

# 리젝트애쉬를 사용한 콘크리트 특성

## The Properties of Concrete with Reject Ash

백철우\*  
Baek, Chul-Woo

김호수\*  
Kim, Ho-Soo

박조범\*  
Park, Cho-Bum

류득현\*\*  
Ryu, Deuk-Hyun

---

### ABSTRACT

The purpose of this study is to present the recycling method of reject-ash. The reject-ash, a significant portion of the pulverized fuel ash produced by coal-fired power plants and rejected from the ash classifying process, has remained unused due to its high carbon content and large particle size.

This study compared reject-ash with fly-ash by physical properties, the properties of fresh & harden concrete with cement replacement ratio of reject-ash and fly-ash, 0, 5, 10, 15, 20, 25(wt. %). The loss of ignition of the reject-ash is similar to fly-ash and is suited to the KS L 5405. When the replacement ratio of reject-ash is increasing the air content of reject-ash concrete is lowly decreased. The results of the compressive strength measurement of reject-ash tends to decrease by increasing the replacement ratio.

---

### 1. 서론

콘크리트의 성능을 개선하기 위해 사용되는 혼화재료는 여러 가지의 재료가 다양한 형태로 사용되고 있으며, 산업부산물인 플라이애쉬는 이미 오래전부터 콘크리트의 혼화재료로 사용하는 것이 일반화되어 있다. 기존 연구결과 플라이애쉬는 시멘트의 20%이하로 사용하는 것이 일반적이나, 최근에는 플라이애쉬를 대량으로 사용하거나, 분말도를 크게 증가시켜 사용하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 리젝트애쉬는 플라이애쉬 정제과정 중에 발생하는 부산물로서 주로 폐기·매립되고 있다. 리젝트애쉬는 플라이애쉬보다 분말도가 낮고 45 $\mu$ m체의 잔분량이 높은 특징을 가지고 있으나 화학적 성질은 플라이애쉬와 비슷한 특성을 가지고 있다.

이에 본 연구는 화력발전소의 플라이애쉬 정제과정에서 폐기되고 있는 리젝트애쉬의 품질특성을 검토하고 콘크리트 혼화재로 적용하여 동일한 공정에서 생산된 플라이애쉬와 비교분석하여 콘크리트용 혼화재료로 활용시에 기초자료로 제공하고자 하였다.

### 2. 실험

#### 2.1 사용재료

본 실험에 사용된 시멘트는 KS L 5201을 만족하는 국내 D사의 보통 포틀랜드시멘트이며, 잔골재는 조립률 2.94, 흡수율 0.64%의 바다모래, 굵은골재는 최대치수 25mm 부순 자갈을 사용하였다. 플라이애

---

\* 정회원, 유진기업 기술연구소, 연구원

\*\* 정회원, 유진기업 기술연구소, 소장

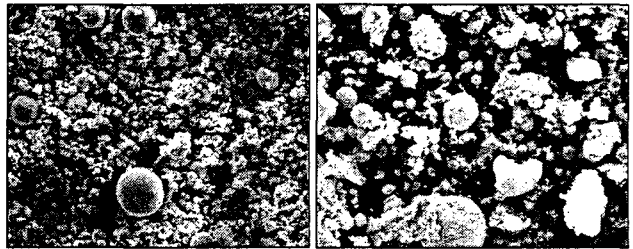
쉬와 리젝트애쉬는 국내 Y화학발전소의 생산된 제품을 사용하였으며, 품질특성은 표. 1과 같고 플라이애쉬와 리젝트애쉬의 형상은 그림. 1과 같다.

표. 1 FA & RA의 물리적 특성

	강열감량 (%)	분말도 (㎎/g)	45 $\mu$ m체 체잔분 (%)	플로값비 (%)	활성도지수 (%)	
					7일	28일
KS 규격(2종)	5.0 이하	3000 이상	40 이하	95 이상	-	80 이상
FA	2.26	3582	6.3	112.6	79.9	88.6
RA	2.25	2425	29.4	91.0	68.5	77.0

### 2.2 배합

본 실험에서 사용한 콘크리트의 배합은 w/c 0.55, s/a 0.51로 하였으며, 목표 슬럼프와 공기량은 15 $\pm$ 2.5cm, 4.5 $\pm$ 1.5%로 하였다. 슬럼프의 경우에는 기존의 연구 결과, 플라이애쉬 대체율 증가에 따라 유동성이 증가한다는 보고에 따라 다소 낮은 목표 슬럼프로 잡았다.



플라이애쉬

리젝트애쉬

그림. 1 FA & RA의 형상

### 2.3. 실험방법

본 연구에서는 리젝트애쉬를 사용한 콘크리트의 특성을 분석하기 위해서 리젝트애쉬를 시멘트에 대하여 각각 0, 5, 10, 15, 20, 25(wt. %) 대체하였으며, 플라이애쉬와 비교하기 위하여 플라이애쉬 역시 같은 방법으로 대체하여 콘크리트 실험을 진행하였다. 콘크리트 제조 직후와 60분 후에 슬럼프와 공기량시험을 실시하여 경시변화를 측정하였으며, 재령 3, 7, 28일에 압축강도시험을 실시하였고, 단위용적 질량과 초음파속도 시험은 재령 28일에 실시하였다.

## 3. 실험결과

리젝트애쉬와 플라이애쉬를 사용하여 콘크리트 비교 실험을 실시한 후, 표 2와 같은 결과를 얻었다.

표 2 실험 결과

시험체	Slump(cm)		Air(%)		단위용적질량 (kg/m <sup>3</sup> )	초음파속도 (km/sec)	압축강도(MPa)			발현율(%)		
	0	60분	0	60분			3일	7일	28일	3일	7일	28일
Plain	17.0	12.5	4.7	3.1	2309	4.675	15.2	26.9	33.0	-	-	-
FA5	18.0	13.0	4.5	3.6	2322	4.677	14.9	25.7	31.9	98.3	95.6	96.4
FA10	18.0	13.0	4.1	3.5	2310	4.648	14.5	23.7	31.1	95.8	88.2	94.2
FA15	18.0	14.0	4.1	3.1	2310	4.660	13.1	20.9	30.3	86.5	77.5	91.7
FA20	19.0	11.5	3.5	2.6	2321	4.625	12.2	21.2	28.6	80.2	78.9	86.5
FA25	19.5	12.5	3.3	2.4	2324	4.630	11.3	19.7	27.7	74.6	73.0	83.7
RA5	17.5	12.0	5.2	3.8	2321	4.680	14.9	24.2	30.6	98.3	89.9	92.5
RA10	17.5	11.5	4.9	3.8	2310	4.630	13.7	22.9	28.8	90.2	84.9	87.1
RA15	16.5	11.0	4.7	3.7	2308	4.639	12.7	22.1	27.3	83.9	82.3	82.6
RA20	16.5	11.5	3.7	3.0	2300	4.605	11.5	19.7	26.5	75.9	73.1	80.1
RA25	17.5	11.5	3.5	2.8	2316	4.551	10.9	18.5	25.5	71.9	68.7	77.2

### 3.1 굳지 않은 콘크리트 특성

그림 2는 리젝트애쉬와 플라이애쉬 대체율별 경시변화에 따른 콘크리트의 유동특성을 나타내었다. 슬럼프는 플라이애쉬의 경우 대체율이 증가할수록 25%까지 점진적으로 증가하는 경향을 보이고 있으나 리젝트애쉬는 10%까지 증가하다가 감소하는 추세를 보이고 있다. 플라이애쉬에 비해 유동성이 낮은 경향을 보이고 있다. 공기량은 플라이애쉬와 리젝트애쉬 모두 대체율이 증가할수록 감소하는 경향이 뚜렷이 나타나고 있지만 리젝트애쉬가 플라이애쉬 보다 다소 높은 공기량값을 보이고 있다.

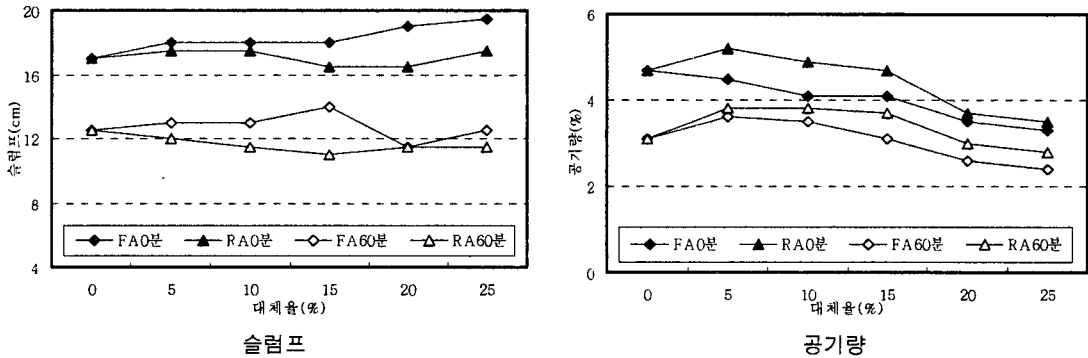


그림 2 FA & RA 대체율에 따른 콘크리트 굳지 않는 특성

### 3.2 경화 콘크리트의 특성

리젝트애쉬와 플라이애쉬를 사용한 콘크리트의 재령에 따른 압축강도와 Plain 대비 대체율별 압축강도 발현율을 그림 3에 나타내었다. 플라이애쉬의 경우 대체율이 증가할수록 강도발현율이 낮아지는 경향이 뚜렷이 나타나고 있으며, 재령 28일에서 플라이애쉬를 20%까지 대체한 배합은 86.5% 정도의 발현율을 나타냈으며 25%를 사용한 콘크리트는 Plain에 비하여 현저한 강도저하 현상을 보였다. 리젝트애쉬의 경우 플라이애쉬와 동일하게 대체율이 증가할수록 발현율이 낮아지는 현상을 보이고 있다. 리젝트애쉬 10% 대체한 경우가 87.1%의 발현율을 보이고 있으며, 플라이애쉬와 비교하여 볼때 평균 6%정도 낮은 경향의 발현성을 나타내고 있다.

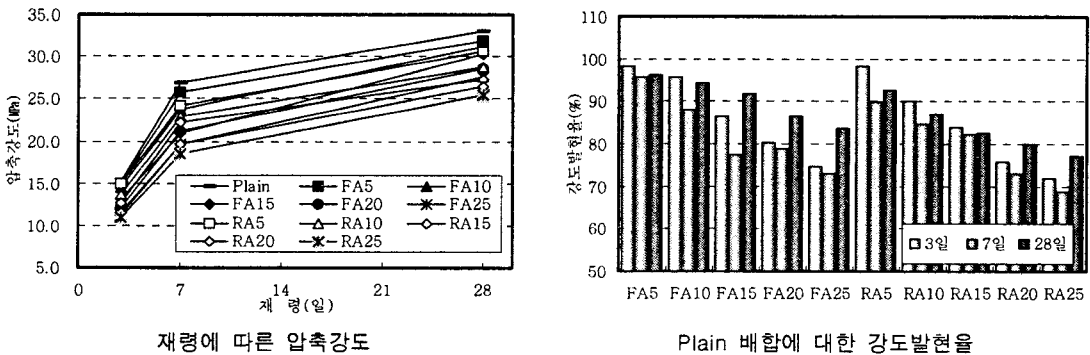


그림 3 FA & RA 대체율에 따른 강도 특성

단위용적질량은 그림 4에서 보듯이 리젝트애쉬와 플라이애쉬 대체율이 증가될수록 단위용적질량이

증가하는 경향을 나타냈다. 또한 리젝트애쉬가 플라이애쉬보다 상대적으로 낮은 값을 보이고 있다.

초음파속도는 그림 5에 나타내었다. 리젝트애쉬가 플라이애쉬 배합보다 상대적으로 낮은 값을 보이고 있지만 뚜렷한 경향은 보이고 있지 않다.

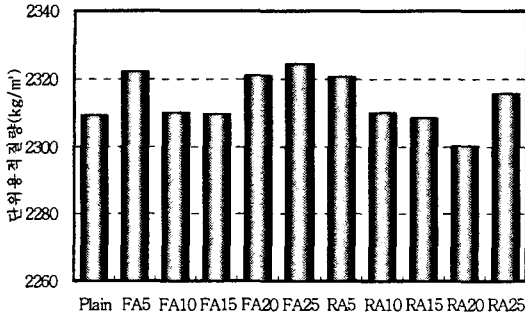


그림 4 FA & RA 대체율에 따른 단위용적질량

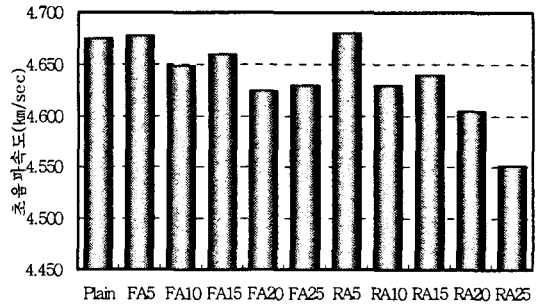


그림 5 FA & RA 대체율에 따른 초음파 특성

#### 4. 결론

본 연구는 리젝트애쉬의 품질특성을 검토하고 재활용 방안을 위한 기초자료를 제시하고자 한 것으로 연구결과는 다음과 같다.

- (1) 기초물성의 경우 리젝트애쉬가 분말도와 45 $\mu$ m체 체잔분을 제외하고는 플라이애쉬와 큰 차이를 보이고 있지 않다.
- (2) 슬럼프의 경우 리젝트애쉬는 10%까지 증가하다가 감소하는 추세를 보이고 있으며 플라이애쉬에 비해 유동성이 낮은 경향을 보이고 있다. 공기량은 리젝트애쉬보다 분말도가 높은 플라이애쉬가 간극충전효과로 인하여 리젝트애쉬보다 공기량이 낮게 나타난 것으로 사료된다.
- (3) 플라이애쉬를 20%까지 대체한 경우 86.5% 정도의 발현율을 나타내었고, 리젝트애쉬 10% 대체한 경우가 87.1%의 발현율을 보이고 있으며, 플라이애쉬 대비 평균 6%정도 낮은 경향의 발현성을 나타내고 있다
- (4) 단위용적질량과 초음파속도는 리젝트애쉬가 플라이애쉬보다 상대적으로 낮은 경향을 보이며 리젝트애쉬의 밀도값에 기인한 것으로 사료된다. 대체율에 따른 뚜렷한 경향은 보이고 있지 않다.

#### 참고문헌

1. 오세훈, "폐석탄회를 잔골재 대체재료로 사용한 콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구", 석사학위논문 건국대학교, 1997.
2. 김무한 외, "플라이애쉬를 대량 사용한 콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구", 2000년 콘크리트학회 가을학술발표회 논문집, Vol. 12 No. 2, 2000. 11.
3. 한국건설기술연구원, "Fly ash를 이용한 콘크리트 혼화재료의 개발", 2003. 12.
4. C. S. Poon, "Pozzolanic properties of reject fly ash in blended cement pastes", Cement and Concrete Research, Volume 33, Issue 11, November 2003.