

# 제치장 콘크리트용 PC패널 개발에 관한 기초 실험 연구

## A Fundamental Study on the Development of Precast Exposed Concrete Panel

표 대 수\* 황 인 성\*\* 홍 상 희\*\* 전 충 근\*\* 한 천 구\*\*\*  
Pyo, Dae Soo Hwang, Yin Sung Hong, Sang Hee Jeon, Chung Keun Han, Cheon Goo

### ABSTRACT

Exposed concrete execution is utilized insufficiently due to surface honecomb and undesirable appearance by entrapped air when existing placing method is applied. Therefore, surface glossing and impact properties of cement mortar incorporating fiber glass net blast furnace slag, expansive admixture and Polypropylene fiber are investigated in order to develop precast exposed concrete pannel by dry construction method. The kinds of the forms, placing method and admixture contents are varied. According to test results, surface glossing decrease with elapse of age. Considering the form kinds, surface glossing with acryle + astage shows the best performance. Placing horizontally shows positive results in reducing surface defects such as honecomb. Impacting resistance shows the best performance when glass fiber net applied, due to the enhance in toughness and absorption of impact.

### 1. 서 론

제치장 콘크리트는 거푸집 종류에 따라 다양문양으로 표현되고, 건물의 자중 감소, 모양의 간소함 탐미등의 목적으로등 많이 이용되고 있다.

그런데, 우리나라의 실무현장에서 일반적인 타설공법으로 제치장 콘크리트를 시공할 경우는 원재료 결합, 배합요인의 미비 및 작업불량등으로 인한 재료분리 발생 및 부족한 광택 등이 문제점으로 발생하고 있고, 이러한 문제점을 해결하기 위하여는 경제적으로 많은 손실을 초래하고 있다.

그러므로, 본 연구에서는 시멘트 모르타르에 고로슬래그 미분말, 팽창재 및 PP섬유의 혼입률 및 유리섬유 망등의 변화와 거푸집 종류, 타설방법등의 변수로 굳지않은 모르타르의 특성, 경화 모르타르의 역학 및 길이변화 특성, 광택도 특성 및 충격특성을 분석함으로써 표면광택이 향상되고, 내충격성 및 내구성이 우수한 고품질의 제치장 마감용 PC패널을 개발하는데 그 목적이 있다.

### 2. 실험계획 및 방법

- \* 정회원, 청주대학교 대학원, 석사과정
- \*\* 정회원, 청주대학교 대학원, 박사과정
- \*\*\* 정회원, 청주대학교 건축공학부, 교수

## 2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같고, 배합사항은 표 2와 같다. 먼저, 배합사항으로 배합비(C:S)는 1:2 (W/C:30%)의 1수준, 골재는 강모래를 사용하여 목표 플로우 150±10 mm를 만족하는 플레인 배합을 설정하고, 여기에 고로슬래그 미분말 10, 20%, 팽창재 5, 10% 및 폴리프로필렌(이하 PP라 칭함)섬유 0.1, 0.2%를 혼입하는 것으로 하여, 총 7 배치를 실험계획 하였다.

실험방법으로 유리섬유 망은 시험체 중앙부 및 상하부에 1겹씩인 2수준, 거푸집은 아크릴+아세테이지, 치장합판인 2수준 및 타설방법은 수평 및 수직인 2수준으로 실험계획 하였다. 이때 다짐은 테이블 진동기로 7초간 다짐하였다. 시험체는 광택도 측정용의 경우 30×30×2cm, 충격 시험용의 경우 40×40×2cm로 하였다.

실험사항으로 굳지않은 모르타르 및 경화 모르타르의 실험은 표 1과 같이 실시하는 것으로 하였다.

## 2.2 사용재료

본 연구의 사용재료로써 시멘트는 국내산 보통포틀랜드 시멘트(비중:3.15)를 사용하였고, 잔골재(비중:2.6)는 표준입도 범위를 만족하는 강모래를 사용하였다. 혼화재료로는 국내산 H사의 멜라민계 SP제, S사의 고로슬래그 미분말 및 C사의 CSA계 팽창재를 사용하였는데, 그 화학적 및 물리적 성질은 표 3~4와 같다. PP섬유는 국내 S사의 19mm 단섬유로 그 물리적 성질은 표 5과 같다.

## 2.3 실험방법

굳지않은 모르타르의 실험, 공시체 제작 및 경화 모르타르의 실험은 KS규정에 의거 실시하였고, 광

표 1 실험요인 및 수준

실험요인		수준	
배합사항	배합비(W/C)	1	1 : 2(30%)
	고로슬래그 미분말의 혼입률(%)	3	0, 10, 20
	팽창재 혼입률(%)	3	0, 5, 10
	P.P섬유 혼입률(%)	3	0, 0.1, 0.2
실험방법	유리섬유 망 (겹)*	3	0, 1, 2
	거푸집 종류	2	아크릴+아세테이지, 치장합판,
	박리제	1	수성 박리제
	타설방법	2	수평, 수직
실험사항	다짐방법	1	진동다짐(테이블 진동기)
	굳지않은 모르타르	3	플로우값, 공기량, 단위용적중량
	경화 모르타르	6	○ 압축강도; 7,28일 ○ 건6조수축길이변화율; 1,3,7,12,18,21,28일 ○ 광택도; 탈형 후, 탈형 후7, 28일 ○ 충격시험; 28일

\* 플레인에만 적용

표 2 배합사항

배합비	고로슬래그 미분말의 혼입률(%)	CSA /C (%)	PP 섬유 (%)	W/C (%)	SP제 (C×%)	단위수량 (kg/m³)	용적배합 (ℓ/m³)					
							C	S	고로슬래그미분말	팽창재 혼입량	PP 섬유	
1:2	0			30	1.96	214	227	549				
	10						203	548	25			
	20						181	547	49			
		5					213	214	547		16	
		10					212	202	544		32	
			0.1				214	227	549			0.1
			0.2								0.2	

표 3 고로슬래그 미분말의 물리적 성질

비중	분말도 (cm²)	플로우 값비(%)	활성도지수			염화물 이온(%)	염기도	강열감량(%)	MgO (%)	SO₃
			7일	28일	91일					
2.89	4,438	0.01	89	108	114	0.001	1.87	-0.3	7.8	0.4

표 4 팽창재의 화학적 성질

CaO	Al₂O₃	SO₃	MgO	Fe₂O₃	R₂O	SiO₂	lg.loss	Tatal	f-CaO
52.28	13.46	28.26	0.21	0.73	0.12	3.82	1.03	99.91	15.90

표 5 PP섬유의 물리적 성질

재질	비중	길이 (mm)	직경 (mm)	용해온도 (°C)	인장강도 (kgf/cm²)	탄성계수 (kgf/cm²)
Homopolymer Polypropylene	0.9	19	0.07	162	5,600	35×10⁴

택도 측정은 ASTM D 523 규정에 의거 실시하였다.

### 3. 실험결과 및 분석

#### 3.1 굳지않은 모르타르의 특성

그림 1은 고로슬래그 미분말, 팽창재 혼입률 및 PP섬유의 첨가율 변화에 따른 플로우 값, 공기량 및 단위용적중량을 나타낸 것이다. 전반적으로 고로슬래그 미분말 및 팽창재 혼입률의 증가에 따른 플로우 값은 유사하게 나타났다. 단, PP섬유 첨가율이 증가할수록 유동성은 감소하였는데, 이는 섬유 엉킴 현상에 기인한 것으로 분석된다.

고로슬래그 미분말 및 팽창재의 혼입률의 증가에 따른 공기량은 모르타르의 점성중대 및 AE제성분 함유에 기인하여 약간 증가하고 단위용적중량은 감소하는 경향을 보였다. 또한, PP섬유 혼입률이 증가할수록 공기량은 증가하는 경향이, 단위용적중량은 공기량과 반대의 경향으로 감소하였다.

#### 3.2 경화 모르타르의 특성

##### 3.2.1 강도특성

그림 2는 재령에 따른

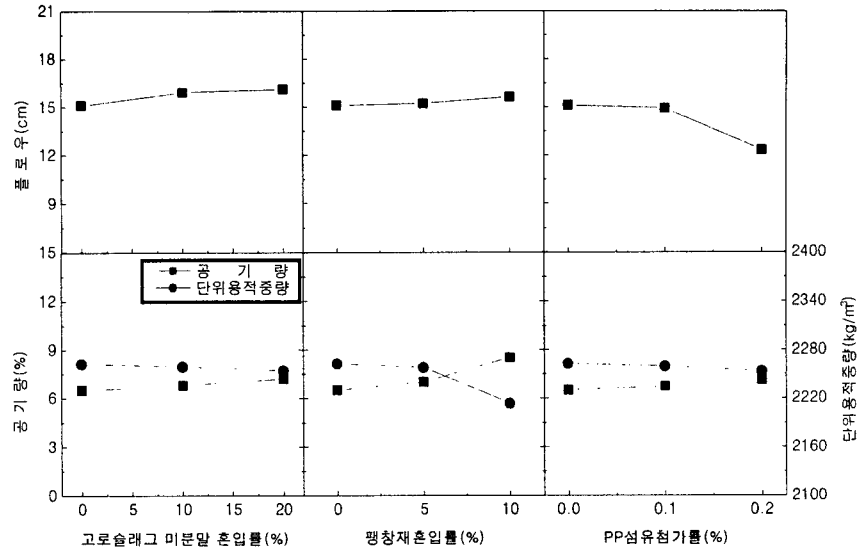


그림 1 고로슬래그 미분말 및 팽창재의 혼입률, PP섬유의 첨가율 변화에 따른 굳지않은 모르타르의 특성

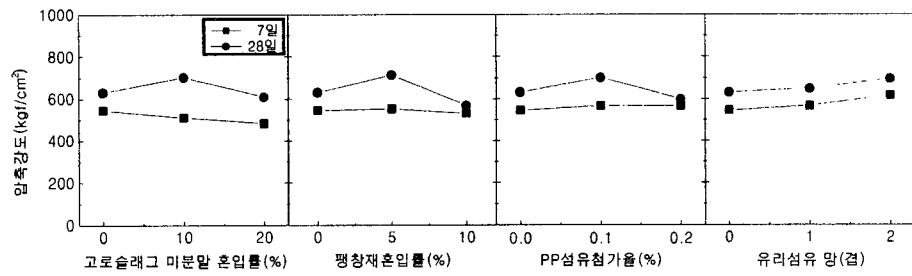


그림 2 재령에 경과에 따른 압축강도

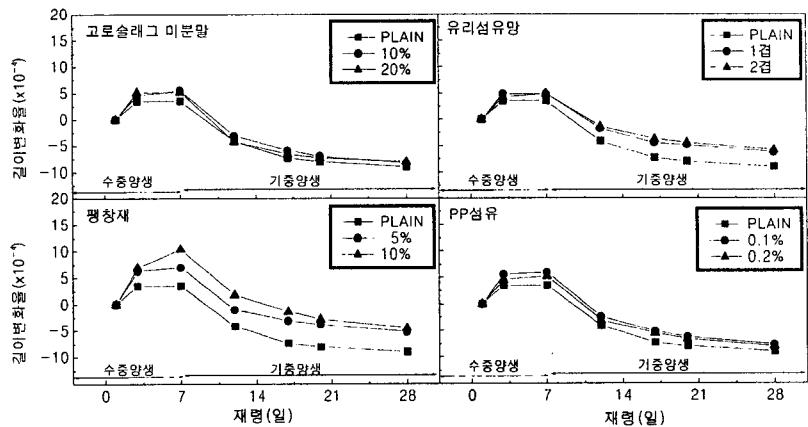


그림 3 재령 경과에 따른 길이변화율

압축강도를 고로슬래그 미분말 및 팽창재 혼입률, PP섬유 첨가율, 유리섬유 망 중첩접수에 따라 압축강도를 나타낸 것이다. 압축강도는 고로슬래그 미분말 및 팽창재의 혼입률 10% 및 5%와 PP섬유 0.1%를 첨가하였을 경우 가장 크게 나타났으며, 20%, 10% 및 0.1%에서 플레인보다 작게 나타났다. 또한, 유리섬유 망의 겹수가 커질수록 압축강도는 증가하였는데, 이는 부착강도의 증진에 기인하여 나타난 것으로 분석된다.

### 3.2.2 길이변화율

그림 3은 재령경과에 따른 건조수축 길이변화율을 고로슬래그 미분말 및 팽창재 혼입률, PP섬유 첨가율, 유리섬유 망 중첩접수에 따라 나타낸 그래프이다. 고로슬래그 미분말 혼입률 및 PP섬유 첨가율 증가에 따라 다른 길이변화율은 유사하게 나타났다. 단, 유리섬유 망 및 팽창재 혼입률이 증가할수록 길이변화율은 작게 나타났는데, 이는 부착강도 증진으로 인한 수축 제어 및 큰 팽창으로 인해 수축보상으로 길이변화율이 작게 나타난 것으로 분석된다.

### 3.2.3 광택도

그림 4는 재령 경과에 따른 광택도를 고로슬래그 미분말 및 팽창재 혼입률, PP섬유 첨가율에 따라 거푸집 종류 및 타설방법 별로 나타낸 그래프이다. 전반적으로 광택도는 고로슬래그 미분말, 팽창재 혼입률 및 PP섬유 첨가율이 증가할수록 향상되는 경향이었고, 또한 재령경과에 따른 광택도는 저하하는 것으로 나타났다. 이는 대기중의 탄산가스

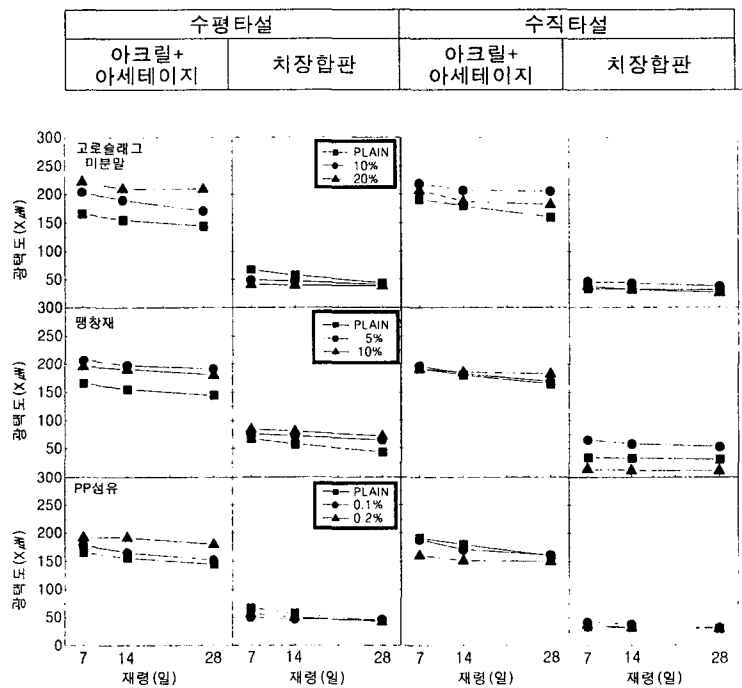


그림 4 재령경과에 따른 거푸집 종류 및 타설방법에 따른 광택도

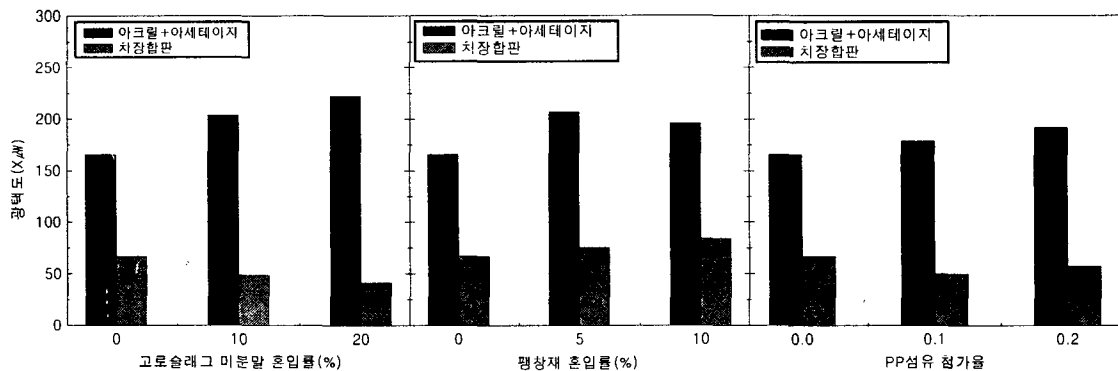


그림 5 고로슬래그 미분말 및 팽창재 혼입률, PP섬유 첨가율에 따른 수평타설에서의 광택도

등에 의한 모르타르 표면의 중성화 현상과 초기수화반응 과정에서의 시멘트 수화물이 모르타르 표면으로 유출되어 표면의 거칠기가 변함에 따라 나타난 결과로 사료된다.

거푸집 종류별 광택도는 아크릴+아세테이지가 치장합판보다 양호하게 나타났는데, 이는 거푸집 표면의 매끄러움에 기인하여 나타난 결과로 사료된다.

또한 타설방법에 따른 광택도는 유사하게 나타났지만, 사진 1과 관련하여 분석하면 수평타설의 경우는 육안관찰에 의한 표면 공기포가 거의 발견되지 않았으나, 수직타설의 경우는 공기포가 많이 존재하는 것으로 나타났다. 따라서 향후 고품질의 체치장 마감용 PC판넬은 수평타설 방법을 이용하여 제작하는 것이 효과적일 것으로 사료된다.

그림 5는 고로슬래그 미분말 및 팽창재 혼입률, PP섬유 첨가율에 따른 수평타설에서의 거푸집 종류별 광택도를 나타낸 것이다. 고로슬래그 미분말 혼입률, 팽창재 혼입률 및 PP섬유 치환율이 증가할수록 수평타설 광택도는 증가하는 것으로 나타났다.

### 3.2.4 충격시험

그림 7은 고로슬래그 미분말 및 팽창재 혼입률, PP섬유 첨가율, 유리섬유 망 중첩접수에 따른 낙하회수를 나타낸 것이다. 고로슬래그 미분말 및 팽창재 혼입률에 따른 낙하회수는 2회미만으로 유사하게 나타났다. PP섬유 첨가율 및 유리섬유 망 중첩접수가 증가할수록 낙하회수는 증가했는데, 이는 인성증가 및 충격흡수 효과에 의하여 나타난 것으로 사료된다.

사진 2는 충격시험 장치 및 충격시험에 따른 파단 상태를 나타낸 것이다. 고로슬래그 미분말 및 팽창재 혼입의 경우 단, 1회에 파단 되었고, PP섬유의 경우는 PP섬유의 인성능력으로 인해 균열이 생긴 다음 파단 되었다. 특히, 유리섬유 망의 경우는 인성증가 및 충격력 흡수에 의해 파

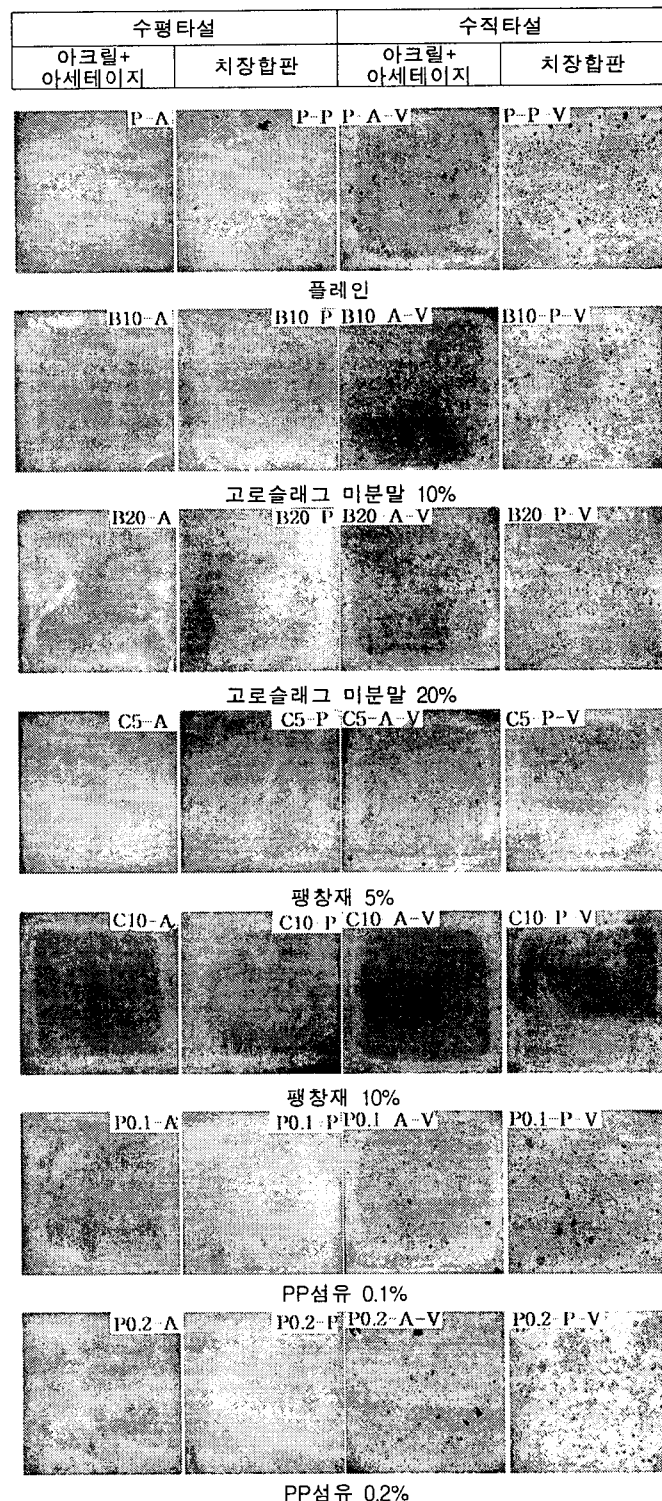


사진 1 혼화재 종류 및 타설방법에 따른 광택도

단 되지 않고  
중심부에 구멍  
만 나타났다.

#### 4. 결론

건식공법을  
이용한 제치장  
콘크리트 마감  
용 PC패널을

개발하기 위해서 고로슬래그 미분말 및 팽창재의 혼입률, PP섬유 첨가율, 유리섬유 망의 중첩겹수 변화에 따른 굳지않은 모르타르의 특성과 경화모르타르의 강도 및 건조수축에 의한 길이변화를, 광택도 및 충격시험 결과는 다음과 같이 요약된다.

1) 굳지않은 모르타르의 특성으로 고로슬래그 미분말 및 팽창재의 혼입률이

증가할수록 플로우는 미소하나마 증가하는 것으로 나타난 반면, PP섬유는 감소하는 것으로 나타났다.

2) 고로슬래그 미분말, 팽창재 혼입률 및 PP섬유 첨가율에 따른 28일 압축강도는 10%, 5% 및 0.1%에서 가장크게 나타났고, 유리섬유 망이 증가할수록 크게 나타났다.

3) 건조수축 길이변화율은 팽창재 혼입률 및 유리섬유망의 중첩겹수에서 작게 나타났으며, 고로슬래그 미분말 혼입률 및 PP섬유 첨가율 변화에서는 거의 차이가 없었다.

4) 전반적으로 광택도는 고로슬래그 미분말, 팽창재 혼입률 및 PP섬유 첨가율이 증가할수록 양호하였고, 또한 재령이 경과함에 따라 저하하는 것으로 나타났다. 거푸집 종류별 광택도는 아크릴+아세테이지 타설방법은 수평타설의 경우에서 양호한 결과를 얻었다.

5) 충격시험에 따른 내충격성은 고로슬래그 미분말 및 팽창재의 혼입률 변수에는 최소치에서 유사한 경향을 보였고, PP섬유 첨가율 및 유리섬유 망 변화에 따라서는 인성증가 및 충격흡수에 의하여 낙하저항 회수가 크게증가 하였다. 특히, 유리섬유 망은 파단되지 않고 중앙부에 구멍만 남았다.

6) 종합적으로 적정량의 혼화재의 사용과 인성증가를 위하여 PP섬유 및 유리섬유 망 등을 복합하여 모르타르를 제작할 경우는 고려하여 제작할 경우 압축강도, 길이변화율, 광택도 및 충격시험에서 효과적인 제치장 마감용 PC판을 개발 할 수 있는 것으로 밝혀졌다.

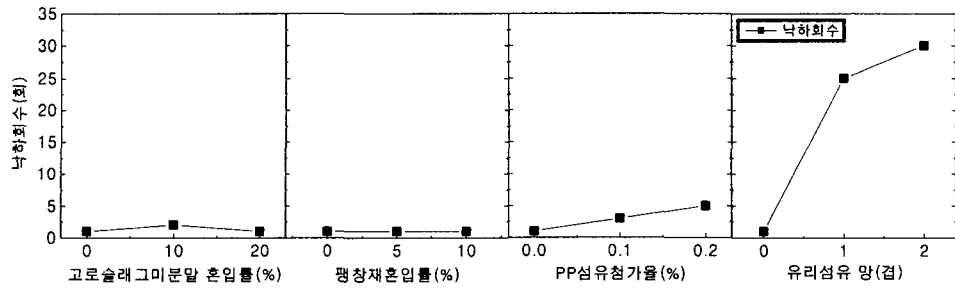


그림 7 유리섬유 망, PP섬유 첨가율, 고로슬래그 미분말 및 팽창재 혼입률에 따른 낙하회수

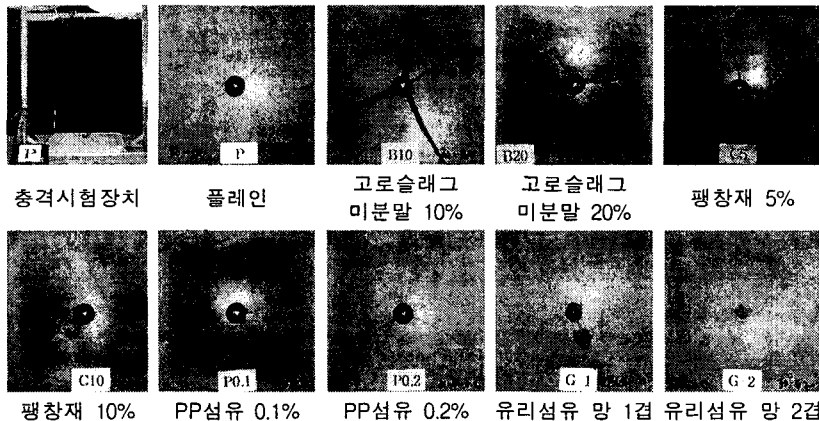


사진 2 충격시험장치 및 파단된 PC판

#### 참 고 문 헌

1. ASTM D 523, " Standard Test Method for SPECULAR GLOSS", 1980
2. 전충근, 김효구, 유호범, 김기철, 한천구, "반죽질기 변화에 따른 제치장 콘크리트의 표면광택 특성", 대한건축학회 학술발표 논문집, 2000. 4KS F 3197, " 석면 시멘트 외장벽판," 1988