

슬래브 공법간의 생산성 분석 · 비교에 관한 연구

- 재래식 슬래브, 골형 데크플레이트, 철근트러스 데크플레이트,
그리고 내화구조용 데크플레이트를 중심으로 -

A Study on the Productivity Analysis of Slab Construction Methods

- Focused on Conventional Slab, Form Deckplate, Ferro Deckplate, and Kem Deckplate -

유진호*
Yoo, Jin-Ho

김용수**
Kim, Young-Su

요약

본 연구는 기존의 재래식 슬래브 공법과 새로운 슬래브 공법으로서 적용되고 있는 골형 데크플레이트, 철근트러스 데크플레이트, 그리고 내화구조용 데크플레이트 공법의 생산성을 각각 분석 · 비교하였다. 연구의 방법은 재래식 슬래브 공법 및 데크플레이트 공법이 적용되고 있는 건설 현장을 선정하여 비용, 작업 효율성, 품질과 안전성 측면에서 분석을 실시하였다.

본 사례 현장의 경우, 생산성 분석 결과는 다음과 같다.

1. 비용의 측면에서는 내화구조용 데크플레이트 공법이 가장 경제적인 것으로 분석되었다.
2. 작업 효율성 측면에서는 내화구조용 데크플레이트 공법이 가장 우수하였으며, 철근트러스 데크플레이트 공법, 골형 데크플레이트 공법, 재래식 슬래브 공법 순으로 분석되었다.
3. 품질성 측면에서는 내화구조용 데크플레이트 공법이 가장 우수한 것으로 분석되었다.
4. 안전성 측면에서는 재래식 슬래브 공법과 데크플레이트 공법의 경우 추락과 용접에 따른 감전의 위험이 존재하는 것으로 조사되었다.

이상의 자료를 분석 · 비교한 결과, 내화구조용 데크플레이트 공법이 가장 생산성이 우수한 것으로 분석되었다.

키워드: 생산성, 재래식 슬래브 공법, 골형 데크플레이트, 철근트러스 데크플레이트, 내화구조용 데크플레이트

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근의 건축물은 제한된 토지와 갈수록 증가되는 도심지에 대한 인구 집중으로 인해 점점 초고층화, 대형화, 복잡화되어 가고 있다. 또한 국내 건설 시장은 1997년 IMF이후 금융 대란의 여파로 인해 많은 경제적 어려움을 겪고 있다.

국내 근로자의 건설시장 회피와 임금의 상승은 건설분야의 생산 활동을 더욱더 위축시켰고, 건설업계에서도 생산성과 효율성에 대한 중요성을 인식하기 시작하였다. 특히, 고층 건축물 시공과정에서 기존의 재래식 슬래브 공법이 가지고 있던 콘크리트의 양생기간 확보로 인한 공기의 지연, 많은 투입인원과 자재, 그리고 작업후 폐자재 등의 문제점은 건설 프로젝트의 생산성과 효율성을 저해하는 요소로 지적되어 왔다. 이러한 문제점 해결을 위해 새로운 슬래브 공법이 개발되어 왔고, 현재 많은 고층 건축물 건설 현장에서 사용 중이다.

따라서, 본 연구는 기존의 재래식 슬래브 공법과 새로운 슬래브 공법으로서 적용되고 있는 골형 데크플레이트, 철근

트러스 데크플레이트, 그리고 내화구조용 데크플레이트의 생산성을 각각 분석 · 비교하고, 이를 바탕으로 하여 향후 데크플레이트의 효과적 활용을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 재래식 슬래브 공법과 각 데크플레이트 공법에 대해 비용, 작업 생산성, 품질성, 안전성의 측면에서 분석 · 비교한다. 각 공법별 분석 · 비교를 위해 현장 사례 조사를 실시하였으며, 다음과 같은 절차와 방법에 따라 진행하였다.

첫째, 재래식 슬래브 공법 및 각 데크플레이트 공법이 적용되고 있는 건설 현장을 선정하여, 공사의 규모와 사용되고 있는 슬래브 공법을 조사한다.

둘째, 비용의 측면에서 각 슬래브 공법을 분석 · 비교한다. (본 연구에서 비용은 자재비와 시공비를 합친 금액이다.)

셋째, 작업 효율성의 측면에서 각 슬래브 공법을 분석 · 비교한다. 일일 8시간을 기준으로 하여, 각 공법에 투입 인원은 공정표 상의 계획인원이 아닌 실제 투입인원으로 산정한다.

넷째, 품질성과 안전성은 관련분야의 전문가들을 대상으로 인터뷰를 실시한다. 품질성은 제작 및 반입시의 품질성,

* 학생회원, 중앙대학교 대학원 건축공학과 석사과정

** 종신회원 중앙대학교 건축공학과 교수, 공학박사

야적 및 보관시의 품질성, 작업시의 품질성으로 나누어 비교하며, 안전성은 추락의 위험, 낙하물의 위험, 용접시 감전 및 화재, 장비 사고로 나누어 분석한다.

2. 사례 현장의 개요 및 슬래브 공법별 장단점 비교

각 슬래브 공법의 생산성 분석·비교를 위해 가능한 비슷한 규모와 구조를 가진 건설공사 현장을 선정하려 하였으며, 각 공법별 적용대상 건설현장의 개요를 정리하면 다음의 표 1과 같다.

표 1. 슬래브 공법별 적용대상 건설현장의 개요

구분	A현장	B현장	C현장	D현장
위치	서울. 강남구	서울. 중구	서울. 서초구	서울. 강남구
규모	지하2층 지상7층	지하3층 지상16층	지하3층 지상24층	지하3층 지상13층
적용 슬래브 공법	재래식슬래브 합판거푸집	골형 Deck	철근트러스 Deck	내화구조용 Deck
슬래브면적 (기준층)	1,128.78㎡	615.76㎡	1,146.79㎡	1,494.09㎡
전체 슬래브면적	1~4층:4,403.83㎡ 5~7층:3,386.35㎡	.	.	18,305.5㎡
구조	철골철근 콘크리트	철골철근콘 크리트	철골철근 콘크리트	철골철근 콘크리트

상기의 표1과 같이 서울 지역의 각 슬래브 공법별 적용 공사 현장을 선정하였으며, 사례 건설현장에 적용된 슬래브 공법별 장단점을 살펴보면 다음의 표2와 같다.

표 2. 슬래브 공법별 장·단점 비교

구분	장점	단점
재래식 슬래브	· 모든 평면 및 단면에 시공 용이 · 일반화된 공법으로 시공 기능인력 저변화	· 많은 작업 인력 투입으로 관리의 애로점 발생 · 가설자재비 소요 및 폐자 재 발생
골형 Deck	· 공정단순, 현장 폐기를 감소 · 목공 등의 작업인력 감소 · 건식 공법으로 공기 및 작 업공정에 유리	· 골 형상에 따른 한 방향 배근만 가능 · 철근작업에 따른 소음 발생
철근트러스 Deck	· 철근 시공이 공장에서 이 루어져 품질 균일 · 철근 고임재가 필요 없음	· 넓은 자재 야적 공간 필요 · 상부 연결근의 용접 어려움
내화구조용 Deck	· 철근 배근 불필요 · 와이어 메쉬를 이용, 공정 단순 · 건물의 지중 감소, 안정성 향상	· Opening공간의 별도 보강 필요 · 평 데크플레이트에 비해 슬래브 두께 증가

3. 재래식 슬래브 및 데크플레이트 공법별 비용 분석

각 슬래브 공법별 비용은 단위면적에 대한 공사비용으로 분석이 이루어졌다. A현장과 D현장은 각 층별 면적이 다르기 때문에 전체 슬래브 면적과 공사비용을 조사하여, 단위면적(공사금액 합계÷전체 슬래브 면적)에 대한 비용을 계산하였다.

B, C현장은 각 층별 면적이 동일하기 때문에 기준층 면적에 대한 공사비용을 조사하여, 단위면적(공사금액 합계÷기준층 면적)에 대한 비용을 계산하였다.

3.1 재래식 슬래브 공법

A현장의 재래식 슬래브 공법의 경우는 1~4층까지의 각 층

면적이 1128.78㎡이고, 5~7층까지의 각 층 면적이 1100.96㎡이다. 따라서, 다음의 표3, 표4와 같이 동일한 면적을 가진 층수별로 나누어 물량을 계산하였다.

표 3. 재래식 슬래브공법(A현장의 1~4층)

구분	규격	단위	수량	단가	금액(원)
동바리	4.8~6m	㎡	17,024.6	1,500	25,536,900
거푸집 (합 판)	3회사용	㎡	4,185.2	16,500	69,055,800
철근	HD10	kg	20,363.3	474.6	9,664,422
	HD13	kg	24,877.0	473.3	11,774,284
	HD16	kg	1,369.7	468.6	641,841
콘크리트	240kg	㎡	690.9	53,700	37,101,330
합계					153,774,578

표 4. 재래식 슬래브공법(A현장의 5~7층)

구분	규격	단위	수량	단가	금액(원)
동바리	4.2m이하	㎡	9,671.2	900	8,704,080
거푸집 (합 판)	3회사용	㎡	4,262.4	16,500	70,329,600
철근	HD10	kg	23,349.2	474.6	11,081,530
	HD13	kg	23,654.3	473.3	11,195,580
	HD16	kg	1,764.2	468.6	826,704
콘크리트	240kg	㎡	701.8	53,700	37,686,230
합계					139,823,725

상기의 표3과 같이 1~4층은 34,918원/㎡이고, 표4와 같이 5~7층은 41,290원/㎡이다. 따라서, 이 값들의 평균을 구하여 A현장의 공사비용을 분석하면 38,104원/㎡이다.

3.2 데크플레이트 공법별 공사비

B현장의 골형 데크플레이트 공법 적용에 따른 공사비는 다음의 표5와 같다.

표 5. 골형 데크플레이트공법(B현장)

구분	규격	단위	수량	단가	금액(원)
Deck	1.2t	㎡	533.5	12,900	6,882,150
stud bolt	D19	EA	776.0	490	380,240
	D25	EA	543.0	520	282,360
Con'c stopper	3.2t×500×155	m	37.6	12,900	485,040
End cap	-	EA	87.0	2,100	182,700
보강용 인서트	75×75×6	m	34.0	5,900	200,600
인서트	D11	EA	1,628.0	450	732,600
철근	HD10	kg	6,952.0	475	3,299,419
콘크리트	240kg	㎡	127.0	53,700	6,819,900
합계					19,265,009

상기의 표5를 바탕으로 하여, B현장의 골형 데크플레이트의 경우 공사금액은 31,287원/㎡이며, C현장의 철근트러스 데크플레이트 공법 적용에 따른 공사비는 다음의 표6과 같다.

표 6. 철근트러스 데크플레이트 공법(C현장)

구분	규격	단위	수량	단가	금액(원)
Deck	1.2t	m ²	1,191.7	18,900	22,523,130
stud bolt	D19	EA	497.0	490	243,530
Con'c stopper	2.3t외 각종	kg	1,326.0	1,700.0	2,254,200
Sleeve용 Stopper	1.6t외 각종	kg	321.0	1,200	385,200
보강용 앵글	75×75×6	m	45.0	8,000	360,000
Flat bar	4.5×50×800	EA	70.0	2,400	168,000
철근	HD10	kg	9,752.6	475	4,628,584
콘크리트	240kg	m ³	165.8	53,700	8,903,460
합계					39,466,104

상기의 표6을 바탕으로 하여, C현장의 철근트러스 데크플레이트 공법의 공사비용은 34,414원/m²로 분석되었다.

D현장의 전체 슬래브 면적은 18,305.5m²로 조사되었으며, 내화구조용 데크플레이트 공법의 비용을 분석하면 다음의 표7과 같다.

표 7. 내화구조용 데크플레이트 공법(D현장)

구분	규격	단위	수량	단가	금액(원)
Deck	1.2t	m ²	16,727.5	18,900	316,149,750
stud bolt	D19	EA	58,548.0	490	28,688,520
stopper	3.2×300×155	m	1,916.9	1,700.0	3,258,730
엔드클로저	-	EA	12,453.0	1,200	14,943,600
보강용 앵글	75×75×6	m	729.2	5,900	4,302,280
Flat bar	6×65	m	837.6	2,400	6,700,800
Spacer	D10	m	27,937.0	475	67,048,800
wire mesh	Ø6×100×100	m ²	19,238.0	475	9,130,355
콘크리트	240kg	m ³	1,979.5	53,700	106,299,150
합계					556,521,985

상기의 표7을 바탕으로 하여, 내화구조용 데크플레이트 공법의 공사비용은 30,402원/m²로 분석되었다.

4. 재래식 슬래브 및 데크플레이트 공법별 작업효율성 분석

4.1 재래식 슬래브 공법의 작업 효율성

A현장의 층별 작업물량과 투입인원, 공기, 작업 효율성을 분석하면 다음의 표8과 같다.

표 8. 재래식 슬래브공법의 작업 효율성(A현장)

구분	작업물량 (슬래브 면적, m ²)	재래식 슬래브 공법			작업 효율성 (작업물량 /MH)
		투입인원(M)	공기(일)H	투입MH	
1층	1,128.78	20	10.5	210	5.38
2층	1,128.78	21	10	210	5.38
3층	1,128.78	20	10	200	5.64
4층	1,128.78	20	10	200	5.64
5층	1,100.96	19	10	190	5.79
6층	1,100.96	20	9.5	190	5.79
7층	1,100.96	20	9.5	190	5.79
계	7,790.18	140	69.5	1,390	5.60

- 투입MH = 투입인원(명)×소요공기(일)

- 작업효율성 = 작업물량÷투입MH

상기의 표8에서와 같이 재래식 슬래브공법의 효율성은 평균 5.60으로 분석되었다.

4.2 데크플레이트 공법별 작업 생산성

데크플레이트 공법중 골형 데크플레이트 공법의 작업 효율

성을 분석하면 다음의 표9과 같으며, 투입MH와 작업 효율성 산정식은 재래식 슬래브 공법의 경우와 동일하다.

표 9. 골형 데크플레이트 공법의 작업 생산성(B현장)

구분	작업물량 (슬래브 면적, m ²)	골형 데크플레이트 공법			작업생산성 (작업물량 /MH)
		투입인원(M)	공기(일)H	투입MH	
1~3층	615.76×3개층 = 1,847.28	32	10	320	5.77
4~6층		30	10.5	315	5.86
7~9층		32	10	320	5.77
10~12층		31	10	310	5.96
13~15층		30	10.5	315	5.86
계		9,236.4	155	51	1580

상기의 표9에서와 같이 골형 데크플레이트의 작업 효율성은 5.85로 분석되었으며, C현장의 철근트러스 데크플레이트 공법의 작업 효율성은 다음의 표10과 같다.

표 10. 철근트러스 데크플레이트공법의 작업 효율성(C현장)

구분	작업물량 (슬래브 면적, m ²)	철근트러스 데크플레이트 공법			작업효율성 (작업물량 /MH)
		투입인원(M)	공기(일)H	투입MH	
1~3층	1,146.79×3개층 = 3,440.37	63	9	567	6.07
4~6층		62	9	558	6.17
7~9층		65	8	520	6.62
10~12층		65	8.5	552.5	6.23
13~15층		64	8	512	6.72
16~18층		63	8	504	6.83
19~21층		63	8.5	535.5	6.42
22~24층		63	8	504	6.83
계		27,522.96	508	67	4,253

다음의 표11은 내화구조용 데크플레이트 공법의 작업 효율성을 분석한 것이다.

표 11. 내화구조용 데크플레이트 공법의 작업 효율성(D현장)

구분	작업물량 (슬래브 면적, m ²)	내화구조용 데크플레이트 공법			작업효율성 (작업물량 /MH)
		투입인원(M)	공기(일)H	투입MH	
1층	2,339.49	44	8	352	6.65
2층	2,339.49	45	7.5	337.5	6.93
3층	2,329.7	45	7.5	337.5	6.90
4층	1,463.59	35	6	210	6.97
5~12층	1,494.09	36	6	216	6.92
계	9,966.33	205	35	1,453	6.86

상기의 표11에서와 같이 D현장의 내화구조용 데크플레이트의 작업 효율성은 6.86으로 분석되었다. 내화구조용 데크플레이트 공법의 경우 다른 공법에 비해 작업 효율성이 가장 우수한 것으로 나타났다.

5. 각 공법별 품질성 및 안전성에 관한 분석·비교

각 슬래브 공법에 대한 품질성 및 안전성은 관련분야의 전문가(경력 5년 이상의 건축기사와 생산업체의 전문가들, 그리고 연구원들을 중심으로 10명을 선정)들을 대상으로 인터뷰를 실시하였다.

5.1 공법별 품질성 분석·비교

각 공법별 품질성 분석·비교에 관한 내용을 정리하면 다

음의 그림1과 같다.

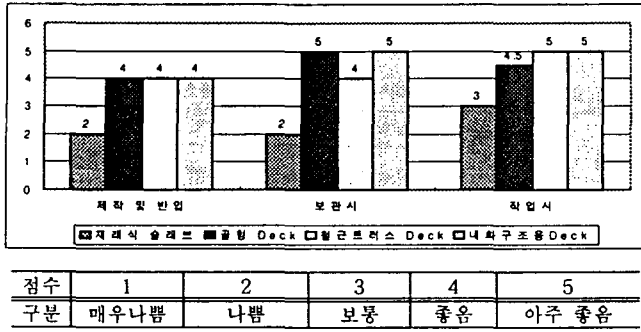


그림 1. 공법별 품질성 분석·비교

5.2 공법별 안전성 분석·비교

각 공법별 안전성 분석·비교에 관한 내용을 정리하면 다음의 그림2와 같다.

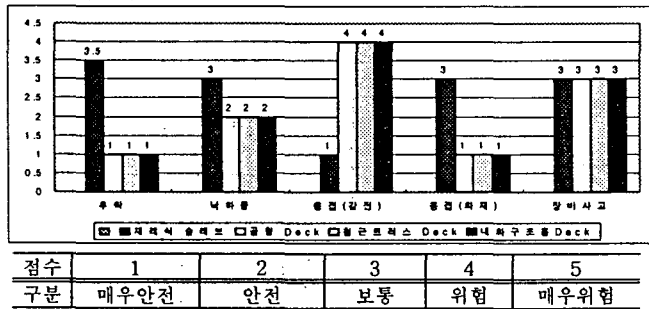


그림 2. 공법별 안전성 분석·비교

6. 재래식 슬래브 및 데크플레이트 공법의 전체 생산성 비교

본 장에서는 각 공법별로 분석된 비용, 작업 효율성, 품질성, 안전성에 대한 자료를 바탕으로 하여 전체 생산성을 분석하였으며, 각 분석 항목에 대해 가장 우수한 공법을 '1'로 한 산하였다. 각 항목별 생산성을 나타내면 다음의 그림3과 같다.

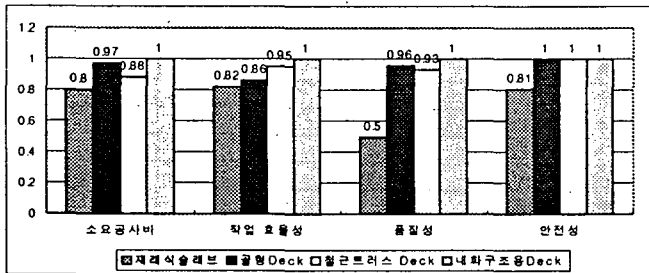


그림 3. 항목별 생산성 비교

다음의 그림4는, 상기의 그림3의 항목별 생산성을 종합하여 공법별 전체 생산성을 비교한 그림이다.

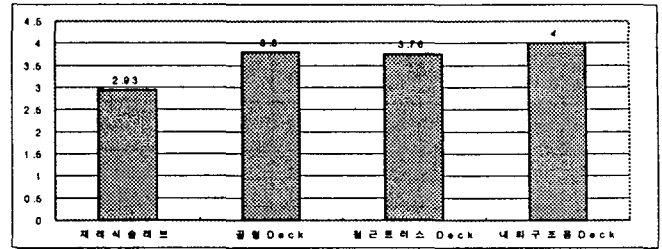


그림 4. 공법별 전체 생산성 비교

상기의 그림4에서와 같이 내화구조용 데크플레이트 공법이 가장 생산성이 우수한 것으로 분석되었다.

7. 결론

본 연구는 기존의 재래식 슬래브 공법과 새로운 슬래브 공법으로서 적용되고 있는 폼형 데크플레이트, 철근트러스 데크플레이트, 그리고 내화구조용 데크플레이트의 생산성, 비용, 작업 효율성, 품질과 안전성 측면에서 분석·비교하였다.

본 연구의 결론을 요약하면 다음과 같다.

1. 비용의 측면에서는 내화구조용 데크플레이트 공법이 가장 경제적인 것으로 분석되었다.
2. 작업 생산성의 측면에서는 내화구조용 데크플레이트 공법이 가장 우수하였으며, 철근트러스 데크플레이트 공법, 폼형 데크플레이트 공법, 재래식 슬래브 공법 순으로 분석되었다.
3. 품질성 측면에서는 내화구조용 데크플레이트 공법이 가장 우수한 것으로 분석되었다.
4. 안전성 측면에서는 재래식 슬래브 공법과 데크플레이트 공법의 경우 추락과 용접에 따른 감전의 위험이 존재하는 것으로 조사되었다.

이상의 자료를 비교한 결과, 내화구조용 데크플레이트 공법이 가장 생산성이 우수한 것으로 분석되었다.

향후 수행되어야 할 연구 분야로서는 더욱더 다양한 건설 현장을 선정하여, 공사 형태와 현장의 여건 차이에 따라 각 비교 요소에 가중치를 부여한, 생산성 연구가 수행되어야 할 것이다.

Abstract

The purpose of this study is to provide productivity analysis of conventional slab method and deckplate methods in building construction. Productivity analysis was performed on the data in construction sites and a interview survey. The results of this study are as follow :

1. Kem deckplate is analyzed to the most economic in a view of the cost.
2. Kem deckplate is analyzed to the most economic and order Ferro deckplate, Form deckplate and conventional slab method in a view of the productivity.
3. Kem deckplate is analyzed to the superior slab method in a view of the quality.
4. Conventional slab method is investigated disaster of precipitation and Deckplate method is hazard of an electric shock.

Therefore, Kem deckplate method is analyzed to the superior productivity

Keywords : Productivity, Slab Method, Conventional Slab Method, Form Deckplate, Ferro Deckplate, Kem Deckplate

참고문헌

1. 합성 내화 데크 공법 기술 세미나, 2000.
2. 페로테크를 사용한 건축물의 구조 설계, 시공 실무편람, 대한주택고사 주택 연구소, 1996.
3. 박병선, 거푸집용 데크플레이트 슬래브 시스템의 구조 성능에 관한 실험적 연구, 2000.
4. 김태희, 데크플레이트 바닥판 공법의 시공성 평가, 2000.
5. 데크플레이트를 이용한 합성 바닥판의 구조 성능 평가 연구, 제일 중공, 2000.
6. 시공성 및 경제성 평가를 통한 데크플레이트의 최적화 공법.
7. 권용관, 일반 거푸집용 데크플레이트를 이용한 합성 슬래브의 구조적 거동에 관한 연구, 1997.