

# 벽체용 복합거푸집패널 공법의 성능에 관한 연구

## A Study On The Performance Of Composite Form Panel Method Of The Wall Type

송 대 철\*  
Song, Dae-Chul

김 현 산\*\*  
Kim, Heun-San

---

### ABSTRACT

Recently, on account of the lack of skilled labor and the increase of labor costs, it has been more difficult the construction environment. Now new methods were developed and used many places. This study is concerning the structural performance of Composite Form Panel Method-one of the new methods-of the wall type. It is available to make monolithic system of bearing wall and half slab. This paper presented design and product data by experiments.

---

#### 1. 서 론

노동집약적 산업의 하나인 건축은 근래들어 숙련공의 부족과 인건비상승등으로 인해 그 환경이 점점 어려워짐에 따라 1970년대 초부터 국내의 시공능력과 현장조건에 적합하고 재래식 현장 타설공법 및 기존의 PC공법에서 발생하는 제반 문제점을 보완할 수 있는 새로운 복합화 공법이 개발·운용되고 있으며 특히, 근래들어 조립식 패널 공법 및 거푸집 공법이 많이 개발되어 다양한 요구에 상당한 효과를 얻고 있다. 그러나 이러한 신공법들은 여러 가지 장점에도 불구하고, 시공단가가 고가이거나 시공현장에 주어진 특수한 환경에 융통성 있게 적용하지 못하거나 접합부의 처리에 있어서 기술적으로 완전한 신뢰를 받을 수 없다는 문제점들 때문에 아직도 습식공법에 의한 콘크리트 구조물이 일반적이다. 따라서, 본 공법은 이와 관련된 문제를 해소하기위해 기존 목재 또는 철재 거푸집 가공조립 공정을 배제시켜 철근 콘크리트 거푸집구조인 건식 공법에 의한 기성재 패널로 대체함으로써 건축 기능인력을 50% 이하로 절감시키고, 에너지 절약 및 환경면에서도 우수한 복합패널공법의 구조적인 성능실험을하여 설계·생산에 있어서 자료로 활용하도록하며 목재 거푸집재료의 수입대체 효과를 기하고저 한다.

---

\* 정희원, 영남대학교 건축공학과 대학원, 석사과정  
\*\* 정희원, 영남대학교 건축공학과 교수, 공학박사

## 2. 복합 패널공법의 개요

본 공법은  $\phi$  2.7mm 고강도 철망을 X형으로 맞물리게 한 후 철망의 외부방향이 모르터 미장 완료 형태로 묻히게 한 상태까지를 공장에서 제작하여, 이를 해당위치에 설치하고 그 중공부에 철근배근과 각종 설비시설을 한 후, 콘크리트를 타설하므로써 거푸집패널부분과 콘크리트가 일체화되어 내력벽식 구조물이 완성되며 이 원형을 이용하여 모든 건축물의 벽식구조, 난간 구조, 계단, 기둥, 지하옹벽, 공동구구조, 슬래브등에 적용할 수 있도록 고안된 공법이다. 벽체형 복합패널에는 일반형인 복합형 패널과 철근 결속 위치용인 싱글형 패널이 있으며 패널의 기본형태 및 규격은 표 1.에 나타내었다.

표 1 패널의 기본형태 및 규격

명 칭	걸두께(mm)	프리캐스트외피두께 (mm)	충진 콘크리트두께 (mm)	비 고
THK-150	150	20	110	필요에 따라 단열재는 25mm의 것을 삽입함
THK-200	200	20	160	
THK-250	250	20	210	
THK-300	300	20	260	

또, 슬래브는 프리캐스트 콘크리트 하프 슬래브 형태를 취하였으나 하현재와 상현재의 철근 배근사이에 중공관을 설치하여 그 공간을 이용, 각종 배선·배관 및 덕트로 겸용하는 한편, 장스팬도 가능하게 하여, 일반 주택 및 다가구 주택, 고층빌딩, 고층아파트, 지하 매설공동구, 맨홀, 해양 구조물등에 효과적으로 사용할 수 있다.

## 3. 실험

### 3.1 시험체

본 연구에서 시험체는 복합패널공법에 의한 실물크기의 벽체용이며, 제작과정은 미리 제작된 성형 철제판에 맞게 용접철망을 절단하고 네 모서리에는 이동과 충격·파손을 대비하여 D10 철근을 100×200×400의 직육면체형으로 용접한 후 용접철망의 양편에 접합할 프리캐스트 고강도 모르터를 손비빔하여 타설하였다. 나머지 한편도 똑 같은 방법으로 제작하면 프리캐스트 고강도 모르터부분의 제작이 완료된다. 이렇게 제작된 패널에 단열재를 삽입하고 수평근과 수직근을 배근한 후 콘크리트를 타설하고 손다짐과 진동다짐후에 28일이상 대기 양생시켰다.

시험체는 단열재를 삽입한 경우와 그렇지 아니한 경우로 나누고, 각각의 경우에 대해 콘크리트강도를 변수로 하여 제작하였으며 벽체의 좌굴내력과 거푸집으로서의 내력을 비교·분석하고 이를 근거로 벽체의 좌굴내력을 산정하고자 한다. 시험체 일람표는 표 2.와 같다.

표 2 시험체 일람표

시험체	콘크리트 압축강도 (단위: kgf/cm <sup>2</sup> )	시험체 치수 (단위: mm)	비고
180-C1	180	600×2400	※ 단, 철근비는 최소철근비를 기준으로 다음과 같이 배근함.
210-C1	210	600×2400	
240-C1	240	600×2400	
180-C2	180	600×2400	수직 0.15% 수평 0.2%
210-C2	210	600×2400	
240-C2	210	600×2400	
I 180-C1	180	600×2400	※ 240-C2 시험체는 운반 도중 파손됨
I 210-C1	210	600×2400	
I 240-C1	240	600×2400	
I 180-C2	180	600×2400	
I 210-C2	210	600×2400	
I 240-C2	240	600×2400	

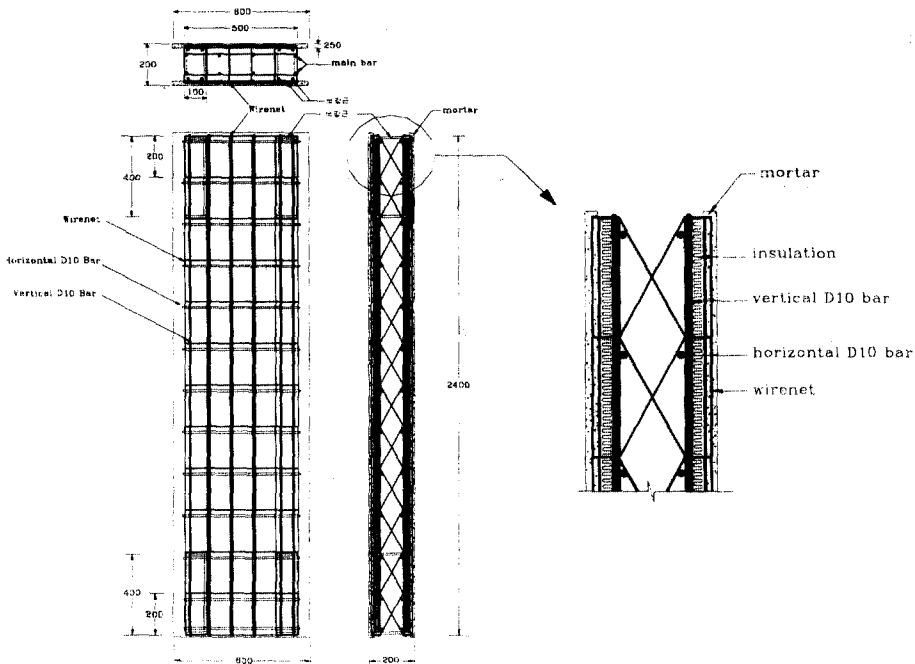
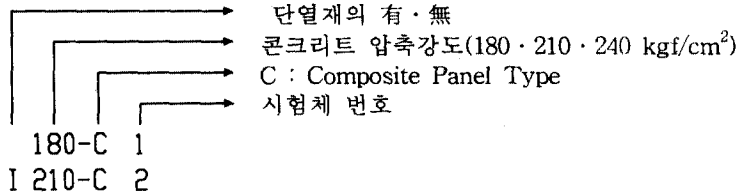


그림 1 시험체 형상

### 3.2 재료의 물리적 성질

#### 3.2.1 구조용 용접철망

시험체에 사용된 용접철망은  $\phi 2.7\text{mm}$ 의 고강도 철선으로서 KS B 0801(금속재료 인장시험편)에 규정된 재질의 것이다. 본 실험에서 사용된 구조용 용접철망은 기 수행된 실험<sup>(1)</sup>과 같은 재질의 것을 사용하였고 실험값은 그대로 인용하였다. 실험결과는 표 3.과 같다.

#### 3.2.2 철근

복합패널 시험편에 사용된 철근은 설계용 항복강도가  $3000(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ 이고, 철근의 시험편은 4개로 제작하였다. 실험방법은 KS D 7017을 기본으로하여 KS B 0801(금속재료 인장시험편), KS B 0802(금속재료 인장시험방법)에 준 하여 실험하였다. 정리하면 표 4.와 같다.

표 3 구조용 용접철망의 실험결과

종 류	항복 강도( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )
W1	1423.5
W2	1413.2
W3	1389.7
W4	1407.3

표 4 철근의 실험 결과

철근 종류	항복 강도( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )	인장 강도( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )	연신율(%)
BAR1	3318.62	4832.75	29.16
BAR2	3028.17	4410.21	29.39
BAR3	3111.79	4617.07	29.30
BAR4	3014.96	4370.59	29.59

#### 3.2.3 모르타르

KS L 5201(포틀랜드 시멘트)에 규정된 보통 포틀랜드 시멘트 또는 조강 포틀랜드 시멘트로 제조한 모르타르로서 압축강도 실험은 KS L 5105에 준 하여 실시하였다. 결과는 표 5.와 같다.

표 5 모르타르의 압축강도 실험결과

시험체 종류	압축강도 ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )
180시리즈	356.8
210시리즈	367.2
240시리즈	372.1

표 6 각 시험공시체 압축강도 ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )

설계 압축강도	28일 압축강도
180	182.8
210	240.9
240	270.2

#### 3.2.4 콘크리트

시험체의 배합은 콘크리트표준시방서의 실험방법에 의해 손비빔한 콘크리트로,  $\phi 100 \times 200 \text{ mm}$  공시체가 시험체타설과 동시에 압축강도 시험용으로 제작되었다. 또 압축시험시에는 편심을 줄이고 하중 작용면에 고른 응력분포를 위하여 유황 캡핑을 실시하고 KS F 2402에 따라 압축강도시험을 실시하였다. 그리고 이들의 결과에 표준공시체( $\phi 150 \times 300 \text{ mm}$ )에 대한 보정계수 0.97을 곱하여 산정하였다. 콘크리트 공시체 압축강도 실험 결과는 표 6.과 같다.

(1) : 홍왕생, 김현산, "복합거푸집패널공법의 휨성능에 관한 연구" 석사학위논문 1996 p33

#### 4. 실험 결과

##### 4.1 거푸집으로서의 성능 실험

콘크리트타설시 거푸집에 작용하는 측압은 콘크리트의 타설속도, 타설높이, 단위용적중량, 온도, 부위 및 배근상태 등에 따라 다르며, 거푸집에 작용하는 콘크리트의 최대 측압에 대한 하중계산은 JASS5의 「형틀설계용 콘크리트의 측압의 표」에 따르며 본 실험에서는 콘크리트의 타설속도를 구하기 위해서 초시계와 Linear Dial Guage를 이용하여 측정하였다.

표 7 변위 측정표(mm)

시험체	GAGE1	GAGE2	GAGE3
180-C1	0.74	0.82	0.47
210-C2	1.15	4.73	2.82
240-C1	1.21	1.32	0.83
I180-C1	0.42	0.42	0.18
I210-C1	0.44	0.47	2.42
I240-C1	0.47	1.43	0.68

표 8 타설시간표(sec)

시험체	총 합
180-C1	1164
210-C2	1025
240-C1	1023
I180-C1	951
I210-C1	902
I240-C1	860

이상과 같이 단열재가 있는 시험체의 최대측압변위는 없는 시험체의 것보다 대체로 수치가 낮았으며 타설시간면에서는 콘크리트타설 위치와 진동 다짐의 영향으로 인해 다소 차이가 있지만 단열재가 있는 시험체가 전체적으로 시간이 감소했다. 또, 콘크리트 타설시 거푸집에 작용하는 허용처짐량은 일률적으로 말할 수는 없으나 JASS5에서 규정하고 있는 바에 의하면 부재의치수, 허용차의 표준치 및 콘크리트의 마무리의 평탄정도의 표준치가 정해져있기 때문에 이를 이용해 결정하는 것이 바람직하나 통상의 경우 3mm로 규정하고 있으며 본 실험에서는 실험값이 210-C2시험체의 4.73mm를(이 값은 진동다짐시의 오차로 나타남) 제외하고는 기준치를 하회하고 있으므로 이는 거푸집으로서의 내력유지에는 전혀 지장이 없는 것으로 평가된다.

##### 4.2 힘 실험

###### 4.2.1 진행 방법

시험체의 설치 상황은 그림 2.와 같이 시험체를 100tf용량의 U.T.M 하부 가력보 위에 정확히 위치시키고 재하 프레임은 가력점에 위치시킨 후, 재하프레임은 U.T.M에 고정되고 U.T.M의 바닥이 상승하면서 가력되며 지지방법은 한쪽은 편지지, 다른 한쪽은 롤러지지를 취해서 수평력이 생기지 않도록 했으며 재하시 지압파괴를 방지하기 위해 0.1m 넓이의 철판을 재하프레임 및 지지점에 보강하였다. 실험 방법은 중앙 집중 가력하며 시험체 하부의 휨변형을 측정하기 위해 50mm LVDT를 시험체의 중앙에 3개, 중앙에서 좌우로 400mm 위치한 곳에 3개씩, 총 9개를 설치하였다. 실험시 조사 내용은 초

기 균열시 하중, 초기 균열의 형태, 하중 증가에 따른 균열 진전 상황, 최대하중 및 파괴 형상을 검토하였다.

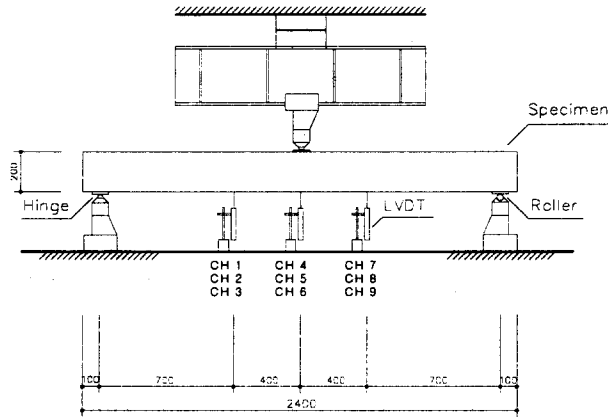


그림 2 시험체 설치 상황

#### 4.2.2 실험 결과

대부분의 시험체는 먼저 복합패널부의 중앙에 미세균열이 발생하고 하중의 증가와 함께 구조용 용접철망의 파단후 콘크리트에 균열이 발생하였다. 이후 최대하중점을 지나고 복합패널부와 콘크리트부의 분리현상과 급격한 처짐 및 I-시리즈 시험체는 slip현상을 나타내었다. 시험체의 균열양상은 초기 휨균열이 발생하고나서 사인장균열이 발생하였으며 하중이 증가할수록 균열은 점점 커지고 구조용용접철망을 따라 복합패널 전면에 분산되어 발생하였다.

각 변수별 시험체에 관한 주요실험결과는 표 8.과 같다.

표 8 시험체 실험 결과

시험체명	초기 균열		최대 하중		사인장 균열 발생 하중(tf)
	하중(t)	처짐(mm)	하중(t)	처짐(mm)	
180-C1	3.11	2.11	5.14	17.85	4.21
180-C2	3.44	1.88	5.62	11.45	4.45
210-C1	3.70	1.08	6.32	11.82	5.10
210-C2	4.05	1.78	6.16	11.90	5.23
240-C1	3.69	1.75	6.81	16.79	5.25
I180-C1	2.32	1.26	5.10	20.33	3.31
I180-C2	2.95	2.71	4.82	19.53	3.15
I210-C1	3.41	5.30	5.10	19.69	4.25
I210-C2	2.84	3.01	5.31	17.86	4.51
I240-C1	3.19	1.72	6.60	26.90	5.34
I240-C2	3.24	1.94	6.22	17.22	5.53

\*시험체의 변수별 실험결과는 다음과 같다.

(1) 단열재의 유무에 따른 시험체의 하중변위곡선은 그림 3.과 같이 단열재가 없는 경우보다 있는 경우가 초기 균열하중이 빨리 발생했으며 사인장 균열발생과 최대하중면에서도 낮은 수치를 보였다.

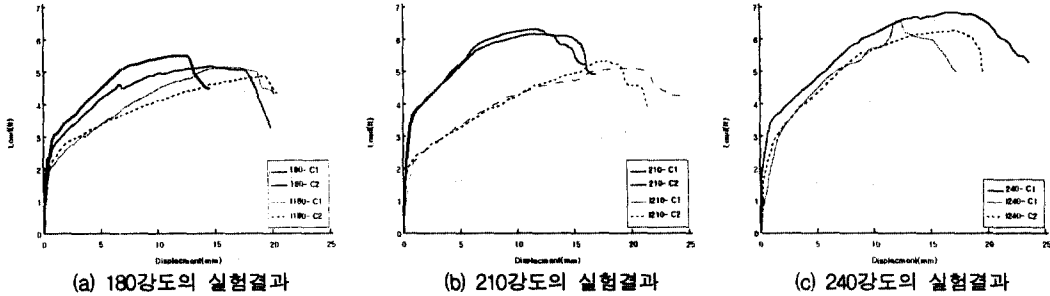


그림 3 압축강도에 따른 하중변위 곡선의 비교

(2) 콘크리트압축강도에 따른 시험체의 하중변위곡선은 그림 4.와 같으며 그림(a)의 경우에는 180시리즈와 210시리즈는 거의 유사하지만 최대하중에서 210시리즈가 높으며 그림(b)의 경우는 210시리즈가 초기균열하중에서는 240시리즈보다 높지만 최대하중에서는 낮은 수치를 보여주고 있다.

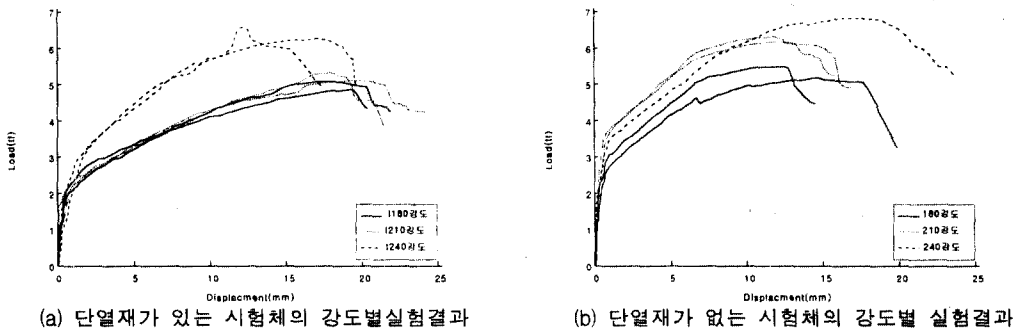


그림 4 단열재의 유·무에 따른 하중변위 곡선의 비교

## 5. 결론

본 연구의 실험결과를 토대로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

(1) 거푸집으로서의 성능면에서는 구조용 용접철망이 트러스로서 작용하여 콘크리트 타설시 측정된 변위량이 JASS5의 규정을 하회하고 있으므로 측압에 대해서는 충분한 내력을 가짐을 알 수 있다.

(2) 단열재의 유·무에서 최대하중은 단열재가 있는 경우가 없는 경우보다 180시리즈는 1.1배, 210시리즈가 1.19배, 240시리즈가 1.03배로 높게 나타났다. 이것은 복합패널과 콘크리트사이 에 있는 단열재가 합성거동을 하지 못하고 단지 콘크리트부분만이 내력에 영향을 주는 것으로 나타났다.

(3) 시험체의 균열양상은 시험체 모두 복합패널부분의 중앙에서 초기 균열 발생이후 단부로 진행했으며 사인장균열로 이어졌다. 그리고 내부 콘크리트의 파괴와 용접철망의 파단과 함께 하부의 균열이 연결되고 급격한 파괴와 복합패널부와 콘크리트부의 완전한 분리현상 후 파괴되었다. 특히, 단열재가 있는 경우에는 시험체 단부에 슬립현상이 뚜렷했으며 단열재가 없는 경우에 비해서 파괴 정도가 심화되었음을 알 수 있다.

이상과 같이 복합패널은 패널부와 콘크리트부 그리고 용접철망이 일체화되어서 합성거동을 하며 집중되는 응력을 용접철망을 따라 분산시키므로 내력 증가를 기대할수 있으며 단열재를 삽입한 복합패널은 단열재로 인해 패널부가 콘크리트와 합성거동을 하지 못하고 거푸집으로서의 역할만하는 것으로 나타났다.

본 실험에서는 구조성능중 휨거동에 관한 실험만을 실시하였으므로 구조 전체의 거동에 관하여서는 충분한 내용을 얻기에 부족하였다. 따라서 건축물에서의 효율적인 활용을 위해서는 용접철망에 관한 응력흐름, 접합부 및 좌굴 실험등의 연구가 수행되어야 할 것이다.

#### 감사의 글

본 실험연구는 (주)모던하우스의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

#### 참고 문헌

- 1) 오영웅, 박철립, 이보근, 안갑선 “Wire mesh half slab 공법 현장적용사례에 관한 연구”, 대한건축학회논문집8권12호 통권 50호 1992 p103~109
- 2) 정현수, 정하선, 조창휘, 김철환, 정성진, 김상범 “프리캐스트 슬래브현장타설 벽체 복합시스템의 구조적거동에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회논문집 11권 11호 통권85호 1995 p203~209
- 3) 이리형, 이원호, 임재형, 이두나, 우근식 “더블패널을 이용한 내력벽식 구조시스템의 수직접합부 거동에 관한 연구”, 대한건축학회논문집 13권 2호 통권199호 1997 p181~186
- 4) 일본건축학회, 건축공사표준책의서·동해설 JASS 5 “철근콘크리트공사” 1993
- 5) 武井一夫, 中川三夫, 下村一 共 著, “토목·건축 가설구조물의 해설” 건설문화사 1997 p 20