

# EP-DUST를 사용한 시멘트 모르타의 특성에 관한 기초적 연구

## A Fundamantal Study on the Properties of Cement Mortar Using E.P-dust

조 중 동\*    한 민 철\*\*    조 병 영\*\*\*    장 기 영\*\*\*\*    한 천 구\*\*\*\*\*  
Cho, Jeong Dong    Han, Min Cheol    Cho, Byung Young    Jang, Gi Young    Han, Cheon Goo

### ABSTRACT

The objective of this study is to investigate the possibility for application of E.P-dust as both admixtures and fillers for aggregates under various mixproportion, replacing method and the ratios of replacement. According to the experimental results, improvement of viscosity and reducing of segregation at fresh state and gain in strength at hardened state can be achieved by applying E.P-dust. It can be considered from the results that application of E.P-dust will be more efficient as fillers for aggregates than as binder

### 1. 서 론

최근 국내외적으로 자원의 고갈과 환경오염에 대한 관심이 집중되면서 산업폐기물이나 부산물을 건축재료로 재활용하는 방안이 다각적으로 검토되고 있다.

이러한 관점에서 본 연구는 산업부산물의 일종으로서 시멘트 제조과정중 원료분쇄과정의 비산분진을 집진한 DUST(Electrostatic Precipitator;이하 E.P-dust라 칭함)를 콘크리트용 혼화재 혹은 골재의 충전재로 활용하는 방안에 대하여 검토하고자 하였는데, 이러한 E.P-dust는 알칼리성으로 SO<sub>3</sub>의 함량이 높고 분말도가 매우 큰 저품위 석회석 미분말로 적정량을 시멘트 혹은 골재로 치환할 경우 높은 점성, 충전성 및 강도증진등으로 콘크리트의 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 추측된다.

따라서 본 연구에서는 모르타 배합비, 치환방법 및 E.P-dust 치환율을 변화시켜가면서 그에 따른 시멘트 모르타의 기초적인 물성을 파악하므로서 궁극적으로 E.P-dust를 효율적으로 활용하는 방안에 대하여 한 참고자료로 제시하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

#### 2.1 실험계획

EP-dust를 사용한 시멘트 모르타의 기초적 특성을 파악하기 위한 본 연구의 실험계획은 표 1과 같

- \* 정희원, 청주대 건축공학과 석사과정
- \*\* 정희원, 청주대 건축공학과 박사과정
- \*\*\* 정희원, 한국 전자계시험 연구원, 청주대 건축공학과 박사과정
- \*\*\*\* 정희원, 아세아시멘트공업(주), 이사
- \*\*\*\*\* 정희원, 청주대 건축공학과 교수, 공학박사

다. 먼저 배합사항으로 배합비는 1:1, 1:3, 1:5의 3개 수준으로 하고, 각각의 배합비에 E.P-dust를 치환하지 않은 Base 모르터의 목표 플로우치를 150±5mm로 배합설계한 후, E.P-dust를 시멘트와 잔골재에 대하여 치환율로 혼입하여 실험하는 것으로 하고, 각각의 치환방법에 대하여 EP-dust 치환율을 각각 4가지의 수준으로 한다. 또한, 실험사항으로는 굳지않은 모르터상태의 플로우시험, 공기량 및 단위용적중량과 경화상태의 압축, 인장 및 휨강도 시험을 실시하는 것으로 한다.

## 2.2 사용재료

본 연구의 사용재료로써 시멘트는 국내산 A사의 1종 보통포틀랜드 시멘트를 사용하며, 물리적 성질은 표 2와 같다. 잔골재는 충북 청원군 부강면 미호천산으로 물리적 성질은 표 3과 같으며, 잔골재의 입도곡선은 그림 1과 같다. 또한, E.P-dust의 화학성분은 표 4와 같고, 그림 2는 E.P-dust의 발생과정을 나타낸 것이다.

## 2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 먼저, 모르터의 비빔은 모르터 혼합용 믹서를 이용하여 충분히 혼합될 수 있도록 그림 3의 순서에 따라 실시한다.

굳지않은 모르터의 실험과 강도시험용 공시체의 제작 및 강도시험 등은 각각 KS 규정의 표준적인 시험방법에 의거 실시하는 것으로 한다.

## 3 실험결과 및 분석

### 3.1 굳지않은 모르터의 특성

그림 4는 E.P-dust의 치환방법 및 모르터 배합비별 E.P-dust 치환율에 따른 모르터의 플로우치를

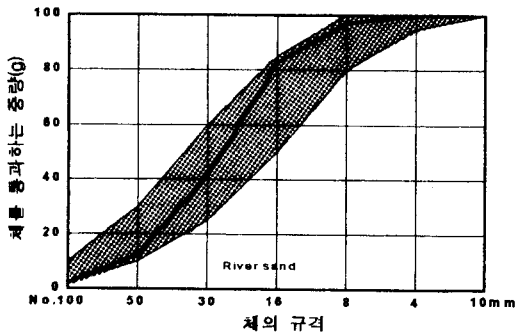


그림 1. 잔골재의 입도곡선

표 1. 실험 계획

배합비	배합 사항		실험 사항	
	E.P-dust 치환방법	E.P-dust 치환율(%)	굳지않은 상태	경화상태
1 : 1	base	0	· 모르터플로우 · 공기량 · 단위용적중량	· 압축강도(7,28일) · 인장· 휨강도(28일)
1 : 3	시멘트 치환	5, 10, 15, 20		
1 : 5	잔골재 치환	2.5, 5, 7.5, 10		

표 2. 시멘트의 물리적 성질

비중	분말도 (cm <sup>2</sup> /g)	안정도 (%)	응결시간(분)		압축강도(kg/cm <sup>2</sup> )		
			초결	종결	3일	7일	28일
3.15	3415	0.06	236	340	244	303	389

표 3. 잔골재의 물리적 성질

골재 종류	비중	조립율 (F.M)	흡수율 (%)	단위용적중량 (kg/m <sup>3</sup> )	입형판정 실적율 (%)	No.200체 통과율 (%)
강모래	2.59	2.64	1.46	1598	61.0	2.06

표 4. EP-DUST의 화학성분

성분	LOI	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>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
함량 (%)	35.66	11.06	4.13	1.44	43.80	1.42	0.30	1.02	0.18

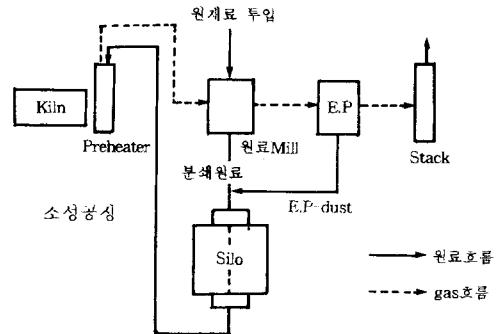


그림 2. EP-DUST의 발생과정

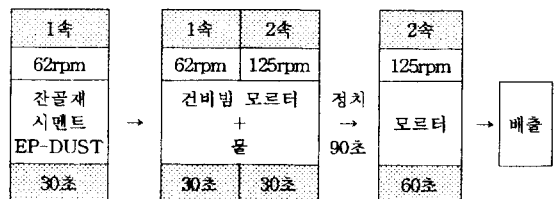


그림 3. 모르터의 혼합방법

씩은선 그래프로 나타낸 것이다.

전반적으로 E.P-dust 치환율이 증가할수록 플로우치는 기준배합의 경우보다 작아지는 경향을 나타내고 있다.

먼저, 모르타르 배합비 1:1에서 시멘트 치환의 경우는 치환율증가에 따라 거의 차이가 없는 것으로 나타났으나 잔골재 치환의 경우는 2.5%까지 증가하고, 그 이상의 치환율에서는 감소하는 것으로 나타났는다. 이는 모르타르에 E.P-dust의 첨가로 미립분량의 지나친 증가에 따른 점성증대에 기인된 결과로 분석된다.

배합비 1:3의 경우는 시멘트 치환 및 잔골재 치환 공히 기준배합의 플로우치보다 작아지는 경향을 나타내고 있다. 단, 모르타르 배합비 1:5의 경우는 기준배합에서 미립분량 부족에 따른 재료분리가 발생하였는데, 시멘트에 대한 치환의 경우 치환율이 15% 이상에서는 재료분리가 생기지 않으면서 플로우치가 증가하는 경향으로 나타났고, 잔골재 치환의 경우는 치환율 2.5%까지는 재료분리가 발생되어 플로우치가 작게 나타났으나 5%이상에서는 점성증가로 재료분리가 방지되어 유동성이 증가함에 따라 플로우치는 크게 나타났다.

그림 5 및 6은 전과 동일한 요령으로 공기량 및 단위용적중량을 나타낸 것이다. 전반적으로 공기량은 배합비 1:1에서 치환율 변화에 따른 차이는 크지 않았으나, 1:3과 1:5의 배합비에서는 치환율이 증가함에 따라 공기량이 감소하고 단위용적중량은 증가하는 것으로 나타났다. 이는 E.P-dust의 Filler 작용에 의한 공극충전 효과로 분석된다.

### 3.2 경화모르타르의 특성

그림 7은 E.P-dust 치환율 변화에 따른 재령28일 압축강도를 배합비 및 치환방법별로 구분하여 나타낸 것이다. 시멘트 치환에 따른 압축강도는 치환율이 증가함에 따라 배합비 1:1의 경우는 강도가 저하하였고, 배합비 1:3 및 1:5의 경우도 5%까지는 증가하다 그 이상의 치환율에서는 저하하는 것으로 나타났다.

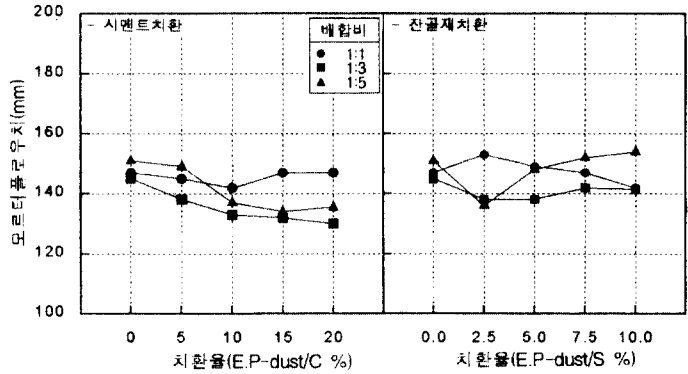


그림 4. EP-DUST 치환율에 따른 모르타르 플로우

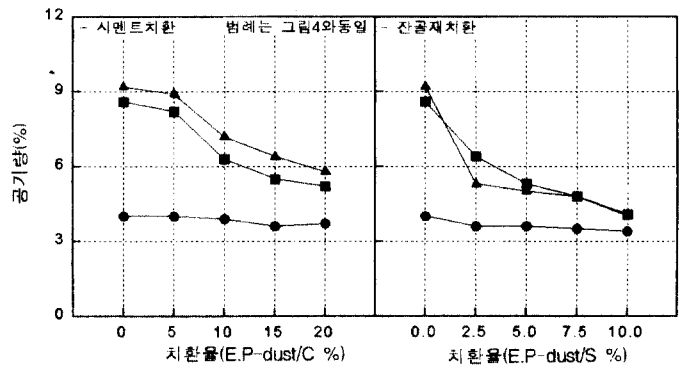


그림 5. EP-dust 치환율에 따른 공기량

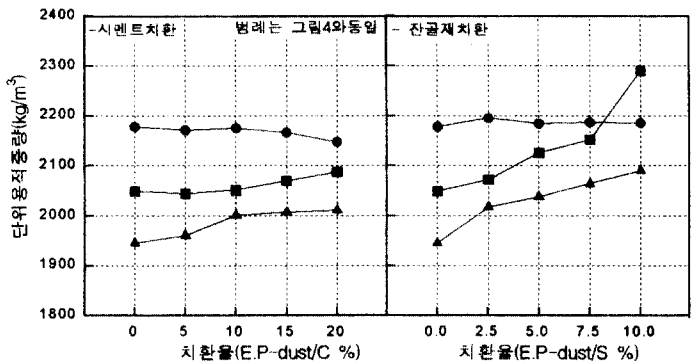


그림 6. EP-dust 치환율에 따른 단위용적중량

단, 모르터 배합비 1:3 및 1:5의 5% 치환율에서 다소 강도가 크게 나타난 것은 빈배합의 경우 E.P-dust의 치환에 따른 공극충전효과로 분석되어, 결국 EP-dust는 결합재로서의 작용보다 충전재로의 효과만을 기대할 수 있는 것으로 분석된다.

잔골재 치환에 따른 압축강도는 치환율이 증가함에 따라 빈배합의 경우는 강도에 별다른 차이가 없으나, 빈배합의 경우는 강도가 크게 증가하는 것으로 나타났다. 이는 역시 빈배합의 경우 공기량 분석에서와 같이 EP-dust 치환율이 증가할수록 충전효과가 나타남에 기인한 결과로 분석된다.

그림 8은 전과 동일한 요령으로 인장강도를 나타낸 것이다. 시멘트에 대하여 치환할 경우의 인장강도는 치환율이 증가할수록 저하하는 것으로 나타났고, 잔골재로 치환할 경우는 1:1 및 1:3 배합비에서는 치환율에 따라 커다란 변화가 없는 것으로 나타났으나, 빈배합인 1:5 배합비에서 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 압축강도와 같이 E.P-dust의 공극충전효과로 분석된다.

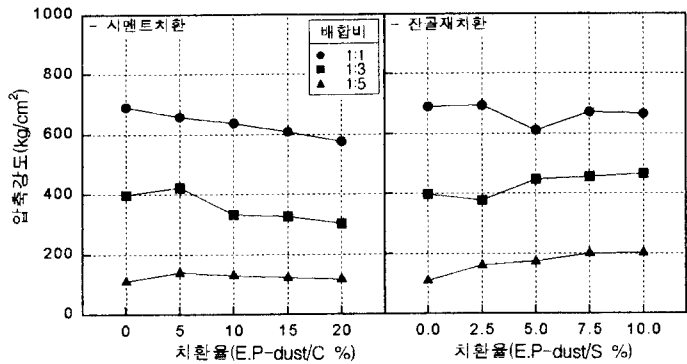


그림 7. EP-DUST의 치환율에 따른 압축강도

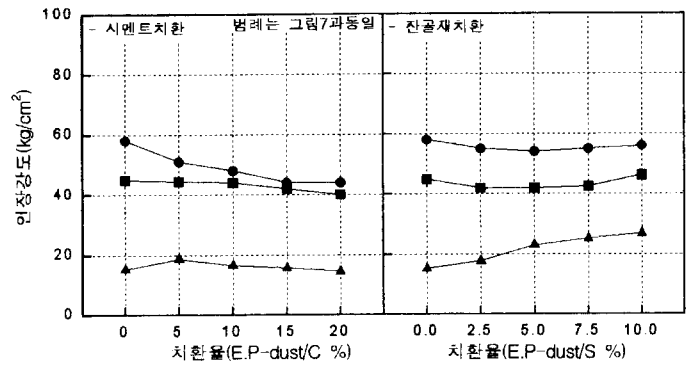


그림 8. EP-DUST의 치환율에 따른 인장강도

#### 4. 결 론

본 연구는 시멘트 모르터 배합비, E.P-dust의 치환방법 및 치환율변화에 따른 모르터의 물리 및 역학적 특성을 분석한 결과로서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 굳지않은 모르터의 플로우치와 공기량은 E.P-dust 치환율에 따라 치환방법별로 약간의 차이는 있지만 배합비 1:1에서는 큰 변화가 없었으나 배합비 1:3과 1:5의 경우는 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 미립분인 E.P-dust가 치환됨에 따른 지나친 점성증대효과로 사료된다. 단, 모르터 배합비 1:5에서 골재로 치환한 경우 E.P-dust치환율 2.5%이상에서는 모르터의 재료분리가 방지되어 오히려 플로우치가 크게 증진되는 경향을 나타내었다.

2) 경화상태에서 강도특성은 E.P-dust를 시멘트로 치환할 경우는 전반적으로 저하하는 경향으로 나타났으며, 잔골재로 치환할 경우 배합비 1:1은 강도가 저하하였으나, 1:3 및 1:5에서는 공극충전효과에 따라 약간 증가하는 경향으로 나타났다.

종합적으로 E.P-dust를 잔골재에 대하여 적정량 치환할 경우 빈배합에 있어서는 굳지않은 상태에서의 재료분리방지, 유동성향상 및 공기량 저감효과를 얻을 수 있었고, 경화상태에서는 약간의 강도증진 효과를 얻을 수 있었다. 따라서 E.P-dust는 결합재로서의 역할보다는 Filler재로의 사용을 기대하는 것이 보다 효과적일 것으로 사료된다.