

Bottom Ash를 골재로한 인터록킹 블록의 물성에 관한 연구

정장희, 임남웅

중앙대학교 건설대학원 환경공학과

I. 서론

최근 고도 경제성장과 국민 생활의 향상으로 인한 전력 사용량은 지속적인 증가 추세에 있다. 이에 따라 국내에서는 장기 발전계획에 따라 화력 발전소를 건설 또는 증설하고 있다. 화력발전으로 인한 석탄회의 발생은 석탄사용량의 10~50%정도이나, 사용 탄종에 따라 다소 차이가 있다. 무연탄의 경우는 평균 30~50%, 역청탄의 경우는 평균 10~15% 정도의 회분을 함유하고 있으며, 연소온도, 탄종, 분쇄도, 체류시간에 따라 여러 가지 물리, 화학적인 성질이 변하게 된다.^(1, 2, 3) 석탄회의 발생량은 약 400만톤(1999년 발생량) 정도이며, 2006년에는 Fly Ash가 550만톤, Bottom Ash가 27만톤 정도 발생될 것으로 예상된다.⁽⁴⁾ 또한 1999년 서천화력발전소에서 발생하는 Bottom Ash의 양은 대략 3만톤 정도로 판단된다. 석탄회의 재활용률은 1990년 15.1%에서 1999년 42.5%로 향상은 되었으나 재활용을 되지 못하는 228만톤 정도의 Bottom Ash 및 Fly Ash는 매립하고 있는 실정으로서 이의 환경적인 처리에 대한 문제가 대두되어 왔다.

또한 석탄회의 재활용 분야를 살펴보면 98%이상이 콘크리트 혼화재 및 시멘트 원료로 사용되고 있어 재활용 분야가 제한되어 있다. 따라서 이의 대체 방안으로 콘크리트용 골재의 대체를 통한 매립되고 있는 Bottom Ash의 재활용을 촉진시키며, 향후 왕사, 잔골재의 공급이 부족할 뿐만 아니라 자연 보존을 위한 환경친화정책이 강력하게 적용되면서 그 사용 제약이 예상되므로 콘크리트용 혼화재 뿐만 아니라 Bottom Ash를 골재로서 인터록킹 블록 제조 가능성 기초 연구를 수행하게 되었다.

II. 실험방법 및 시험

1. 시료

1) 결합재(시멘트 및 탈황석고)

본 실험에서는 H사의 1종 보통포틀랜드 시멘트(OPC) 사용하였으며, 화력발전소에서 발생하는 부산물인 탈황석고로 시멘트의 일부를 치환하였다.

2) 골재

모래는 5mm 이하의 해사를 사용하였으며, 염분을 제거하기 위해 물로 세척한 후 절건상태를 유지하였다.

Bottom Ash(이하 "B/A"라 칭한다.)는 서천 화력발전소에서 폐기/매립되는 것으로서 비중이 2.1,

[연락처] (우)156-756 서울시 동작구 흑석1동 중앙대학교 건설대학원 환경공학과

정장희, Tel : 820-5056, Fax : 812-7768, E-mail : qems@intizen.com

흡수율이 2.0인 것으로서 염분을 제거하기 위해 물로 세척한 후 KS F 2526에 규정된 입도분포에 따라 입도를 조절한 후 절건상태로 하여 사용하였다.

3) 유동화제

유동화제는 수밀성, 유동성 및 감수성을 증진시키기 위해 K사의 나프탈렌 설포네이트 나트륨염계를 사용하였다.

2. 실험방법

1) 배합설계

Bottom Ash를 이용한 인터록팅 블록의 시험을 위한 배합인자는 표1과 같다. B/A량의 변화, C/S비의 변화 및 W/C비를 변화시켜 본 후 도출된 적정 배합비에 유동화제 1%를 첨가하였으며, 화력발전소에서 발생하는 부산물인 탈황석고로 시멘트의 일부를 치환하였다.

Table 1. 배합인자

배합 인자	B/A량	C/S비	W/C비	유동화제	탈황석고
배합 내용	50%(Ⅲ)	1:3 (a)	40%,50%,60%,70%,80%	1%(v)	5%(z5)
	100%(Ⅱ)	1:4 (b)	50%,60%,70%,80%,90%		10%(z10) 20%(z20)
배합인자수	2	2	5	1	3

(주), ()안의 문자는 시료번호를 나타낸 것임.

2) 방법

재료의 배합은 비빔판에서 건비빔을 실시한 후 배합수를 첨가하여 배합하였으며, 유동화제는 배합수에 희석하여 사용하였다. 시편제조는 $130 \pm 1.3 \text{ kg/cm}^2$ 의 압력으로 가압 성형 후 7일과 28일 양생하였다.

3) 시험

Bottom Ash의 비중 및 흡수율 측정은 KS F 2504 및 KS F 2529의 따라 실시하였고, 인장강도 시험은 KS F 2423에 근거하였다. 또한 흡수율은 KS F 4419에 준하였다.

III. 실험결과 및 고찰

1. B/A의 대체율 및 W/C비 변화에 따른 인장강도 및 흡수율 변화

B/A를 100% 치환하였을 경우, C/S비가 증가할 경우 인장강도는 현저하게 낮아지는 경향을 나타냈다. 흡수율 또한 C/S비 증가에 따라 증가하였다. 이는 결합재인 시멘트 양이 감소함으로써 인장강도 역시 감소된다고 할 수 있다. 흡수율은 B/A가 다공성으로 많은 양의 수분을 보유할 수 있는 능력이 커져 B/A양이 증가함에 따라 흡수율 또한 증가된 것으로 보인다.(그림1)

B/A를 50% 치환하였을 경우, C/S비가 증가할 경우 인장강도는 낮아지는 경향을 나타냈으며, 흡수율도 C/S비 증가에 따라 증가하였다. 이는 모래 자체가 가지는 강도가 B/A보다 커서 발생한 결과로 보여지며 시멘트 함유량이 그만큼 작아졌기 때문으로 생각된다.(그림2)

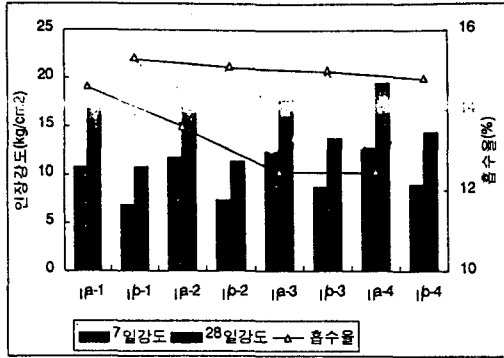


Fig 1. B/A를 100% 대체시 인장강도 변화

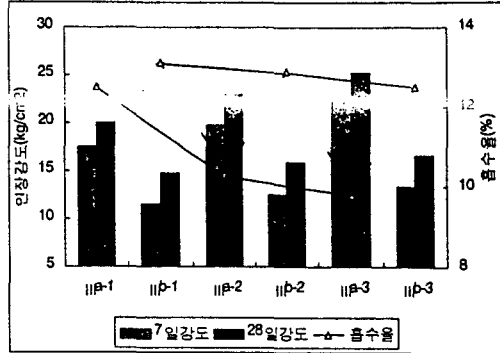


Fig 2. B/A를 50% 대체시 인장강도 변화

2. 유동화제를 첨가하였을 경우의 인장강도 및 흡수율 변화

C/S비가 1:3이나 1:4 일 때라도 유동화제를 1%를 첨가하였을 경우 인장강도는 B/A의 치환량에 관계없이 일정한 비율로 증가하는 경향을 나타냈으며, 흡수율도 전체적으로 감소하였다. 이러한 현상은 첨가물량을 최소화하고 유동성으로 인한 각 입자의 최대한에 충전성 증가로 풀이된다. 따라서 첨가되는 물량도 최소화되기 때문에 흡수율도 감소현상을 보인다고 생각된다.(그림3)

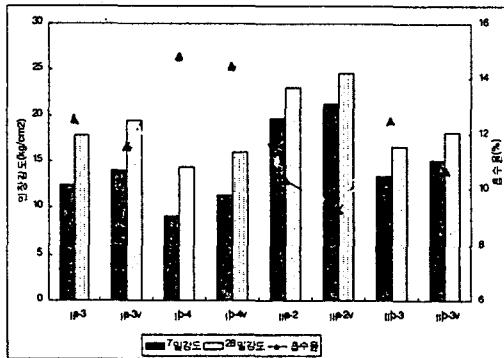


Fig 3. 유동화제를 1% 첨가하였을 때 인장강도 및 흡수율 변화

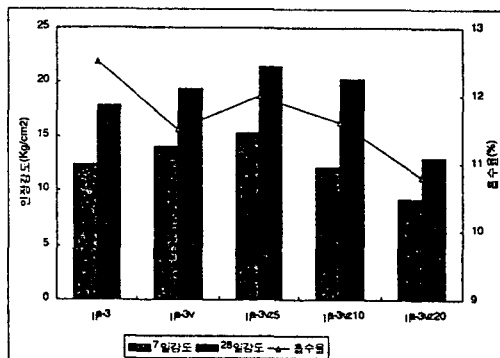


Fig 4. 탈황석고로 치환하였을 때 인장강도 및 흡수율 변화

3. 탈황석고를 첨가하였을 경우의 인장강도 및 흡수율 변화

유동화제를 1%를 첨가하면서 탈황석고를 5%, 10%, 20%까지 시멘트양을 대체하였을 때 인장강도 및 흡수율 변화는 다음과 같다.(그림 4)

탈황석고를 5% 첨가일 때 인장강도가 가장 높았다. 이것은 시멘트와 석고와의 반응에 따라서 에트린자이트 생성량이 증가하고, 아울러 석고가 C₃S 및 C₂S의 수화를 촉진하는 효과에 따라서 감소가 함

상되었다고 판단된다.⁽⁶⁾ 그러나 10% 일 때는 약간 감소되었고, 다시 20%까지 첨가하면 급격히 감소되었다. 흡수율 변화에서는 탈황석고 첨가량이 증가될수록 흡수율이 상대적으로 감소하였다. 이러한 경향은 일반적으로 나타내는 현상, 즉 강도증가와 흡수율 감소현상과는 매우 상이하다는 것이 본 연구에서 얻은 중요한 결과이다.

IV. 결론

Bottom Ash를 잔골재로 이용한 인터록킹 블록의 물성 변화는 다음과 같다.

1. Bottom Ash는 비중이 2.1이며, 흡수율이 2.0으로서 일반골재의 비중(2.5~2.6)보다 낮은 반면 흡수율(1.2)은 일반골재보다 높았다. 동시에 Bottom Ash의 표면형상 및 입형은 거친 모서리를 가진 입방체 및 다면체 모양을 이루고 있었다.
2. C/S비가 1:3에서 1:4로 증가할 경우 인장강도는 현저하게 낮아진다. 흡수율 또한 C/S비 증가에 따라 증가한다. 모래를 Bottom Ash로 100% 치환하게 되면 50% 치환하였을 때보다 인장강도는 감소하며, 흡수율은 높게 나타났다.
3. 유동화제를 첨가하였을 경우에는 전반적으로 인장강도는 증가하였고 흡수율은 낮아지는 것으로 나타났다.
4. 유동화제를 첨가한 것 중에서 C/S비가 1:3, W/C비가 70%인 것을 선택하여 탈황석고를 시멘트의 5%, 10%, 20%씩 치환하였을 경우, 탈황석고 5%를 치환시에 인장강도가 가장 높게 나타났으며 치환량이 증가할수록 낮아졌다. 20%를 치환하였을 경우 인장강도 감소폭이 가장 크게 나타났다. 흡수율은 탈황석고를 5% 치환할 때까지는 증가하다가 5% 이후부터는 낮아졌다.

V. 참고문헌

1. 이시우, 서치호, "잔골재 치환 플라이애쉬 모르터에 관한 실험적 연구", 대한건축학회논문집 12권 12호(통권98호), 1996. 12
2. 이시우, 서치호, "플라이애쉬를 잔골재의 부분적 대체재로 사용한 경량콘크리트에 관한 실험적 연구", 대한건축학회논문집 13권 6호(통권104호), 1997. 6
3. 이찬식, 고성석, 이재용, "플라이애쉬를 혼입한 콘크리트블록의 강도특성에 관한 실험적 연구", 대한건축학회논문집 14권 2호(통권112호), 1998. 2
4. 임남웅 외, "Bottom Ash와 Fly Ash를 이용한 시멘트 모르터 제조" 중앙대학교 건설산업기술연구소, 1997. 2
5. 김기형, 최재진, 최연왕, "플라이 애쉬 및 석고를 활용한 고강도 콘크리트의 성능 개선", 콘크리트학회논문집 제11권 5호, 1999.10