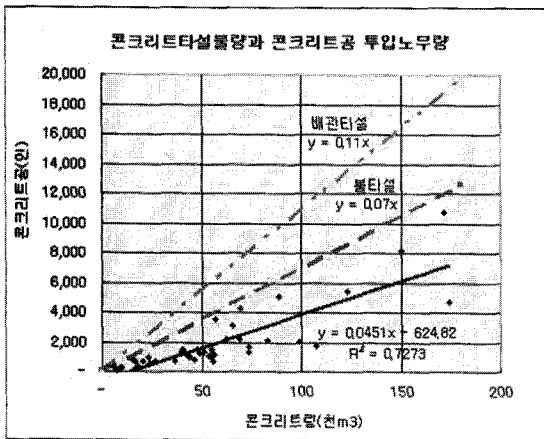


그림 3. 콘크리트 타설물량과 콘크리트공 투입노무량

현장실측 평균 노무량 0.034인/m³으로부터 콘크리트공의 평균 생산성 29.41m³/인이 산출되었으며, 거푸집 형틀목공과 철근 조립공의 생산성분석 결과와 비교할 때 현장별 생산성 차이가 상대적으로 큰 것으로 나타났다(그림 4 참조). 콘크리트공의 실투입 노무량(Yc)을 대상으로 하는 선형회귀모델은 식 5와 같고, 결정계수 R²도 0.727로서 거푸집 형틀목공(0.880)과 철근 조립공(0.908)에 비해 상대적으로 낮은 값으로 나타났다.

$$Y_c = 0.045X_c - 624.8 \quad (R^2=0.727) \quad \dots\dots\dots(5)^5$$

콘크리트공의 투입량이 다른 공사와 큰 차이를 보이는 3개 공사에 대한 심층사례조사를 통하여 외국인 근로자의 투입 노무량 누락, 콘크리트 타설기기의 이동 자동화 등 예외적인 특이사항이 있는 것으로 나타났다. 예외적 현장 3개소를 제외하고 통계 분석을 수행한 결과 식 6의 회귀모델이 도출되었다.

$$Y_c = 0.007X_c^2 + 0.010X_c + 184.5 \quad (R^2=0.906) \quad \dots\dots\dots(6)$$

4. 실무자 설문·면담 분석

1) 조사개요 및 실측치 적정성

공동주택 골조공사에서 표준품셈에 의한 설계노무량과 현장의 실투입 노무량을 비교하는 앞 절의 분석내용을 실무전문가에 의해 확인하고 그 원인을 파악하고자 설문조사와 면담조사를 수행하였다. 설문조사의 대상자는 시공능력평가액 기준 1등급의 일반건설업체와 관련 전문건설업체의 실무전문가로 구성되었다. 응답자수는 총 65명으로 건설업종사의 경력 10년 이상이 44

명(67.69%)이었으며, 응답자의 75.38%가 기술사, 기사 등 건설 관련 자격을 소지하고 있었다(표 6 참조). 또한 전문가 설문조사에서 미흡한 점을 보완하기 위하여 공동주택 건축현장에 관련된 현장소장급 16명과 감리단장급 16명으로 총 32명을 대상으로 방문면담과 전화면담을 수행하여 결과를 분석하였다.

표 6. 설문 응답자(65명)의 인적사항

(단위 : 명)

분야	일반 건설업	전문건설업			
		철근	미장	비계	소계
	15	31	8	11	50
경력	5년이하	5-10년	10-20년	20년이상	무경력
	4	17	28	16	0
자격	기능사	산업기사	기사	기술사	기타
	5	9	32	3	16

골조공사인 철근콘크리트공사를 구성하는 거푸집 형틀목공, 철근조립공, 콘크리트공의 표준품셈 산정기준과 현장 실측치 평균을 설문조사 대상자에게 제공한 후, 대상자의 경험과 비교하여 투입노무량 실측치의 적정성을 평가하게 하였다. 표 7에서 나타난 것과 같이 응답자 중 실측노무량이 적정하다는 답변자의 비율이 형틀목공에서 67%, 철근조립공 63%, 콘크리트공 78%이었으며, 나머지는 모르거나 무응답이었다.

표 7. 실측 노무량의 적정성에 대한 설문결과

기능공	표준품셈 기준 ¹⁾	실측치 평균 ²⁾	실측치 적정성	
			답변수	답변비율 ³⁾
형틀목공	12인/100m²	7-8인/100m²	35인	67%
철근조립공	24인/10ton	10인/10ton	28인	63%
콘크리트공	7인/10m³	4-5인/10m³	35인	78%

- 1) 표준품셈 기준 중 현장 적용 최빈·최소 기준
- 2) 현장조사 투입 노무량 실측치의 평균
- 3) 해당항목 응답자 중 실측노무량 적정 답변자의 비율

2) 실투입 노무량이 적은 원인

표준품셈보다 실투입 노무량이 적은 원인에 대한 설문조사에서 ① 기계화 및 자동화 시공 (52%), ② 시방서에 의한 공법 미 준수 (20%), ③ 노무인력의 기능수준 향상 (10%), ④ 설계도서 표준화로 작업 단순화 (10%), ⑤ 노무자의 근로시간 등으로 응답하였다. 면담조사에서도 기계화 작업이 실투입 노무량이 적은 원인의 59.38%를 차지하여 주요원인으로 나타났다. 특히 거푸집에 있어서는 유로폼·깁폼의 사용으로, 철근조립은 지상에서 작업 후 타워크레인 등에 의해 상층부로 운반하여 조립하여, 콘크리트는 연속작업의 수행으로 노무량이 감소되는 원인으로 분석되었다. 응답자의 25%가 답한 표준화 작업이 다음 순위의 원인이 되었다. 또한 일부 답변에서는 표준작업시간(8시간)보다 많은 10시간 정도의 근로자의 작업시간이 노무량 감소의 원인으로 지적되었지만, 종전에 비해 최근은 표준근로시간으로 작업하

5) $Y_c = 2E-07X_c^2 + 0.019X_c + 90.75 \quad (R^2=0.753)$

고 있다고 응답했다. 응답자의 직종별로 결과를 살펴보면 감리자는 표준화에 시공자는 근로시간에 비중을 두고 있는 것으로 나타났다.

3) 동일공종의 현장별 차이

기능공의 실투입량이 동일공종에서도 공사현장에 따라 차이를 보일 수 있다고 61명(94%)이 설문 응답하였다. 현장별로 상이한 결과가 나오는 주요원인으로 ① 시공회사의 관리능력(35%), ② 공사현장의 규모(35%), ③ 노무인력의 기능수준(29%)이 도출되었으며, ④ 눈·비 등 계절적 기후조건은 1%의 미미한 수준이었다. 면담조사에서는 시공업체의 관리능력 즉 일반·전문건설업체와 기능공의 협력관계, 작업현장관리가 가장 중요한 원인이었다(응답율 59.37%). 공사현장의 규모(18.75%), ⑤ 설계내용의 시공성(12.5%), 노무인력의 기능수준(6.3%)이 다음 순위였고, 계절적 기후조건(0%)은 응답을 얻지 못하였다.

거푸집 형틀목공과 철근 조립공과 비교하여 콘크리트공이 현장별 생산성의 차이가 상대적으로 큰 원인을 규명하고자 실무전문가를 대상으로 하는 면담조사를 수행하였다. 콘크리트타설 단위물량당 콘크리트공 투입량의 현장별 차이에 대한 원인으로 ① 현장관리 능력, ② 배관·붐타설 등 타설공법 ③ 현장장비 및 작업공간 등 작업여건 ④ 공동주택 층수·동수 ⑤ 실측오류 등 기타 사항을 제시하고 각 항목의 영향도에 대하여 조사하였다. 생산성의 변화가 큰 것은 현장에 투입되는 콘크리트 타설장비, 현장 진입로, 작업공간, 1일 타설물량 등 현장 환경여건이 65.63%로 나타났다. 다음으로 공동주택의 층수와 동수의 영향(18.75%), 배관 또는 붐 타설 등 타설공법의 차이(15.63%)로 나타났다. 이상에서 설명한 면담조사의 면담주제에 따른 응답자의 답변항목별 응답수를 표 8에 정리하였다.

표 8. 실투입 노무량 차이 원인에 대한 면담조사 결과

항목	1-실투입					2-동일공종					3-콘크리트공					계
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
감리	10	0	0	5	1	11	4	1	0	0	0	4	10	2	0	16
시공	9	1	0	3	3	8	2	2	0	4	0	1	11	4	0	16
계	19	1	0	8	4	19	6	2	0	4	0	5	21	6	0	32

5. 결론

공사계약을 위한 공사비 내역서를 작성할 때 근거가 되는 표준품셈에 의해 산정된 설계 노무량은 실제 현장에서 투입되는 노무량과 큰 차이를 나타내고 있다. 실적공사비방식에 의해 공사비를 산정하는 것이 합리적인 대안이 될 수 있으며, 각종 보험료 등 경비와 및 공사진도를 산출을 위해 투입 노무량을 정확히

파악할 필요가 있다. 본 연구에서는 43개 공동주택의 철근콘크리트공사에 참여하는 거푸집 형틀목공, 철근조립공, 콘크리트공의 실투입 노무량을 현장 조사하였으며 표준품셈의 산정 기준과 비교하였다. 또한 실무전문가 65명을 대상으로 하는 설문조사와 현장소장과 감리단장 32명의 면담조사를 병행하여 표준품셈과 현장 실투입 노무량이 상이한 원인을 분석하였다.

표준품셈 대비 공사현장의 단위 노무인력당 생산성은 철근조립공(2.23) > 콘크리트공(2.06) > 거푸집 형틀목공(1.41)의 순으로 철근조립공이 상대적으로 높은 것으로 조사되었다. 철근조립공의 현장 생산성이 높은 것은 공동주택이 벽체식 구조로 표준화되어 가공 및 조립이 단순하고 도구가 기계화된 것이 주요인으로 나타났다. 반면 거푸집은 갱폼 및 유로폼으로 기계화된 부분이 있으나 아직도 노무인력의 의존도가 높은 것으로 파악되었다. 콘크리트공의 생산성이 현장별로 차이를 보이고 있는 것은 타설장비 및 작업공간 등 현장작업여건의 상이함에 영향을 받고 있었다.

설문과 면담조사를 통하여 실무전문가들이 현장투입 노무량의 실측 결과에 대하여 공감을 하고 있었다. 또한 표준품셈 대비 실투입 노무량이 차이가 발생한 것을 전제로 향후 개선방향에 대하여 실적공사비에 의한 원가계산으로 전환(42%)과 표준품셈의 재조정(40%)이 대다수의 의견이었다. 표준품셈 기준의 준치는 12%에 불과하였으며, 실투입 인력에 의한 현장 진도관리(6%) 등의 소수지만 유의할 필요가 있는 의견도 제시되었다. 그러나 조사·분석된 노무량 실측치를 철근조립공, 콘크리트공, 형틀목공의 대표값으로 일반화하기에는 부족함이 있을 수 있으며, 더욱이 현장투입 노무량만을 고려하여 공사발주와 계약에 필요한 공사비를 산정하는 것은 현실적으로 어려움이 있다고 할 수 있다. 본 연구에서 제시한 공종별 실투입 노무량 회귀모델은 공동주택 건축공사의 현장에서 요구되는 공정관리와 노무관리에 유효한 지표로서 활용될 수 있으며, 장기적으로는 시설물 종류를 고려한 표준품셈의 분화를 논의할 수 있는 근거를 제시한다는 점에서 그 의미가 있을 것이다.

참고문헌

1. 건설연구원. (2005). "건설공사 표준품셈", 건설연구원
2. 고종철, 김옥규, 서상욱, 이찬식, 김문한. (1991). "우리나라 공동주택공사의 노무량 예측모델 개발에 관한 연구", 대한건축학회학술발표논문집, 11(2), 631-636
3. 김예상. (1994). "건설 생산성에 영향을 미치는 요인분석에 관한 연구", 대한건축학회논문집, 10(10), 267-273



4. 대한주택공사. (1994). 공법별 노무량 조사분석, 대한주택공사, 연구 94-24
5. 손용석, 심인보, 권재성, 전상훈, 현창택, 구교진. (2006). "실적자료 분석을 통한 공동주택공사 노무량 예측 회귀모델", 한국건설관리학회논문집, 7(5), 85-93
6. 이준성. (2006). "유사프로젝트 실적자료 분석을 통한 월간 투입비용 예측모델 알고리즘의 전산화구축에 관한 연구", 대한건축학회논문집 구조계, 22(6), 173-182
7. 전재열. (2002). "실적자료 분석에 의한 건축공사비 산정방법 적용에 관한 연구", 대한건축학회논문집 구조계, 18(4), 121-128
8. 최현하, 이준복. (2003). "단위작업 물량 달성율과 투입 노무량을 이용한 진도를 산정 방법에 관한 연구", 한국건설관리학회논문집, 6(1), 1-8
9. Barraza, G. A., Back, E. and Mata, F. (2000). "Probabilistic Monitoring of Project Performance Using SS-Curves", Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 126(2), 142-148
10. Barrie, D.S. and Paulson, B.C. (1992). Professional Construction Management, McGraw-Hill
11. FMI. (1999). U. S. Construction Industry Training Report, FMI Corp.

논문제출일: 2008.02.22

심사완료일: 2008.03.06

Abstract

In private and public construction works, cost estimation and site productivity management are based on designed labor quantities calculated by the Standard Quantities per Unit (SQU). The designed labor quantities are regarded as the basis for insurance costs and safety and environmental costs and also affect the progress measurement of construction works. Even though the designed labor quantities from the SQU has been considered to be different from actual labor quantities put to construction works, there is no research that empirically analyzes the statistical differences. This study analyzes actual labor quantities of form workers, steel-bar fabricators, concrete pourers in reinforced concrete works of the 43 apartment projects, and compares the actual labor quantities to labor quantities from the SQU. It goes further to scrutinize the critical reasons underlying the differences through a survey on 65 practitioners and interviews with 32 site managers and supervisors. The regression models of labor quantities of the apartment concrete work produced by the present study will contribute to reasonable construction contracts based on the past actual costs and practical site management by the actual labor quantities.

Keywords : apartment concrete work, labor productivity, Standard Quantities per Unit, actual labor quantities