creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

공학석사 학위논문

표준품셈과 비교한 초등학교 *RC*공사의 부위별 투입 노무량 분석

*2007*年 *8*月

부경대학교 산업대학원

건축공학과

박 종 표

공학석사 학위논문

표준품셈과 비교한 초등학교 *RC*공사의 부위별 투입 노무량 분석

지도교수 이 수 용

이 논문을 공학석사 학위청구논문으로 제출함

*2007*年 *8*月

부경대학교 산업대학원

건축공학과

박 종 표

박종표의 공학석사 학위논문을 인준함

*2007*年 *7*月 *9*日

주 심 공학박사 이 재 용 (인)

위 원 공학박사 박 천 석 (인)

위 원 공학박사 이 수 용 (인)

목 차

Abstract

Ⅰ. 서 론 ····· 1

1.1 연구의 배경 및 목적 ····· 1

1.2 연구의 방법 및 범위 ····· 2

1.3 기존 문헌 고찰 ····· 4

Ⅱ. 이론적 고찰 ····· 6

2.1 표준품셈 ····· 6

2.1.1 표준품셈의 정의 ····· 6

2.1.2 표준품셈의 적용 ····· 7

2.1.3 콘크리트공사 표준품셈 ····· 11

2.2 노무생산성 기법 ····· 15

2.2.1 노무생산성 정의 ····· 15

2.2.2 노무생산성 측정방법 ····· 16

2.2.3 생산성의 관리 ····· 18

2.2.4 생산성에 영향을 미치는 요인 ····· 20

Ⅲ. 사례 적용 및 분석 ····· 21

3.1 사례 조사 ····· 21

3.1.1 조사대상 ····· 21

3.1.2 조사방법 ····· 23

3.2 공종별 현황 측정 ····· 25

3.2.1 거푸집공사 ····· 25

3.2.2 철근공사 ····· 26
3.2.3 콘크리트공사 ····· 27
3.3 사례 조사 대상 공종별 작업효율 분석 ····· 29
3.3.1 작업효율 분석 전제조건 ····· 29
3.3.2 거푸집공사 작업효율 ····· 30
3.3.3 철근공사 작업효율 ····· 36
3.3.4 콘크리트공사 작업효율 ····· 41
3.4 사례 조사 대상 구조부위별 노무 생산성 분석 ····· 48
3.4.1 거푸집공사 생산성 ····· 48
3.4.1 철근공사 생산성 ····· 50

Ⅳ. 결 론 ····· 53

참고문헌 ····· 55

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

표 목 차

표 1.1 국내 기존연구 ····· 4

표 2.1 설계서의 단위 및 소수 표준의 기준 ····· 9
표 2.2 구조물별 콘크리트 타설 능력 ····· 11
표 2.3 타설방법에 따른 인부 수 ····· 12
표 2.4 압송관 설치 및 철거에 따른 인부 수 ····· 12
표 2.5 구조별 철근공 인부 수 ····· 13
표 2.6 합판 거푸집 기준 ····· 14
표 2.7 생산성 주기 단계별 업무 ····· 19
표 2.8 생산성 영향 요인 분류 ····· 20

표 3.1 조사대상 규모 및 현황 ····· 21
표 3.2 철근콘크리트공사 내역서 ····· 23
표 3.3 콘크리트 공사기간 내 작업일보의 예 ····· 24
표 3.4 거푸집공사 부위별 작업물량 및 투입인원 ····· 25
표 3.5 부위별 거푸집 종류 ····· 26
표 3.6 철근공사 부위별 작업물량 및 투입인원 ····· 27
표 3.7 콘크리트공사 부위별 작업물량, 투입인원 및 투입장비 ····· 28
표 3.8 투입인원에 따른 거푸집공사 설치 부위별 효율 ····· 31
표 3.9 투입인원에 따른 철근공사 부위별 효율 ····· 37
표 3.10 투입인원에 따른 콘크리트공사 부위별 효율 ····· 41
표 3.11 투입장비에 따른 콘크리트공사 부위별 효율 ····· 43

그 림 목 차

그림 1.1 연구의 흐름도 ····· 3

그림 2.1 생산성 주기 ····· 18

그림 3.1 C초등학교 교사신축공사 배치도 ····· 22
그림 3.2 C초등학교 교사신축공사 1층 평면도 ····· 22
그림 3.3 거푸집 설치 부위별 전체 작업효율 ····· 32
그림 3.4 거푸집 설치 부위별 형틀목공 작업효율 ····· 33
그림 3.5 거푸집 설치부위별 보통인부 작업효율 ····· 35
그림 3.6 철근 배근 부위별 전체 작업효율 ····· 38
그림 3.7 철근 배근 부위별 철근공 작업효율 ····· 39
그림 3.8 철근 배근 부위별 보통인부 작업효율 ····· 40
그림 3.9 콘크리트 타설 부위별 전체 작업효율 ····· 42
그림 3.10 콘크리트 타설 부위별 투입장비(펌프카) 작업효율 ····· 44
그림 3.11 콘크리트 타설 부위별 콘크리트공 작업효율 ····· 45
그림 3.12 콘크리트 타설 부위별 보통인부 작업효율 ····· 46
그림 3.13 콘크리트 타설 부위별 투입장비(펌프카) 작업효율 ····· 47
그림 3.14 거푸집 설치 부위별 형틀목공 생산성 ····· 48
그림 3.15 거푸집 설치 부위별 보통인부 생산성 ····· 50
그림 3.16 철근배근 부위별 철근공 생산성 ····· 51
그림 3.17 철근배근 부위별 보통인부 생산성 ····· 52

A Compare Practical Manpower with Standard Quantity on the RC-Work of Elementary School Construction

by Jong-Pyo, Park

Department of Architectural Engineering, Graduate School of Industry, Pukyong National University

Abstract

The quality of social service offered by the country has been improved since recently recurring economic progress and sharply proceeded industrialism ; apparent quality of military building has also been evolved as economic growth. However, schism made by old fashioned barracks generally degrade the quality of life for soldiers therefore, the loss of ability to perform battle is also occurred. As a result, the Ministry of national defense has been reconstructing or maintaining the current facilities to move forward to well-developed military bases. Especially, researches and efforts for eradicating crack in the walls in barracks are really going on.

This research aims to assess and organize the cracks made at military facilities, find the factor in researched material, then analyze its causes and finally figure out the main cause of the problems. The causes offered by this are elapsed years, lintel, the direction of wall, size of facility, stairs, wall material, structure of the wall, pollution level of the environment, look of roof, rainfall, non-frost days, average temperature, inside temperature, the number of entrance and the location of the building.

The following is the conclusion.

1. Taking a look at the relation in between the clefts and their causes of in barracks, elapsed years effect is 79%, lintel effect is 73%, the direction of wall effect is 66%, stair effect is 59%, size effect is 59%, the material effect is 55% and structure effect is 47% respectively, orderly, and this says that all the factors above referred are generally effect the problems.

2. Inside temperature and pollution level of the environment have tiny effect on the schism as their decisional coefficient records 0.03% and 0.16% and the coefficient of weather condition and direction and location of walls and were 0.04% and 0.3% respectively and this says that the relation between above referred factors and the schisms is hardly showed.

3. As result of backward analysis for each independent variables which have high reliabilities -elapsed years, lintel, direction of the wall, stairs, the material, structure and size-, decisional coefficients of each categories record 0.9799(97%) and this says that the referred is closely related the cleave.

To sum up, the cracks in the barracks have high dependence on carry-out condition offered artificial factor. This is applied not only for military facilities but also general buildings made by concrete. So permanent research for figuring out the exact causes of the cracks must be keep going and then more developed carry out method which minimizes the cracks, should be invented.

Ⅰ. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 우리나라의 건설 산업은 수요자가 만족하는 고품질화 범위 내에서 건축물의 원가를 절감시키기 위해 생산라인의 자동화, 시공의 기계화 등 다양한 노력을 하고 있다. 하지만 건설 산업의 경우 타 제조업에 비해 인력에 대한 의존성이 크고, 각각의 일회생산으로 작업의 연속성이 떨어질 뿐만 아니라, 옥외이동생산으로 기상조건 및 지역적인 환경에 따라 작업 능률이 크게 좌우되는 등 많은 어려움이 있다[1].

뿐만 아니라 현실성이 떨어지는 표준품셈과 정부 노임단가, 공종별·공법별 생산성 지표의 부재 등으로 인해 건설 산업에서의 체계적인 생산성 관리는 그 효율성이 충분히 발휘되지 못하고 있는 실정이다.

건설 산업에 있어서 신뢰성 있는 생산성 지표를 기초로 한 합리적인 공사계획의 수립과 그에 따른 공사 관리는 공사 수행의 효율화 뿐 만 아니라 발주자 및 시행자의 이해가 관련된 중요한 부분이다. 그러므로 자재, 노무, 장비 등의 체계적인 생산성 관리를 통한 생산성 향상에 대한 노력이 절실히 요구된다. 이 중 노무 생산성 관리는 인력 의존도가 높은 건설 산업에서 큰 비중을 차지할 수밖에 없다.

따라서 본 연구에서는 RC조 초등학교 건물의 사례를 조사하여 그 중 주요 공종인 철근콘크리트공사에서 실제 노무 생산성을 파악하고, 이를 표준품셈 적용 시 노무 생산성과 비교하여 그 효율성을 향상 시킬 수 있는 기초적 자료를 제시하고자 한다.

---

1) 손창백, 이덕찬, 건축공사의 생산성 저하요인 분석, 대한건축학회논문집 v.18 n.12, pp.125~132, 2002. 12.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구는 RC조 초등학교 건물의 철근콘크리트공사를 크게 거푸집공사, 철근공사, 콘크리트공사로 분류하고, 각 부위별로 세분화하여 실제 현장에서 활용할 수 있는 노무 생산성 기준의 기초적 자료를 제시하고자 다음과 같은 방법으로 연구를 진행하였다.

1) 표준품셈의 정의 및 적용방법 등 이론적 고찰을 한다.
2) 노무 생산성 관리의 정의 및 측정방법 등을 파악한다.
3) RC조 학교건물 사례현장을 조사하고 실제 시행 자료에서 거푸집공사, 철근공사, 콘크리트공사의 각 부위별로 투입된 노무량을 파악한다.
4) 해당 사례 현장의 현장 조건을 고려하여 표준품셈 적용시 산정되는 노무량을 파악한다.
5) 해당 사례 현장에 실제 투입된 노무량에 대한 효율성과 표준품셈을 통해 계획된 노무량을 비교하여 발생된 편차를 파악하고, 그 원인을 분석하여 노무 생산성 효율 향상을 위한 기초적 자료를 제시한다.

본 연구에서는 RC조 초등학교 건물의 철근콘크리트공사 노무 생산성 향상을 위한 기초적 자료 도출을 연구 범위로 하였으며, 실제 작업량과 노무 투입량의 측정은 공사내역서 및 작업일보를 참고로 하였다. 본 연구의 흐름도는 그림 1.1과 같다.

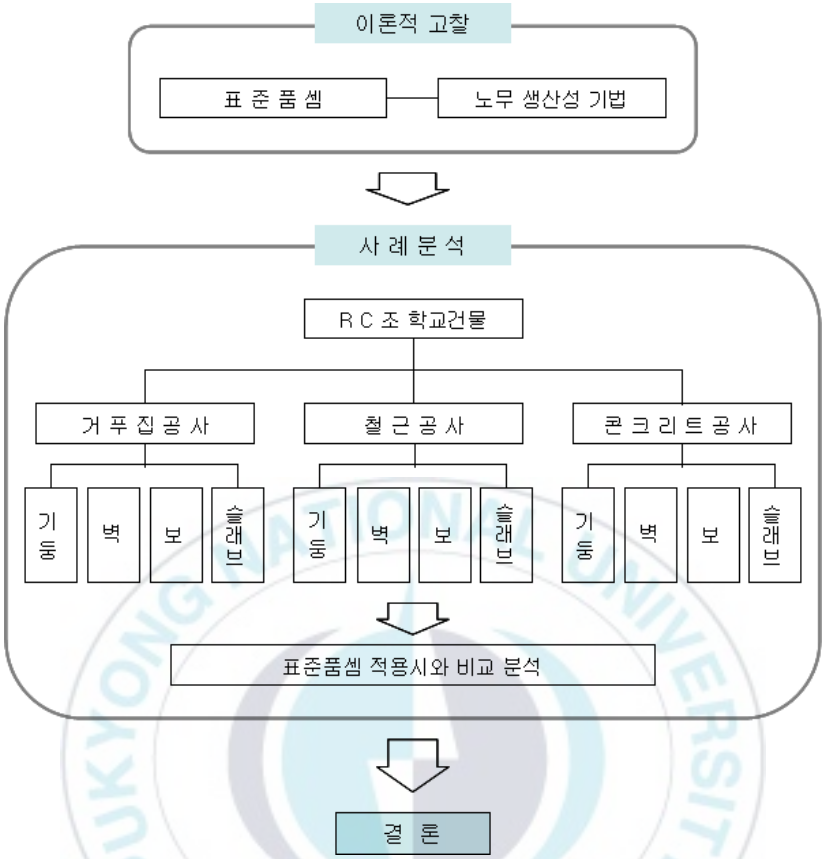
이론적 고찰
표 준 품 셈
노무 생산성 기법
사 례 분 석
R C 조 학교건물
거 푸 집 공 사
철 근 공 사
콘 크 리 트 공 사
기둥
벽
보
슬래브
기둥
벽
보
슬래브
기둥
벽
보
슬래브
표준품셈 적용시와 비교 분석
결 론

그림 1.1 연구의 흐름도

1.3 기존 문헌 고찰

우리나라 건설 산업에서의 생산성은 2001년 미국과 독일에 비해 70% 수준이며, 일본과 싱가포르에 비해서는 절반 수준인 것으로 나타났다[2]. 최근 들어 우리나라 건설 산업에도 다양한 사업발주방식과 금융기법, CM 등의 관리기법을 도입함으로써 생산성 향상을 위한 대안을 모색하고 있다.

하지만 아직까지 건설 산업에 있어 생산성은 포괄적인 의미로만 사용되고 있어 실무에 있어서의 적용은 매우 미약한 수준이다. 이러한 이유는 생산성 자료가 현장에서 구체적으로 어떻게 활용될 수 있는가에 대한 연구가 부족하며, 그 측정법 또한 정립되지 않아 실제 현장에서 적용될 수 있는 자료를 찾는 것이 어렵기 때문이다.[3]

표 1.1 국내 기존 연구

연구자	년 도	연구 내용 및 특징
김 태 완	2003	- 생산성 관리를 위한 주요 관리공종을 선택하기 위해 잠재된 개선 효과를 고려한 생산성 평가 지표를 개발 이를 위해 현장을 방문하여 설문, 면담을 통해 작업 측정
정 인 환	1995	- 아파트 공사의 주요 공종에 대해 연속관측기법을 통해 생산성을 분석하고 최적 기본 공정 모델 및 적정 기능공 투입 계획안 제시
이 두 진	1995	- 아파트 골조공사의 작업 실태를 조사원이 작업을 직접 관측하여 정보를 수집하고 이를 통해 공법 개선 및 공법 개발, 시공계획 등의 기초적인 자료 제시 및 활용
안 용 선	1993	- 철근 콘크리트 구조체의 거푸집 공사를 대상으로 작업 시간 및 실적 물량을 연속시간 측정방법으로 부위별, 공법별, 단위공정별 생산성 분석

2) OECD, Nation Accounts of OECD Countries, 2001.

3) 손정욱, 윤준선, 백준홍, 건설공사 생산성 측정방법에 관한 연구(작업수행방법 개선사례를 중심으로), 대한건축학회논문집, v.19 n.10, pp.101~108, 2003.10.

건설 산업에서의 생산성에 관한 국내 기존 연구[4)5)6)7)]는 표 1.1과 같다.

기존 연구들은 대부분 공종별 작업을 직접 관측하고 작업시간 및 물량을 연속시간 측정법으로 수집하여 생산성을 분석하고 있다. 그러나 수집된 정보가 통계적이고, 실증적인 작업 측정을 하기에는 많은 한계가 있을 것으로 판단된다.

그리고 생산성 기존 연구들은 생산성의 측정에 초점이 맞추어져 있을 뿐, 생산성의 평가에 관해서는 고려하지 않고 있다. 측정에 초점을 맞춘 연구들은 생산성의 예측과 같은 부문에 유용하게 활용할 수 있지만, 생산성 평가에 관련된 연구는 생산성 주기에서 유용하게 사용되지 못하고 있다. 그 이유는 공종의 특성상 생산성 지표로 표현할 때 생산성이 낮게 나타나는 공종이 있는 반면, 다른 공종은 개선의 여지가 많지만 생산성이 높게 측정될 수도 있기 때문이다. 그러므로 단순히 생산성을 구하는 것은 올바른 생산성 평가를 이끌어 내지 못하며, 전체적인 생산성 관리 또한 원활히 이루어지지 못할 것이다.

따라서 건설 산업의 포괄적인 생산성 범위를 각 공종별로 세분화하고 실제 투입된 자원 및 물량을 산출하여 생산성을 분석하는 등 이를 통한 문제점 도출 및 해결방안 제시에 관한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

---

4) 김태완, 유정호, 이현수, 생산성달성율을 이용한 생산성 관리 방안, 대한건축학회논문집(구조계), v.19 n.9, pp.269~277, 2003.9.

5) 정인환, 손창백, 박종대, 김진옥, 안용석, 신현식, 아파트공사와 주요공종별 공정 및 생산성 분석, 대한건축학회논문집, v.11 n.4, pp.181~191, 1995.4.

6) 이두진, 최민권, 아파트 골재공사의 작업실태에 대한 조사연구, 대한건축학회논문집, v.11 n.6, 1995.6.

7) 안용선, 철근 콘크리트 구조체 거푸집 공사의 생산성 분석에 관한 연구, 콘크리트학회논문집, v.5 n.1, 1993.

Ⅱ. 이론적 고찰

2.1 표준(標準)품셈

2.1.1 표준품셈의 정의

표준품셈(A Standard of Estimate)은 건설공사중 대표적이며 일반화된 공종, 공법을 기준으로 공사에 소요되는 자재(物) 및 공량(工量·勞務)을 정하여 국가기관(정부) 및 지방자치단체, 정부투자기관이 공사의 예정가격을 산정하기 위해 사용되는 기준[8]으로 건설공사(토목, 건축, 기계설비공사)는 건설교통부장관의 위임을 받은 대한건설협회(건설산업기본법에 의해 설립)가 관장하여 표준화에 기여하고 있다.

정부 지방자치 단체 등 공공기관이 발주하는 공사의 공사비는 자재비·노무비·장비비·가설비·일반 경비 등 1천4백30개 항목으로 나뉘어져 정부고시가격에 따라 산출된다. 이때 적용되는 정부고시가격이 바로 표준(標準)품셈으로 발주시관은 이에 따라 낙찰 예정가를 결정하고, 건설업체도 이를 기준으로 적절한 낙찰가를 산출해 낸다. 즉, 정부 및 지방자치단체 등 공공기관에서 시행하는 건설공사 등의 적정한 예정가격을 산정하기 위한 일반적인 기준을 제공하는 것이 표준품셈이다[9].

그러나 표준품셈은 수시로 변하는 시장가격을 제대로 반영하지 못할 뿐만 아니라 신기술·신공법의 수용에도 한계가 있어 적정 공사비를 산출하는데 부적절하다는 비판을 받아왔다. 이에 따라 미국 및 영국 등의 선진국에서는 일찍이 공사비 적산기능을 민간에 이양, 전문적인 자격을 갖춘 적산사로 부터 적정 공사비를 산출하게 하고 정부와 업체는 이에 따라 공사비를 결정하고 있으며, 통상 1년 마다 가격이 조정된다.

---

8) 정운길, 건축·토목 대사전, 한국사전연구사, p.1328, 1995.
9) 전인식, 건설 표준품셈, 건설연구사, pp.39~94, 2007.

2.1.2 표준품셈의 적용[10)]

(1) 목적

정부 등 공공기관에서 시행하는 건설공사의 적정한 예정가격을 산정하기 위한 일반적인 기준을 제공하는데 있다.

(2) 적용 범위

국가·지방자치단체, 정부투자기관 및 위 기관의 감독과 승인을 요하는 기관 등에서는 표준품셈을 건설공사 등의 예정가격 산정의 기초로 활용한다.

(3) 적용 기준

① 공사의 예정가격 산정은 표준품셈을 활용한다.

② 표준품셈은 건설공사 등의 공사중 대표적이고 보편적이며, 일반화된 공종, 공법을 기준한 것이며, 지역·현장여건, 기후의 특성 및 기타 조건에 따라 조정하여 적용한다.

③ 건설공사 등의 예정가격 산정시 공사규모, 공사기간 및 현장 조건 등을 감안하여 가장 합리적인 공법을 채택 적용한다.

④ 표준품셈에 명시되지 않은 품으로서 타부분(건축, 기계, 전기, 정보통신 등)의 표준품셈에 명시된 품은 그 부문의 품을 적용하고, 타부문과 유사한 공종의 품은 해당 표준품셈을 우선하여 적용한다.

⑤ 공사를 시행하는데 있어 특정한 기계 사용이 사전에 확인되었을 때는 본 기준에 의하지 않고 개별적으로 그 특성에 의한 작업능력과 제경비를 산정하여 적용할 수 있다.

⑥ 소방법, 총포·도검·화약류단속법, 산업안전보건법, 산업재해보상보험법, 건설기술관리법, 대기환경보전법, 소음·진동규제법 및 전기사

10) 전인식, 건설 표준품셈, 건설연구사, pp.39~94, 2007.

업법, 전기공사업법, 정보통신공사업법, 소방기본법 등 관계법령이나 계약조건에 따라 소요되는 비용은 별도로 계상한다.

(4) 수량의 계산

① 수량은 C. G. S. 단위를 사용한다.

② 수량의 단위 및 소수위는 표준품셈 단위표준에 의한다.

③ 수량의 계산은 지정 소수위 이하 1위까지 구하고, 끝수는 4사5입 한다.

④ 계산서에 쓰이는 분도(分度)는 분까지, 원둘레율(圓周率), 삼각함수(三角函數) 및 호도(弧度)의 유효숫자는 3자리(3位)로 한다.

⑤ 곱하거나 나눗셈에 있어서는 기재된 순서에 의해 계산하고, 분수는 약분법을 쓰지 않으며, 각 분수마다 그 값을 구한 다음 전부의 계산을 한다.

⑥ 면적의 계산은 보통 수학공식에 의하는 외에 삼사법(三斜法)이나 또는 구적기(Planimeter)로 한다. 다만, 구적기(Planimeter)를 사용할 경우에는 3회 이상 측정하여 그 중 정확하다고 생각되는 평균값으로 한다.

⑦ 체적 계산은 의사공식(擬似公式)에 의함을 원칙으로 하나, 토사의 체적은 양단면적을 평균한 값에 그 단면간의 거리를 곱하여 산출하는 것을 원칙으로 한다. 단, 거리평균법으로 고쳐서 산출할 수도 있다.

⑧ 성토 및 사석공의 준공토량은 성토 및 사석공 설계도의 양으로 한다. 그러나 지반침하량은 지반성질에 따라 계상할 수 있다.

⑨ 절토(切土)량은 자연상태의 설계도의 양으로 한다.

(5) 설계서의 단위 및 소수의 표준

표 2.1 설계서의 단위 및 소수 표준의 기준

종 목	규 격		단위수량		비고
	단위	소수	단위	소수	
직공인부			인	2위	
목재(판재) 목재(판재) 목재(판재) 합 판	길이m 폭, 두께 cm mm	1위 1위 1위 단위한	m^2 m^3 m^3 장	2위 3위 3위 1위	대가표에서는 3위까지 이하버림
철 근 철 선 류	mm mm	단위한 1위	kg kg	단위한 2위	총량 표시는 ton으로 하고 3위까지 이하버림
모르타르 콘크리트			m^3 m^3	2위 2위	대가표에서는 3위까지 이하버림

[해설] ① 설계서 수량의 단위와 소수위 표시는 본 품에 따르고 본 품에서 지정한 소수위 이하는 버리는 것으로 한다.

② 일위대가표 또는 설계기초 계산과정에서는 표준품셈의 내용에 따르는 것으로 한다.

(6) 재료 및 자재단가

① 건설재료 등의 자재단가는 거래실례가격 또는 통계법 제 24조의 규정에 의한 지정기관이 조사하여 공표한 가격, 감정가격, 유사한 거래실례가격, 견적가격을 기준하며, 적용순서는 국가를 대상자로 하는 계약에 관한 법률 시행규칙의 규정에 따른다.

② 재료 및 자재단가에 운반비가 포함되어 있지 않은 경우 구입 장소로부터 현장까지의 운반비를 계상할 수 있다.

③ 전기공사용 자재 및 자재단가의 결정은 거래 실례가격을 기준한다.

(7) 주요 자재

① 공사에 대한 자재의 관급은 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행규칙 및 재정경제부 회계예규 등 관계규정이나 계약조건에 따른다.

② 자재구입은 필요에 따라 시방서를 작성하고 그 물건의 기능, 특징, 용량, 제작방법, 성능, 시험방법, 부속품 등에 관하여 명시하여야 한다.

③ 국내에서 생산되는 자재를 우선적으로 사용함을 원칙으로 하고, 그 중에서도 한국산업규격표시품(KS), 우수재활용제품(GR) 또는 건설기술관리법의 규정에 의한 국·공립시험기관의 시험결과 한국산업규격표시품과 동등 이상의 성능이 있다고 확인된 자재를 우선한다.

④ 정보통신부장관의 형식승인용품·KS표시품 또는 국제공인제품(ISO, UL 등) 및 해당 성능기준 규격에 없는 제품 사용시 공사조건에 맞는 관련규격 및 시방(외국규격 등) 등을 검토하여 사용토록 한다.

⑤ 한국산업규격에 없는 제품 사용시 공사조건에 맞는 관련규격 및 시방(외국규격 등) 등을 검토하여 사용토록 한다.

2.1.3 콘크리트공사 표준품셈[11)]

(1) 콘크리트 펌프차 타설 및 경비

① 작업능력(80m^3/hr급)

표 2.2 구조물별 콘크리트 타설 능력

(m^3/hr)

구조물별 \ 1일 타설량 / 슬럼프(cm)		50m^3 미만	50~100m^3 미만	100m^3 이상
무근구조물	21	28.2	40.0	47.0
	18	22.6	32.0	37.6
	15	18.0	25.6	30.1
	8~12	16.0	22.7	26.7
철근구조물	21	23.5	35.3	42.4
	18	18.8	28.1	33.8
	15	15.0	22.6	27.1
	8~12	13.3	20.0	24.0

<주> 가. 1일 타설량은 구조물의 1일 평균 타설량으로 하고, 둘 이상의 구조물을 1일 이내에 작업하는 경우는 동일군으로 한다.

나. 작업능력은 골재입경, 콘크리트 압송높이, 콘크리트 압송수평거리, 압송타설의 연속·비연속 등의 조건에 따라 ±20% 내에서 증감할 수 있다.

다. 붐 및 관경은 슬럼프값, 골재입경, 현장조건에 따라 선정한다.

라. 압송콘크리트의 골재치수는 자연자갈의 경우 20~40mm를, 쇄석의 경우 20~30mm를 기준한 것이다.

마. 콘크리트 펌프차의 붐 타설은 높이 H≤15m, 수평거리 Z≤15m의 경우에 적용하고, 배관타설은 사기 범위 외 및 붐타설이 곤란한 경우 혹은 현장조건 등에 따라 배관타설이 적당한 경우에 적용한다.

바. 기계손료 및 운전 경비는 별도 계상한다.

11) 전인식, 建設 표준품셈, 건설연구사, pp.247~293, 2007.

② 콘크리트 펌프차 타설인부

표 2.3 타설방법에 따른 인부 수

(인/10m^3)

타설구분	구조물종별	콘크리트공	보통인부
붐 타 설	무근구조물	0.6	0.4
	철근구조물	0.7	0.5
배관타설	무근구조물	1.0	0.8
	철근구조물	1.1	0.9

<주> 상기 배관타설 품에는 압송관 조립, 철거, 인력품(40m 정도)이 포함된 것이며, 40m 이상의 압송관 조립, 철거를 필요로 하는 경우에는 별도 계상한다.

③ 압송관 설치 및 철거

표 2.4 압송관 설치 및 철거에 따른 인부 수

(m당)

종 별	직 종	품 (인)		계 (인)
		조 립	철 거	
붐 타 설	비 계 공	0.012	00008	0.02

<주> 가. 압송관의 공정비계를 필요로 하는 경우에는 설치 및 철거비를 별도 계상한다.

나. 소운반은 별도 계상한다.

(2) 철근 가공 및 조립

표 2.5 구조별 철근공 인부 수

(ton당)

구 조 별	가 공		조 립		계	
	철근공 (인)	보통인부 (인)	철근공 (인)	보통인부 (인)	철근공 (인)	보통인부 (인)
간 단	1.2	0.7	2.2	1.2	3.4	1.9
※보 통	1.4	0.9	2.4	1.3	3.8	2.2
※복 잡	1.7	1.0	2.5	1.4	4.2	2.4
매우복잡	1.9	1.2	2.8	1.5	4.7	2.7

<주> 가. 철골과 병용하는 가공 및 조립은 복잡한 가공 및 조립에 준한다.

나. P.C 강선인 경우에는 복잡한 가공 및 조립품의 40%까지 가산할 수 있다. 다만, 정착에 소요되는 기구의 손료는 인력품의 2%를 계상한다.

다. 철근 가공에 사용되는 기계기구(철근가공기 등) 손료는 인력품의 2%를 계상한다.

라. 결속선은 0.9mm를 표준으로 하고, 간단한 구조에서는 5kg, 보통 구조에서는 6.5kg, 복잡한 구조에서는 8kg을 표준 사용량으로 한다.

마. 간단한 것이란 측구, 간단한 기초 및 중력식 옹벽 등을 말하며, 보통의 것이란 수문, 반중력식 옹벽 및 교대 등을 말하고, 복잡한 것이란 교량의 슬래브, 암거, 우물통, 부벽식 옹벽 등을 말하며, 배우 복잡한 것이란 구주식(構柱式)(기둥형) 교대, 교각, 지하철, 터널 등을 말한다.

바. 산재되어 있는 소형 구조물(콘크리트 $10m^3$ 미만)에서는 그 조립에 대한 품을 50%까지 가산할 수 있다.

사. 수직고 7m 이상에서 크레인 등 장비사용시 기계경비는 별도 계상한다.

아. 복잡한 가공조립은 직경 13mm 이하의 철근이 전 철근 중량의 50% 이상인 경우를 말한다.(건축)

(3) 거푸집

표 2.6 합판 거푸집 기준

(m^2 당)

종 별	단 위	기준수량 (1회사용시)	사용횟수별 기준수량에 대한 비율(%)			비고
			횟수별	재료비(%)	노무비(%)	
합 판	m^2	1.03	1회사용시	100	100	12mm내수
각 재	m^3	0.038	2회사용시	57.0	60.0	합판 기준
철 선	kg	0.29	3회사용시	46.1	47.1	
못	kg	0.20	4회사용시	40.1	40.0	
박리제	ℓ	0.19				
형틀목공	인	0.30	5회사용시	37.1	34.2	제작조립
보통인부	인	0.25	6회사용시	34.7	32.0	철거포함
사용고재 평가기준	%	23			목재와 합판의 설계단가를 기준으로 함	

<주> 가. 본 표에서 2회 이상의 사용 고재량은 각 횟수별 재료비 비율속에 기 포함되어 있다.

나. 본 표의 기준 수량은 합판 거푸집 1회 사용시를 기준한 것이며, 사용횟수별로 재료 및 노무비를 계상하고자 할 때는 횟수별 비율을 적용한다.

다. 동바리 재료 및 품은 포함되지 않았다.

라. P.C 빔 제작용 볼트, 긴장기 및 세퍼레이터를 사용할 때의 재료는 별도 계상할 수 있다.

마. 곡면 부분의 거푸집은 자재 및 품을 별도 계상할 수 있다.

바. 수직고 7m 이상인 경우에는 7m를 초과하는 3m 증가마다 품을 10%까지 별도 계상한다. 다만, 현장여건에 따라 장비가 필요하다고 판단되는 구조물에서는 장비로 계상할 수 있다.

사. 산재되어 있는 소형구조물(콘크리트 $10m^3$ 미만)인 경우에는 인력품을 30%까지 별도 계상할 수 있다.

2.2 노무 생산성 기법

2.2.1 노무 생산성 정의

생산성(Productivity)은 1766년 Quesnay의 논문에서 처음으로 등장한 용어로써 1883년 Littre에 의해 생산하는 능력(Faculty to Produce)으로 정의되었고, 20세기 초에 산출과 투입의 관계(Relationship between Output and Input)라는 정확한 의미를 가지게 되었다[12].

생산성의 개념은 생산성을 바라보는 관점(정치적, 경제적, 회계적, 심리적, 행동과학적, 기술적, 관리적)에 따라 차이가 있을 수 있으나, 가장 기본적인 개념은 생산 시스템으로부터 생산된 산출과 그 산출을 생산하기 위해 생산 시스템에 제공된 투입의 관계(Relation between the Outputs generated from a System and the Inputs provided to create those Outputs)로 정의된다[13].

이와 같이 생산성(Productivity)은 작업에 있어서 생산의 효율성을 나타내는 표준화된 지표로서 노무생산성, 자본생산성, 원재료생산성 등이 있다. 이중 노무생산성(Labor Productivity)은 모든 산업에 공통적으로 적용되고 측정 또한 간단하여 가장 많이 사용되고 있다.

일반적으로 노무생산성은 생산량과 그 생산량을 산출하기 위해 투입한 노동량의 비(Output/Input)로써 표기된다. 즉, 노무생산성은 일정한 단위시간에 투입한 노동량에 대한 산출량의 비율, 생산력의 증대를 측정하는 하나의 지표라고 할 수 있다.

---

12) David J. Sumanth, Productivity Engineering and Management, MacGraw-Hill Book Company, 1984.
13) D. Scott Sink, Productivity Management: Planning, Measurement and Evaluation, Control and Improvement, John Wiley & Sons, 1985.

2.2.2 노무 생산성 측정방법

생산성을 측정하고 평가하는 방법은 용도와 기준에 따라 나눌 수 있다. 첫 번째로 용도에 따라서는 성과도(Performance), 효율성(Efficiency), 수익성(Profitability) 등 크게 세가지로 구분할 수 있다. 각각은 다음의 식(1), 식(2), 식(3)[14]으로 나타낼 수 있다.

$$\text{성과도}(Performance) = \frac{Output}{Input} = \frac{\text{생산량}}{\text{투입량}} \qquad \text{식(1)}$$

$$\text{효율성}(Efficiency) = \frac{Resource\ \text{Expected To Be}\ Used}{Resource\ Actual\ Used}$$

$$= \frac{\text{생산과정의 기대투입량}}{\text{실제 투입량}} \qquad \text{식(2)}$$

$$\text{수익성}(\text{Pro}fitability) = \frac{Revenue}{Cost\ Invested} = \frac{\text{수입량}}{\text{투자비용}} \qquad \text{식(3)}$$

위 식에서 성과도는 생산과정의 생산성, 안전, 품질 등을 포함하는 넓은 의미이며, 효율성은 좁은 의미로 생산과정의 기대투입량과 실제 투입량간의 효율 정도를 평가하는 방법이다. 그리고 수익성은 주로 금액적인 측면에서 평가하는 지표로써 투자된 비용에 대한 수입(수익)에 대한 비율로 평가하는 방법이다.

다음으로 생산성을 평가하는 기준에 따라서는 부분생산성(Partial Productivity)과 총 요소생산성(Total-Factor Productivity) 및 종합생산성(Total Productivity)으로 나눌 수 있다[15].

---

14) 손정욱, 윤준선, 백준홍, 건설공사 생산성 측정방법에 관한 연구(작업수행방법 개선사례를 중심으로), 대한건축학회논문집, v.19 n.10, pp.101~108, 2003.10.

15) 유정호, 이현수, 건설 프로젝트의 생산성관리 시스템, 대한건축학회논문집, v.17 n.7, pp.103~113, 2002.7.

(1) 부분생산성

부분생산성(Partial Productivity)은 여러 투입요소 중에서 하나의 투입요소에 대한 산출량의 비율로서, 노무생산성 및 자본생산성 등이 대표적이다. 부분생산성은 순산출량을 투입노동과 투입자본의 합으로 나눈 것을 의미한다.

본 연구에서는 건설 산업에서 주를 이루는 노무생산성을 연구범위로 하였으며, 정해진 작업물량에 대한 투입된 노무량의 비율로 나타나는 노무생산성의 측정은 식(4)과 같다.

$$\text{노무생산성}(Labor\ Productivity) = \frac{\text{작업물량}}{\text{노무 투입량}} \qquad \text{식(4)}$$

(2) 총요소생산성

총요소생산성(Total-Factor Productivity)은 관련된 투입노동과 투입자본의 한계에 대한 순산출량의 비율로 나타나며 식(5)과 같다.

$$\text{총요소생산성} = \frac{\text{순산출량}}{(\text{투입노동} + \text{투입자본})} \qquad \text{식(5)}$$

$$= \frac{(\text{총산출량} - \text{구입한 재화 및 서비스})}{(\text{투입노동} + \text{투입자본})}$$

여기서, 순산출(Net-Output)은 총산출량에서 구입한 중간재화 및 서비스를 뺀 것이다.

(3) 종합생산성

종합생산성(Total Productivity)은 모든 투입요소의 합계에 대한 총 산출량의 비율을 의미하며, 산출의 생산에 투입된 모든 생산요소의 결합효과를 반영하는 것으로 식(6)과 같다.

$$\text{종합생산성} = \frac{\text{총산출량}}{\text{총투입량}} \qquad \text{식(6)}$$

$$= \frac{\text{총 산 출 량}}{(\text{투입노동} + \text{투입원재료} + \text{투입자본} + \text{투입에너지} + \text{기타})}$$

본 연구에서는 철근콘크리트공사 과정에서의 노무생산성 측정을 위해서 부분생산성의 개념을 활용한다.

2.2.3 생산성의 관리

Sumanth는 생산성 관리(Productivity Management)를 생산성의 측정, 평가, 계획, 향상이라는 4단계의 생산성 주기를 통하여 관리조직 및 피고용자 모두가 참여하여 제품이나 서비스의 제조, 분배, 판매와 관련한 비용을 절감하고자 하는 궁극적인 목적을 달성하기 위한 공식적인 관리 프로세스로 정의[16] 하였다.

생산성 관리를 위한 생산성 주기(Productivity Cycle)는 측정(Measurement), 평가(Evaluation), 계획(Planning), 향상(Improvement)의 네 단계로 설명될 수 있으며, 그림 2.1과 같다.

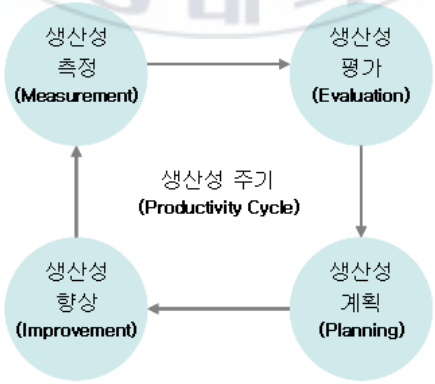

그림 2.1 생산성 주기

16) David J. Sumanth, Productivity Engineering and Management, MacGraw-Hill Book Company, 1984.

각각의 생산성 주기에서 이루어지는 단계별 업무[17]는 표 2.7과 같이 나타난다.

표 2.7 생산성 주기 단계별 업무

생산성 주기	업 무 내 용
생산성 측정 (Measurement)	- 설정한 정의와 범위에 따라 생산성 값을 측정하는데 초점을 맞추고 있다.
생산성 평가 (Evaluation)	- 임의의 두 기간 사이에서 생산성의 변화분을 산정한다.
생산성 계획 (Planning)	- 미래에 발생할 생산성을 예측하고 단기 및 장기계획을 수립한다.
생산성 통제 및 향상 (Improvement)	- 여러 가지 기법을 통한 실제 생산성 향상 프로세스를 진행한다.

생산성의 측정은 이러한 방법에 따라 진행되며, 생산성의 변화량에 따라 평가를 하였다. 하지만 생산성이 낮은 공종이 반드시 개선의 여지가 큰 고종임을 의미하지는 않으며 또한 생산성의 변화량이 작은 공종이 성과가 나쁜 공종임을 의미하지도 않는다. 즉, 생산성은 단순히 산출량(Output)과 투입량(Input)의 비로 측정될 뿐 각각의 공종에 대한 측성을 반영하지는 않는다는 단점이 있다.

17) 김태완, 유정호, 이현수, 생산성달성율을 이용한 생산성 관리 방안, 대한건축학회논문집, v.19 n.9, 2003.9.

2.2.4 생산성에 영향을 미치는 요인

기존 문헌 고찰을 통하여 건설 생산성에 영향을 미치는 요인들을 살펴본 결과 다음 표 2.8[18]과 같으며 생산성에 영향을 미치는 요인을 크게 5단계로 분류하여 나타내었다.

표 2.8 생산성 영향 요인 분류

구 분	1차 요인	2차 요인	3차 요인
1단계	자연적 요인	기 후	온도, 습도, 눈, 비, 지진
		지 리	산간, 벽지, 해안, 섬, 해외
		입 지	지형, 지질, 교통, 진입로
2단계	사회적 요인	법 규	건축법, 소방법, 도로교통법, KS
		민 원	인접건물, 이웃주민
		공 해	소음, 교통, 분진, 진동, 미관
3단계	설계, 기획 요인	디자인	구조, 형상, 규모, 재료, 설계변경
		시 방	공법, 재료, 오차, 품질, 규격
		관리시스템	본사의 지원, 통제, 기술개발
4단계	시공관리 요인	시공관리	공법, 작업계획, 작업관리, 하도관리
		인력관리	노무관리, 안전관리, 고용, 교육
		자재관리	공급, 적재, 시공성, 표준화확보
		장 비	성능, 범용성, 합목적성, 배치
5단계	작업자 요인	근 태	출퇴근, 작업태도, 연장근무, 책임감
		능 률	피로, 동기부여, 사기, 건강
		숙련도	교육, 반복성, 기능, 작업속도

18) 김예상, 건설생산성에 영향을 미치는 요인분석에 관한 연구, 대한건축학회논문집 v.10 n.10, pp.267~273, 1994.10.

Ⅲ. 사례 적용 및 분석

3.1 사례 조사

3.1.1 조사대상

본 연구의 철근콘크리트공사 노무생산성 분석을 위한 사례 대상은 경상남도 ○○시 소재의 교육·연구 시설로 지하 1층, 지상 5층의 C초등학교 교사 신축공사현장이다.

조사대상에 관한 규모 및 현황은 다음 표 3.1과 같다.

표 3.1 조사대상 규모 및 현황

공 사 명	C초등학교 교사신축공사
대 지 위 치	경상남도 ○○시
공 사 기 간	2005년 01월 19일 ~ 2006년 02월 16일 (총 394일)
용 도	교육·연구시설
구 조	철근콘크리트구조
규 모	지하1층, 지상5층 (총 건물높이 : 20.16m)
대 지 면 적	총 14,977.00m^2
건 축 면 적 연 면 적	총 3,080.90m^2 총 9,123.55m^2
건 폐 율 용 적 률	20.57% 60.69%
총 공사비	43억원

조사 대상인 C초등학교 교사신축공사의 배치 현황과 조사 건물의 1층 평면도는 아래 그림 3.1, 그림 3.2와 같다.

그림 3.1 C초등학교 교사신축공사 배치도

그림 3.2 C초등학교 교사신축공사 1층 평면도

3.1.2 조사 방법

사례 대상 공사에 대한 현장 조사는 시공회사로부터 받은 총괄 계약내역서, 실기성내역서 및 일위대가표를 바탕으로 하고, 현장에서 직접 기록한 작업일보를 통하여 해당 일자 및 공사 부위별 투입된 물량과 노무량 및 장비 투입 현황을 산출하였다.

이 중 본 연구에서는 철근콘크리트공사 부분을 연구의 범위로 한정하여 노무생산성을 분석하고자 하므로 거푸집공사, 철근공사, 콘크리트공사의 투입물량과 투입인원 및 투입장비 만을 파악하였다.

표 3.2는 본 C초등학교 교사신축공사의 철근콘크리트공사 부분 기성내역서를 나타낸 것이며, 표 3.3은 철근콘크리트공사 기간내 작업일보를 일부 발췌하여 나타낸 것이다.

표 3.2 철근콘크리트공사 내역서

품명	규격	단위	수량	재료비	노무비	경비	합계	비고
레미콘	25-210-15	m^3	4471	-	-	-	-	관급자재
레미콘	25-180-12	m^3	175	-	-	-	-	관급자재
펌프카 붐타설	철근,100m^3이상	m^3	4427	2,819,999	38,851,352	14,768,472	56,439,823	슬럼프15cm
펌프카 붐타설	무근,100m^3이상	m^3	172	111,456	1,285,012	583,080	1,979,548	
신더콘크리트		m^3	0.6	26,110	65,285	-	91,395	
합판거푸집	3회	m^2	11903	53,861,075	218,431,953	-	272,293,028	
합판거푸집	3회, 경사슬래브	m^2	1461	6,888,615	32,165,376	-	286,435,805	
유로폼	벽	m^2	17323	32,324,718	254,111,087	-	286,435,805	
철근	SBD 40	ton	560.497	-	-	-	-	관급자재
철근	HD 10	ton	239.855	-	-	-	-	관급자재
철근	HD 13	ton	44.481	-	-	-	-	관급자재
철근	HD 16	ton	9.529	-	-	-	-	관급자재
철근	HD 19	ton	73.426	-	-	-	-	관급자재
철근	HD 22	ton	193.206	-	-	-	-	관급자재
철근가공조립	보통	ton	544.171	4,593,347	219,775,430	-	224,368,777	기계
철근고재		ton	-16.326	-1,865,702	-	-	-1,865,702	

작 업 일 보

결재	담당	과장	소장	결재자

공 사 명 : C초등학교 교사신축공사

2005년 6월 13일 월요일 날씨 : 맑음

공 종	금 일	누 계	금 일 작 업 현 황				명 일 작 업 계 획			
직 원	5	477	교사동 3층 벽체 거푸집 설치							
기술관리	3	476	교사동 3층 벽체 철근 배근							
일반관리		0	강당동 3층 콘크리트 타설							
직영인부		33	신호수 및 현장살수							
비계공		150								
형틀목공	43	2,166								
목공인부	4	282								
철근공	3	850	자 재 입 고 현 황							
콘크리트공	5	46	품 명	수 량	단 위	누 계	품 명	수 량	단 위	누 계
조적공		0	철근(D10)		TON		25-180-08		m^3	
미장공		1	철근(D13)		TON		25-180-12		m^3	83
타일공		0	철근(D16)		TON		25-210-12		m^3	66
방수공		0	철근(HD10)		TON	179.95	25-210-15	174	m^3	3,846
수장공		0	철근(HD13)		TON	28.65	모래		m^3	
유리공		0	철근(HD16)		TON	8.424	잡석(∅25)		m^3	10
잡철공		0	철근(HD19)		TON	80.956	혼합석(45m/m)		m^3	32
전기공		0	철근(HD22)		TON	195.58	PHC파일		m	8,426
석 공		0	시멘트(40kg)		B/G		스티로폼(50T)		매	1,217
도장공		0	시멘트 벽돌		장		스티로폼(50T)		매	12
위생공		0	점토 벽돌		장		스티로폼(105T)		매	340
설비공		0	토사		m^3	24,552				
장비기사	2	231	자 재 사 용 현 황				장 비 사 용 현 황			
신호수	2	240	품 명	수 량	단 위	누 계	품 명	규 격	수 량	누 계
강재공		0					백호	02W		3.0
견출공		0					백호	06W		79.5
토 공		123					백호	10W		20.0
활석공		0					덤프트럭	15t		3.0
창호공		0					덤프트럭	24t		297.0
파일공		177					파일드라이브	100t		37.5
지하수공		7					크레인	50t		1.0
철골공		6					크레인	25t	1.0	30.0
							크레인	11t		1.0
							지게차	5t		16h
							지하수 착정기			2.0
							펌프카	28M		1.0
							펌프카	22M		1.0
소 계	67	4,965					펌프카	36M	1.0	15.0

특기사항 :

표 3.3 콘크리트 공사기간 내 작업일보의 예

3.2 공종별 현황 측정

3.2.1 거푸집공사

본 연구에서는 거푸집 공사의 세부 공정을 크게 층별, 거푸집 설치 부위별로 구분하였다.

표 3.4 거푸집공사 부위별 작업물량 및 투입인원

구 분	부 위	코드	작업물량 (m^2)	투입인원(인)		비 고
				형틀목공	보통인부	
기초 및 공동구	기 초	F	858	67	3	
	공동구 벽	FW	1,623	158	0	
	공동구슬래브	FS	955	88	11	
1층	기 둥	1C	323	71	22	
	바 닥	1FL	316	103	42	
	벽	1W	2,314	237	39	
	보	1G	1,312	96	26	
	슬래브	1S	1,451	207	18	
2층	기 둥	2C	1,071	28	4	
	벽	2W	2,080	120	8	
	보	2G	1,219	195	14	
	슬래브	2S	1,498	360	22	
3층	기 둥	3C	1,006	75	6	
	벽	3W	2,059	222	10	
	보	3G	1,194	130	11	
	슬래브	3S	1,496	260	25	
4층	기 둥	4C	1,058	143	8	
	벽	4W	2,094	116	7	
	보	4G	1,043	149	10	
	슬래브	4S	1,670	621	69	
옥상층	벽	RW	1,604	158	13	
	슬래브	RS	1,441	117	15	
계			29,685	3,721	383	

표 3.4에서 나타낸 바와 같이 우선 층별로는 지하층, 1층, 2층, 3층, 4층, 옥상층으로 구분하였으며, 거푸집 설치 부위로는 기초, 벽 및 기둥, 보, 벽, 슬래브로 구분하였다.

그리고 본 연구의 사례조사 대상인 C초등학교 교사신축공사의 경우, 거푸집공사에서 사용된 거푸집은 2가지로 부위별로 차이가 있으며 사용된 거푸집은 표 3.5와 같다.

표 3.5 부위별 거푸집 종류

구 분	부 위	종 류	구 분	부 위	종 류
지하	기 초	유로폼	지상	기 둥	유로폼
	공동구 벽	유로폼		벽	유로폼
	공동구 슬래브	합 판		보	합 판
	바 닥	합 판		슬래브	합 판

사례 조사 대상의 거푸집공사에서 사용된 거푸집의 총 물량은 29,685m^{2}이며, 이 중 합판거푸집 사용면적은 12,144m^{2}이고 유로폼 사용면적은 17,541m^{2}로 유로폼 사용면적이 5,397m^2 정도 넓은 것으로 나타났다.

그리고 거푸집공사에 투입된 인원은 총 4,104명이며, 이 중 거푸집 형틀목공은 3,721명이고 그에 따른 보조 보통인부는 383명으로 나타났다.

3.2.2 철근공사

철근공사의 세부 공정 또한 거푸집공사와 같이 층별, 철근 배근 부위별로 구분하였다. 표 3.6에서 나타난 바와 같이 철근공사에 있어 층별 구분은 지하층, 1층, 2층, 3층, 4층 및 옥상층으로 하였으며 철근 배근 부위별로는 기초, 벽, 기둥, 보 및 슬래브로 구분하였다.

표 3.6 철근공사 부위별 작업물량 및 투입인원

구 분	부 위	코드	작업물량 (ton)	투입인원(인)		비 고
				형틀목공	보통인부	
기초 및 공동구	기 초	F	238.5	42	-	
	공동구 벽	FW	29.0	73	-	
	공동구슬래브	FS	13.0	39	-	
1층	기 둥	1C	23.0	16	-	
	바 닥	1FL	53.0	53	3	
	벽	1W	8.50	18	3	
	보	1G	56.0	100	10	
	슬래브	1S	82.0	101	12	
2층	기 둥	2C	43.0	23	2	
	벽	2W	30.0	40	5	
	보	2G	59.0	31	2	
	슬래브	2S	63.0	75	8	
3층	기 둥	3C	41.0	20	2	
	벽	3W	23.50	39	5	
	보	3G	63.0	28	3	
	슬래브	3S	61.0	43	5	
4층	기 둥	4C	42.0	12	1	
	벽	4W	33.0	64	9	
	보	4G	62.0	41	6	
	슬래브	4S	66.0	79	12	
옥상층	벽	RW	10.0	22	3	
	슬래브	RS	28.0	20	3	
계			1,127.30	708	77	

조사 대상의 철근공사에서 사용된 총 철근의 물량은 1,127.30ton이며, 이 중 SD 40이 약 560ton으로 가장 많이 사용되었다.

그리고 철근공사에 투입된 인원은 총 785명인데, 이 중 철근보조공인 보통인부는 77명이며 철근 기능공은 708명으로 보통인부에 비해 현저히 많이 투입된 것으로 나타났다.

3.2.3 콘크리트공사

콘크리트공사는 층별, 설치 부위별로 구분하였던 거푸집공사나 철근공사와는 다르게 세부 공정을 구분하였다.

콘크리트공사의 경우 부위에 따라 개별적으로 콘크리트를 타설하는 것이 아니라 1개 층의 전체 거푸집 조립이 완성되고 철근 배근 또한 완성되고 나면 전체적으로 콘크리트를 타설하기 때문에 층별로는 분리하여 구분하였으나, 부위별로 세분화하여 구분할 수가 없다.

표 3.7 콘크리트공사 부위별 작업물량, 투입인원 및 투입장비

구 분	부 위	코드	작업물량 (m^3)	투입인원(인)		투입장비(hr)
				타설공	보통인부	펌프카
기초 및 공동구	기 초	F	526.0	13	6	20
	공동구 벽	FW	270.0	6	2	12
	공동구슬래브	FS	106.0	3	1	4
1층	전 체	1층	1,766.0	35	4	56
2층	전 체	2층	790.0	23	7	28
3층	전 체	3층	238.0	3	1	12
4층	전 체	4층	660.0	12	2	36
옥상층	전 체	옥상	312.0	8	5	16
계			4,668.0	103	28	184

따라서 표 3.7에서 나타난 바와 같이 타설 부위를 기초 및 공동구, 1층, 2층, 3층, 4층 및 옥상층으로만 구분하였다.

그리고 조사 대상의 콘크리트공사에서 사용된 총 콘크리트 타설량은 4,668m^3이며, 이 작업을 하기 위해 투입된 장비는 펌프카로써 총 23대 사용되었다. 투입된 인원을 살펴보면 총 131명 중 콘크리트 기능공이 103명 투입되었으며, 보통인부는 28명 투입된 것으로 나타났다.

3.3 사례 조사 대상 공종별 작업효율 분석

3.3.1 작업효율 분석 전제조건

본 연구에서는 다음과 같은 전제조건 내에서 작업물량에 대한 산출된 투입인원 및 투입장비를 통해 작업효율을 분석하고자 한다.

사례 조사 대상에 적용된 작업효율 분석 전제 조건은 다음과 같다.

(1) 작업효율 분석의 범위는 초등학교 건물의 철근콘크리트공사로 한정한다. 여기서 철근콘크리트공사는 크게 거푸집공사, 철근공사, 콘크리트공사로 분류한다.

(2) 거푸집공사 및 철근공사의 작업분류는 각 층 및 설치부위로 하였으며, 콘크리트공사는 부위별 부분 타설의 어려움이 존재하므로 층별로 분류하였다.

(3) 일반적으로 실제 현장에서의 투입인원 1인당 작업 시간은 10hr/day가 통상적 기준이나, 표준품셈에서의 작업효율과 실제 사례 현장에서의 작업효율 비교·분석을 위해 본 연구에서는 투입인원 1인당 작업 시간 8hr/day를 기준으로 하였다.

(4) 철근공사에서 철근의 소운반은 타워크레인을 이용한 것으로 하였다.

(5) 작업효율 단위는 다음과 같이 적용하였다.

① 거푸집공사 : 인/m^2 (투입인원/작업물량 or 거푸집 설치면적)

② 철 근 공 사 : 인/ton (투입인원/작업물량 or 철근 배근량)

③ 콘크리트공사 : 인/m^3 (투입인원/작업물량 or 콘크리트 타설량)

hr/m^3 (투입장비 대 수/작업물량 or 콘크리트 타설량)

(6) 실제 투입된 인원 및 장비에 대한 작업효율을 표준품셈과 비교하기위해 비교대상 표준품셈은 2007년[19], 2003년[20], 1997년[21], 1981년[22] 건축표준품셈으로 한정한다.

비교대상 표준품셈의 적용에 있어 거푸집의 종류 및 사용횟수 등 해당 사례 공사의 조건은 모두 동일하도록 한다.

3.3.2 거푸집공사 작업효율

거푸집공사에 일반적으로 투입되는 인부는 크게 2가지로 나누어지는데, 거푸집 형틀을 조립하는 기능공인 형틀목공과 형틀목공의 작업을 보완하고 자재의 운반 및 정리를 하는 보통인부가 그것이다.

본 연구의 사례 조사 대상 거푸집공사에서 거푸집 설치 부위별로 작업면적당 투입된 형틀목공과 보통인부의 작업효율(인/m^2)을 분석한 결과 표 3.8과 같다.

표 3.8에서 나타난 바와 같이 각 인부의 투입량을 살펴보면 형틀목공의 평균 투입량이 0.10784503인/m^2 로 보통인부의 평균 투입량 0.01512488인/m^2에 비해 현저히 높게 나타나고 있다. 이는 기능공이 되기 위해 견습과정을 거쳐야 했던 과거와는 달리, 공종이 세분화됨으로 인해 전문화 및 표준화되면서 보통인부의 수는 감소하고 형틀목공의 수가 증가하였기 때문이다.

---

19) 전인식, 건설 표준품셈, 건설연구사, pp.247~293, 2007.
20) 전인식, 건설 표준품셈, 건설연구사, pp.904~918, 2003.
21) 전인식, 건설 표준품셈, 건설연구사, pp.153~170, 1997.
22) 전인식, 건설 표준품셈, 건설연구사, pp.113~138, 1981.

표 3.8 투입인원에 따른 거푸집공사 설치 부위별 효율

구 분	부 위	코드	작업물량 (m^2)	투입인원(인)		투입인원효율(인/m^2)		비고
				형틀목공	보통인부	형틀목공	보통인부	
기초 및 공동구	기 초	F	858	67	3	0.06247086	0.00279720	
	공동구 벽	FW	1,623	158	0	0.07788047	0	
	공동구슬래브	FS	955	88	11	0.07371728	0.00921466	
1층	기 둥	1C	323	71	22	0.17585139	0.05448916	
	바 닥	1FL	316	103	42	0.26075949	0.10632911	
	벽	1W	2,314	237	39	0.08193604	0.01348315	
	보	1G	1,312	96	26	0.05853659	0.01585366	
	슬래브	1S	1,451	207	18	0.11412819	0.00992419	
2층	기 둥	2C	1,071	28	4	0.02091503	0.00298786	
	벽	2W	2,080	120	8	0.04615385	0.00307692	
	보	2G	1,219	195	14	0.12797375	0.00918786	
	슬래브	2S	1,498	360	22	0.19225634	0.01174900	
3층	기 둥	3C	1,006	75	6	0.05964215	0.00477137	
	벽	3W	2,059	222	10	0.08625546	0.00388538	
	보	3G	1,194	130	11	0.08710218	0.00737018	
	슬래브	3S	1,496	260	25	0.13903743	0.01336898	
4층	기 둥	4C	1,058	143	8	0.10812854	0.00604915	
	벽	4W	2,094	116	7	0.04431710	0.00267431	
	보	4G	1,043	149	10	0.11428571	0.00767018	
	슬래브	4S	1,670	621	69	0.29748503	0.03305389	
옥상층	벽	RW	1,604	158	13	0.07880299	0.00648379	
	슬래브	RS	1,441	117	15	0.06495489	0.00832755	
계			29,685	3,721	383	2.37259077	0.33274757	
평 균						0.10784503	0.01512488	

본 연구의 사례 조사 대상 공사는 2003년 표준품셈을 기준으로 하여 작업량에 대한 투입인부 및 투입장비를 계획하였다. 따라서 2003년 표준품셈과 2007년 표준품셈 적용시 작업효율을 산출하였으며, 공사 진행 당시 실 투입인원으로 산출된 작업효율 Data와 비교하여 도식화하였으며, 그 내용은 그림 3.3과 같다.

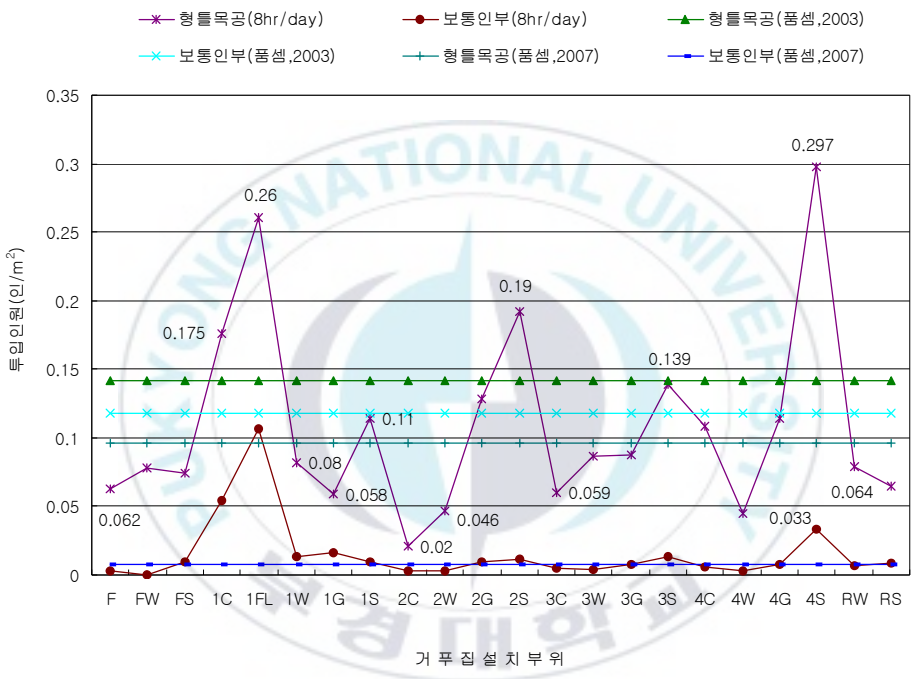

그림 3.3 거푸집 설치 부위별 전체 작업효율

투입된 인부의 종류에 따라 비교년(2007년, 2003년, 1997년, 1981년) 표준품셈과의 작업효율을 비교하여 살펴보면 다음과 같다.

(1) 형틀목공

거푸집공사에서 형틀목공은 보통인부에 비해 약 10배 정도 많이 투입된 것으로 나타났다. 이는 형틀목공의 투입인원수가 거푸집공사에 있어 큰 영향력이 있다는 것을 의미한다.

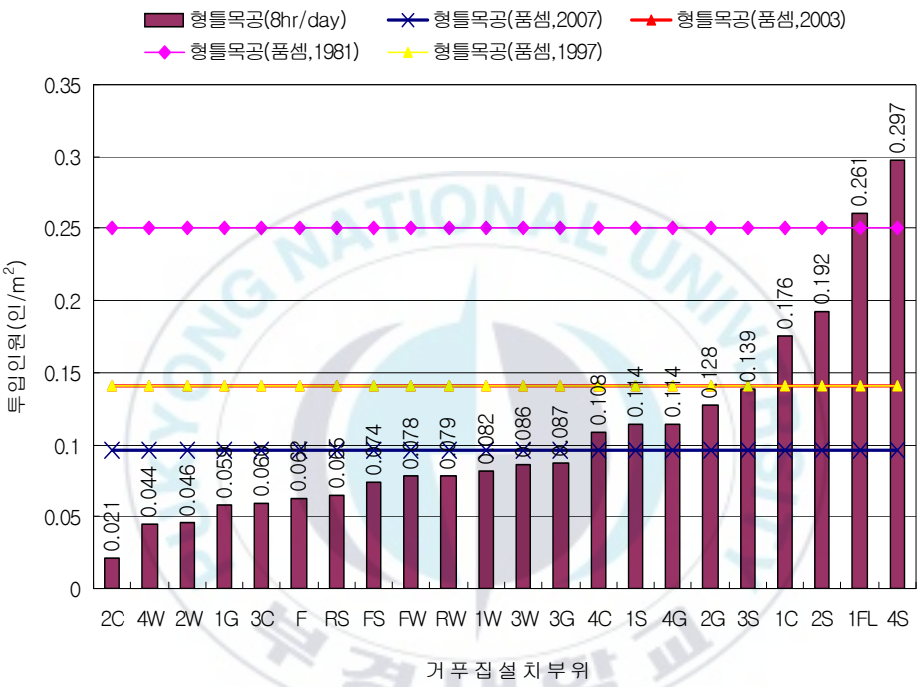

그림 3.4 거푸집 설치 부위별 형틀목공 작업효율

그림 3.4는 거푸집 설치 부위별 면적에 대해 투입된 형틀목공의 수가 낮은 수치로부터 차례대로 나열하여 도식화한 것이다. 여기서 의미하는 거푸집 설치 면적당(작업물량) 형틀목공 투입인원은 단위가 인/m^2이므로 그 수치가 작을수록 투입인원에 대한 노무생산성이 큰 것으로 볼 수 있다.

그림 3.4에서 살펴보면 1981년부터 2007년까지 표준품셈에서 산정한 작업량에 대한 투입인원량이 점점 적어지고 있다. 이것은 작업 물량에 대한 투입인원 수가 줄어들어 노무생산성이 증가하고 있다는 것이다.

실제 사례공사에 투입된 인원은 계획 당시 기준이 되었던 2003년 표준품셈과 비교하여 볼 때 대부분의 세부공정에서 기준보다 인원이 적게 투입된 것으로 나타났다. 그러나 다소 공정이 복잡한 슬래브나 기둥 작업의 경우는 기준량보다 실제 공사에서 많은 양의 인원이 투입된 것으로 나타났다.

공사 전체 투입인원 평균으로는 형틀목공이 0.107인/m^2 으로 2003년 기준량 0.25인/m^2 보다 적으나 거푸집 설치 부위별로 많은 차이가 발생되는 점을 감안한다면, 일률적인 표준품셈 적용 보다 부위별 작업 난이도에 따라 각기 다른 표준품셈량이 적용되어야 할 것으로 판단된다.

그리고 1981년과 2007년의 표준품셈 적용시 형틀목공의 투입량을 비교하여보면 1981년 0.25인/m^2에 비해 2007년 0.141인/m^2의 경우가 약 1/2정도 낮은 것을 알 수 있다. 이는 과거에는 거푸집 운반부터 제작·조립 및 해체에 이르기까지 모든 공정이 수(手)작업으로 이루어진데 반해, 최근에는 인양장비투입으로 인해 거푸집 운반이 이루어지고 표준화된 규격의 거푸집을 조립하기 때문에 투입인원 수가 감소된 것으로 판단된다.

(2) 보통인부

보통인부의 경우 형틀목공과는 전체 투입인원에서부터 많은 차이가 발생한다. 최근 세부공정들이 전문화되면서 기능공인 형틀목공의 수는 증가하고 보통인부의 수는 감소하였기 때문이다.

그림 3.5는 거푸집 설치 부위에 따라 작업물량에 대해 투입된 보통인부의 수를 표준품셈 적용시 산정량과 비교하여 나타낸 것이다.

본 사례 공사의 계획 당시 기준이 되었던 2003년 표준품셈 적용시 투입인원(0.117인/m^2)과 실제 현장 투입인원을 비교하여보면, 실제 투입인원이 평균 0.015인/m^2로 기준량보다 적은 것을 알 수 있다. 이는 작업이 장비화·표준화 되면서 노무생산성이 증가하였을 뿐만 아니라, 상대적 기능공 증가로 인한 인부 감소가 그 원인이라 하겠다.

이와 같이 투입된 인원을 평균값으로 비교하여보면 실 투입인원이 전체적

으로 적은 것으로 판단되나, 그림 3.5에서는 1FL(1층 바닥) 작업의 경우 표준품셈 투입인원 산정량과 거의 흡사하게 나타난다. 이러한 점으로 미루어 볼 때 형틀목공의 경우와 마찬가지로 보통인부의 경우에도 부위별로 세분화된 차별적 표준품셈의 적용이 요구된다 하겠다.

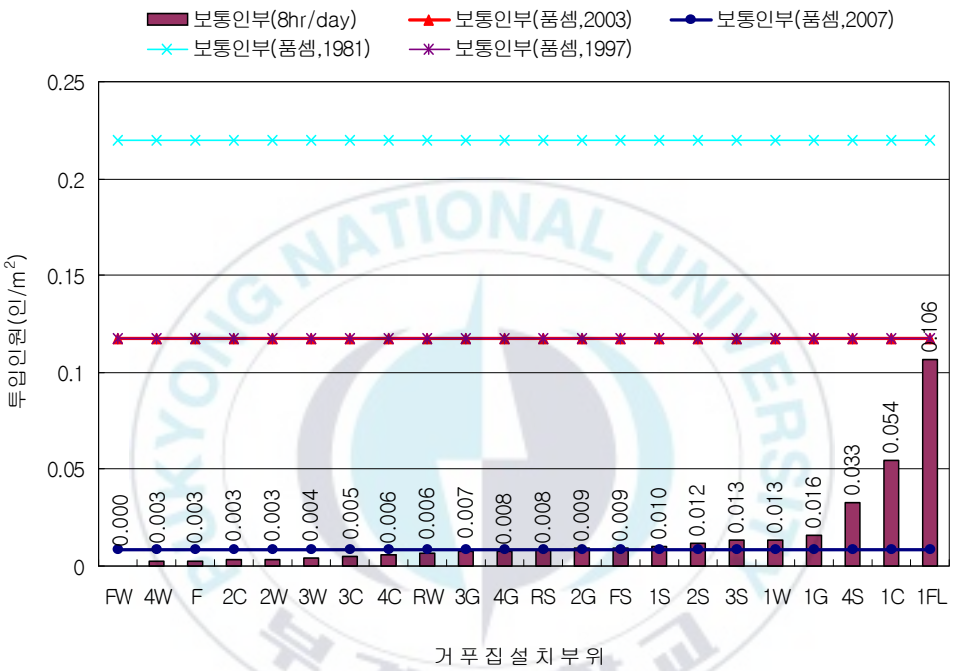

그림 3.5 거푸집 설치부위별 보통인부 작업효율

또한, 각 년도별 표준품셈 적용 투입인원을 비교하여보면 1981년(0.22인/m^2), 1997년 및 2003년(0.117인/m^2), 2007년(0.008인/m^2)로 많은 차이를 보이고 있으며, 최근 표준품셈 적용시 보통인부 투입량이 실제 투입량과 거의 흡사해지고 있는 것을 알 수 있다. 이것은 현시점의 현장 작업 여건 및 상황이 다소 반영되고 있는 것으로 판단된다.

3.3.3 철근공사 작업효율

철근공사에 일반적으로 투입되는 인부는 앞 절의 거푸집공사와 마찬가지로 철근 배근을 하는 철근공과 철근공의 작업을 보완하고 철근 운반 등을 하는 보통인부로 나뉜다.

본 연구의 사례 조사 대상 철근공사에서 철근 배근 부위별로 작업물량당 투입된 철근공과 보통인부의 효율(인/ton)을 분석한 결과 표 3.9와 같다. 표 3.9에서 나타난 바와 같이 작업물량에 대한 평균 투입인원을 살펴보면 철근공이 0.96인/ton이고 보통인부가 0.09인/ton으로 철근공이 약 10배 정도 많이 투입된 것으로 나타난다.

철근공사에서도 거푸집공사와 마찬가지로 기능공의 투입이 보통인부 투입에 비해 그 수가 현저히 많은 것을 알 수 있으며, 이 또한 앞 절에서 언급한 바와 같이 같은 이유라 할 수 있겠다.

그리고 철근공사의 경우, 과거에는 대부분 수(手)가공 조립이었으나 현재에는 기계 가공 조립이 대다수를 차지하고 있다. 이렇듯 기계 가공 조립이 도입되면서 인부의 기능도 및 숙련도가 과거에 비해 많이 낮아졌으며, 그에 따라 보조공인 보통인부의 수가 감소한 것은 당연한 일이다.

일반적으로 철근공사의 경우, 표준품셈에서는 철근 가공 인원과 철근 조립 인원을 고려하여 전체 투입인원을 산정한다. 사례 공사현장의 실 투입인원의 종류에 따라 계획 당시 기준인 2003년 표준품셈과의 작업효율을 비교하여보면 그림 3.6과 같다.

표 3.9 투입인원에 따른 철근공사 부위별 효율

구 분	부 위	코드	작업물량 (ton)	투입인원(인)		투입인원효율(인/ton)		비고
				철근공	보통인부	철근공	보통인부	
기초 및 공동구	기 초	F	238.5	42	-	0.14088050	0	
	공동구 벽	FW	29.0	73	-	2.01379310	0	
	공동구슬래브	FS	13.0	39	-	2.40000000	0	
1층	기 둥	1C	23.0	16	-	0.55652174	0	
	바 닥	1FL	53.0	53	3	0.80000000	0.04528302	
	벽	1W	8.50	18	3	1.69411765	0.28235294	
	보	1G	56.0	100	10	1.42857143	0.14285714	
	슬래브	1S	82.0	101	12	0.98536585	0.11707317	
2층	기 둥	2C	43.0	23	2	0.42790698	0.03720930	
	벽	2W	30.0	40	5	1.06666667	0.13333333	
	보	2G	59.0	31	2	0.42033898	0.02711864	
	슬래브	2S	63.0	75	8	0.95238095	0.10158730	
3층	기 둥	3C	41.0	20	2	0.39024390	0.03902439	
	벽	3W	23.50	39	5	1.32765957	0.17021277	
	보	3G	63.0	28	3	0.35555556	0.03809524	
	슬래브	3S	61.0	43	5	0.56393443	0.06557377	
4층	기 둥	4C	42.0	12	1	0.22857143	0.01904762	
	벽	4W	33.0	64	9	1.55151515	0.21818182	
	보	4G	62.0	41	6	0.52648475	0.07704655	
	슬래브	4S	66.0	79	12	0.95757576	0.14545455	
옥상층	벽	RW	10.0	22	3	1.76000000	0.24000000	
	슬래브	RS	28.0	20	3	0.58181818	0.08727273	
계			1,127.30	708	77	21.129902	1.9867242	
평 균						0.96045	0.0903056	

본 연구의 사례 조사 대상 철근공사의 전체 작업효율을 나타낸 그림 3.6에서 살펴보면, 철근 배근 부위별로 다소 차이가 있으나 철근공과 보통인부 모두 기준된 표준품셈보다 투입된 인원량이 적은 것으로 나타났다.

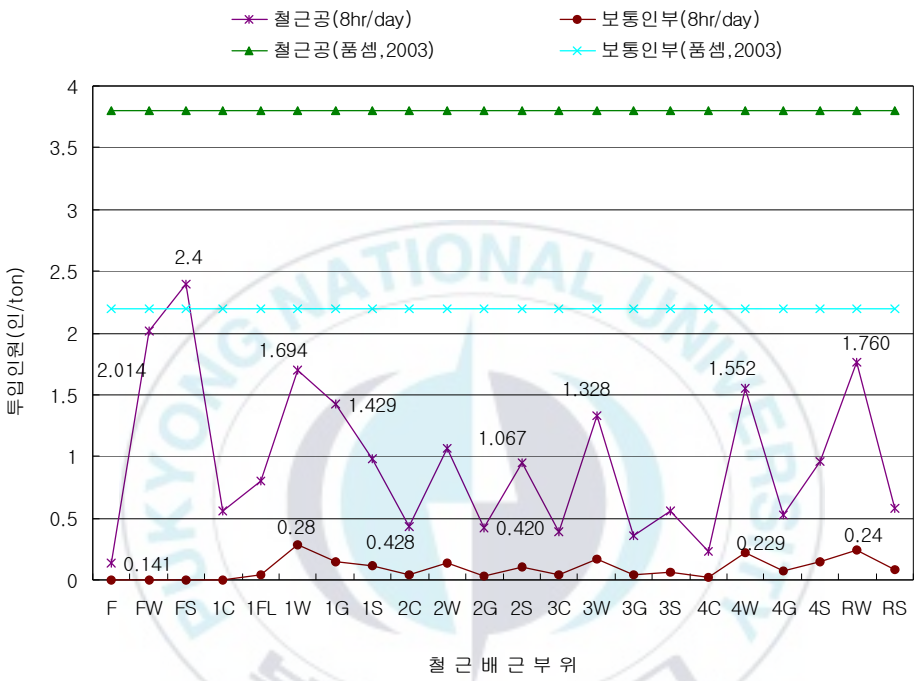

그림 3.6 철근 배근 부위별 전체 작업효율

(1) 철근공

철근 공사에서도 거푸집공사와 마찬가지로 철근공이 보통인부에 비해 약 10배 정도 많이 투입된 것으로 나타났다. 이는 보통인부 수의 감소현상이 거푸집공사에서만 나타나는 것이 아니라, 철근공사에서도 나타나고 있는 것을 의미한다.

그림 3.7은 철근 배근 부위별 작업물량에 대해 투입된 철근공의 수가 낮은 수치부터 차례로 나열한 것이다. 그리고 각 년도별(1981년, 1997년, 2003년, 2007년) 표준품셈 적용시 산출되는 철근공의 투입인원량도 그림 3.7에 나타내었다.

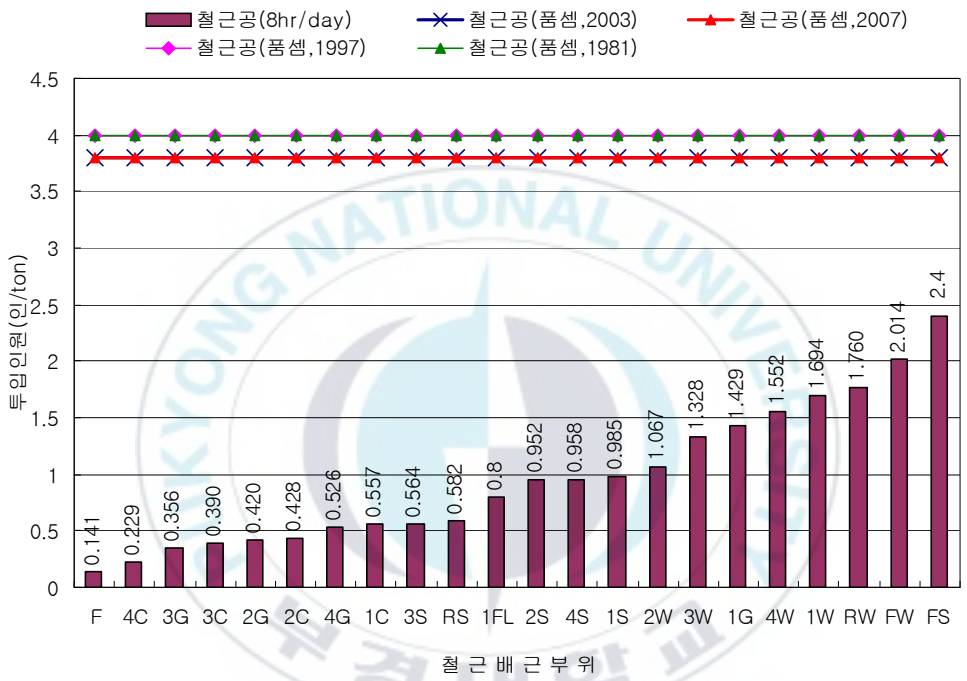

그림 3.7 철근 배근 부위별 철근공 작업효율

각 년도별 표준품셈 적용시 산출되는 철근공 투입인원량과 실제 사례 현장 철근공 투입인원량을 비교하였을 때, 전체적으로 실제 사례 현장에 투입된 인원이 현저히 적은 것으로 나타났다. 실 투입인원량은 평균 0.96인/ton인데 반해 1981년과 1997년 표준품셈의 경우 철근공 투입인원량은 4.0인/ton이며, 2003년과 2007년 표준품셈의 경우 3.8인/ton으로 나타났다.

이는 최근 들어 공장 제작으로 인한 철근가공이 보편화되고 철근 운반 및 조립 또한 인양장비 투입으로 간편화 되면서 나타난 결과로 판단된다.

하지만 철근 배근 부위별로 세분화하여 보면 철근공의 투입량은 배근 부위별로 많은 차이가 나타나고 있다. 그림 3.8에 나타난 바와 같이 작업물량당 투입인원량이 적어 노무생산성이 높게 나타나는 부위는 기초 및 각 층의 기둥들이며, 상대적으로 노무생산성이 낮은 것으로 나타나는 부위는 각 층의 벽체 및 슬래브로 나타났다. 생산성이 높게 나타나는 기초 및 기둥의 경우 작업물량당 인원의 비율을 낮추고, 벽체 및 슬래브 등 생산성이 낮은 부위에는 투입인원의 비율을 높이는 등의 적극적인 개선이 요구된다.

(2) 보통인부

그림 3.8은 각 년도별 표준품셈 적용시 산출되는 보통인부 투입인원량과 철근 배근 부위별 작업물량에 대해 실제 사례현장에 투입된 보통인부의 양을 나타낸 것이다.

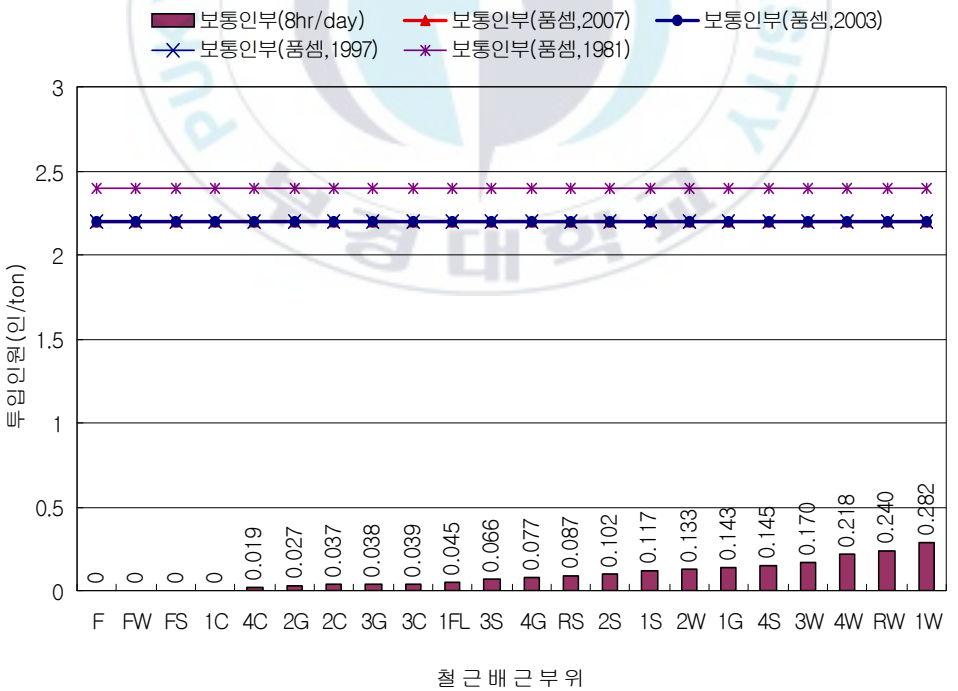

그림 3.8 철근 배근 부위별 보통인부 작업효율

그림 3.8에서 나타난 바와 같이 1997년~2007년 표준품셈 적용시 투입인원량은 2.2인/ton이며, 1981년 표준품셈 적용시 투입인원량은 2.4인/ton으로 실제 평균 투입인원량인 0.09인/ton에 비해 많은 차이가 발생하였다. 비록 철근공에 비해 보통인부의 경우 투입인원량은 현저히 적지만 철근공과 유사하게 각 년도별 표준품셈 적용시 산출되는 투입인원량과 비교했을 때, 실제 사례 현장 투입인원량은 매우 적은 것으로 나타났다.

3.3.4 콘크리트공사 작업효율

보통인부와 기능공 투입으로 세분화 되었던 거푸집공사 및 철근공사와는 다르게 콘크리트공사는 인부투입과 장비투입으로 크게 나누고, 이 중 투입된 인부를 콘크리트 기능공과 보통인부로 나누어 볼 수 있다.

표 3.10 투입인원에 따른 콘크리트공사 부위별 효율

구 분	부 위	코드	작업물량 (m^3)	투입인원(인)		투입인원효율(인/m^3)	
				콘크리트공	보통인부	콘크리트공	보통인부
기초 및 공동구	기 초	F	526.0	13	6	0.019772	0.009125
	공동구 벽	FW	270.0	6	2	0.017778	0.005926
	공동구슬래브	FS	106.0	3	1	0.022642	0.007547
1층	전 체	1층	1,766.0	35	4	0.015855	0.001812
2층	전 체	2층	790.0	23	7	0.023291	0.007089
3층	전 체	3층	238.0	3	1	0.010084	0.003361
4층	전 체	4층	660.0	12	2	0.014545	0.002424
옥상층	전 체	옥상	312.0	8	5	0.020513	0.012821
계			4,668.0	103	28	0.14447963	0.050105283
평 균						0.01805995	0.00626316

과거에는 콘크리트를 인력 타설하였으나 현재에는 모두 기계 및 장비 타설로 보편화되어 콘크리트공사에서 장비효율을 포함하지 않은 생산성 분석은 사실상 불가능 하다.

표 3.10은 투입인원에 따른 콘크리트공사 부위별 작업효율을 나타낸 것이며, 그림 3.9는 2003년 표준품셈을 기준으로 하여 콘크리트공과 보통인부의 투입인원량을 비교하여 도식화 한 것이다.

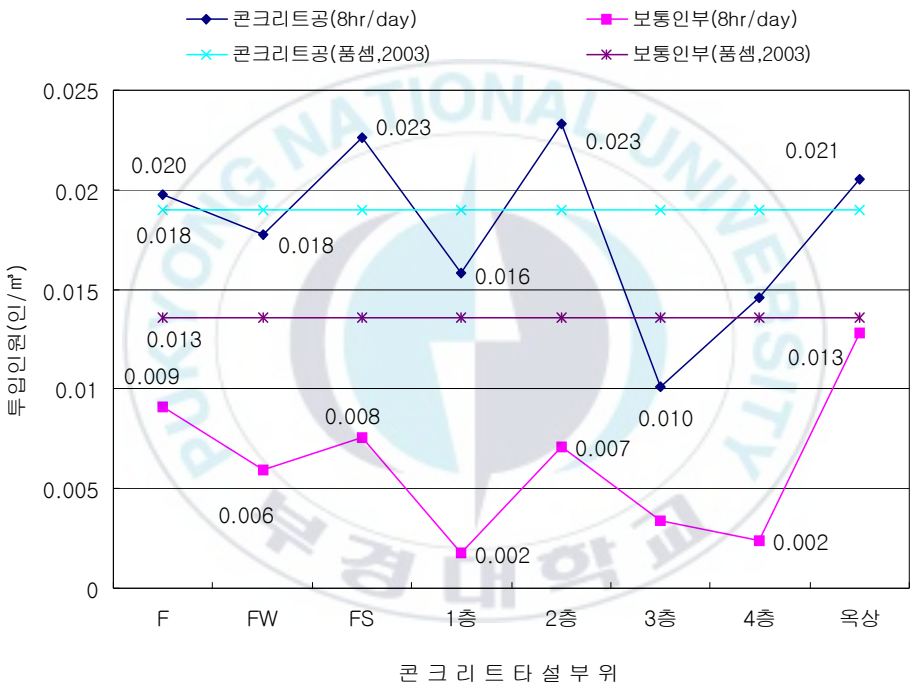

그림 3.9 콘크리트 타설 부위별 전체 작업효율

표 3.11은 사례 공사 현장의 콘크리트공사에 사용된 장비인 펌프카의 부위별 투입량을 나타낸 것이다. 표 3.11에서 나타난 바와 같이 콘크리트공사 기간내 총 23대의 펌프카가 투입되었으며, 평균 작업물량당 0.039hr/m^3의 작업효율을 가지는 것으로 나타났다.

표 3.11 투입장비에 따른 콘크리트공사 부위별 효율

구 분	부 위	코드	작업물량 (m^3)	투입장비(hr)	투입장비효율(hr/m^3)	비고
				펌프카	펌프카	
기초 및 공동구	기 초	F	526.0	20	0.038022814	
	공동구 벽	FW	270.0	12	0.044444444	
	공동구슬래브	FS	106.0	4	0.037735849	
1층	전 체	1층	1,766.0	56	0.031710079	
2층	전 체	2층	790.0	28	0.035443038	
3층	전 체	3층	238.0	12	0.050420168	
4층	전 체	4층	660.0	36	0.054545455	
옥상층	전 체	옥상	312.0	16	0.051282051	
계			4,668.0	184	0.343603898	
평 균					0.039417309	

그림 3.10은 2003년 표준품셈을 적용시 산출되는 펌프카 투입량과 실제 사례 현장에서 콘크리트 공사기간내 펌프카의 투입량을 비교하여 도식화 한 것이다.

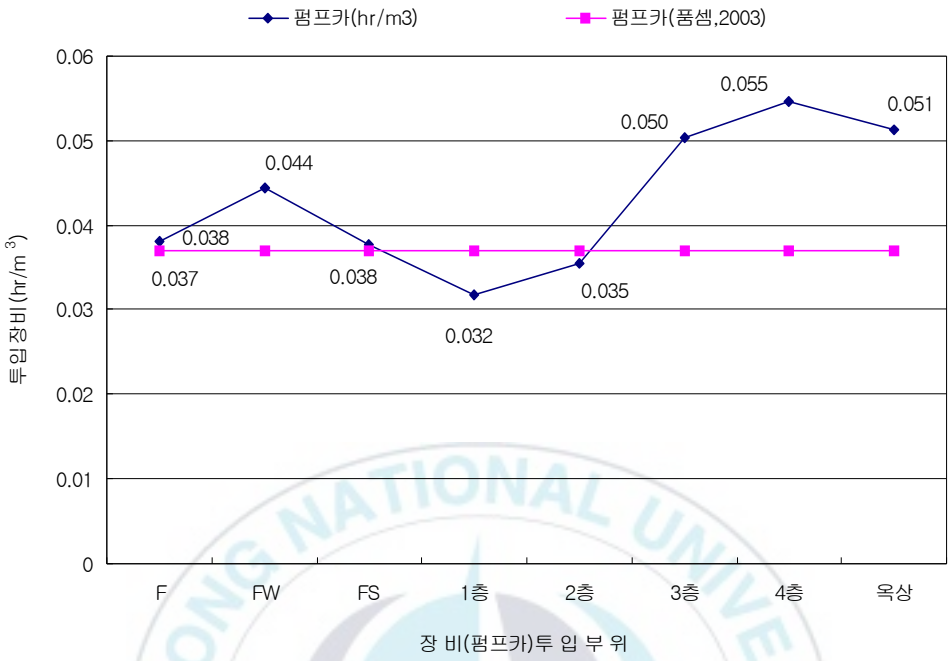

그림 3.10 콘크리트 타설 부위별 투입장비(펌프카) 작업효율

(1) 콘크리트공

콘크리트공사에 투입된 콘크리트공은 103명이며, 28명 투입된 보통인부에 비해 약 4배 정도 많이 투입된 것으로 나타났다. 다른 공사와 마찬가지로 기능공의 투입이 보통인부에 비해 많으나, 그 편차 비율이 상대적으로 크지는 않다. 그 이유는 장비(펌프카) 투입량을 고려하여 기능공 및 보통인부가 산정되어 투입되었기 때문이다.

그림 3.11은 콘크리트 타설 부위별 콘크리트공의 투입량에 따른 작업효율을 나타낸 것이다. 그림 3.11에 나타난 바와 같이 1981년 표준품셈 적용시 산정된 콘크리트공의 투입인원은 0.2인/m^3으로 1997년~2007년 표준품셈 적용시 콘크리트공의 투입인원인 0.018인/m^3과 비교하였을 때 약 10배 정도 차이가 발생되었다. 이 부분만 비교하여 봐도 장비투입으로 인한 노무생산성의 증대는 짐작할 수 있을 것으로 사료된다.

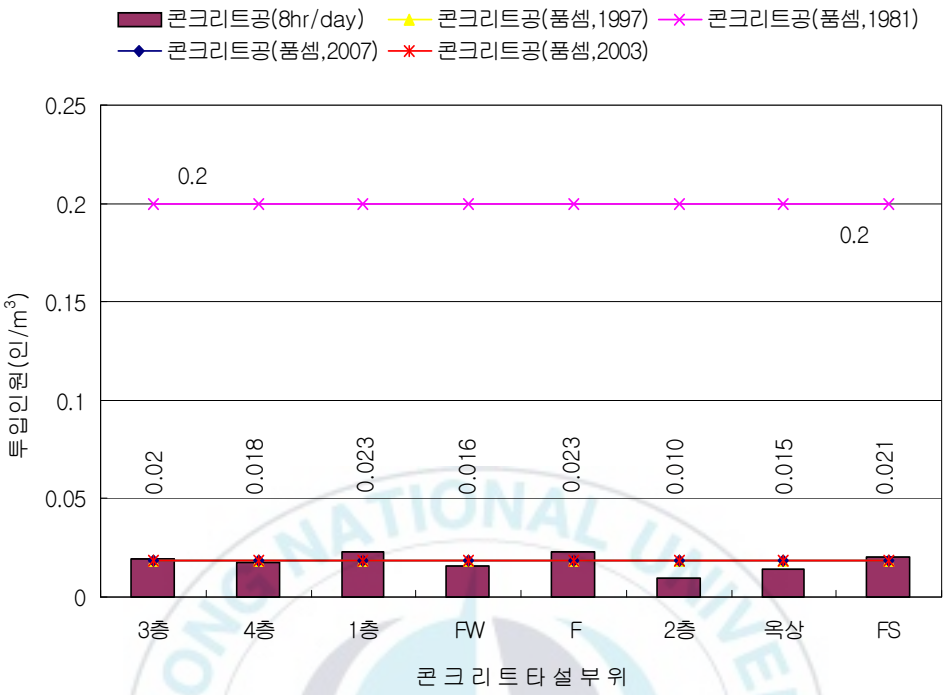

그림 3.11 콘크리트 타설 부위별 콘크리트공 작업효율

콘크리트공사의 경우 거푸집공사 및 철근공사와는 다르게 공사 계획 당시 기준이 되었던 2003년 표준품셈과 실제 사례 현장 콘크리트공 투입량이 거의 흡사하게 나타났다. 이는 거푸집공사와 철근공사에서는 인양장비인 대형 타워크레인 및 이동식 크레인의 작업효율에 대한 품이 적용되지 않았으나, 콘크리트공사의 경우에는 펌프카의 작업효율에 대한 품이 적용되었기 때문으로 판단된다.

(2) 보통인부

그림 3.12는 콘크리트 타설 부위별 보통인부의 작업효율을 나타낸 것이다.

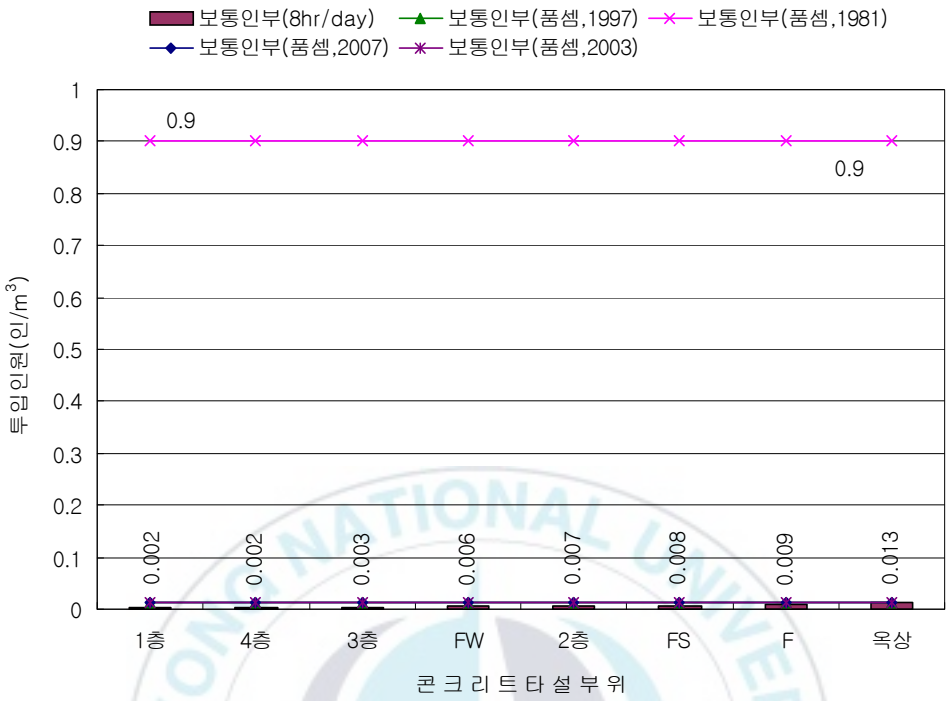

그림 3.12 콘크리트 타설 부위별 보통인부 작업효율

전체 투입된 인원으로 볼 때 콘크리트공사와의 차이는 있으나, 마찬가지로 2003년 표준품셈 적용시 투입인원량과 비교하여 보면 작업효율이 기준범위내에서 거의 일치하는 것을 알 수 있다.

(3) 투입장비(펌프카)

본 연구의 사례 공사 현장의 콘크리트공사에 사용된 장비인 펌프카는 총 23대 투입되었으며, 평균 작업물량당 0.042hr/m^3의 작업효율을 가지는 것으로 나타났다. 2003년 표준품셈에서 산정한 펌프카의 작업효율 보다 약간 높은 수치로써 전반적으로 봤을 때 실제 사례 현장에서의 펌프카의 작업효율성이 낮은 것으로 판단할 수 있다.

그림 3.13은 콘크리트 타설 부위별 투입된 펌프카에 대한 작업효율을 나타낸 것이다.

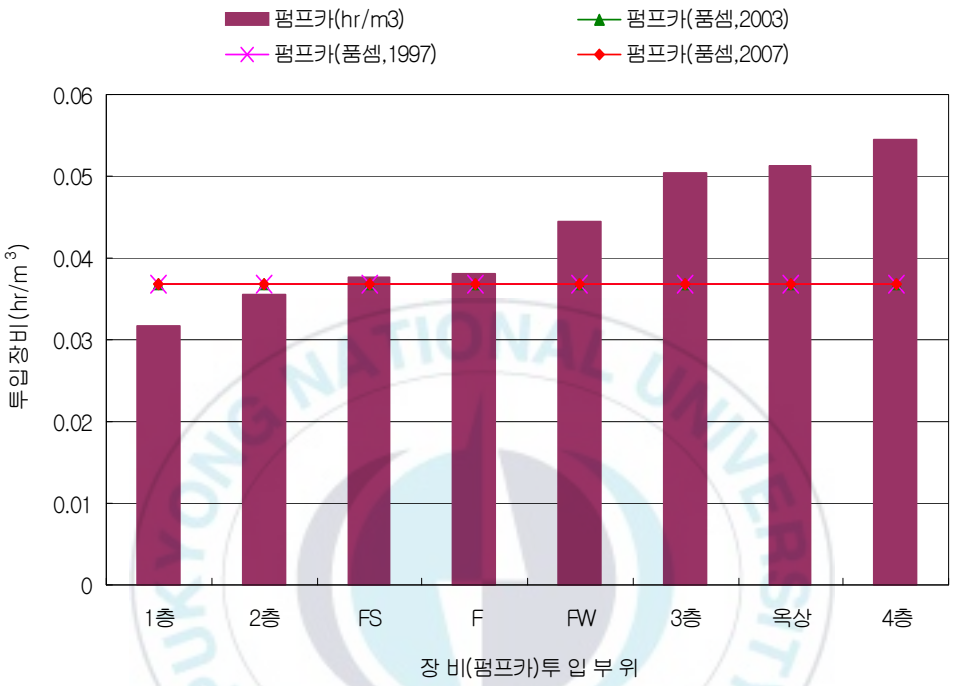

그림 3.13 콘크리트 타설 부위별 투입장비(펌프카) 작업효율

투입장비인 펌프카의 콘크리트 타설 부위별 작업효율을 살펴보면, 1층과 2층에서 작업효율이 높게 나타나고 있으며 주로 상층으로 갈수록 작업효율이 낮게 나타나고 있다. 이는 같은 공정일 경우에 저층일수록 펌프카 배관길이가 짧으며, 그로인한 배관의 이동이 용이하기 때문인 것으로 판단된다.

이렇듯 콘크리트 타설 부위에 따라 펌프카의 작업효율은 많은 차이를 보이고 있다. 같은 층에서도 부위별로 세분화하여 보면 각각의 작업 난이도가 다르며, 높이가 높아지게 되면 배관의 길이 및 배관 이동의 용이성 등이 달라지므로 작업 효율성의 변화가 발생되는 것이다. 따라서 장비에 대한 일률적인 품의 적용이 아닌 부위에 따른 정확한 품의 적용이 요구된다.

3.4 사례 조사 대상 구조부위별 노무 생산성 분석

사례 조사 대상 구조부위별 생산성은 RC공사 중 거푸집공사와 철근공사에서만 분석하였다. 콘크리트공사의 경우 '3.2.3 콘크리트공사'에서 서술한 바와 같이 구조부위에 따라 개별적으로 콘크리트를 타설하는 것이 아니라 거푸집을 설치한 후 철근을 배근하여 전체적으로 콘크리트를 타설하게 되므로 구조부위별로 투입된 인원에 대한 생산성을 분석하는 것은 사실상 많은 어려움이 있기 때문이다.

3.3.1 거푸집공사 생산성

(1) 형틀목공

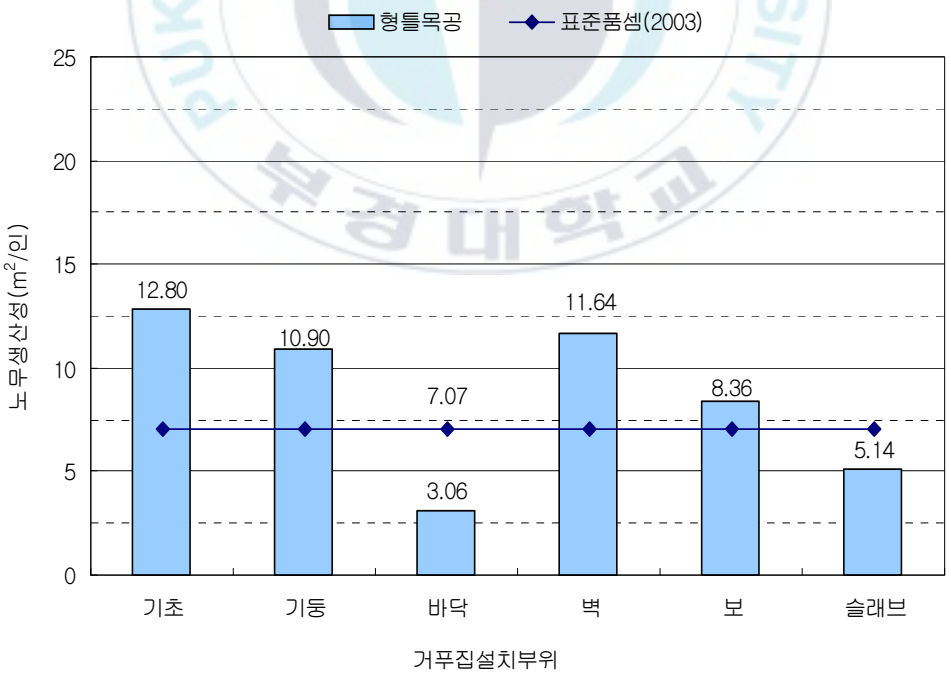

그림 3.14 거푸집 설치 부위별 형틀목공 생산성

그림 3.14는 거푸집공사에서 구조부위별 노무 생산성(투입된 형틀목공의 수에 대한 거푸집 설치면적)을 나타낸 것이다. 여기서 의미하는 투입된 형틀목공의 인원당 거푸집 설치 면적은 단위가 m^2/인이므로 그 수치가 클수록 투입인원에 대한 노무 생산성이 큰 것으로 볼 수 있다.

실제 사례 공사에서의 구조부위별 노무 생산성은 계획 당시 기준이 되었던 2003년 표준품셈과 비교하여 볼 때 대부분의 부위에서 기준보다 생산성이 높은 것으로 나타났다. 사례 공사 전체 구조부위별 노무 생산성은 형틀목공이 8.65m^2/인으로 2003년 기준량 7.07m^2/인보다 1.58m^2/인 정도 높은 것으로 측정되었다.

그러나 구조부위별로 살펴보면 기초, 기둥, 벽 등은 기준치와 많은 차이가 발생하는 것으로 나타났다. 따라서 일률적인 표준품셈의 적용 보다 구조부위별 작업 난이도에 따라 각기 다른 표준품셈량이 적용되어야 할 것으로 판단된다.

(2) 보통인부

그림 3.15는 거푸집공사에서 구조부위별 노무 생산성(투입된 보통인부의 수에 대한 거푸집 설치면적)을 나타낸 것이다.

보통인부의 경우도 형틀목공의 생산성과 마찬가지로 기준이 되었던 2003년 표준품셈과 비교하여 보면 평균 노무 생산성이 10.91m^2/인으로 기준치인 8.49m^2/인에 비해 다소 높은 것으로 측정되었다. 구조부위별로 살펴본 그림 3.15에서 나타난 바와 같이 기준치와 비교했을 때 기초와 기둥 부분에서 생산성의 차이가 현저한 것으로 나타났다. 이는 거푸집 설치 작업을 함에 있어 장비 및 형틀의 표준이 보편화되었을 뿐만 아니라 과거에 비해 상대적으로 기능공이 증가하면서 인부의 수가 감소하였기 때문이다.

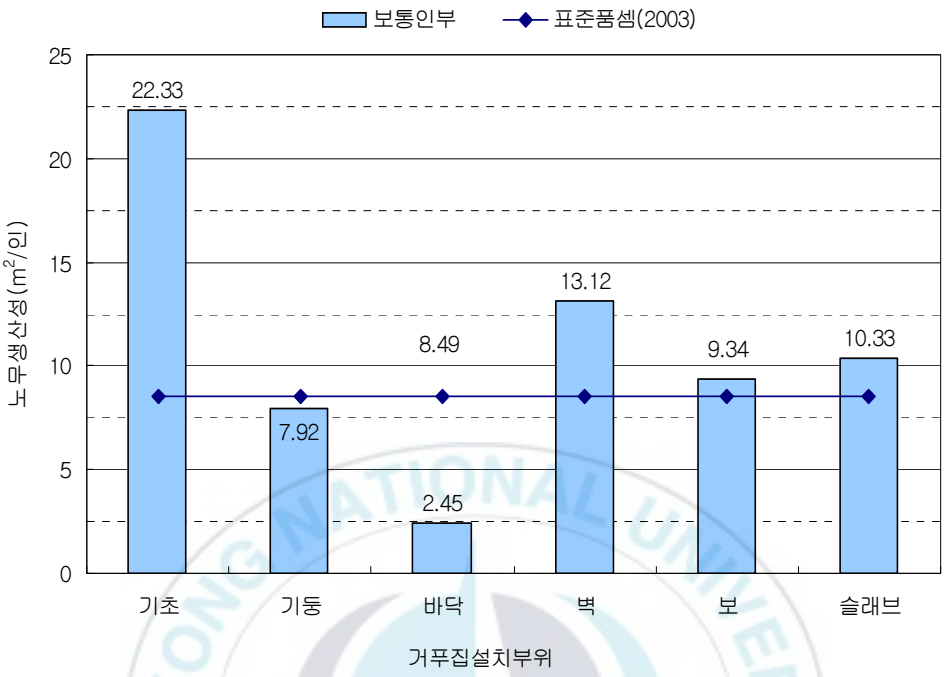

그림 3.15 거푸집 설치 부위별 보통인부 생산성

3.3.1 철근공사 생산성

(1) 철근공

그림 3.16은 철근공사에서 구조부위별 노무생산성(투입된 철근공의 수에 대한 철근배근량)을 나타낸 것이다. 여기서 의미하는 투입된 철근공의 인원당 철근배근량은 단위가 ton/인이므로 그 수치가 클수록 투입인원에 대한 노무 생산성이 큰 것으로 볼 수 있다.

실제 사례 공사에서의 구조부위별 노무 생산성은 계획 당시 기준이 되었던 2003년 표준품셈과 비교하여 볼 때 대부분의 부위에서 기준보다 생산성이 높은 것으로 나타났다. 사례 공사 전체 구조부위별 노무 생산성은 철근공이 1.89ton/인으로 2003년 기준량 0.26ton/인보다 1.63ton/인 정도 높은 것으로 측정되었다.

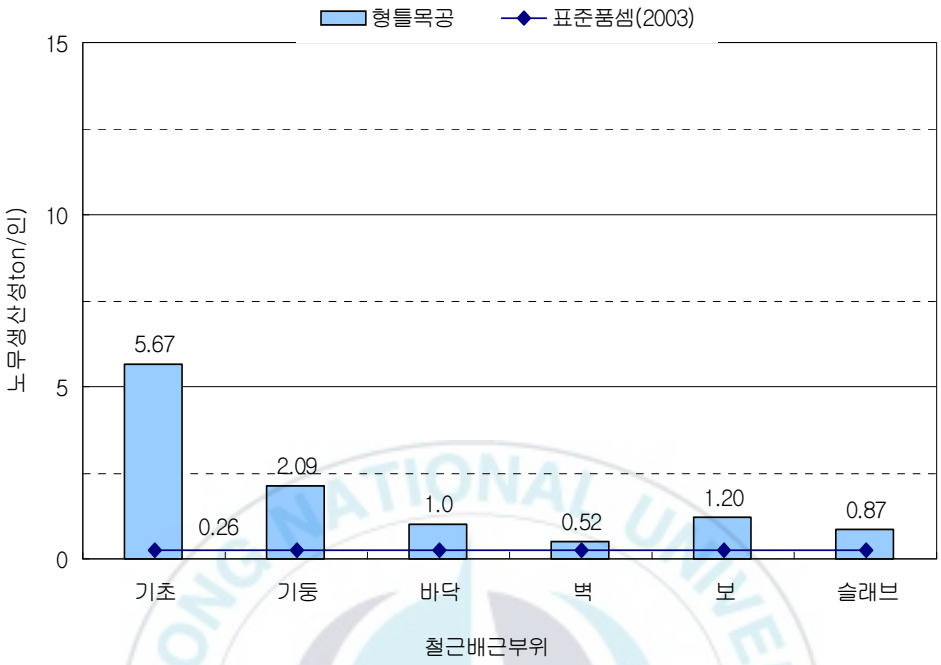

그림 3.16 철근배근 부위별 철근공 생산성

구조부위별로 노무 생산성을 살펴보면 기초부위와 바닥 부위가 기준치에 비해 현저히 높은 생산성을 띄는 것으로 측정되었다. 특히 기초의 노무 생산성은 5.67ton/인으로 2003년 표준품셈 노무 생산성 기준치와 비교했을 때 5.41ton/인의 차이가 발생하는 것으로 나타났다. 이는 철근의 공장제작으로 인한 가공이 보편화되고 운반 및 조립 또한 장비화 되면서 나타난 결과로 판단된다.

(2) 보통인부

그림 3.17은 철근공사에서 구조부위별 노무 생산성(투입된 보통인부의 수에 대한 철근배근량)을 나타낸 것이다.

보통인부의 경우도 철근공의 생산성과 마찬가지로 기준이 되었던 2003년 표준품셈과 비교하여 보면 평균 노무 생산성이 7.15ton/인으로 기준치인

0.45ton/인에 비해 높은 것으로 측정되었다. 구조부위별로 살펴보면 그림 3.17에서 나타난 바와 같이 기초 및 바닥부위에서는 투입된 보통인부가 없는 관계로 생산성의 비교가 사실상 불가능하였으며, 나머지 측정 부위인 기둥과 벽, 보, 슬래브에서는 기준치와 비교했을 때 20배 이상의 생산성이 나타나는 것으로 측정되었다.

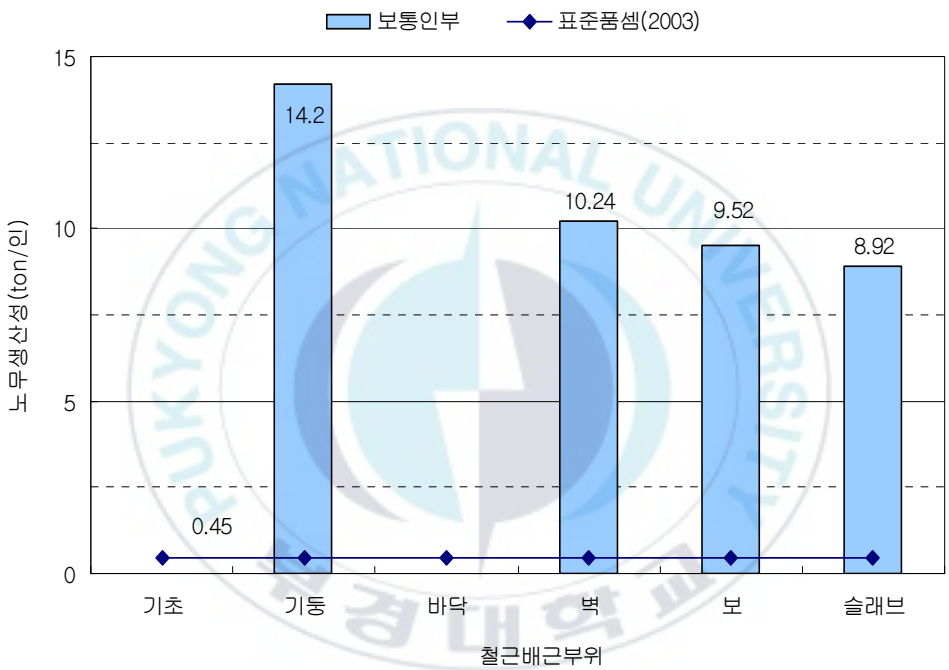

그림 3.17 철근배근 부위별 보통인부 생산성

비록 철근공에 비해 투입되는 보통인부의 수는 현저히 적지만 2003년 표준품셈 기준치와 비교했을 때 철근공과 마찬가지로 노무 생산성은 현저히 높은 것으로 나타났다.

Ⅳ. 결 론

최근 우리나라의 건설 산업은 수요자가 만족하는 고품질화 범위 내에서 건축물의 원가를 절감시키기 위해 생산라인의 자동화, 시공의 기계화 등 다양한 노력을 하고 있다. 하지만 건설 산업의 경우 타 제조업에 비해 인력에 대한 의존성이 크고, 각각의 일회생산으로 작업의 연속성이 떨어질 뿐만 아니라, 옥외이동생산으로 기상조건 및 지역적인 환경에 따라 작업 능률이 크게 좌우되는 등 많은 어려움이 있다.

뿐만 아니라 현실성이 떨어지는 표준품셈과 정부 노임단가, 공종별·공법별 생산성 지표의 부재 등으로 인해 건설 산업에서의 체계적인 생산성 관리는 그 효율성이 충분히 발휘되지 못하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 RC조 학교건물의 사례를 조사하여 그 중 주요 공종인 철근콘크리트공사에서 실제 노무 생산성을 파악하고, 이를 표준품셈 적용 시 노무 생산성과 비교하여 그 효율성을 향상 시킬 수 있는 기초적 자료를 제시하고자 한다.

연구에서 도출된 결과는 다음과 같다.

1. 표준품셈 적용시 투입노무량과 사례 공사 현장 실투입노무량을 비교하였을 때, 전체적으로 실투입노무량의 기능공과 보통인부의 수가 감소된 것으로 나타났다. 이는 실제 노임단가 보다 낮게 책정되어 있는 정부 노임단가로 인해 작업물량에 대한 투입인원이 감소한 것으로 판단된다. 따라서, 현실성 있는 정부노임단가 책정이 요구된다.

2. 기능공의 투입노무량은 거푸집공사 및 철근공사에서 보통인부 투입노무량에 비해 약 10배, 콘크리트공사에서는 4배 정도 많이 투입된 것으로 나타났다. 이것은 각각의 공정에서 기능공 양성을 위한 견습생을 보통인부로 두었던 과거와 달리, 세부공정이 전문화되고 표준화되면서 대부분 기능공으로 투입되기 때문으로 판단된다.

3. 거푸집공사의 경우 Form의 모듈화에 따른 규격 및 표준이 보편화되고, 철근공사의 경우 철근 제작 및 가공이 기계화되면서 더 이상 작업인부의 고도화된 기술에 의존하지 않게 되었다. 따라서 노무생산성이 과거에 비해 균등해지고 향상된 것으로 판단된다.

4. 표준품셈을 적용하여 투입노무량 산정시 거푸집공사 및 철근공사의 경우 크레인 등 양중장비의 품을 적용하지 않아 실투입노무량과 많은 오차가 발생하였다. 따라서 표준품셈에서 펌프카 및 크레인 등의 투입장비에 대한 정확한 품의 적용이 요구된다.

5. 부위에 따라 각각의 작업 난이도가 다르므로, 작업부위에 따른 각기 다른 표준품이 요구된다. 거푸집공사의 경우 다소 공정이 복잡한 기둥작업과 철근공사의 슬래브 배근 작업 등은 별도의 품이 적용되어야 할 것으로 판단된다.

이와 같이 표준품셈 적용시 투입노무량과 실투입노무량과 비교한 결과, 많은 오차가 발생하였다. 따라서 투입된 장비를 고려한 정확한 품의 적용이 요구되며, 일률적인 표준품셈의 적용 보다 작업 난이도에 따른 부위별 개별품의 적용이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

본 연구에 이어 다양한 사례 분석을 통해 작업 난이도에 따른 부위별 적용 기준품을 산정하기 위한 후속연구가 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 김범중 외 4, 공동 주택 공사시 작업 분석을 통한 철근공사 개선 방안, 대한건축학회 학술발표대회논문집 v.26 n.1, pp.441～444, 2006.10.
2. 김태완, 유정호, 이현수, 생산성달성율을 이용한 생산성 관리 방안, 대한건축학회논문집 v.19 n.9, pp.269～277, 2003.9.
3. 김예상, 건설생산성에 영향을 미치는 요인분석에 관한 연구, 대한건축학회논문집 v.10 n.10, pp.267～273, 1994.10.
4. 손정욱, 윤준선, 백준홍, 건설공사 생산성 측정방법에 관한 연구(작업수행방법 개선사례를 중심으로), 대한건축학회논문집, v.19 n.10, pp.101～108, 2003.10.
5. 손창백, 이덕찬, 건축공사의 생산성 저하요인 분석, 대한건축학회논문집 v.18 n.12, pp.125～132, 2002.12.
6. 안용선, 철근 콘크리트 구조체 거푸집 공사의 생산성 분석에 관한 연구, 콘크리트학회논문집 v.5 n.1, 1993.
7. 오세욱, 김영석, 박상규, 단위작업 생산성 정보를 활용한 공정관리 지원 시스템 개발, 한국건설관리학회 v.6 n.6, pp.181～193, 2005.12.
8. 유정호, 이현수, 건설 프로젝트의 생산성관리 시스템, 대한건축학회논문집 v.17 n.7, pp.103～113, 2002.7.
9. 이두진, 최민권, 아파트 골재공사의 작업실태에 대한 조사연구, 대한건축학회논문집 v.11 n.6, pp.181～191, 1995.6.
10. 전인식, 건설 표준품셈, 건설연구사, pp.247～293, 2007.
11. 전인식, 건설 표준품셈, 건설연구사, pp.904～918, 2003.
12. 전인식, 건설 표준품셈, 건설연구사, pp.153～170, 1997.
13. 전인식, 건설 표준품셈, 건설연구사, pp.113～138, 1981.

14. 정운길, 건축・토목 대사전, 한국사전연구사, p.1328, 1995.
15. 정인환, 손창백, 박종대, 김진옥, 안용석, 신현식, 아파트공사와 주요공종별 공정 및 생산성 분석, 대한건축학회논문집 v.11 n.4, pp.181~191, 1995.4.
16. David J. Sumanth, Productivity Engineering and Management, MacGraw-Hill Book Company, 1984.
17. D. Scott Sink, Productivity Management: Planning, Measurement and Evaluation, Control and Improvement, John Wiley & Sons, 1985.
18. OECD, Nation Accounts of OECD Countries, 2001.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

감사의 글

직장생활과 병행하여 시작한 공부에 힘이 부쳐 몇 번이고 중단하고픈 마음을 끝까지 다잡아 주시고, 서울 현장생활에도 항상 열과 성을 다하여 시종일관 지도하여주시며, 따뜻한 인간애로 참다운 사랑을 일깨워 주신 이수용 교수님과 이재용 교수님께 진심으로 감사의 마음을 전하고자 합니다.

아울러 심사과정 중 보다 좋은 결실을 맺게끔 유익한 조언과 격려로 본 논문을 심사해주신 임영빈 교수님, 박천석 교수님, 그리고 많은 힘과 격려의 말씀을 해주신 류종우 교수님, 김영찬 교수님, 김기환 교수님, 신용재 교수님, 조홍정 교수님, 조영행 교수님, 오장환 교수님, 홍성민 교수님, 노지화 교수님께 감사드립니다.

본 논문의 완성하는데 아낌없는 협력과 성원을 보내주신 이승철 선배님께 깊은 감사의 마음을 전합니다. 그리고 바쁜 학업 중에도 물심양면으로 정말 많은 도움을 준 연구실 후배 김지현에게도 깊은 감사의 뜻을 전하며, 박정은 후배 에게도 고마움을 전합니다.

그리고 항상 묵묵히 보이지 않는 곳에서 저의 힘이 되어준 아내 미순에게 깊은 고마움을 표하고, 아버지에게 늘 응원의 박수를 보내준 광근, 보영에게도 아버지의 자랑스러운 모습을 보여주게 되어 매우 기쁘게 생각합니다.

마지막으로, 제가 하는 모든 일에 매진할 수 있도록 격려와 힘이 되어주고, 늘 무한한 사랑과 믿음을 보내주신 어머님과 누님, 형님, 동생들, 그리고 못난 아들 걱정만하시다 오늘을 보시지 못하고 먼저가신 아버님 영전에 이 결실을 고하고 싶습니다.

모든 분들의 격려와 도움에 보답하는 길은 앞으로도 성실한 삶을 사는 것이라 생각하며 노력하겠습니다.

2007년 7월

박 종 표