

# 현장 가공이 가능한 모르터 영구거푸집의 부착강도 증진을 위한 실험적 연구

## An Experimental Study on Bond Strength Progress of Fold Mortar Permanent Form of Manufacturing at Field

김 우 재\*      김 성 식\*      임 남 기\*\*      김 영 회\*\*\*      정 상 진\*\*\*\*  
Kim, Woo Jae      Kim, Sung Sik      Lim, Nam Gi      Kim, Young Hoi      Jung, Sang Jin

### Abstract

According to the results of this research, Production of Fold Mortar Permanent - Form was found to be possible by Mortar. The FP-Form(Fold Permanent-Form) mortar had compress strength 580kgf/cm<sup>2</sup> . FP-Form Model was made by the result of the first research. There was no minute-crack on beam form and the outer surface of form was very smooth, and those qualities it were made possible hand-made by experiment. This study is about bond strength progress of FP-Form that developed for the form work rationalization and systematization. The result of this study follows ; (1) Fluidity and strength development of mortar which used for FP-Form are satisfied (2)After study on getting good bond strength progress, inside-uneven type presents the better suitability. and wire netting V-type presents the better shear strength.

### 1. 서론

#### 1.1 연구배경 및 목적

건설산업의 발달과 함께 콘크리트 관련기술의 급격한 진전으로 인하여 그 이전까지의 설계와 시공의 한계를 뛰어넘는 대규모적이고 자유로운 건축이 가능하게 되었고, 콘크리트 구조물을 만들려면 원하는 형상으로 거푸집을 만든 후 거푸집 속에 콘크리트를 부어넣고 콘크리트가 경화한 후 거푸집을 제거하는 것이 일반적인 공법이다. 또한, 거푸집은 가설구조물이지만 거푸집 자체의 하중과 굳지 않은 콘크리트의 무게, 작업시의 재료, 장비, 인력 등에 의한 적제하중에 견딜 수 있도록 견고하고, 원하는 모양과 크기의 구조물이 생산될 수 있어야 한다. 그러나, 과거에는 재료비의 비중이 높았으므로 재료의 낭비를 없애기 위한 합리화가 추진되었지만, 요즘은 시공기술의 합리화, 시스템화 등을 통한 공기

\* 정회원, 단국대학교 건축공학과 박사과정  
\*\* 정회원, 동명정보대학교 건축공학과 교수  
\*\*\* 정회원, 인천전문대 건축과 교수  
\*\*\*\* 정회원, 단국대 건축공학과 부교수, 공학박사

단축, 경제성확보 등의 필요성이 높아지고 있다. 국내건설산업의 급격한 변화 속에서 여러 신공법과 신재료를 이용한 공법이 도입, 적용되고 있다. 그 예로, 알루미늄으로 된 거푸집이나 시스템화된 특수 목재 거푸집의 사용이 증대되고 있는 추세이고, 공기단축, 인력절감, 코스트절감, 소음진동저감과 폐기물발생을 예방 가능하게 한 시스템 거푸집의 하나인 영구 거푸집의 필요성이 높아지게 되었다. 여기에서 말하는 영구거푸집이란, 콘크리트를 타설한 후 탈형하여 구조체를 완성하는 일반 거푸집의 단점을 개선하고자 Precast 방법을 도입하여 공장에서 제작 후 현장에서는 조립만 실시하고 콘크리트를 타설 후 탈형을 하지 않는 거푸집을 말한다. 그러나 영구거푸집은 공장에서 생산된 완제품으로 현장에서의 가공이 불가능한 단점이 있고, 운반시 많은 문제점을 내포하고 있다. 즉 PC부재와 같이 운반시 많은 공간을 필요로 하며, 부재를 한꺼번에 많이 운반을 못하는 단점이 있어, 경제성이 저하되고, 운반시 많은 주위를 요한다. 따라서 본 연구는 1999년 가을 학회에 발표된 "현장 제작용 영구거푸집"(FP-Form)을 현장에 적용시 사용상의 안전성을 증가하기 위한 목적으로 영구거푸집의 부착력을 향상 시키기 위한 연구이다. (FP-Form이란 : Fold Permanent Form의 약자이다.)

### 1.2 연구 내용 및 범위

본 연구는 FP-Form의 문제점으로 지적된 FP-Form과 후 타설 콘크리트와의 부착력 증진을 위한 연구로, FP-Form의 제작 시에 여러 형상의 보강 재료를 삽입하여 실험을 실시하였다. 보강재료를 크게 나누면 2가지의 종류이다. FP-Form에 조골재를 부착한 시험체, 또는 FP-Form에 여러 형태의 보강철물을 삽입한 시험체로 실험을 진행하였다. 실험은 FP-Form과 후타설 콘크리트와의 부착력 실험 및 전단강도를 조사하여 FP-Form에 적합한 형상을 도출하였다.

### 1.3 FP-Form의 목표 품질

FP-Form과 후타설 콘크리트와의 안정성 및 내구성을 위한 부착력의 목표 품질을 표 1.에 나타내었다.

표 1 FP-Form의 목표 품질

시험항목	목표치	비고
부착강도	6kgf/cm <sup>2</sup>	안정성 및 내구성을 고려
전단강도	15kgf/cm <sup>2</sup>	

표 2 현장 제작용 영구거푸집의 배합

명칭	물결합재비 (%)	단위용적중량 (단위: kg/cm <sup>3</sup> )			
		물	시멘트	고로슬래그	모래
기준	30	180	400	200	1589

## 2. 모르터 실험

### 2.1 사용재료

- (1)시멘트 : 국내산 S사의 보통 포틀랜드시멘트
- (2)잔골재 : 강모래, 비중 2.58, 조립률 2.88인 중부 부용산으로 최대크기를 5mm로 입도 조정함.
- (3)굵은 골재 : 잔자갈, 비중 2.6 조립률 7.10인 중부 석산산 최대크기 25mm로 입도 조정함.
- (4)물 : 상수도수
- (6)고로슬래그 미분말 : 급냉슬래그 미분말, 분말도 6000blaine, 비중 2.98, 염기도 1.57

### 2.2 FP-Form의 배합 계획

FP-Form용 모르터의 배합은 다음과 같다. 본 FP -Form용 모르터는 적정 유동성과 소요 강도를 만족하여야 하므로 다음과 같은 배합을 도출하였다. (표 2 참고)

### 2.3 실험방법

모르터의 유동성 및 점성을 조사하는 실험으로 플로우 시험(KS F 2402), L형 플로우시험, 깔대기 유하시험, PC그라우팅 시험을 실시하였다. 또한 강도 시험으로 압축강도를 측정하여 이에 대한 결과를 비교 분석하였다.

### 2.4 실험결과 및 고찰

#### 1. FP-Form 모르터의 유동성 실험

본 연구는 FP-Form 제작용 모르터의 물성을 확보하기 위한 실험으로 플로우 시험결과 25cm 이상을 나타냈고, L형 플로우시험결과 15cm 이상으로 나타났다. 또한 깔대기 유하시험 결과 9.7초로 나타났고, PC그라우팅시험결과 19초로 나타났다. 따라서 본 배합의 모르터는 FP-Form을 제작시 적정 유동성 및 점성을 나타냈다.

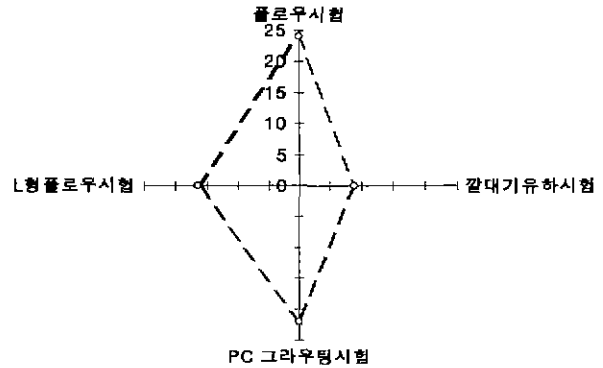


그림 1 굳지않은 모르터의 성질

#### 2. FP-Form 제작용 모르터의 강도실험

FP-Form 사용된 모르터의 강도발현을 검토한 결과 압축강도는 450kgf/cm<sup>2</sup> 이상으로 강도를 발현하였다. 따라서 FP-Form의 압축강도 상에 문제는 없을 것이라 판단된다.

### 3. 부착강도 실험

#### 3.1 시험체 계획

##### 1. 시험체 형상

FP-Form과 후 타설 콘크리트와의 부착강도 증진을 목적으로 FP-Form내부에 여러 형상의 보조철물 및 재료를 매입하여 FP-Form의 부착강도를 조사하였다.

##### (1) 조골재 매입형

FP-Form에 조골재(30mm 이상)를 매입하여 후 타설 콘크리트와의 부착강도를 증가 시켰다. 조골재는 FP-Form의 모르터를 타설한 후 조골재를 매설하는 형식을 취하였다. (그림2 참고)

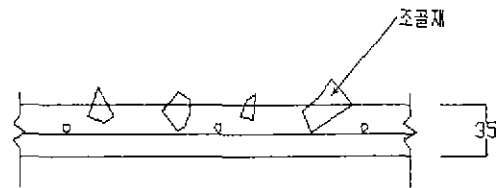


그림 2 조골재 매입형

##### (2) U형 조립 철망형

FP-Form에 U형 철선을 매설하여, 부착강도를 증가시켰다. U형 철선의 직경 Ø3, 크기는 상부 45mm, 하부 65mm, 높이 45mm, 80mm 간격으로 보강철물을 설치하였다.(그림 3, 4 참고)

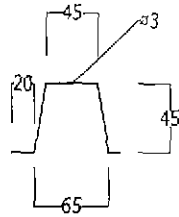


그림 3 U형 조립 철망 상세도

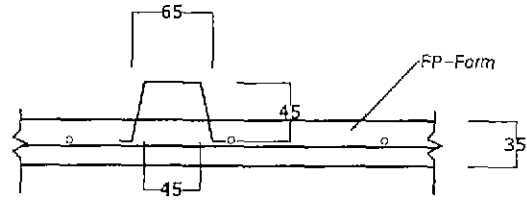


그림 4 U형 조립 철망형

### (3) 내부 요철형

FP-Form의 내부에 요철을 두어서 후 타설 콘크리트와의 부착강도를 증가 시켰다. 요철의 크기는  $8 \times 8\text{mm}$ 로 FP-Form 내부에 설치하였다. 내부 상세도를 그림6에 나타내었다.

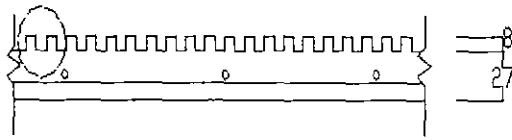


그림 5 내부요철형

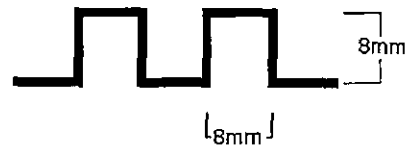


그림 6 내부 요철형 상세도

### (4) V형 철망 설치형

FP-Form의 내부에 V형 철망을 설치하여 후타설 콘크리트와의 부착강도를 증진 하였다. V형 철망은 상부에는  $\varnothing 4$ , 하부에  $\varnothing 6$ 를 설치하였다. FP-Form의 내부에 V형 철망과  $120 \times 120\text{mm}$ 의 보강 철물을 설치하는 이중 철망 구조로 설치하였다.

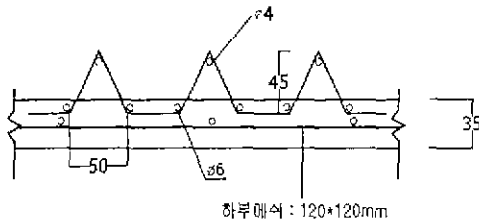


그림 7 V형 철망 설치형

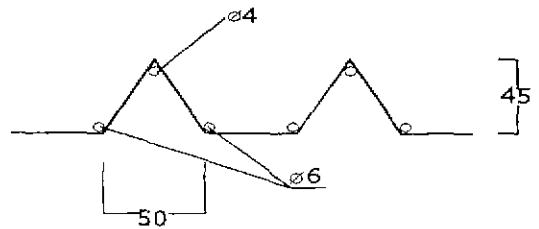


그림 8 철망설치형의 상세도

### 3.1.2 FP-Form의 전단 강도 시험체 계획

FP-Form의 전단 강도는 아래의 그림9과 같은 형상으로 실험을 실시하였다. 시험체의 크기는  $200 \times 200 \times 200\text{mm}$  이다 시험체는 외부에 거푸집을 설치한 후 FP-Form을 설치하고, 콘크리트를 타설하는 방식을 채택하여, 실물 시험과 동일한 조건으로 실험을 실시하였다 후 타설 콘크리트는 배합강도  $210\text{kg}/\text{cm}^2$ 을 사용 하였으며, 슬럼프는  $15\text{cm}$ , 공기량은  $5\%$ 를 사용하였다. 전단강도시험은 시험체 제작 후 28일이 경과된 후 실시하였으며, 콘크리트의 압축강도는  $245\text{kg}/\text{cm}^2$ 를 나타냈다.

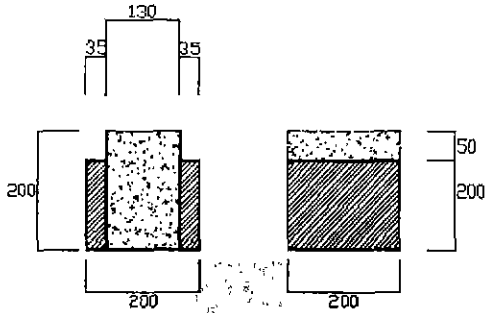


그림 9 전단 강도 시험체

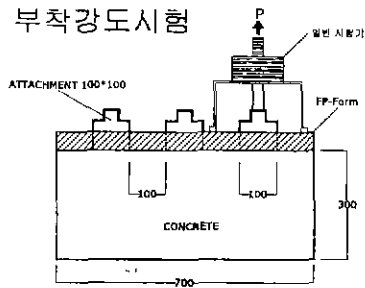


그림 10 부착강도 시험체

### 3.2 시험 방법

#### 3.2.1 부착강도 시험

부착강도 시험은 KS L 1593을 참고로 전연식 인발 시험을 실시하였다.(그림10,11 참고)

- (1) 시험 장소에 강재 부착재(Attachment)를 에폭시를 사용하여 접착시킨다.
- (2) 그라인더를 사용하여 강재 부착재 주위를 절단 한다.
- (3) 인발시험기를 강재 부착재에 설치하여 유압으로 떼어 낸다. 그때의 최대 하중을 강재부착면적으로 나눈다.

◆ 부착강도(kgf/cm<sup>2</sup>) = 최대 하중/강재 부착재의 면적

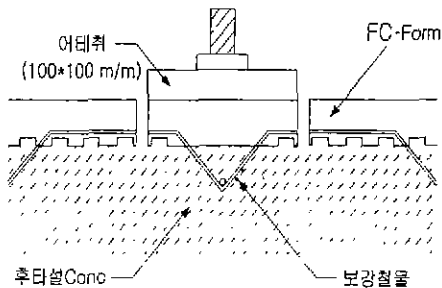


그림 11 부착강도 시험 상세도

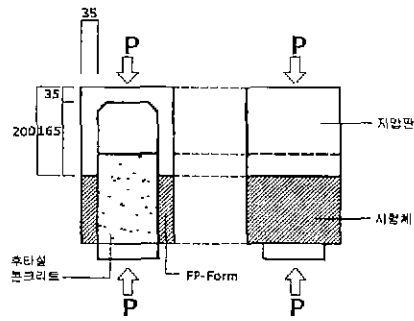


그림 12 FP-Form 전단 강도시험

#### 2. 전단강도 시험

전단강도 시험은 아래와 같은 방법으로 실시하였다. 시험체 상·하부에 지압판을 설치하여 시험을 실시하였다. 시험은 FP-Form이 후 타설 콘크리트에서 전단 될 때까지의 하중 값을 측정하였다.(그림 12 참고)

### 3.3 실험결과 및 고찰

#### 1. 부착강도 시험

부착강도를 조사한 결과를 아래 그림13에 나타냈다. 실험 결과로는 내부요철형, V형 철망 설치형,

U형 조립 철망형, 골재 매립형의 순서로 부착 강도가 나타났다. 이것은 FP-Form의 부착강도는 FP-Form 내부 보조재(철물, 요철, 조골재)의 표면적과의 부착력과 관련이 크다고 판단되며, 보조재의 표면적은 내부요철형이 가장 크다.

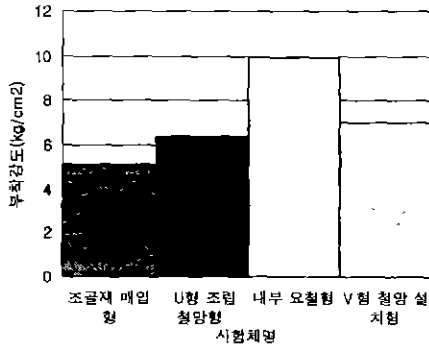


그림 13 부착강도 시험결과

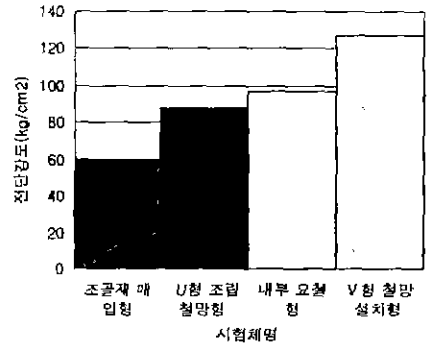


그림 14 전단강도 시험결과

## 2. 전단강도 시험

전단강도를 시험한 결과, V형 철망 설치형, 내부요철형, U형 조립 철망형, 골재 매립형의 순서로 전단 강도가 나타났다. 이것은 보조재의 특성상 V형 철망이 후 타설 콘크리트와 밀실하게 충전되고, V형 철근이 후 타설 콘크리트의 내부 철근 역할로 구속되기 때문으로 판단된다.

## 4. 결론

본 연구는 거푸집공사의 합리화 및 시스템화를 위하여 연구 개발된 FP-Form의 부착강도 증진을 위한 연구로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. FP-Form용 모르타의 유동성 및 강도성상을 조사한 결과 목표품질을 만족하는 것으로 나타났다.
2. 부착력 증진을 목적으로 연구한 결과 내부요철형이 가장 큰 부착강도를 나타냈고, 전단강도는 V형 철망설치형이 가장 크게 나타났다.

이상의 결과에서 FP-Form에 보강철물을 매설하면 부착강도 및 전단강도는 목표품질을 만족하는 것으로 나타났다. 또한 추후 FP-Form에 기능을 추가한 기능성 거푸집에 대한 연구를 진행할 예정이다.

### 참고문헌

1. 정상진, 김우재, 非脫型 영구거푸집의 施工性能과 經濟性 評價에 關한 實驗的 研究, 대한건축학 논문집, 1999.4
2. 정상진, 김우재, 비탈형 영구거푸집용 모르타의 물성에 관한 실험적연구, 대한건축학회 논문집, 1998.7
3. 万木正弘, 永久型用材料としての高強度モルタルの諸性狀, 콘크리트工學年次論文報告集, Vol17, 1995
4. 河野清外2人, 各種の砂を用いた永久型用纖維補強ポリマ-セメントモルタルの性狀, 콘크리트工學年次論文報告集 No 17, 1995