

다기능공을 활용한 건축공사 생산성 향상 방안

A Conceptual Approach for Productivity Improvement in Construction Using Multi-Skilled Labor

김 경 활* 유 정 호** 이 현 수***
Kim, Kyung-Whal Yu, Jung-Ho Lee, Hyun-Soo

Abstract

Building construction involves a large number of specialty trades that generally work in a continuing and repeating sequence as they move from one floor to another. In the sequential works, typified by the structural parade which consists of form, rebar and concrete works, the variability in work flow between trades impacts on productivity. Especially the lack of skilled labor is the root of variability.

The purpose of this study is reducing the variability and improve the productivity in structural work using multi-skilled labor. To do this, investigated the possibility of using multi-skilled labor and simulated structural work process using multi-skilled labor for improving productivity.

키워드 : 다기능공, 생산성, 변이

Keywords : multi-skilled labor, productivity, variability

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

오늘날의 건설산업은 엔지니어링과 시공을 모두 아우르는 광의의 엔지니어링 산업으로 인식되고 있으며, 건설 프로젝트도 단순 시공에서 벗어난 E&C 프로젝트(engineering and construction project)가 일반화 되고 있다. 그러나, 우리나라 건설산업의 생산성은 지난 10년 동안 점차 저하되고 있는 추세를 보이는데, 국내총생산의 10% 정도를 차지하고 있는 건설산업의 국가경제적 측면에서의 중요성을 고려한다면, 체계적 생산성관리를 통한 생산성 향상 노력이 절실히 요구되는 실정이다. 생산성은 산업의 형태를 막론하고 기업의 성장과 운영의 효율을 측정하는 중요한 지표의 하나로, 단일 프로젝트의 성공여부에도 큰 영향을 미친다. 또한 실질적이고 지속적인 기업성장과 경쟁력 확보는 생산성의 향상 없이는 불가능하다.

건설업은 제조업 등 타 산업에 비하여 생산성 향상의 정도가 매우 부진한데 이는 대부분 건설산업의 특수성에 기인한다. 최근에 과학기술의 발전과 함께 생산성 향상을 위한 다양한 노력이 시도되고 있지만 아직 큰 효과를 나타내지 못하고 있으며 아직도 건설산업의 많은 부분이

인력에 의존하고 있음을 고려한다면 인력에 의한 작업의 효율을 극대화시킬 때 또 다른 차원에서의 생산성 향상을 꾀할 수 있을 것이다.

최근의 건축공사 규모가 리모델링 등으로 소규모화됨에 따라 기능인력 수급에 문제가 발생될 것으로 예상되며, 현재 일부 직종은 공급 부족상태를 보이고 있어 노임이 상승하고 있고, 건축직종에 새로운 기능인력의 수급이 지속적으로 감소하고 있는 상태이므로 향후 기능인력의 수급문제가 발생할 것으로 예상된다. 아울러 건축공사의 다양화 및 주문식 생산이 증가하는 추세에서 현재의 단일 기능을 소유한 기능인으로는 생산성을 높일 수 없다.

본 연구에서는 건축공사에서 인력수급에 따른 변이를 줄이기 위한 방안으로, 인력의 수급에 따라서 변이가 많이 발생하는 공정을 대상으로 다기능공을 도입하여 공사의 중단(disruption)을 방지함으로써 공정상의 변이를 감소시켜 건축공사의 생산성을 향상시키고자 한다.

아울러, Peak시의 현장인력을 줄여 평균화함으로써 현장인력의 고용안정을 도모하고 평균임금도 향상시키며(전체 공사비는 감소), 현장에 지속적으로 근무하게 됨에 따라 안전사고의 감소 및 품질향상도 기대할 수 있다. 또한, 향후 건축공사는 소규모 주문에 의한 공사 및 리모델링 공사가 증가할 것으로 예상되며, 다기능공 방식은 이러한 생산에 적절한 공사 방식이다.

1.2 연구의 내용 및 방법

* 부산정보대학 건축과 조교수

** 서울대학교 대학원 박사과정

*** 서울대학교 건축학과 조교수, 공학박사

건축공사에서 다기능공 도입의 타당성을 검증하기 위하여, 우선 설문조사를 통해 다기능공 도입의 가능성을 조사하고, 건축공사 중 아파트 구조체 공사를 대상으로 다기능공을 도입하였을 경우 변이 감소에 따른 생산성 향상의 정도를 제시하고자 한다.

본 연구는 다음과 같은 절차로 진행된다.

- 1) 설문조사를 통하여 다기능공 도입의 가능성을 조사한다.
- 2) 다기능공 도입이 가능한 공정을 분류한다.
- 3) 현장의 자료를 수집 정리하여 아파트 구조체 공사의 기준 공정과 투입자원을 산출하여 기준(baseline, 본 연구에서는 기준층의 평균인원)을 설정한다.
- 4) 조사대상 현장의 실투입 자원과 시간을 분석하여 공정상 변이를 규명한다.
- 5) 다기능공을 투입한 경우 변이의 감소 및 생산성 향상을 시뮬레이션을 통해 검증한다.
- 6) 다기능공 도입 방안을 제시한다.

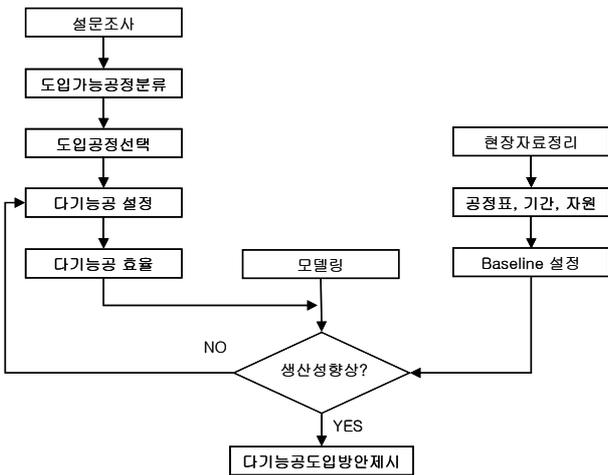


그림 1. 연구의 흐름도

2. 문헌고찰

국내의 문헌으로는 공정의 최적화를 위하여 작업팀수 산정에 관한 연구(이두진 외, 1997), Crew Balancing 방법을 활용한 작업계획분석(이상범, 1996), 워크 샘플링 기법을 사용한 작업효율 향상(김예상, 1997), RC아파트 내 측벽 거푸집공사에 있어서 거푸집 공법별 생산성 비교에 관한 연구(김두석, 2001), 아파트공사의 공법별 노동생산성 분석(정인환, 1995) 등 작업자체의 효율성 혹은 작업조의 적정성에 관점을 두고 있으며, 기능인력의 변동에 따른 공정간의 변이와 이와 관련한 생산성 저하에 대한 문헌은 없는 실정이다.

국외의 문헌은 다기능공 활용을 통한 공사비 절감 및 평균고용기간 증가(Burleson, 1998), 생산성 향상을 위해 불확실한 요소를 차단(shielding)하고 buffer를 최소화하는 방안으로서 shielding production(Ballard, 1998), 작업

변이가 생산성에 미치는 영향을 시뮬레이션(Tommelein, 1999), 자원이 제한되었을 경우 자원의 부족을 대체하기 위해 다기능(multiskilled)화 방안(Hegazy, 2000) 등이 있다. 이들 문헌은 작업의 변이가 생산성에 영향을 주고 다기능공의 도입으로 생산성을 향상시킬 수 있다는 것을 입증하고 있지만, 실제의 현장 공정과 실제 투입 자원을 바탕으로 다기능공을 도입하여 생산성 향상 정도를 측정하지 않았기 때문에 현실성이 결여되어 있다.

3. 다기능공 도입 방안

3.1 다기능공의 개념

다기능공은 본래 제조업에서 사용하는 용어로서, 이 범주의 용어로는 단능공, 다능공, 다기능공 등의 용어가 있다.

단능공이란 하나의 가공공정 능력을 가진 작업자를 말하며, 생산량이나 그 외 외적조건에 맞추어 생산인원을 변화시키려고 했을 때 단능공은 공정간 이동이 안 되어 운영의 결함으로 나타난다. 다능공이란 많은 공정을 운영하는 능력을 가진 작업자로서, 가공 공정순으로 기계를 배열하여 사이클타임의 범위내 작업을 혼자서 진행할 수 있다.(삼성건설, 2001)

다기능공이란 다능공, 지능공보다 보다 깊은 지식과 실천경험을 지닌 작업자를 말하며, 업무영역은 전문기술력과 현장경영 관리력을 포함한 환경변화에 대한 통찰력을 포함한다.(김한식, 1995)

하지만 이러한 정의는 건축공사에 적합하지 않으므로 본 연구에서는 Burleson(1998)의 다기능공에 대한 정의를 사용하고자 한다. Burleson에 따르면 다기능공(a multiskilled construction trade workers)은 상당한 부분의 기능과 지식을 소유 혹은 습득하여 이들을 자기 고유 직종 영역 이외의 작업에 적용하는 사람을 말한다. 건축공사의 관점에서, 이들 다기능공이 여러 직종 분야에서 전문가 수준의 기능을 소유하는 것을 반드시 의미하는 것은 아니다.

3.2 다기능공에 대한 설문조사

다기능공 도입의 가능성 및 다기능공 도입 시 고려하여야 할 사항을 조사하기 위하여 다음의 항목들을 23개 건축 및 주택현장에 종사하는 43명의 현장관리자(건축직으로서 공사과장 및 현장기사)를 대상으로 설문조사를 하였다.

설문은 다기능공 도입가능성, 다기능공의 능력, 다기능공의 활용의 3가지 범주로 분류하여 조사하였다.

1) 다기능공 도입 가능성

① 다기능공에 대한 인지도

다기능공에 대해 그 개념을 어느 정도 알고 있거나 들어본 적이 있다는 답변이 67% 정도로 나타나, 상당수의 기술자들이 다기능공에 대해 인지하고 있는 것으로 나타났다.

표 2. 다기능공에 대한 인지도

설문내용	응답수	비율
정확히 알고있다	1	2%
어느 정도 알고있다	15	35%
들어본 적이 있다	13	30%
처음 들어본다	14	33%
합계	43	100%

② 다기능공 도입의 필요성

다기능의 도입의 필요성을 고려해 본 적이 있는냐는 질문에 해 본적이 있다는 답변이 79%로 나타나, 그 필요성이 상당히 높게 인식되고 있다.

표 2. 다기능공 도입의 필요성

설문내용	응답수	비율
자주 있다	11	26%
가끔 있다	23	53%
생각해본 적이 없다	9	21%
합계	43	100%

③ 다기능공 도입시 기대 효과

공정흐름의 원활, 기능공 수급, 공사비 절감, 고용 안정, 건설인력 감소 등 5개의 항목에 대해 우선 순위를 조사하였다. 아래의 표는 이들 우선 순위에 가중치를 적용하여 나타난 수치이다.

표 3. 다기능공의 기대효과

설문내용	응답수	비율
공정의 흐름의 원활	153	30%
기능공의 수급	120	23%
공사비 절감	101	20%
기능공의 고용안정	59	11%
건설인력의 감소	84	16%
합계	517	100%

다기능공 도입시 공정 흐름의 원활화, 기능공 수급의 원활화, 공사비 절감, 건설인력의 감소, 기능공의 고용 안정 등, 시공사와 기능공 뿐만 아니라 사회적으로도 그 효과성이 높을 것으로 조사되었다.

다기능공 도입 가능성에 대한 설문조사 결과 대부분의 현장 기술자들이 다기능공의 필요성을 인식하고 있으며, 그 이유는 공정의 흐름과 기능공의 수급을 원활히 하기 위해서임을 알 수 있다.

2) 다기능공의 능력

① 다기능공의 작업 효율

다기능공 도입시, 다기능공의 주 작업 대비 부수 작업의 효율은 70% 이상 예상의 답변이 79%를 차지하여, 다

기능공의 부수 작업 효율은 70~80%가 적절한 것으로 나타났다.

표 4. 다기능공의 효율

설문내용	응답수	비율
약 100%	5	12%
약 90%	3	7%
약 80%	15	34%
약 70%	11	26%
약 60%	5	12%
50%이하	4	9%
합계	43	100%

② 다기능공의 적정 보유 기능수

한 명의 다기능공은 2 혹은 3가지의 기능을 보유하는 것이 적정하며, 2가지의 기능을 보유하는 것이 타당하다는 답변이 56%로 가장 많았다.

표 5. 다기능공의 기능 보유 수

설문내용	응답수	비율
2가지	24	56%
3가지	19	44%
4가지	0	0%
합계	43	100%

③ 다기능공 양성에 소요되는 시간

다기능공 양성에 소요되는 시간에 대한 설문조사 결과, 3개월 이상이 필요하다는 답변이 86%로서 다기능공을 양성하기 위해서는 최소한 3개월의 양성기간이 필요하다는 것을 나타내고 있다.

표 6. 다기능공 양성 기간

설문내용	응답수	비율
1개월내	1	2%
2개월내	3	7%
3개월내	2	5%
3개월 이상	37	86%
합계	43	100%

다기능공의 능력과 관련하여서는 한 사람이 2가지 기능을 가지고, 그 효율은 70-80%, 양성에 소요되는 기간은 3개월 이상이 적절하다는 견해가 많았다.

본 연구에서 다기능공을 활용한 시뮬레이션을 할 때 설문 결과를 토대로 다기능공이 부수작업을 할 경우 그 효율을 80%로 설정하였다.

또한 다기능공의 양성에 3개월 이상의 상당한 기간이 소요될 것으로 예상하였는데, 이는 다기능공을 도입하는데 해결하여야 할 문제 중의 하나이다.

3) 다기능공의 활용

① 공정계획대로 진행되지 않는 공종

현장에서 공정대로 진행이 안되는 공정을 조사한 결과 골조공사가 42%로 가장 많이 나타났으며, 다음으로 마감공사 25% 등의 순서로 나타났다.

표 7. 공정계획과 상이한 공종

설문내용	응답수	비율
골조공사	18	42%
미장, 방수공사	6	14%
마감공사	11	25%
건축, 설비, 전기 등의 간섭	8	19%
합계	43	100%

② 공정이 단절되는 이유

공정이 단절되는 공종과 관련하여 그 이유를 조사한 결과, 인력수급이 가장 큰 문제로 나타났고, 다음이 공정계획의 불합리였다. 이는 현장의 공정 변이의 가장 큰 요인이 인력수급임을 알 수 있고, 이러한 변이는 결국 생산성에 영향을 미친다.

표 8. 공정의 단절 이유

설문내용	응답수	비율
인력수급	18	42%
의사소통 부재	8	19%
공정계획의 불합리	15	35%
기타	2	4%
합계	43	100%

③ 공정이 단절되는 공종에 다기능공 투입

공정이 자주 단절되는 공종에 다기능공을 투입하는 것에 대한 설문 결과, 효과가 있을 것이라는 답이 전체의 81%를 차지하여 다기능공 도입에 대한 긍정적인 결과를 나타내었다.

표 9. 다기능공의 투입 효과

설문내용	응답수	비율
아주 좋다	3	7%
효과 있다	32	74%
별 효과가 없다	8	19%
악화된다	0	0%
합계	43	100%

현장의 공정이 단절되는 주 이유는 인력수급의 문제가 가장 크며, 철근콘크리트 공종이 계획대로 진행되지 않음을 알 수 있고, 이러한 공정에 다기능공의 투입이 긍정적인 것으로 나타났다.

3.3 다기능공 도입 방안

설문조사를 요약해 보면 현장관리자들의 의견은 다기능공 도입에 대해 긍정적으로 생각하고 있으며, 인력수급과 관련하여 공정이 자주 단절되는 공정에 다기능공을 투입하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

따라서 본 연구에서는 공정의 단절이 많이 발생되고 아파트공사에서 주공정인 철근콘크리트 공사에 다기능공을 투입하여, 다기능공 투입의 타당성을 시뮬레이션을 통해 나타내고자 한다.

4. 다기능공의 활용 방안

다기능공을 활용한 생산성 향상의 정도를 나타내기 위해 현장 자료를 수집하여 분석하고, 이 현장 자료를 근거로 다기능공을 도입하여 시뮬레이션을 하였다.

현장의 자료는 골조공사 중 기준층이 되는 6층에서 15층의 자료를 활용하였다.

4.1 공사현황

1) 현장은 모두 4개동, 2개 공구로 구성되어 있다.

101동 : 25평×2(25층), 18평×2(24층), 18평×1(20층)

102동 : 25평×4(24층)

103동 : 18평×4(25층)

104동 : 18평×2(23층)

2) 거푸집 공사는 외벽의 경우 gang form을 사용하고 타워크레인으로 인양하였으며, 내벽은 유로폼을 사용하였고, 바닥의 경우 일반 합판거푸집을 사용하였다.

3) 형틀목공은 2개조로 나누어 한 조가 101, 102동을, 다른 한 조가 103, 104동을 담당하였다. 철근공과 콘크리트공은 한 조가 4개동을 담당하였다.

4.2 자료수집 및 정리

작업일보와 출역인원현황(점검표)를 참고하여 작업일, 동별, 층별, 직종별, 부위별로 투입인원을 정리하였다. 아울러 각 동의 층별 구조체 공사기간을 콘크리트 타설일자를 기준으로 정리하였다.(표 10)

표 10. 자료정리양식

단위:인

일자	층	거푸집				철근			콘크리트	계
		외벽	내벽	바닥	계	벽	바닥	계		
4/1	6	15								
4/2						8				
4/3			7							
4/4			15							
4/5			14							
4/6				14						
4/7							4			

4.3 자료의 분석

다기능공 도입과 관련하여 현장의 자료 중 1개 공구(101, 102동)의 자료를 사용하였는데 이는 1개조의 형틀목공을 기준으로 분석하고자 하였기 때문이고 따라서 철근공의 작업일은 나머지 공구의 작업일이 포함되어 있지 않다. 층은 일반적인 기준층인 6층에서 15층까지를 대상으로 하였다.

1) 평균 투입 인원

평균투입인원은 <표 11>과 같은데 101동이 102동보다 1세대가 많은 관계로 투입인원이 많은 것으로 생각된다.

표 11. 평균투입인원 단위:일·인

	101동	102동
외벽거푸집	14.4	14.3
내벽거푸집	25.6	19.6
바닥거푸집	19.6	19.1
벽철근	8.6	8.3
바닥철근	10.6	9.3

2) 골조공사 공정

골조공사의 공정은 타워크레인을 사용하여 외벽 갱폼을 인양 설치하고, 벽철근, 벽 내부거푸집, 바닥거푸집, 바닥철근의 순서로 진행된다.

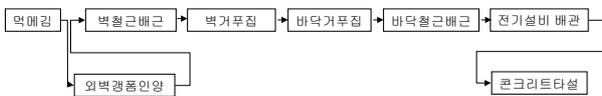


그림 2. 골조공사 공정

3) 시뮬레이션을 위해 2001.4월의 투입인원을 대상으로 하였고 그 현황은 <표 12>와 같다. 투입인원의 구분은 크게 외벽 갱폼(fwg), 벽철근(rw), 벽 내부 및 바닥거푸집(fws), 바닥철근(rs) 등으로 구분하였고 앞의 숫자 1과 2는 각각 101동과 102동을 나타낸다. 작업기간은 비로 인하여 작업을 중단한 2일을 제외한 28일로 산정하였다.

벽 내부 및 바닥거푸집의 경우 자료 정리는 구분하였으나, 작업이 연속되고 투입인원의 구분이 명확치 않아 하나의 공정으로 분류하였고, 또한 현장에서는 형틀목공의 경우 갱폼 및 코아거푸집 작업팀은 별도로 운영되지만, 여기서는 형틀목공 하나로만 분류를 하였다.

또한 철근공의 경우 가공 및 설치로 구분하여야 하나 분류상의 어려움으로 인해 철근설치작업으로만 구분하였다

표 12. 현장투입현황 단위:인

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1fwg	15										14	5											12	4				
1rw	8										4	8												5				
1fws		7	15	14	14									12	13	13										13	14	
1rs							4	8										10										14
2fwg		7												14											13			
2rw						8									8	3										8		
2fws										14	16	13		3				14	14	12								
2rs											8										8	4						
f 계	15	0	14	15	14	14	14	16	13	14	0	8	0	14	12	13	13	14	14	12	0	12	4	0	13	13	14	0
r 계	0	8	0	0	0	8	4	8	0	0	8	4	8	0	0	8	3	10	0	0	8	4	0	5	0	8	0	14
합계	15	8	14	15	14	22	18	24	13	14	8	12	8	14	12	21	16	24	14	12	8	16	4	5	13	21	14	14

4) 형틀목공의 투입현황

형틀목공의 경우 101동과 102동의 작업조(crew)는 12-15명이 작업한 것이 대부분이며, 14명인 경우의 빈도가 가장 많은 것으로 보아 적정 조인원은 14명으로 생각된다.

비작업일은 6일이며, 4명과 6명이 작업한 날도 각각 1일씩 있는데, 이는 공정상의 변이(variability)이며 그 요인은 인원수급 및 작업조 운영상의 문제에 기인한다.

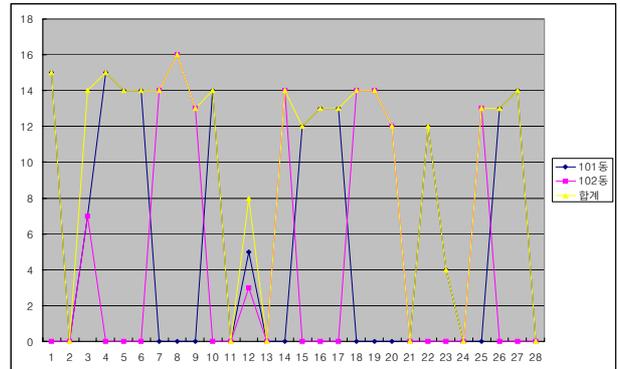


그림 3. 형틀목공 투입현황

5) 철근공의 투입현황

철근공은 101동과 102동의 경우 작업조가 8명으로 구성된 것을 알 수 있으며, 비작업일은 13일이며 3-5명이 작업한 날이 5일이다.

전체 현장이 4개동임을 고려하면 비작업일은 나머지 동에서 작업을 한 것으로 고려할 수 있지만, 현실적으로 한 작업조가 4개동을 모두 작업하기 어려운 점을 감안 한다면 철근공 인원의 변이는 매우 큰 편이다.

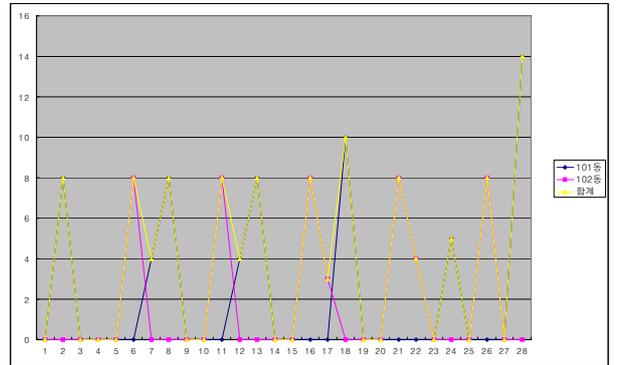


그림 4. 철근공 투입현황

6) 총투입인원

형틀목공과 철근공을 합한 투입인원은 4-24명까지 그 변이가 매우 큰 편이며, 비작업일은 없다.

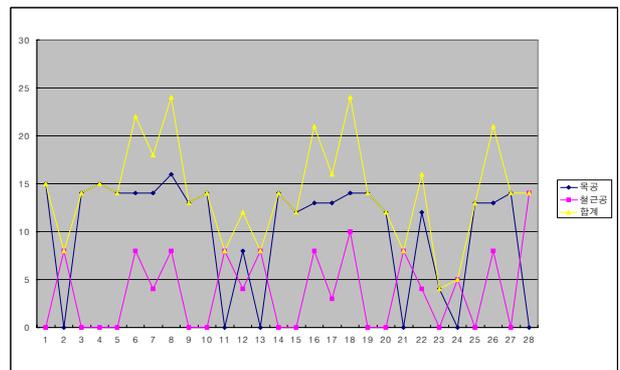


그림 5. 총투입현황

이들 투입인원을 분석하면 다음 <표 13>과 같다. 작업 일수는 그 직종이 실제 작업한 일수를 나타내며 작업일 당 평균인원은 형틀목공이 13명 철근공이 7.2명이다. 실제 작업일과 관계없이 일평균을 보면 형틀목공이 약 10명, 철근공이 4명으로 매우 적으며 아울러 편차도 각각 6명, 4명으로 크다. 즉 기능공 한달간 평균 작업일수가 적고 그 편차도 매우 크다는 것을 보여주고 있는데, 이는 생산성의 저하, 고용의 불안정 등의 문제점을 안고 있다.

표 13. 현장자료 요약

	투입인원	작업일수	작업일당 투입인원	평균인원	표준편차	변동계수
형틀목공	285	22	13.0	10.2	5.9	0.58
철근공	108	15	7.2	3.9	4.2	1.09
합계	393	28	14.0	14.0	5.2	0.37

4.4 다기능공의 활용

본 연구에서의 다기능공은 형틀목공이 철근 작업을 하며, 그 기능도는 거푸집 작업의 경우 100%, 철근 작업의 경우 설문조사에 따라 80%의 효율을 가지고 있는 것으로 설정하였다.

다기능공에 의한 작업은 우선 일평균 투입인원과 비슷한 15명을 투입하여 작업하는 경우와 각 동에 15명씩 투입하여 동시작업하는 경우에 대해 시간 및 비용과 관련하여 생산성을 검토하였다.

1) 사례1

15명의 다기능공을 투입하여 101동과 102동의 작업을 교대로 하는 경우에 대하여 검토하였다. 각 공정별 투입 인원은 <표 12>에 있는 실투입 인원을 기준으로 형틀목공의 경우 100%로 보았고, 철근작업의 경우 다기능공의 효율을 80%로 가정하였기 때문에 다기능공의 투입인원은 철근공 투입인원의 1.25배를 계상하였다.(표 14)

표 14. 다기능공 활용 사례 1 단위:인

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1fww	15										2	15	2										15					
1rww		10											13	2										6				
1fws		5	15	15	15								13	15	10								9	15	3			
1rs					15										5	8									12	6		
2fww							7									7	7									9	4	
2rww							8	2								8	6										9	
2fws										13	15	15	3					9	15	15							2	
2rs											10												15					
합계	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

이것은 101동 작업 완료 후 102동 작업을 하는 경우인데 결과는 공사기간은 변동없이 다기능공의 투입으로 작업효율이 저하됨으로 인해 오히려 노무비가 증가(철근공의 25%)하여 생산성 측면에서는 바람직하지 않다.

15명의 인원이 한 달 동안 쉬지 않고 작업함으로 인력수급이 안정적이고 고용이 안정된다는 긍정적인 측면도 있지만, 현실적으로 쉬지 않고 일한다는 것은 불가능하다.

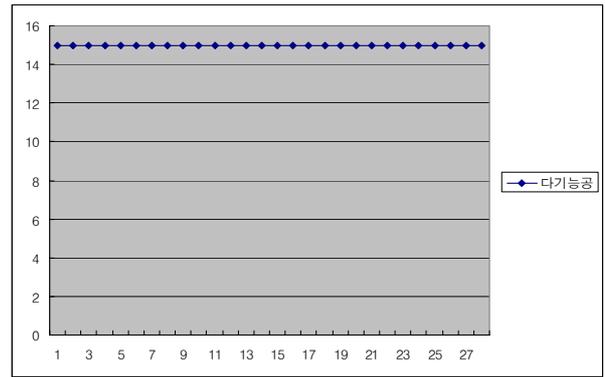


그림 6. 다기능공 투입현황 - 사례 1

아래 <표 15>는 실투입과 다기능공 투입의 경우를 비교하였는데 공기는 같고 인원만 증가한 것으로 나타났다. 여기서 생산량은 층으로 하였는데, 101동과 102동의 층을 합한 것이다.

표 15. 다기능공 활용 결과 - 사례 1

	실투입				다기능공				비고
	인원 (인)	생산량 (층)	층당 인원	층당 공기	인원 (인)	생산량 (층)	층당 인원	층당 공기	
형틀목공	285				285				
철근공	108				135				
합계	393	5.2	75.6	5.4	420	5.2	80.8	5.4	

2) 사례2

15명의 다기능공을 나누어 101동과 102동에 동시에 투입하여 작업하였을 경우를 검토하였다.

이 경우 다기능공의 습속효과에 따라 작업량의 편차가 줄어들 것으로 예상하여 <표 16>에 있는 평균투입인원을 적용하였는데 표의 평균투입인원은 기준층인 6층에서 15층까지 10개층을 평균한 자료이다. 사례1과 마찬가지로 형틀목공의 경우 효율을 100%, 철근공의 경우 효율을 80%로 하였다.

표 16. 평균투입인원 단위:일 · 인

	평균투입인원		다기능공인원	
	101동	102동	101동	102동
외벽거푸집	14.4	14.3	15	15
내벽거푸집	25.6	19.6	25	20
바닥거푸집	19.6	19.1	20	20
벽철근	8.6	8.3	11	11
바닥철근	10.6	9.3	14	12

이렇게 할 경우 각 동의 층당 공기가 12일(바닥철근(rs)작업 후 1일은 콘크리트 타설일)이 소요되어 공사기간이 늘어나지만, 작업인원은 크게 줄지 않아, 생산성 측면에서 바람직하지 않은 것으로 나타났다.

표 17. 다기능공 활용 사례 2 단위:인

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1fwg	8	7											8	7											8	7		
1rw			11											11													11	
1fws			8	8	8	8	8	5						8	8	8	8	8	5								8	
1rs								7	7														7	7				
2fwg	7	8											7	8														
2rw			4	7										4	7										7	8		
2fws				7	7	7	7	10	2						7	7	7	7	10	2						4	7	
2rs								6	6														6	6				
합계	15	15	15	15	15	15	15	15	15	13	0	15	15	15	15	15	15	15	15	15	13	0	15	15	15	15	15	

사례1과 달리 콘크리트 타설일인 12일째마다 비작업일이 생기고 11일째는 13명의 인원이 소요되어 유희인력이 발생된다.

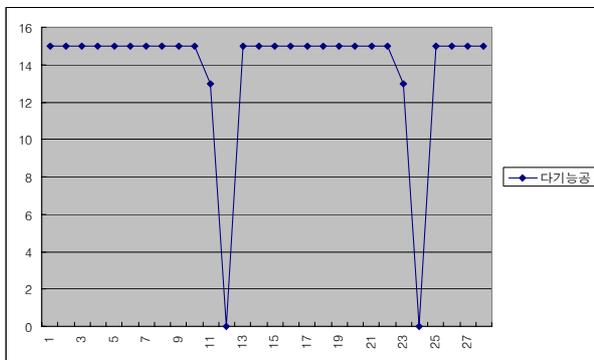


그림 7. 다기능공 투입현황 - 사례 2

<표 18>은 실투입과 평균투입인원을 다기능공으로 환산하여 15명의 인원으로 101동과 102동을 동시에 작업한 경우를 비교한 것인데, 층당 투입인원과 공기가 늘어나 생산성이 저하된 것을 알 수 있다.

표 18. 다기능공 활용결과 - 사례2

	실투입				다기능공				비고
	인원 (인)	생산량 (층)	층당 인원	층당 공기	인원	생산량 (층)	층당 인원	층당 공기	
형틀목공	285				268				
철근공	108				118				
합계	393	5.2	75.6	5.4	386	4.7	82.1	6.0	

3) 사례3

사례2와 같이 평균투입인원을 적용하였으며, 공기 단축 및 생산성 향상을 위해 15명의 다기능공을 101동과 102동에 각각 15명씩 동시에 투입하여 작업하였을 경우를 검토하였다.

각 층은 층당 7일의 공기가 가능하며(7일째는 콘크리트 타설) 최대 투입인원은 30명으로 실제 투입인원보다 6명 많다. 또한 6일째는 투입인원이 13명으로 1개조만 투입하면 되므로 1개조의 4월 작업일은 30일중 비로 인한 비작업일 2일, 콘크리트 타설일 4일을 포함하여 8일을 제외한 22일로서 1개조의 작업일로서는 적당하다.

표 19. 다기능공 활용 사례 3 단위:인

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1fwg	15							15							15										15			
1rw		11							11							11									11			
1fws	4	15	15	11					4	15	15	11				4	15	15	11					4	15	15	11	
1rs				4	10							4	10						4	10						4	10	
2fwg	15							15							15											15		
2rw		11							11							11										11		
2fws	4	15	15	6					4	15	15	6				4	15	15	6					4	15	15	6	
2rs				9	3							9	3						9	3						9	3	
합계	30	30	30	30	30	13			30	30	30	30	13			30	30	30	30	30	33			30	30	30	30	13

총투입인원에 대한 <그림 8>을 보면 다기능공의 경우 투입인원이 일정한데 비해 실투입인원은 상당히 편차가 큰 것을 알 수 있다.

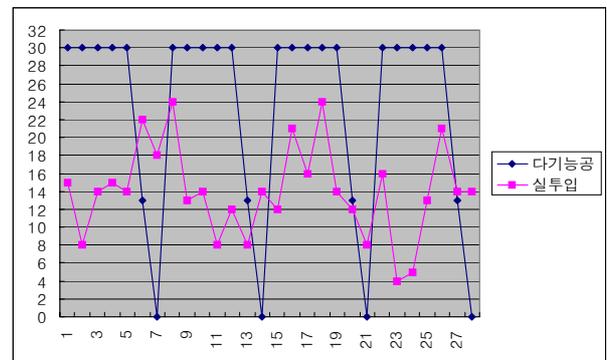


그림 8. 다기능공 투입현황 - 사례 3

<표 20>은 실투입과 15명의 다기능공 2개조를 투입하였을 경우 층당 투입인원과 공기를 비교한 것인데, 층당 투입인원은 늘어난 반면, 층당 공기가 줄어 공기단축이 이루어진 것을 알 수 있다.

표 20. 다기능공 활용결과 - 사례 3

	실투입				다기능공				비고
	인원 (인)	생산량 (층)	층당 인원	층당 공기	인원	생산량 (층)	층당 인원	층당 공기	
형틀목공	285				460				
철근공	108				192				
합계	393	5.2	75.6	5.4	652	8	81.5	3.5	

4.5 사례분석

사례1의 경우 실투입인원을 기준으로, 사례2 및 3은 기준층(6-15층)의 평균인원을 기준으로 다기능공을 활용하여 생산성을 검토하였다.

사례1의 경우는 공기는 같고 투입인원이 늘어나며, 사례2의 경우는 공기 및 투입인원 모두가 늘어나 생산성이 저하되므로 다기능공의 활용이 바람직하지 않다.

사례3의 경우 층당 투입인원은 5.9명이 늘어난 반면 층당 공기는 1.9일 줄어드는데 5.9명의 직접인건비 증가와 1.9일 단축에 따른 간접비의 감소를 비교하면 생산성을

측정할 수 있다.

기능공의 임금을 100,000원/mday로 가정한다면 직접인건비의 총당 증가분은 590,000원이 되고 이를 1.9일로 나누면 약 310,000원/일이 되어 하루의 간접비가 310,000원 이상이면 다기능공을 사용하여 공사비를 절감할 수 있다.

본 연구에서는 공사규모에 따른 간접비의 산정을 하지 않았기 때문에 공사비 절감을 금액으로 정확히 산정할 수 없지만, 공기단축으로 인한 생산성 향상은 이루어졌다고 볼 수 있으며, 현장 여건에 따라 투입인원과 공기단축을 적절히 조정함으로써 최적의 대안을 구할 수 있다.

5. 결론

최근 건설경기가 되살아나 경기가 부양되는 등 여러 측면에서 고무적인 일이지만, 건설경기에 부응해 기능공의 수급이 원활하지 못한 형편이다. 최근 기능공의 임금은 지난해에 비해 많이 상승했으며, 인건비의 증가는 결국 공사비의 증가로 이어져 건설회사와 소비자들에게 부담이 되고 있다.

이러한 인력수급의 문제와 공정상 인력수급에 따른 공사의 변이를 줄이기 위한 하나의 방법으로 다기능공을 활용하는 것인데, 현장기술자들을 대상으로 설문조사를 한 결과 상당수가 현장에 다기능공의 도입에 대해 긍정적으로 생각하고 있음을 알 수 있었다.

다기능공을 활용한 건축공사에서 생산성 향상을 측정하기 위하여 아파트 현장을 대상으로 2개동을 선택하여 공정별 투입인원을 조사하고, 실제 현장에 투입된 인원과 공사기간을 다기능공을 투입하였을 경우와 비교하여 보았다. 형틀목공이 철근작업을 같이 하는 경우인데, 철근공의 80%효율로 작업하는 것으로 가정하였다. 결과는 실제 형틀목공의 1개조 인원을 투입해서는 생산성의 향상이 없었고, 2개조의 인원을 투입하였을 경우 공기의 단축이 이루어졌다.

본 연구에서는 다기능공을 활용하여 공기의 단축이 가능하고 투입인원의 변이를 줄일 수 있다는 것을 나타내고 있다. 하지만 공기단축에 따른 간접비 감소를 정량적으로 나타내고, 다기능공을 양성하기 위한 방안 등 다기능공 도입을 위하여 해결하여야 할 것이 많은 실정이다.

이미 제조업과 외국의 여러 나라에서 건설업에 다기능공을 도입하여 생산성을 향상시켰다는 보고서도 있으므로 우리 나라에서도 이제 건설업에 다기능공을 도입하여 건설업의 생산성을 향상시키고 아울러 기능공의 인원수급문제 및 고용안정 등의 문제를 해결할 수 있는 방법을 모색하여야 할 것이다.

참고문헌

1. 김두석 외(2001). "RC아파트 내측벽 거푸집공사에 있어서 거푸집 공법별 생산성 비교에 관한 연구", 대한건축학회논문집 21권1호

2. 김예상 외(1997). "워크 샘플링 技法을 활용한 作業 效率 向上에 관한 研究", 대한건축학회논문집 13권7호
3. 김한식(1995), "생산성 향상을 위한 기능인력의 다기능화 방안", 울산대학교 산업경영대학원 석사학위논문
4. 삼성건설(2001), 도요다 생산방식과 린건설의 이해
5. 이두진 외(1997). "다동구성 건축공사에서의 작업팀수 산정", 대한건축학회논문집 13권1호
6. 이상범 외(1996). "건설공사 CREW BALANCING방법을 활용한 작업계획분석", 대한건축학회논문집 12권5호
7. 정인환 외(1995). "아파트공사의 공법별 노동생산성 분석", 대한건축학회논문집 11권6호
8. Burleson, Rebecca C. et al(1998). "Multiskilled Labor Utilization Strategies In Construction", J. Const. Eng. & Mgmt, ASCE, Vol.124 No.6
9. G. Ballard and G. Howell(1998). "Shielding Production: Essential Step in Production Control", Journal of Construction and Management Jan./Feb.
10. Hegazy(1999). Tarek Hegazy, Abdul Karim Shabeeb, Emad Elbeltagi and Tariq Cheema. "Algorithm for Scheduling with Multiskilled Constrained Resources" J. Constr. Engrg and Mgmt., ASCE, 126(6), 414-421
11. Nallikari, M. (1995). "Multiskilled work teams." J. Ship Production 11(4), 239-244
12. Tommelein(1999). Iris D. Tommelein, David R. Riley, and Greg A. Howell, "Parade Game: Impact of Work Flow Variability on Trade Performance" J. Constr. Engrg and Mgmt., ASCE, 125(5), 304-310

(接受 : 2002. 5. 2)