

# 再生骨材 콘크리트의 현장適用을 위한 實驗的 研究

- 전기충격식으로 수중파쇄된 재생골재를 중심으로 -

## An Experimental Study on Field Application of Recycled Aggregate Concrete

- Focused on Recycled Aggregate from Underwater Crusher by Electric Impact System -

**박희곤\***    **정근호\*\***    **임남기\*\*\***    **이영도\*\*\*\***    **정상진\*\*\*\*\***    **정재영\*\*\*\*\***  
 Park, Hee-Gon    Jung, Keun-Ho    Lim, Nam-Ki    Lee, Young-Do    Jung, Sang-Jin    Jung, Jae-Young

### Abstract

The production accounts of domestic by-product is increased after 1990's. It is worried about the life reduction of dump land, as dump land's capacity have reached to limitation and the amount of construction industrial wastes is going higher.

Recently, recycling aggregates could be gained from the reconstruction works using recycle process, and the study research of recycle concretes developed concrete application methods. It could put some outcome of studies to practical use for concrete products. The methods of crushing waste concrete are going diverse.

In this study, the fundamental experiments and recycling application is investigated and analyzed with use of recycling aggregate which made of mechanical crush and underwater electrical impact crush, and the difference between underwater electrical impact crush, mechanical crush and natural aggregates is studied.

키워드 : 재생골재콘크리트, 전기충격식 수중파쇄, 압축강도, 탄성계수

Keywords : Recycled aggregate concrete, Electrical crush in undewater, Compressive strength, Elastic modulus

## 1. 서 론

### 1.1 연구 배경 및 목적

국내에서는 90년대 이후 재건축으로 인한 건설분야에서의 폐기물 발생량이 급증하고 있다. 특히 매립지의 용량이 한계에 다다르고 있는 가운데, 건설폐기물의 반입이 늘고 있어 매립지의 수명 단축이 우려되고 있다. 김포매립지의 경우 96년에 반입된 건설폐기물은 총 166만톤에 다다르고 있다. 또한 80년대 중반까지만 하더라도 양질의 하천골재 입수가 비교적 용이하였으나, 이후부터는 고도 경제 성장과 더불어 건설공사가 급격히 증가함에 따라 골재의 수요량도 급증하여 공급부족을 초래하게 되었다. 이미 전국의 하천골재는 거의 고갈 상태에 이르게 되었고, 그나마 채취되고 있는 골재의 품질도 극히 악화되어 있는 실정이다. 굵은 골재의 경우는 강자갈이 고갈됨에 따라 이미 깬자갈(쇄석)로 대체하여 사용된다.

환경보전·에너지 절약 및 자원의 유효 이용이라는 관점에서 로부터 건설 부산물이나 미 이용자원의 건설재료에의 활용은

건설 업계나 학계 모두가 시급히 해결해야 할 과제인 것은 주지의 사실이다. 그 중에서도 건설폐기물의 일종인 폐콘크리트는 국내에서 발생하는 건설폐기물 가운데 약 66%를 차지하고 있다. 향후의 폐콘크리트 발생량을 예측해 보면 건축물의 수명을 25년으로 가정할 경우, 2001년도에 14,953천톤의 폐콘크리트가 발생되고, 2020년에는 이보다 약6.8배가 많은 101,293천톤의 폐콘크리트가 발생할 것으로 예상된다<sup>1)</sup>. 따라서, 폐콘크리트의 재 자원화는 질이 좋은 천연골재자원의 고갈, 폐기콘크리트 덩어리의 최종처리장소의 부족 및 불법투기에 의한 환경파괴 등과 같은 문제점들에 대한 해결방안의 하나로써 의의가 있다.

최근, 구조물의 해체 공사 등에 의해 반드시 발생하는 콘크리트 덩어리를 재처리해서 얻은 재생 잔골재 및 재생 굵은 골재를 이용하여 만든 재생 콘크리트의 실용화 방안에 관한 연구·검토가 활발하게 이루어지고 있으며, 또한 폐콘크리트의 파쇄 방법도 다양화되고 있다.

이에 본 연구에서는 폐콘크리트의 파쇄 방법의 일종인 전기 충격식 수중파쇄 시스템을 이용한 재생골재와 기계식 파쇄 재생골재 그리고, 보통골재를 사용한 콘크리트의 물성 및 특성을 파악하고, 재생골재 콘크리트의 성능을 검토·분석하여, 실용화 방안에 대한 기초적 자료를 제시하고자 하였다.

\* 정회원, 단국대학교 대학원 석사과정

\*\* 정회원, 단국대학교 대학원 박사과정

\*\*\* 정회원, 동명정보대학교 건축공학과 교수

\*\*\*\* 정회원, 경동대학교 건축공학부 교수

\*\*\*\*\* 정회원, 단국대학교 건축대학 교수

\*\*\*\*\* 정회원, 한남대학교 건축토목환경공학부 교수

## 2. 전기충격식 수중파쇄 시스템

본 연구에서 사용된 전기충격식 수중파쇄 시스템<sup>2)</sup>은 그림 1에 제시하였다.

이 시스템은 현재 개발진행중인 시스템으로써 물이 담긴 탱크 내에 폐콘크리트를 넣고 임의의 간격을 두고 위치한 전극봉에 전압을 부가함으로써 얻어지는 충격력으로 폐콘크리트를 파쇄 하여 골재만을 채취하는 재활용 시스템이다.

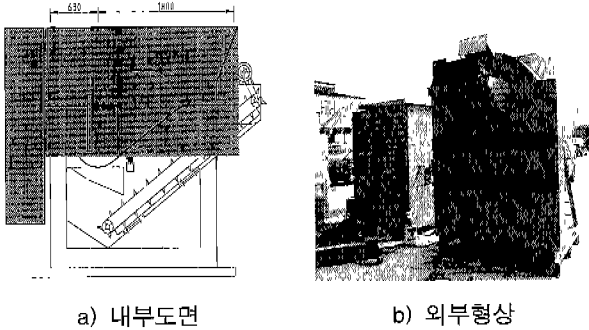


그림 1. 전기충격식 수중파쇄 시스템

전기충격식 수중파쇄 시스템의 구성은 호퍼(1개), 전극봉(4개), 콘베이어 벨트(1개), 캐패시터\*(3×4개), 스위치(4개), 스크린(1개), 전원 공급기(10KJ×4개)로 구성된다.

전기충격식 수중파쇄 시스템을 이용한 재생골재의 생산은 먼저 호퍼를 통하여 폐콘크리트를 넣고 캐패시터를 통하여 50,000V의 고전압을 충전한 후 이를 전극봉으로 보낸다. 전극봉을 통하여 순간적인 전압을 발생하여 폐콘크리트를 파쇄하고, 파쇄된 골재는 스크린 크기에 따라 통과한다. 스크린의 크기는 필요한 골재의 크기(20, 25, 30, 35mm등)에 따라 조절이 가능하며, 스크린을 통과한 골재는 콘베이어 벨트를 통하여 외부로 방출된다.

이러한 공정의 반복을 통하여 폐콘크리트를 파쇄하여 재생골재를 생산한다.

전기충격식 수중파쇄 시스템을 이용한 재생골재의 생산과정은 그림 2와 같다.

## 3. 실험개요

### 3.1 사용재료

#### 1) 시멘트

본 실험에서 사용한 시멘트는 국내 S사의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 화학성분과 물리적 성질은 표 1, 2와 같다.

\* 전류 집진 장치이며, 순간적인 고전압을 발생시키기 어렵기 때문에 이러한 장치를 통하여 고전압을 충전하여 발생시키는 기계이다.

표 1. 시멘트의 화학적 성분

구분	화학성분(%)						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	lg.loss
보통 포틀랜드 시멘트	21.95	6.59	2.81	60.12	3.32	2.11	2.58

표 2. 시멘트의 물리적 성질

시멘트 종류	비중	응결시간(분)		분말도 (cm/g)
		초결	종결	
보통포틀랜드시멘트	3.15	194	330	3,200

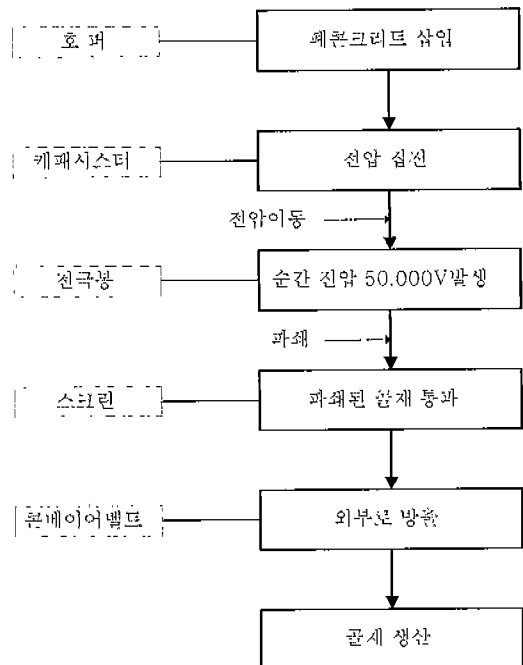


그림 2. 재생골재 생산과정

#### 2) 골재

본 실험에 사용된 잔골재는 북한강산으로 최대 골재치수는 5mm이며, 굵은골재는 광주석산 쇄석으로 최대골재치수는 25mm를 사용하였다.

사용골재의 입도조정은 KS F 2502 체가름 시험방법에 의거하여 실시하였다. 사용골재의 물리적 성질은 표 3과 같다.

표 3. 잔골재와 굵은골재의 물리적 성질

구분	생산지	최대 치수 (mm)	표준 비중	흡수율 (%)	단위용적 중량 (kg/m <sup>3</sup> )	실적율 (%)	조립율
잔골재	북한강산	5.0	2.59	0.98	1,590	61.2	2.87
굵은골재	광주석산	25.0	2.62	0.95	1,527	57.8	7.12

3)재생골재

본 실험에 사용한 재생골재는 대전시의 건설폐기물에서 채취한 폐콘크리트를 파쇄 방법에 따라 전기충격식 수중파쇄 시스템과 기계식(조크크러셔) 1차 파쇄로 얻어진 두 종류의 재생골재를 사용하였다. 재생골재의 물리적 성질은 표 4에 나타내었다.

표 4. 재생골재의 물리적 성질

파쇄방법	최대 치수 (mm)	조립율	단위용적중량 (kg/m <sup>3</sup> )	표준 비중	흡수율 (%)	실적율(%)	마모 감량 (%)
기계식 파쇄	25.0	6.41	1,269	2.31	7.30	54.9	38
전기충격식 수중파쇄	25.0	6.86	1,315	2.37	6.52	55.5	32
KS 규격	25.0	-	-	2.2 이상	7.0 이하	55 이상	40 이하

3.2 배합계획

본 실험에 사용한 배합계획은 단위수량 185kg/m<sup>3</sup>, 잔골재율 43%를 기준으로 물시멘트비(W/C) 50, 55%의 2수준으로 하였으며, 파쇄 방법별 골재종류 및 물시멘트비에 따라 굵은 골재를 재생골재로 0, 50, 100%치환하였다. 실험계획 및 배합은 표 5와 같다.

표 5. 실험계획 및 배합

W/C (%)	기호	S/a (%)	단위수량 (kg/m <sup>3</sup> )	중량배합(kg/m <sup>3</sup> )				
				C	S	G	RG	AD
50	G50-100-0	43	185	370	732	982	0	1.9
	E50-50-50			370	732	491	442	1.9
	E50-0-100			370	732	0	884	1.9
	M50-50-50			370	732	491	433	1.9
	M50-0-100			370	732	0	866	1.9
55	G55-100-0			336	744	998	0	1.7
	E55-50-50			336	744	498	450	1.7
	E55-0-100			336	744	0	899	1.7
	M55-50-50			336	744	498	440	1.7
	M55-0-100			336	744	0	880	1.7

※ G : 보통골재  
 E : 전기충격식수중파쇄 재생골재  
 M : 기계식파쇄 재생골재  
 RG : 재생골재  
 AD : AE제  
 ※ 범례 : G50-100-0

|| | L 재생골재율  
 || | L 보통골재율  
 | L 물시멘트  
 L 골재의 종류

1) 물

본 실험에 사용한물은 KASS 5.2.3의 규정에 따라 유해한 기름, 산, 알칼리, 염분 등을 함유하지 않은 상수도수를 사용하였다.

3.3 모의시험체 제작

1) 거푸집 제작

거푸집은 길이 1000mm, 높이 600mm, 두께 200mm로(그림 3, 그림 4) 일반 벽체모양의 거푸집을 제작하였으며, 콘크리트의 측압을 고려하여 높이의 1/3지점에 가새를 설치하였다. 합판은 두께 12mm 코팅 합판을 사용하였다.

2) 모의시험체 제작

배합은 재생골재의 활용성을 비교하기 위하여 W/C 50%의 보통 콘크리트, 전기 충격식 수중파쇄 재생골재 100%치환한 콘크리트, 기계식 파쇄 재생골재 100%치환한 콘크리트로 3종의 모의 시험체를 제작하여 28일간 대기양생(7일 습윤양생, 21일 대기방치)을 하였다.

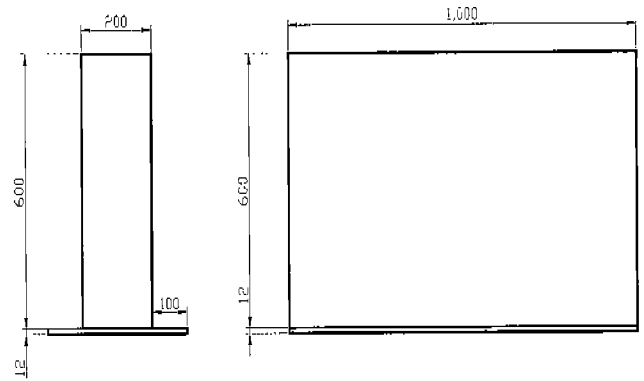


그림 3. 거푸집 입면

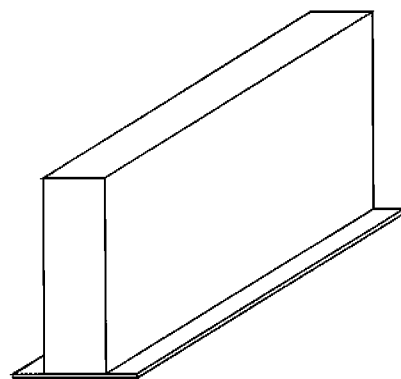


그림 4. 거푸집 형상

3.4 시험체 제작 및 양생

1) 시험체 제작

시험체는 Ø10×20cm크기의 몰드를 사용하여 제작하였다. 콘크리트 혼합은 강제혼합 믹서를 사용하였으며, 비빔은 재료 투입 전에 동일배합의 콘크리트를 소량으로 믹서 내부에 도포한 후 실시하였다.

## 2) 양생법

양생은 제작된 시험체를 28일간 수중양생을 하였다. 캐핑은 몰탈을 사용하여 공시체 상부에 캐핑을 하였다.

모의 시험체는 대기에서 28일 양생 후 코어채취를 하여, 시험체 상·하면에 캐핑을 하였다.

## 4. 실험방법

### 4.1 굳지않은 콘크리트 실험

#### 1) 슬럼프 시험

슬럼프 시험은 콘크리트 제작 후 KS F 2402에 의거하여 실시하였다.

목표 슬럼프는  $18 \pm 2\text{cm}$ 로 하였다.

#### 2) 공기량 시험

목표 공기량은  $4.5 \pm 1.5\%$ 로 하였으며, 공기량 시험은 KS F 2409에 준하여 실시하였다.

### 4.2 경화콘크리트 실험

#### 1) 압축강도 및 인장강도 시험

압축강도 및 인장강도 시험은 U.T.M(100t)을 사용하였다.

##### ① 압축강도 시험

압축강도 시험은 KS F 2405에 의거하여, 가압판위에 공시체를 중앙에 오도록 하고, 고정판을 내려 공시체면이 고르게 접촉되도록 하여, 일정한 속도로 공시체가 파괴될 때까지 가압하였다.

##### ② 인장강도 시험

인장강도 시험은 KS F 2423에 의거하여 할렬 인장강도를 측정하였다.

#### 2) 콘크리트 흡수율 시험

콘크리트 공시체 흡수율 시험은 KS F 2459에 의거하여, 28일 양생이 끝난 공시체의 무게를 측정후  $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 에서 일정 무게가 될 때까지 건조시켜 무게를 측정하여, 흡수율식에 따라 1%까지 계산하여 평균값을 나타내었다.

#### 3) 콘크리트 정탄성 계수 시험

콘크리트 공시체의 정탄성 계수 시험은 KS F 2438에 의거하여 측정하였다.

시험은 콘프레소 메타를 사용하여 실시하였으며, 탄성계수는 원점에서 파괴 하중의 1/3 응력에 상당하는 곡선상의 점까지 끌어낸 직선 기울기로 구하는 세컨트 모듈러스법에 의하여 구하였다<sup>3)</sup>.

### 4.3 모의 시험체 실험

대기양생 후 모의 시험체를 3분할하여 분할 부위별 상, 중, 하로 구분하여 코어채취를 하였다. 부분별(상, 중, 하) 채취한 코어를 가지고 압축강도(KS F 2405)시험과 콘크리트 흡수율(KS F 2459)시험을 하였다. 사진 1은 모의 시험체의 형상이며, 사진 2는 코어 채취하는 모습이다.

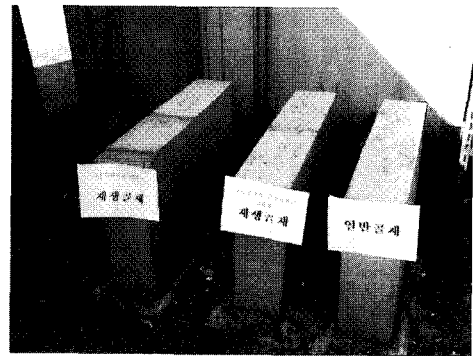


사진 1. 모의 시험체 형상

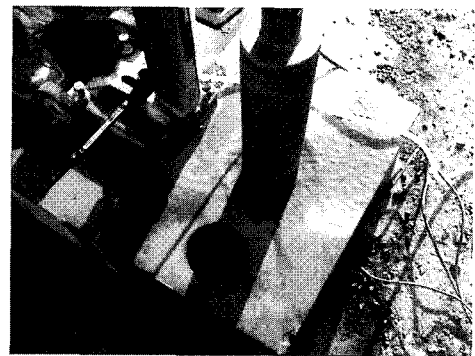


사진 2. 코어채취 모습

## 5. 실험결과 및 고찰

### 5.1 재생골재의 표면형상

파쇄 방법별 재생골재의 형상을 사진 3, 4에 나타내었다.

재생골재의 형상을 육안으로 관찰한 결과 파쇄 방법에 따라 골재 자체의 불순물(모르타) 부착 정도가 다소 차이를 보이고 있었다.

파쇄 후 골재의 상태는 전기 충격식 수중파쇄 재생골재 자체에 불순물의 부착이 기계식 파쇄 재생골재 보다 다소 적었으며, 재생골재 사용시 세척작업 없이도 사용 가능할 정도로 깨끗한 형상을 보인 반면, 기계식 파쇄 재생골재는 파쇄시 발생하는 분진 및 먼지가 상당수 부착되어 있어 세척작업을 통한 부차적인 작업이 필요할 것으로 판단된다.

두 종류의 재생골재 모두 재생골재 자체에 부착되어 있는 불순물로 인하여 색석을 사용한 보통 콘크리트 보다 재생골재를 사용한 콘크리트의 성능이 다소 저조할 것으로 사료된다<sup>4)</sup>.

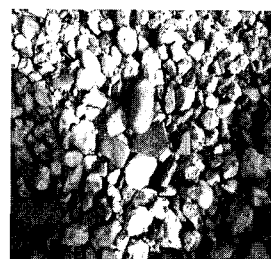


사진 3. 수중파쇄

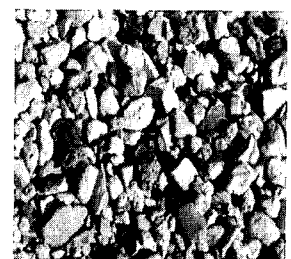


사진 4. 기계식파쇄

## 5.2 굳지 않은 콘크리트 실험

### 1) 슬럼프 및 공기량

슬럼프 및 공기량 시험결과를 그림 5와 그림 6에 나타내었다. 전반적으로 슬럼프는 목표 슬럼프  $18 \pm 2$ cm범위 안에서 대부분 나타났으며, 다소 우수한 유동성을 나타내었다\*\*.

시험체는 물시멘트비에 따라 슬럼프 차이를 보이고 있지만, 보통 콘크리트에 비하여 큰 차이를 보이고 있지 않았다. 또한 목표 슬럼프를 모두 만족하였다.

공기량은 물시멘트비 55%에 치환율 50%인 경우 보통 콘크리트에 비하여 전기 충격식 수중파쇄나 기계식 파쇄 재생골재의 공기량 차이가 거의 없었으나 100%치환한 경우 12~15%증가한 것으로 나타났고, 재생골재의 치환율이 높아짐에 따라 공기량이 높게 나타났다. 이는 재생골재가 가지고 있는 불순물(시멘트 페이스트)로 인하여 치환율이 증가함에 따라 공기량이 증가하는 것으로 사료된다. 또한 폐콘크리트 파쇄시 나타나는 충격력으로 인하여 골재에 미세한 균열이나 공극이 발생되어 공기량에 영향을 미치는 요인중의 하나로 사료된다<sup>5)</sup>.

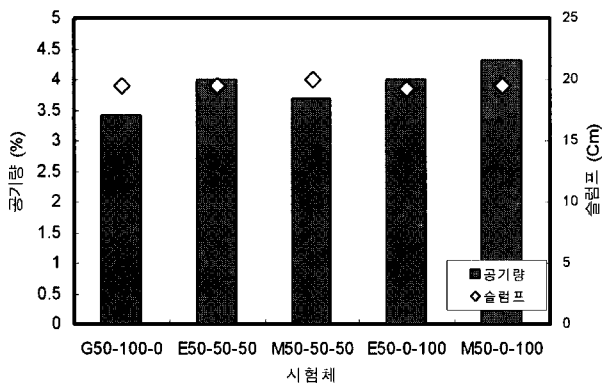
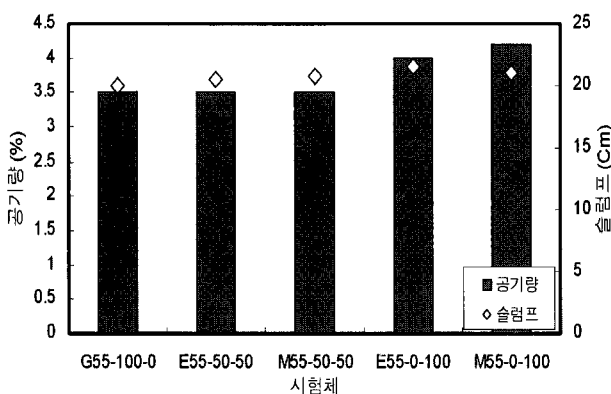


그림 5. 슬럼프 및 공기량 시험결과(W/C 50%)



## 5.3 경화 콘크리트 실험

### 1) 압축강도

압축강도 시험 결과는 그림 7과 8에 나타내었다. 전반적으로 재생골재를 치환함에 따라 압축강도는 낮아지는 경향을 보였으며, 보통 콘크리트가 재생골재 콘크리트보다 강도값이 약 7% 높게 나타났다. 이것은 폐콘크리트 파쇄시의

\*\* 동일조건의 슬럼프값을 위하여 소정량의 혼화제를 사용하였다.

충격으로 골재에 미세한 균열이 발생하여 강도저하에 영향을 주는 것으로 사료된다.

물시멘트비 50%의 경우 재령 7일에서 각 시험체에 따라 6~20%의 강도차이를 보였으나 재령 28일에서는 유사한 강도값을 보였다. 또한 물시멘트비 55% 경우 재령 7일이나 28일에서 모든 시험체가 유사한 강도값을 보였다.

파쇄종류별 재생골재를 사용한 콘크리트의 강도를 보면 보통 콘크리트에 비하여 재생골재 콘크리트의 압축강도가 저하되는 경향을 보이고 있지만, 치환율이 증가함에 따라 전기충격식 수중파쇄 재생골재 콘크리트가 기계식 파쇄 재생골재 콘크리트 보다 약 2~10%정도의 강도차이를 나타내었다. 따라서 치환율이 높을수록 재령 28일 강도에 있어서 기계식 파쇄 재생골재 콘크리트 보다 전기충격식 수중파쇄 재생골재 콘크리트가 다소 양호한 것으로 판단된다.<sup>6)</sup>

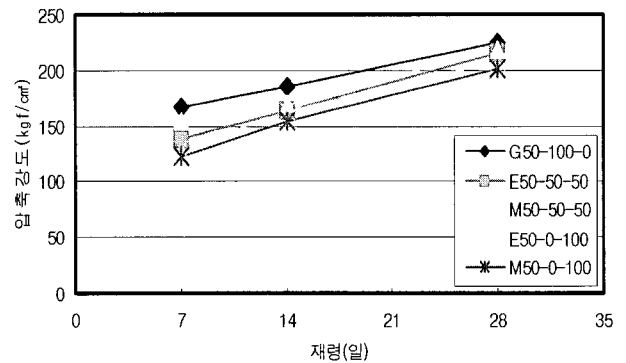


그림 7. 압축강도 시험결과(W/C 50%)

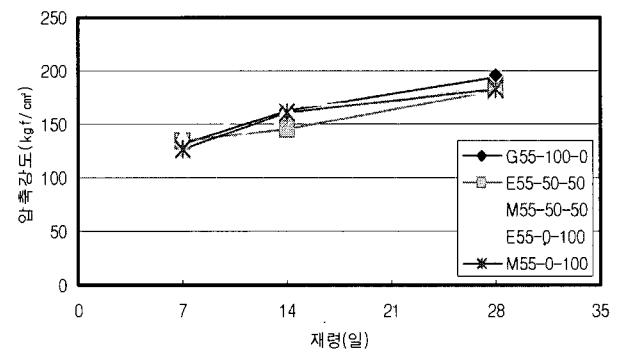


그림 8. 압축강도 시험결과(W/C 55%)

### 2) 인장강도

인장강도 시험 결과는 그림 9와 그림 10에 나타내었다. 인장강도 시험결과는 재생골재를 치환함으로써 인장강도 값이 감소함을 보여 압축강도와 유사한 경향을 보였다.

물시멘트비 50%에서는 보통 콘크리트가 재령 7일 강도 보다 재령 28일에 약 18% 증가한 반면, 재생골재 콘크리트는 재령 7일 인장강도 보다 28일에 약 23% 증가하였다. 물시멘트비 55%에서는 보통 콘크리트가 재령 7일 인장강도 보다 28일에 약 7% 증가한 반면, 재생골재 콘크리트는 재령 7일 강도 보다 28일에 약 36%증가한 것으로 나타났다.

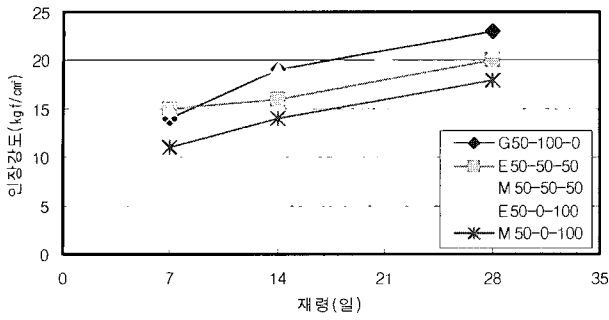


그림 9. 인장강도 시험결과(W/C 50%)

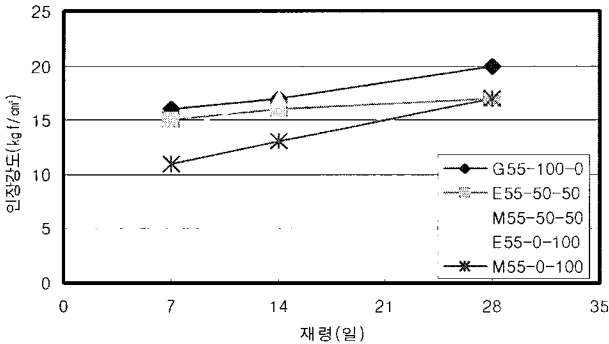


그림 10. 인장강도 시험결과(W/C 55%)

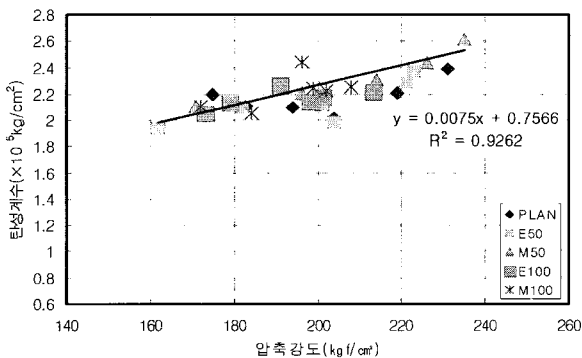
### 3) 정탄성 계수

파쇄 방법별 재생골재의 치환율에 따른 콘크리트의 압축강도와 정탄성 계수 관계에 대한 시험결과를 그림 11에 나타내었다.

정탄성계수 시험은 모두 재령일 28일에 실험한 결과를 나타내었다.

정탄성계수는 골재의 종류에 관계없이 강도와 탄성계수의 관계는 거의 직선으로 나타나고 있으며, 압축강도가 증가함에 따라 탄성계수의 값 또한 증가하고 있다.

탄성계수는 보통 콘크리트, 전기충격식 수중파쇄 재생골재 콘크리트, 기계식 파쇄 재생골재 콘크리트순으로 크게 나타났으며, 각 시험체마다 0.1~0.2×10<sup>5</sup>kg/cm<sup>2</sup>의 근소한 차이를 보이고 있었다. 이것은 재생골재의 공극이 보통골재에 비하여 다소 크기 때문으로 사료된다<sup>7)</sup>.



※범례 : E50(전기충격식 수중파쇄 재생골재 50%치환)  
M50(기계식 파쇄 재생골재 50%치환)  
E100(전기충격식 수중파쇄 재생골재 100%치환)  
M100(기계식 파쇄 재생골재 100%치환)

그림 11. 압축강도와 정탄성 계수의 관계

### 4) 흡수율

각 시험체별 흡수율 시험결과는 그림 12에 나타내었다.

물시멘트비에 따른 흡수율 시험 결과를 보면 물시멘트비 50%, 55% 모두 재생골재 콘크리트가 보통 콘크리트보다 흡수율이 높게 나타났다.

치환율 50%에서는 물시멘트비 50% 보다 55%가 약 25%높게 나타난 반면, 치환율 100%에서는 물시멘트비 50%, 55%가 거의 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과로 미루어 보아 재생골재의 치환율이 증가할수록 재생골재 사용시 흡수율에 대한 고려는 특별히 필요하지 않을 것으로 사료된다.

파쇄방법별 재생골재 콘크리트 시험체의 흡수율을 보면, 기계식 파쇄 재생골재 콘크리트가 전기 충격식 수중파쇄 재생골재 콘크리트 보다 약 13%정도 높게 나타났다.

보통 콘크리트에 비하여 재생골재 100%를 치환한 콘크리트가 흡수율이 약 35% 높게 나타났다. 이것은 골재의 흡수율에 따라 변화가 있는 것으로 사료되며, 이러한 실험 결과로 보아 재생골재 사용시 골재의 흡수율을 보정할 수 있는 방법을 찾는 것이 시급한 문제라고 판단된다<sup>8)</sup>.

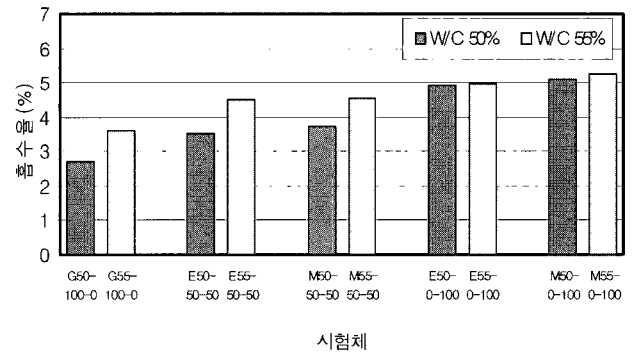


그림 12. 흡수율 시험결과

### 5.4 모의시험체 실험결과

#### 1) 압축강도

코어 채취한 공시체의 압축강도 시험결과를 그림 13에 나타내었다.

벽체의 상부에서 하부로 내려갈수록 강도값이 10%~12% 증가됨을 볼 수 있었다. 이는 벽체 타설시 콘크리트의 자중에 의하여 모의 시험체의 하부로 내려갈수록 콘크리트의 조직이 치밀해 짐으로써 모의 시험체 하부의 강도가 크게 나타나는 것으로 사료된다.

파쇄방식에 따른 재생골재를 일반골재와 비교하여 보면 일반골재를 사용한 보통 콘크리트 시험체 강도보다 재생골재를 사용한 시험체가 약 10%정도 저하되는 경향을 보였으며, 파쇄별 재생골재의 시험체에서는 전기 충격식 수중파쇄 재생골재 시험체가 기계식 파쇄 재생골재 시험체 보다 약 7%정도 높은 것으로 나타났다.

따라서, 모의 실험체에서도 파쇄 방법에 따른 재생골재 콘크리트가 보통 콘크리트 보다 강도 저하가 있는 것으로 나타났고, 재생골재 중에서도 전기충격식 수중파쇄 재생골재 콘크리트의 모의 시험체의 강도가 기계식 파쇄 재생골재 콘크리트 모의 시험체 보다 높게 나타났다.

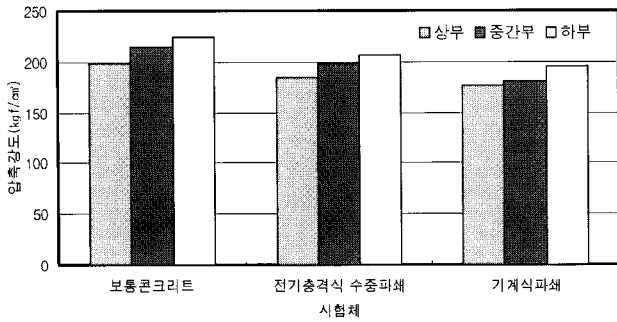


그림 13. 모의 시험체 압축강도 시험결과

2) 흡수율

모의 벽체의 부분별 흡수율의 시험결과는 그림 14에 나타내었다.

보통골재를 사용한 모의시험체 보다 전기충격식 수중파쇄 재생골재를 사용한 모의시험체가 약 14~22%높게 나타났으며, 기계식 파쇄 재생골재를 사용한 모의시험체는 보통골재를 사용한 모의시험체 보다 약 35~50%높게 나타났다. 또한 시험체의 부분별 흡수율을 보면 상부에서 하부로 갈수록 낮아지는 경향이 나타났다.

평균적으로 흡수율의 값이 약 23%의 차이를 보이고 있다.

이러한 결과로 보아 골재의 흡수율에 따라 콘크리트의 흡수율에도 영향을 미치는 것으로 사료되며, 상부에서 흡수율이 하부보다 높은 것은 시험체 자체의 중량으로 인하여 하부가 상부보다는 콘크리트 내부가 밀실 해지기 때문으로 판단된다.

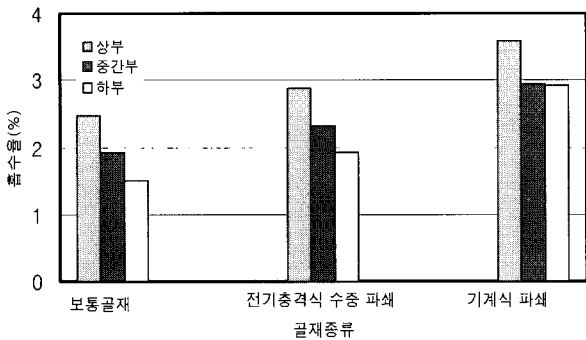


그림 14. 모의 시험체 흡수율 시험결과

6. 결 론

본 연구에서는 전기충격식 수중파쇄 시스템을 이용한 재생골재 콘크리트와 기계식 파쇄 재생골재 콘크리트를 보통골재를 사용한 콘크리트와 비교하여 분석·고찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 재생골재 콘크리트의 슬럼프 및 공기량 실험에서 기계식 파쇄 보다는 전기충격식 수중파쇄 시스템 재생골재 콘크리트가 보통 콘크리트에 가까운 실험치를 보였다. 따라서 굳지 않은 콘크리트의 물성은 기계식 파쇄 보다는 전기충격식 수중파쇄 시스템을 이용한 재생골재 콘크리트가 보통 콘크리트와 유사함을 알 수 있었다.

2) 전체적인 강도성상에 있어서는 보통 콘크리트 보다 재생골재 콘크리트가 낮은 값을 보였다. 이것은 재생골재에 부착되어 있는 불순물(모르터)이 콘크리트의 강도가 증가됨에 따라 강도가 약한 불순물 부분부터 파괴되기 때문으로 판단된다.

또한, 파쇄 방법별 재생골재 콘크리트의 강도성상을 비교해 보면 치환율이 증가함에 따라 전기충격식 수중파쇄 재생골재 콘크리트가 기계식 파쇄 재생골재 콘크리트보다 다소 높은 강도 값을 나타내었다.

3) 흡수율에 있어서 재생골재 콘크리트의 흡수율이 보통 콘크리트에 비하여 35%이상 높게 나타나고 있다. 이는 재생골재 자체의 흡수율이 높기 때문으로 사료되며, 전기 충격식 수중파쇄 시스템을 이용한 재생골재 콘크리트가 기계식 파쇄 재생골재 콘크리트 보다 흡수율이 약 2~7% 낮게 나타났다. 이는 재생골재의 흡수율에 따른 영향 때문으로 판단된다.

4) 정탄성 계수 실험 결과 재생골재 콘크리트는 보통 콘크리트에 비해 탄성계수가 약 0.1~0.2×10<sup>5</sup>kg/cm<sup>2</sup>로 다소낮게 나타났다. 따라서 파쇄 방법별 재생골재를 상호 대체 사용시 정탄성 계수에 대한 특별한 고려는 필요하지 않을 것으로 판단된다.

5) 모의시험체 실험에서는 보통 콘크리트 시험체 보다 재생골재를 이용한 시험체의 압축강도 및 흡수율 실험값이 모두 저조하게 나타났다. 하지만 파쇄 방법별 재생골재 시험체를 비교해 보면 전기충격식 파쇄 재생골재의 시험체가 기계식 파쇄 재생골재 시험체의 실험값 보다 양호하게 나타났다. 이것은 파쇄 방법에 따른 재생골재의 특성이 콘크리트에 영향을 미치고 있기 때문으로 사료된다.

재생골재를 건축용 구조부재로 사용하기 위해서는 재생골재에 부착되어있는 모르터의 처리 문제가 시급할 것으로 사료된다. 또한 다양화되고 있는 파쇄 방법별 재생골재에 대한 연구가 계속적으로 이루어져야 한다. 따라서, 재생골재의 현장적용을 위해서는 앞으로도 많은 연구 검토가 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 이세현, '건폐기물의 재활용 기술과 정책', 건설기술연구원, 건설기술인 협회지, 2002. 5·6월호
- 정상진외, '전기충격식 수중파쇄 재생골재 콘크리트의 기초물성에 관한 연구', 2002년 춘계학술발표 대회 2002. 5.
- 최세진, '콘크리트 공학', 도서출판 청호, 2000. 6.
- 박철림, 재생골재의 파쇄효과에 따른 재료특성, 대한건축학회 춘계 학술발표대회 논문집(구조계) v.18, n.1, pp.935-940, 1998. 4.
- 김무한외2인, '재생골재의 혼합조건에 따른 재생골재 콘크리트의 시공성 및 공학적', 대한건축학회 논문집:v.9, n.11; 1993. 11.
- 김문섭외 3인, '재생골재 콘크리트의 역학적 특성', 대한건축학회 논문집:v.13, n.9; 1997. 9.
- 이세현, '고강도 영역의 재생골재 콘크리트의 역학적 특성 연구, 대한건축학회 논문집(구조계): v.17 n.1; 2001.
- 한천구의 4, '재생골재의 품질에 따른 재생 콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구', 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집(구조계):v.18, n.1; 1998. 4.