

# 비탈형 영구거푸집의 현장 적용을 위한 실험적 연구

## An Experimental study on field application of Permanent form

정 근 호\*                      김 우 재\*\*                      이 영 도\*\*\*                      정 재 영\*\*\*\*                      정 상 진\*\*\*\*\*  
 Jung, Keun-Ho                      Kim, Woo-Jae                      Lee, Young-Do                      Chung, J.Young                      Jung, Sang-Jin

### Abstract

Permanent-Form is one of system forms for reducing human labor, work costs, oscillation, noise, construction wastes and so on. Permanent-Form is made from precast method in facilities, and carried in construction site to assemble with no demolding.

The biggest expense to produce Permanent-Form is about manufacturing mold.

This papers about structural efficiency evaluation, construction efficiency test.

The result of this study is below.

(1) In the compressive strength test of column,

Fly ash specimen and polymer specimen's strength developed as each 8%, 14% to comparison with standard specimen.

The reason of this result from form section area increase and form's reinforcing bar

(2) The Degree of column crack in permanent form is lower than another one's

The glass fiber's fiber reinforcement effect brings like this.

(3) In the flexural load test of beam,

the early crack load and maximum load of permanent form use specimen showed 20% higher than standard specimen's.

(4) In field application experiment, an constructional error is satisfied with the allowable margin of error,  $\pm 5\text{mm}$

(5) When the concrete is placed into the form inside,

The transformation degree of permanent form is lower than plywood form's.

(6) The concrete packing ability of permanent form is satisfactory.

(7) The bonding strength of permanent form shows enough strength -  $6\text{kgf}/\text{cm}^2$ .

키워드 : 영구거푸집, 경제성, 폴리머

Keywords : permanent form, Economical, Polymer

## 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 됨에 따라, 거푸집공사는 거의 대부분의 건설공사에 있어서 필수 불가결한 요소가 되었다. 또한, 거푸집은 가설 구조물이지만, 거푸집 자체의 하중과 굳지 않은 콘크리트의 무게, 작업시의 재료, 장비, 인력 등의 적재하중에 견딜 수 있도록 견고해야 한다. 그리고, 원하는 모양과 크기의 구조물이 생산될 수 있어야 한다.

과거에는 재료비의 비중이 높았으므로 재료의 낭비를

없애기 위한 합리화가 추진되었다. 그러나, 요즘은 노무비 비율의 급격한 상승으로 인하여 시공기술의 합리화, 시스템화 등을 통한 공기단축, 경제성 확보 등의 필요성이 높아지고 있다. 또한, 인력에 따른 숙련 기능공 부족과 기능공의 노령화가 심각해지고 있어 거푸집공사의 합리화에 대한 요구가 증가하고 있는 실정이다. 80년대 후반부터 시작된 국내건설산업의 급격한 변화속에서 여러 신공법과 신재료를 이용한 공법이 도입, 적용되고 있다.

그 예로 Aluminium으로 된 거푸집이나 시스템화된 특수목재 거푸집의 사용이 증대되고 있는 추세이다. 그러므로, 공기단축, 인력절감, 코스트 절감, 소음진동저감, 자연보호 등을 가능하게 한 시스템거푸집의 하나인 비탈형 영구 거푸집을 제안하게 되었다.

따라서, 본 연구에서는 비탈형 영구 거푸집 개발을 위한 거푸집의 구조성능을 보와 기둥부재에 대하여 평가하고, 비탈형 영구 거푸집의 현장적용 실험을 통하여 실용화하기 위한 기초자료를 제공하고자 하는데 연구의 목적이 있다.

\* 단국대학교 대학원 박사과정

\*\* 단국대학교 대학원 박사수료

\*\*\* 경동대학교 건설공학부 교수

\*\*\*\* 한남대학교 건축·토목환경공학부 교수

\*\*\*\*\* 단국대학교 건축공학부 교수

『비탈형 영구 거푸집이란, 콘크리트를 타설한 후 탈형하여 구조체를 완성하는 일반 거푸집의 단점을 개선하고자 프리캐스트 방법을 도입하여 공장에서 제작된 모르타 거푸집을 현장에서 조립만 실시하고, 콘크리트를 타설한 후 탈형을 하지 않는 거푸집을 말한다.』

### 1.2 영구거푸집의 시공성능 목표

영구거푸집의 현장 적용시 시공성을 고려하여 목표 품질 기준을 표 1에 나타내었다.

표 1 영구거푸집의 시공성능목표

시험항목	목표치	비고
철근의 허용오차 시험	±5mm	일본건축학회 표준시방서
영구거푸집의 허용오차 시험	±5mm	“프리캐스트콘크리트” 참조
콘크리트의 유동성 시험	슬럼프 18cm 이상	시공성능 고려
영구거푸집의 부착강도 시험	6kg/cm <sup>2</sup> 이상	영구거푸집의 안정성고려

## 2. 실험

### 2.1 사용재료

비탈형 영구 거푸집에 사용한 재료 중 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트로 국내 S사에서 생산된 것으로서 KS L 5201규정에 적합한 것으로 사용하였으며, 골재는 충북 청원군 부용산으로 최대직경 5mm 이하의 것을 사용하였다. 본 연구에서 사용한 플라이애쉬 F급은 보령산으로 KS L 5405규정에 적합한 것을 사용하였다. 영구 거푸집 제작용 배합은 표 2에 나타냈다. 본 연구에서는 영구거푸집 생산 원가 및 적정 모르타 생산을 고려하여, 폴리머를 혼입한 시험체와 플라이애쉬를 시멘트치환비 20%로 혼입한 시험체를 제작하여, 시공성을 비교 검토하였다.

표 2 영구거푸집 배합표(단위: kg/m<sup>3</sup>)

종 류	시멘트 (C)	잔골재 (S)	플라이 애쉬 (F)	물 (W)	폴리머 (P)	섬유 (FI)	혼화제 (A)
플라이애쉬	566	1051	142	303	-	26	10
폴리머	653	1000	-	290	75	65	-

### 2.2 시험체 제작 및 계획

#### 2.2.1 구조성능실험

비탈형 영구 거푸집의 기둥과 보의 역학적 성능을 평가하여, 영구 거푸집의 구조적 안정성 및 부재로서의 사용성을 검토하는데 본 연구의 목적이 있다. 시험체로는 기준 시험체, 플라이애시, 폴리머 모르타를 각각 사용한 영구 거푸집 기둥과 보의 시험체를 제작하였다.

#### (1) 기둥시험체의 실험항목

##### ① 압축강도

비탈형 영구 거푸집이 사용된 시험체의 경우 단면적

증대에 따른 내력의 상승이 기대되어 이에 따른 응력비를 일반 기준시험체와 비교한다.

#### ② 균열패턴

비탈형 영구 거푸집이 압축력을 받을 때 기준시험체와 비교하여 균열의 발생시기, 진행양상, 초기균열 등을 비교·분석한다.

#### (2) 보 시험체의 실험항목

##### ① 휨 성능

비탈형 영구 거푸집을 보 부재로 사용시 휨에 대한 성능을 기준시험체와 비교한다.

##### ② 균열 패턴

휨실험에서 발생하는 초기균열 발생시의 하중과균열의 양상을 기준시험체와 비교한다.

표 3 영구거푸집 현황

	영구거푸집 크기(cm)	영구거푸집 갯수
기둥	B 50×W 30×T 3×L 250cm	8개 · 폴리머 시험체 4개 · 플라이애시시험체 4개
보	B 50×W 30×T 3×L 300cm	4개 · 폴리머 시험체 4개 · 플라이애시시험체 4개

#### (3) 시험체의 계획 및 형상

기둥과 보 시험체는 기준 시험체, 폴리머, 플라이애쉬 시험체를 실험실의 조건과 시험체의 구조적 거동을 적합하게 나타낼 수 있는 크기로 계획하여 제작하고, 기둥의 압축강도와 보의 휨강도를 비교하였다. 기둥시험체는 길이 100cm, 가로25cm, 세로25cm 크기이며, 주근은 4-D13으로 배근하였고, 대근은 D6@150으로 배근하였다. 보 시험체는 길이 300cm, 폭 30cm, 춤 50cm의 크기로, 하부근은 3-D19, 상부근은 2-D19를 사용하여 배근하였고, 전단 보강근은 D10@150으로 배근하였다.(표 4, 5참조) 또한, 변형을 측정기(strain gauge)는 하부근의 중앙점 부근과 단부쪽으로 35cm, 70cm떨어진 곳에 부착하여 측정하였다.

표 4 기둥 시험체 개요

시험체명	C	P	C	R	C	N
단면(cm)	25×25		25×25		25×25	
높이(cm)	100		100		100	
피복(cm)	3		3		3	
주 근	철근	4-D13				
	fy	3500kg/cm <sup>2</sup>				
띠 철근	철근	D10@150				
	fy	3500kg/cm <sup>2</sup>				
fc	210kg/cm <sup>2</sup>					
시험체설명	C:기둥, P:폴리머, R:기준, N:플라이애쉬					

표 5 보 시험체 개요

시험체명	B P	B R	B N
단면(cm)	30×50	30×50	30×50
길이(cm)	300	300	300
피복(cm)	3	3	3
주 근	철근	압축: 2 D19 인장: 3 D19	
	fy	3500kgf/cm <sup>2</sup>	
띠 철근	철근	D10@150	
	fy	3500kgf/cm <sup>2</sup>	
fc	210kgf/cm <sup>2</sup>		
시험체설명	B:기둥, P:폴리머, R:기준, N:플라이애쉬		

(4) 가력 및 측정방법

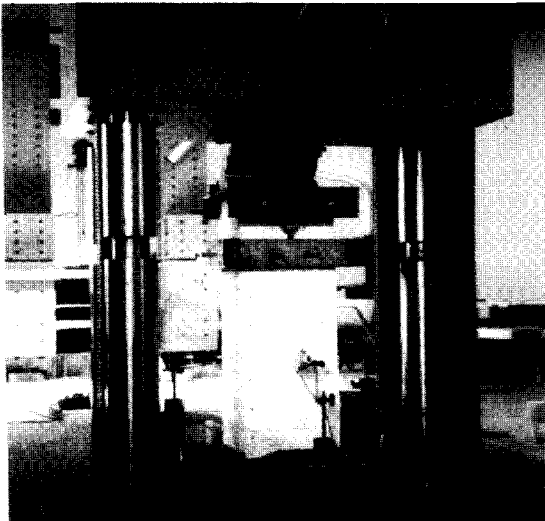


사진 1 기둥 시험체 가력상황

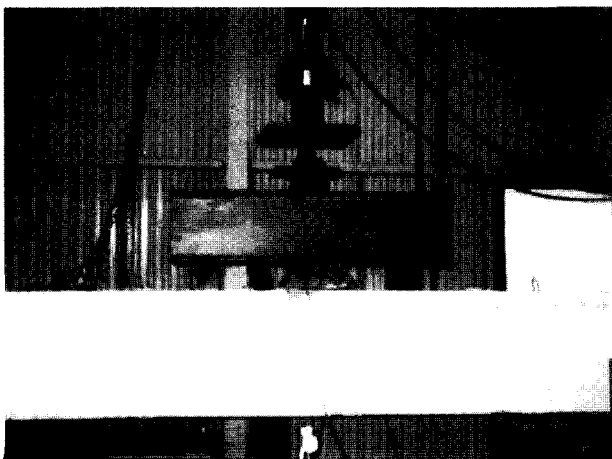


사진 2 보 시험체 가력상황

기둥 시험체는 300ton U.T.M을 사용하고, 재하 부분에 하중이 고르게 분포하도록 하기 위해서 시험체 상·하부면에 석고 캐핑을 하였고 그 위에 재하용 가력판을 제작, 설치하여 기존 목재거푸집 사용 시험체와 비탈형 영구거푸집의 변형상태를 비교하였다. 그리고, 보 시험체의 경우는 30ton 오일잭을 사용하여 초기균열하중에 이를 때까지 9ton/min 속도로 유지하여 시험체가 파괴될 때까지 재하하였다. 실험시 나타난 철근의 변위는 가력점 하단부 중앙에 설치한 1/1000mm 진기식 변위계로 처짐을 조사하였고, 철근의 변형은 Wire strain gauge를 부착하여 데이터 로그(TDS-601)로 측정하였다.

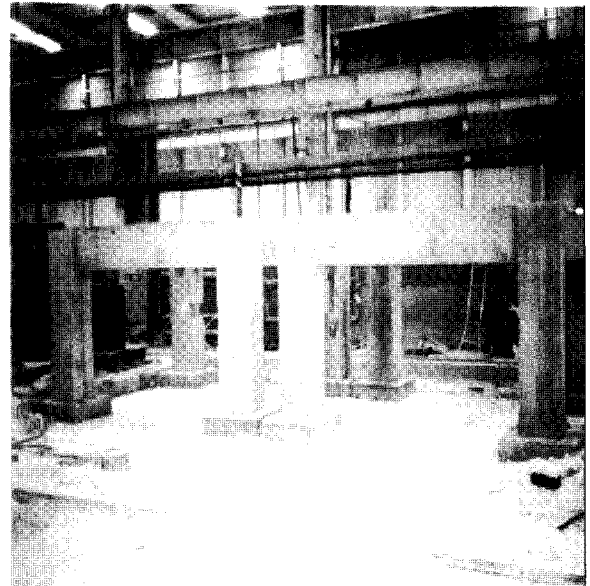


사진 3 현장적용 시험체

표 6 현장적용 장비 및 작업인원 목록

	RC시험체		영구거푸집	
타설장비	호퍼 (10m <sup>3</sup> )		호퍼 (10m <sup>3</sup> )	
양중장비	인력		크레인(20ton)	
소요인원	거푸집제작	3인	거푸집제작	2인
	거푸집설치	6인	거푸집설치	3인
설치시간	거푸집제작	5일	거푸집제작	7일
	거푸집설치	1일	거푸집설치	5시간

2.2.2 현장적용실험

본 실험은 영구거푸집의 시공성능을 평가하기 위한 연구로서 시험체는 금호음성 PC공장에서 제작·실험하였고, 시험체 현황은 표 6과 같다. 본 실험에서 사용된 영구거푸집은 플라이애시 및 폴리머를 혼입하여 제작된 시

험체를 사용하였다. 폴리머 시험체는 압축강도 450kgf/cm<sup>2</sup> 이상, 휨강도 120kgf/cm<sup>2</sup> 이상, 플라이애시 시험체는 압축강도 350kgf/cm<sup>2</sup> 이상, 휨강도 100kgf/cm<sup>2</sup> 이상의 물성을 확보하였다. 비교용 시험체는 일반 현장에서 사용되는 합판 거푸집을 이용하여 RC시험체를 제작하였다. 실물시험체의 크기는 W 3.45×L 3.45×H 2.5m로 제작하였다. 시험체 현황은 사진 3에 나타났다. 본 실험에 사용된 기둥 부재는 W 50×B 25× T 3×H 250cm의 비탈형 영구거푸집 2조각을 접합하여 만들었다. 보 부재는 일체형 영구거푸집으로 크기는 B 50×W 30×T 3×L 300cm이다.

### 2.3 영구거푸집 제작 절차 및 현장시공

#### 2.3.1 비탈형 영구 거푸집의 제작 생산 Flow

비탈형 영구 거푸집의 생산방법은 강제 거푸집을 1차로 한쪽면을 조립한 후 와이어 매쉬를 배근하고, 2차로 거푸집의 나머지 면을 조립하고 모르터를 타설 후 증기양생시키는 순서로 이루어진다. 생산시간은 상기 그림 4와 같이 1조당 4시간 53분이 소요되므로, 1일 작업시간을 10시간으로 작업하여 생산하면, 강제 거푸집 1개에 의하여 생산된 비탈형 영구 거푸집은 1일에 2조의 생산이 가능하다.(그림 1 참고)

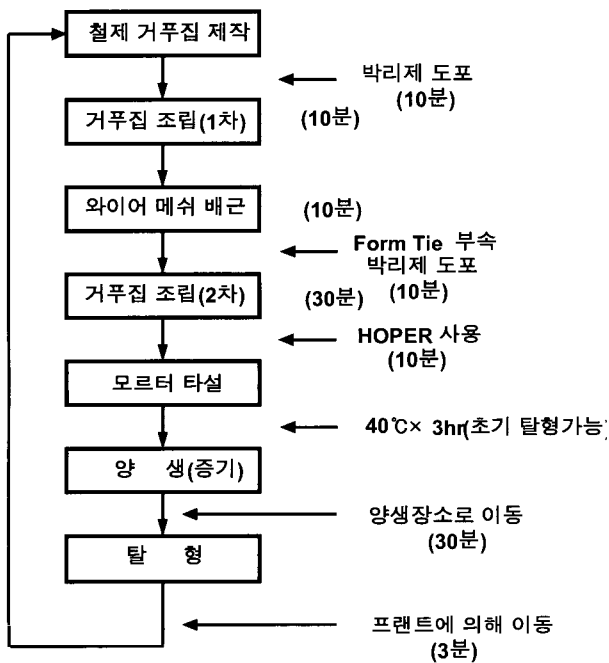


그림 1 비탈형 영구 거푸집 생산 FLOW

#### 2.3.2 현장 적용시험

본 실험의 영구거푸집 제작은 공장에서 제작하여, 현장 시공하였다. 영구거푸집의 시공은 지면에 기준선을 설치하고, 기초철근 및 기둥철근을 배근하여, 기초판을 제작한다. 소정의 양생기간 경과 후 거푸집을 탈형한 후 영구거푸집 설치 기준선을 설치하고, 바닥면의 고저를 조사한다. 이후 기둥철근의 허용오차를 측정한다. 이때 허용오

차범위는 ±5mm로 기준 허용오차범위를 벗어나면 철근을 재가공 한다. 철근 허용오차실험 후 기둥거푸집은 크레인을 사용하여 기준선에 따라 설치한다. 기둥거푸집을 보조철물로 고정하기 전 기둥거푸집의 시공오차를 측정한다. 이때 허용오차범위는 ±5mm로 기준 허용오차범위를 벗어나면 기둥거푸집을 재설치한다. (그림 2, 3 참고)

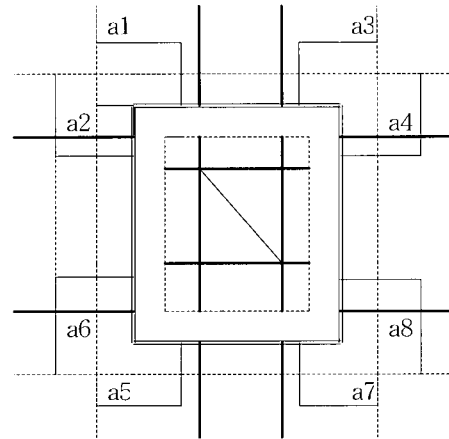


그림 2 영구거푸집 주철근의 허용오차 측정

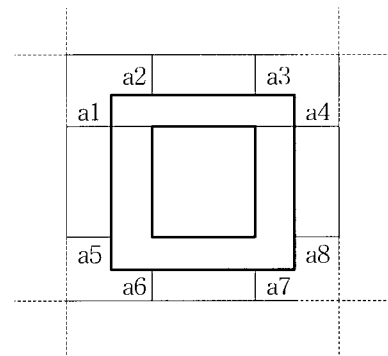


그림 3 영구거푸집의 시공오차 측정

이후 보 거푸집을 설치한다. 보 거푸집은 접합부에 정확히 설치하여 기둥거푸집과의 접합시 백업재의 충전이 밀실 하도록 한다. 보 거푸집이 설치된 후 보철근을 설치하고, 콘크리트를 타설한다. 기존 합판거푸집을 사용한 시험체의 제작은 일반 현장에서 시공하는 방법에 준하여 제작하였다. 현장적용 실험에서 사용한 장비 중 타설장비는 호퍼(10m<sup>3</sup>)를 사용하였고, 양중장비는 크레인(20ton)을 사용하였다. 합판거푸집은 인력을 사용하여 시공하였다.

시공시 총 소요 인원은 합판거푸집은 9인, 영구거푸집은 5인이 소요되었고, 설치시간 중 거푸집제작시간은(합판거푸집 : 영구거푸집, 5일 : 7일)이 소요되었다. 하지만 거푸집 설치시간은 (합판거푸집 : 영구거푸집 = 1일 : 5시간)으로 나타났다.

본 연구에서 영구거푸집의 시공순서는 다음 순서로 제작을 하였다. (그림 4, 5, 6, 7 참조)

보거푸집을 기둥과의 접합부에 세팅한다. 접합부의 틈새는 Back-up재료를 사용하여 밀실 하게 채운후 보철근을 정착시키고 가설재를 설치한다.

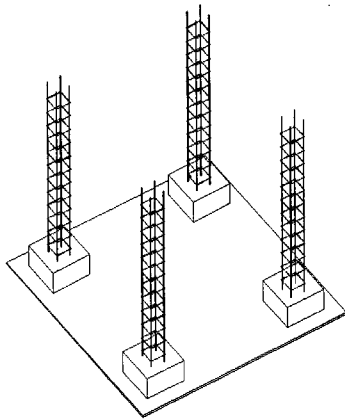


그림 4 기둥철근 설치

기초판에 허용오차 조사용 기준선을 설치후 매설된 기둥철근의 허용오차를 조사한다.

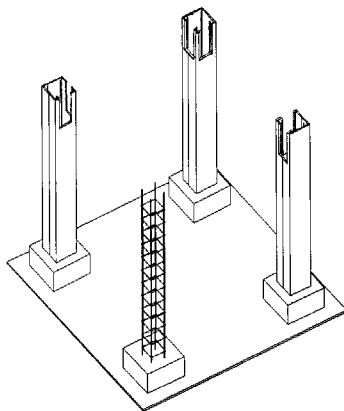


그림 5 기둥거푸집설치

영구거푸집을 결속하기 전 크레인으로 가 조립하여, 기둥거푸집의 기초판 고정 및 기둥부재의 시공오차를 조사한다.

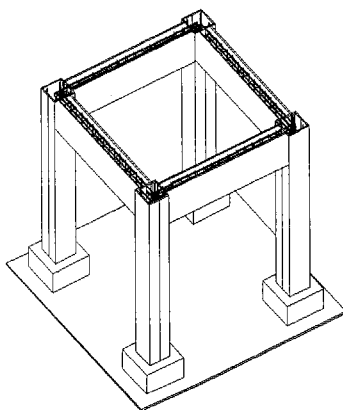


그림 6 보 거푸집 설치

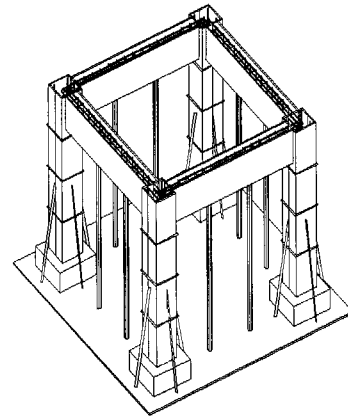


그림 7 영구거푸집 완성도

이때 콘크리트는 영구거푸집 내부의 요철을 밀실히 충전시키기 위하여 유동성을 조사하여 품질기준을 만족하여야 한다. 기둥거푸집의 접합은 일반 가설재를 사용하였고, 보 거푸집은 폼타이를 설치하여 작업성능을 향상 시켰다. 영구거푸집은 콘크리트 타설시 측압에 의한 영향은 거의 없었다. 영구거푸집은 합판 거푸집에 비해 많은 공기단축을 보이고 있고, 사용 가설채도 많이 줄일 수 있었다. 따라서 영구거푸집을 구체공사 사용시에는 많은 시공성 향상이 될 것으로 사료된다.

### 3. 영구거푸집의 구조 성능평가

#### 3.1 기둥의 압축강도 시험결과

##### (1) 압축강도비교

표 9 기둥 시험체의 하중 결과

시험체명	단면적 (cm)	높이 (cm)	파괴하중 (ton)	파괴하중 비율	초기균열 하중(ton)
C - R	25×25	100	151	1.0	73
C - F	25×25	100	163	1.08	98
C - P	25×25	100	172	1.14	101

(C: 기둥, R: 기준, F: 폴리아에쉬, P: 폴리머)

비탈형 영구 거푸집의 시험체는 기준시험체의 최대 하중을 1로 보았을 때, 최대 하중(파괴하중)이 8~14%까지 상승하였다. 또한, 초기균열 하중은 기준 시험체보다 폴리아에시를 사용한 영구 거푸집은 34%, 폴리머를 사용한 영구 거푸집의 경우는 38% 크게 나타났고, 이 결과를 그래프로 그려보면 다음과 같다. (그림 8 참조)

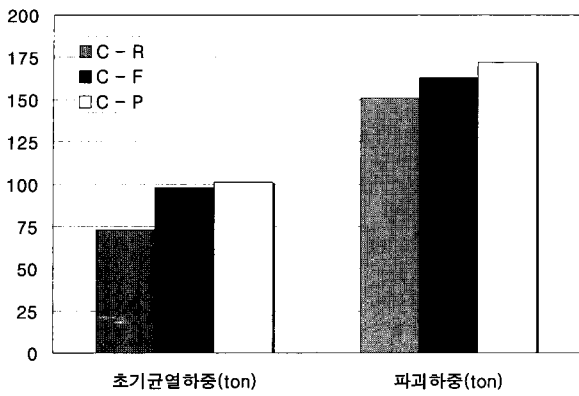


그림 8 기둥 시험체의 압축강도 비교  
(C: 기둥, R: 기준, F: 플라이애쉬, P: 폴리머)

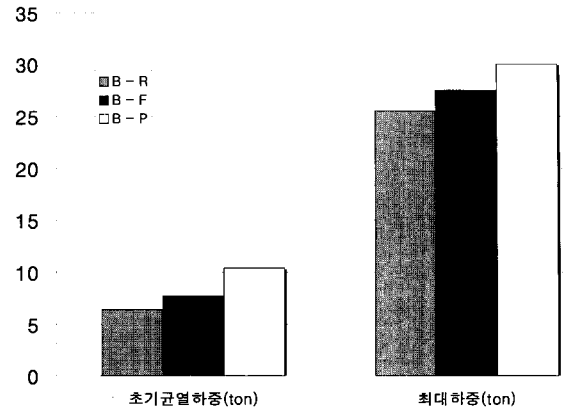


그림 9 보의 휨 강도 비교  
(B: 보, R: 기준, F: 플라이애쉬, P: 폴리머)

(2) 기둥 시험체의 균열양상

기둥 시험체 모두 균열이 진행됨에 따라 중앙부 파괴로 발전하여 콘크리트 표면 박리가 일어났다. 그러나, 영구 거푸집은 균열의 발생수가 RC시험체에 비하여 상당히 적었다. 또한, 균열양상은 RC시험체의 경우 잔균열이 많고 길이가 길지 않음에 반해, 영구 거푸집은 균열이 가면 상당히 길게 진행되고 그 폭은 초기에 미세하지만 재하가 진행될수록 계속해서 커지는 양상을 보였다.

3.2 보의 휨 실험결과

(1) 휨 강도비교

보 시험의 휨 실험결과 최대 하중을 1로 하였을 때 기준 시험체는 최대 휨 모멘트를 받는 영역에서 최대하중의 25%인 6.4t에서 초기균열이 발생하였고, 플라이애쉬 시험체는 최대하중의 28%인 7.7t, 폴리머 시험체는 최대하중의 34%인 10.4t에서 초기균열이 발생하는 것을 볼 수 있었고, 그 결과는 그림 9와 같다.

표 8 보 시험체 휨 실험결과

시 험 체	초기균열 (ton)	설계하중 (ton)	최대하중 (ton)	비 율
B-R	6.4t	14.5	25.5t	1
B-F	7.7t	14.5	27.5t	1.08
B-P	10.4t	14.5	30t	1.18

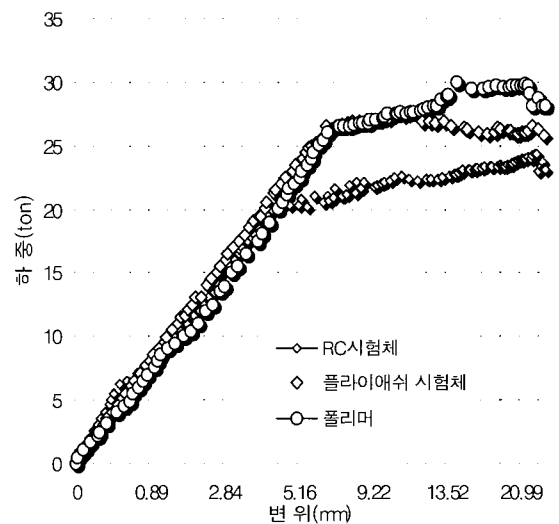


그림 10 보의 하중과 변위 곡선

또한 변위 측정(LVDT)결과 21.4mm의 변위를 보였다. 기준 시험체는 25.5ton 파괴하중을 보였고, 플라이애쉬 시험체는 27.5ton, 폴리머 시험체는 30ton에서 파괴하중을 나타냈다. 초기균열하중은 7.7ton에서 나타났다.(그림 10 참고)

(2) 보 시험체의 균열양상

균열발생은 초기균열의 경우 최대 모멘트를 받는 부분인 시험체의 가력점 사이에서 대부분 발생하였으며, 재하가 계속될수록 중앙부에서 주위로 퍼져나가는 양상을 보였다. 또한, 3가지 시험체 모두 사인장 균열이 발생하지 않고, 보 밑면을 관통하는 전형적인 휨 균열의 양상을 보였다.

4. 영구거푸집의 현장 적용 시험

4.1 영구거푸집 내부의 철근 허용 오차

본 실험에서 조사한 결과를 그림 11에 나타내었다. 거푸집 내부 주근의 위치는 영구거푸집 설치시 중요한 요

인으로서 정밀시공 및 피복두께에 영향을 미친다. 본 실험에서 측정 위치는 기둥하부 주근의 32개소에서 측정하였다. 철근의 허용오차 기준은  $\pm 5$  mm로, 실험결과 오차는 최소 -5mm에서 최대 +5mm의 범위를 유지하고 있어, 허용오차범위를 만족하고 있었으며, 특히 오차 0 mm가 측정개소가 9를 나타내고 있어서, 비교적 정확한 시공성능을 나타내고 있다.

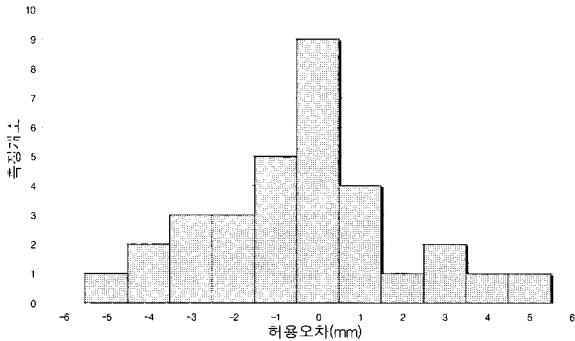


그림 11 주철근의 허용오차 측정 결과

#### 4.2 영구거푸집의 시공오차 측정

시공오차측정위치는 기둥하부의 32개소에서 측정하였다. 시공결과 최소 -6mm에서 부터 최대 +5mm를 유지하고 있었다. 이는 본 실험의 기준허용오차인( $\pm 5$  mm)를 거의 만족하고 있어 양호한 결과를 나타내고 있었다. 그림 12는 영구거푸집 부재의 위치정도를 측정하여 시공오차를 나타낸 결과이다.

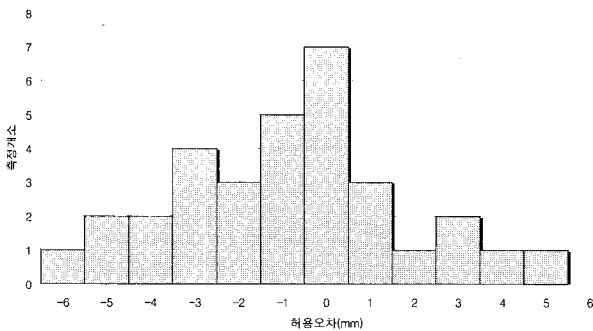


그림 12 영구거푸집의 시공오차 측정 결과

#### 4.3 영구거푸집 내부의 콘크리트의 충전성 측정

거푸집 내부의 요철 홈의 충전성을 확인하기 위하여 기둥의 상, 하부(10개소)에 거푸집을 절단하여 충전성을 확인한 결과 콘크리트의 충전상태가 양호한 것으로 나타났다. (사진 4 참고)

#### 4.4 영구거푸집의 콘크리트타설시 변형측정

현장에 영구거푸집과 목재거푸집을 설치하여 콘크리트를 타설하였다. 총 타설시간은 88분으로, 본 실험에서 사용된 콘크리트는 슬럼프 18.5cm 였다. 그림 13은 영구거푸집과 목재거푸집의 기둥상부를 측정한 결과이다. 게이지 설치높이는 기초판으로부터 150cm이다. 목재거푸집은 1mm

까지 변위를 보이고있으며, 영구거푸집은 0.3mm까지 변위를 나타내고 있다.

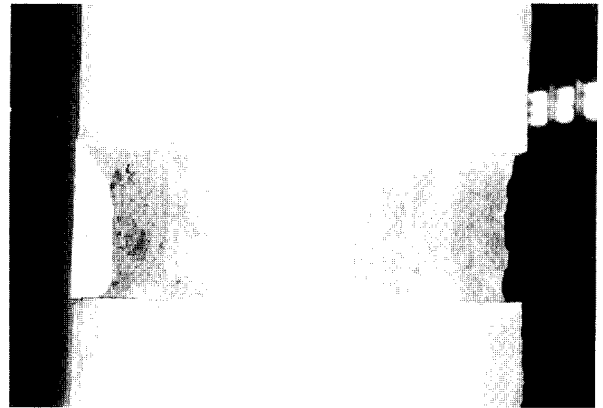


사진 4 영구거푸집의 내부콘크리트 충전상태

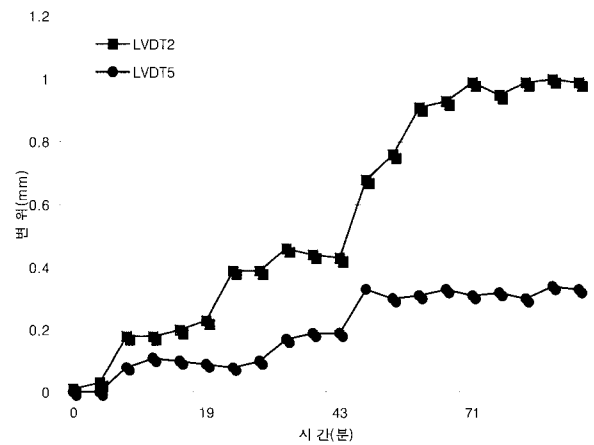


그림 13 기둥 상부의 변형측정 결과

그림 14는 기둥의 하부를 측정한 결과이다. 게이지 설치높이는 기초판으로부터 50cm이다. 목재거푸집은 6mm까지 변위를 보이고 있으며, 영구거푸집은 0.6mm까지 변위를 나타내었다.

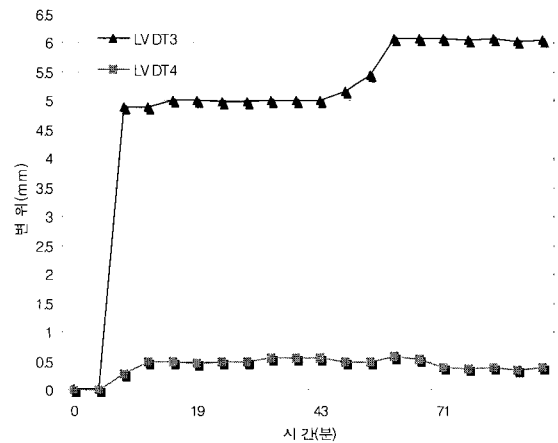


그림 14 기둥 하부의 변형측정 결과

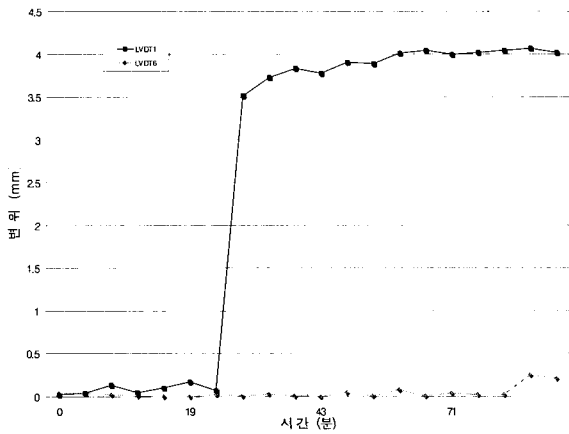


그림 15 보 중앙부 변형측정 결과

그림15는 보의 중앙부 변위를 측정하였다. 목재거푸집은 4mm까지 변위를 보이고 있고, 영구거푸집은 0.3mm까지 변위를 보이고 있다. 따라서 영구거푸집은 콘크리트 타설시 측압에 따른 변위가 목재거푸집보다 양호하게 나타났다.

#### 4.5 부착성능검토

시험개소는 보의 중앙부 측면, 하부면을 측정하였고, 기둥의 상부(기초판 200cm), 하부(기초판 30cm)에서 측정하였다. 부착강도 시험결과 폴리머를 혼입한 시험체가 플라이애시를 혼입한 시험체보다 부착강도가 우수한 것으로 나타났다. 이는 폴리머의 재료적 특성으로 콘크리트와의 부착성능이 플라이애시를 혼입한 시험체 보다 부착강도가 20% 이상 증진되는 것으로 나타났다. 또한 기둥의 상부보다는 하부가, 보의 중앙부 측면보다는 하부가 크게 나타났다. 이는 구조체에 작용하는 모멘트 응력으로 영구거푸집과 내부 콘크리트 사이가 밀실히 충전되었기 때문이라고 사료된다. 본 실험결과 비탈형 영구거푸집의 부착강도는 6kgf/cm<sup>2</sup> 이상의 강도로 나타났다. 따라서, 영구거푸집의 부착력에는 문제가 없는 것으로 확인되었다.

### 5. 결론

비탈형 영구거푸집의 구조성능 평가실험 및 시공 성능에 관한 실험결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 기둥의 압축강도 실험에서 최대하중은 기준시험체보다 플라이애시 시험체는 8%, 폴리머시험체는 14%까지 증가하였다. 이것은 거푸집 단면적의 증가와 거푸집내부의 철근으로 내력이 증가하였기 때문으로 판단된다.

(2) 기둥 시험체 모두는 균열이 진행됨에 따라 중앙부 파괴로 발전하여 콘크리트 표면 박리가 일어났고, 영구거푸집 시험체는 균열의 발생수가 기준시험체에 비하여 적었다. 이것은 유리섬유가 섬유보강효과를 발현하였기 때문으로 판단된다.

(3) 보의 휨실험에서는 초기균열하중과 최대하중이 일반 기준시험체보다 영구거푸집 시험체가 최대 20%까지 높게 나타났다.

(4) 현장적용실험에서 내부 주근의 허용오차 측정 및 시공오차는 모두 허용오차기준 ±5mm를 만족하고 있었다.

(5) 내부 콘크리트 타설시 영구 거푸집의 변형측정결과 합판거푸집보다 영구 거푸집의 변형이 작게 나타났다.

(6) 내부 콘크리트의 충전성을 측정한 결과 거푸집 내부면의 요철에 콘크리트 페이스트가 충분히 충전되어 상태가 양호한 것으로 나타났다.

(7) 영구거푸집의 부착강도는 6kgf/cm<sup>2</sup> 이상 강도로 나타났다. 따라서 부착력에는 문제가 없는 것으로 확인되었다.

이상의 연구결과 비탈형 영구거푸집은 구조성능이 우수하게 나타났고, 현장 적용시 구체공사의 시공성이 향상될 것으로 사료된다.

#### 참고 문헌

- 정상진, 김우재, 非脫型 영구거푸집의 施工性能과 經濟性 評價에 관한 實驗的 研究, 대한건축학회 논문집, 1999.4
- 정상진, 김우재, 비탈형 영구거푸집 개발 위한 모르타의 물성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집, 1998.7
- 정상진, 김우재, RC 건축에 있어서 비탈형 영구거푸집의 시공적용 예, 한일시공기술세미나, 대한건축학회, 1999. 2
- 정상진의 6인 「建築施工學」 기문당, p235~236. 1999
- 정상진, 안용선, 거푸집 공사의 시공 및 재료, 콘크리트학회지 1995.8
- 이학기 : 고층사무소 건물의 Cost Model 개발을 위한 공사비 결정요인에 관한 연구, 1994. 4, 동아대, 대한건축학회논문집
- 김기동 : 우리나라 공동주택의 Cost Model 개발에 관한 연구. 1991. 2. 서울대. 대한 건축학회논문집
- 현창택 : 건축공사에서 합리적인 원가절감 방법론의 개발 및 개선회에 관한 연구. 1990. 1. 서울대
- 万木正弘, 永久型用材料としての高强度モの諸性状, 콘크리트 工學年次論文報告集, Vol 17. 1995
- 대한 건축학회, 극한강도 설계법에 의한 철근 콘크리트 구조 설계기준 및 해설, 기문당