

시멘트슬러지를 再活用한 시멘트 混合用 防水劑의 모르타르 防水特性

Properties of mortar admixed with waterproofer recycled cement-sludge

노 재 성*, 조 현 영*, 이 기 준**, 이 재 환**

Rho. Jae Seong, Cho. Heon Young, Lee. Ki Jun, Lee Jae Whan

ABSTRACT

Properties of the mortar and the remitar admixed with waterproofer(CS) which was made from cement-sludge were compared with those of the other waterproofers(DA, DD and DH).

1. The CS waterproofer appeared to have a good waterproofness(compressive strength - 70%, water absorption ratio - 60%, water permeability ratio - 70%) in cement mortar.

2. The CS waterproofer appeared to have an excellent watertightness(compressive strength-125%, water absorption ratio - 45%, water permeability ratio - 60%) in remitar.

1. 서 론

1990년 현재 국내 콘크리트 2차제품공장에서 연간 약 37만여톤 정도의 시멘트슬러지가 발생하고 있으며,¹⁾ 이와같이 발생된 시멘트 슬러지 단순매립하면 지반을 연약화하고, 분진을 발생키며, 물과 접촉되면 매립지 주변의 수질을 강알칼리성으로 변화시키게 되므로 환경 보호상 기장소의 확보나 슬러지 처리 및 처분상의 문제가 일본은 물론 한국에서도 심각하게 대두되

있다.²⁾

그러므로 일본에서는 이미 80년대 초반부터 시멘트슬러지에 대한 연구를 시작하여 시멘트 및 경량골재의 원료로 사용하거나,³⁾ 콘크리트용 충전제로 재활용하기 위한 연구가 진행된바 있으며,⁴⁾ 고성능감수제등을 사용하여 슬러지발생을 감소시키는 방안등이 개발되었다.¹⁾

한편, 최근 본 연구팀은 시멘트슬러지를 유기산으로 가공하여 새로운 방수제를 개발하여 특허를 출원(출원번호 제 20196호, 1991)하였으며, 방수성능과 방수원리에 관한 연구결과는 이미 여러편 발표된바 있다.⁵⁻⁷⁾

그러므로 본 연구에서는 시멘트슬러지를 재활용

* 충남대학교 공과대학 정밀공업화학과

** 한일시멘트 공업주식회사 대전연구소

한 방수제와 국내에서 현재 유통되고 있는 대표적인 시멘트 혼합용 방수제 3개를 선정하여 모르타르 및 레미탈의 방수성능을 비교시험한 결과를 보고하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험재료

1) 시멘트

국내 H사 제품으로 화학적 조성이 표 1과같은 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

Table.1 Chemical composition of the ordinary portland cement

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	L. O. I.	Free CaO	Ins. Residue
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
21.77	5.32	3.52	62.95	2.42	2.13	0.66	0.78	0.15

2) 시멘트슬러지를 재활용한 방수제(CS)

시멘트슬러지를 재활용한 시멘트혼합용 방수제(CS)는, 기 발표된 방법⁵⁾에 따라서 시멘트슬러지를 나트륨스테아린산염 10%로 처리하고 건조한 후 분쇄하여 사용하였다.

3) 시판 방수제

현재 국내에서 유통되고 있는 시멘트 혼합용 분말 방수제중에서 방수성능에 관한 인식도가 좋고, 방수제의 주성분이 표 2와 같은 시료 3개를 임의로 선정하여 사용하였다.

4) 모래

KS 합격품인 주문진 표준사를 사용하였다.

5) 레미탈

국내 H사 제품으로 국내에서 유통되고 있는 미장용 레미탈을 사용하였다.

2.2. 실험방법

Table.2 Main components of the waterproofers

Sample	Main component
CS-10	cement sludge treated with organic acid
DA	CaO - 60%, Ig. Loss - 25%
DD	powder treated with fatty acid
DH	calcium aluminate mixed with CaSO ₄ and metal soap

1) 방수제 사용방법

각 방수제 제조처에서 제시한 추천 사용량을 준수하여, 표 3·4와 같이 모르타르 및 레미탈을 배합하였다.

Table.3 Mixing ratios of the mortars admixed with waterproofers

Sample	Cement	Sand	Waterproofers	WP/cement(%)
Plain	1	2.45	0	0
CS	1	2.35	0.10	10.0
DA	0.9625	2.45	0.0375	3.75
DD	0.95	2.45	0.05	5.0
DH	0.90	1.50	0.10	10.0

Table.4 Mixing ratios of the remitar admixed with waterproofers

Sample	Remitar(g)	Waterproofers(g)	WP/cement(%)
Remitar	3000	0	0
CS-R	2910	90	10.0
DA-R	2978	22	3.75
DD-R	2970	30	5.0
DH-R	2940	60	10.0

2) 방수제의 방수성능 시험방법

시멘트 모르타르 및 레미탈의 흐름도가 105-110 정도 되도록 배합하고, KS L 2452 시험방법에 따라서 물/시멘트(물/레미탈) 비, 공기량, 압축강도, 흡수비, 투수비등을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 모르타르의 방수성

3.1.1 물/시멘트 비

시멘트 혼합용 방수제를 사용한 시멘트 모르타르의 흐름도가 105-110 정도 되는데 소요되는 물/시멘트 비 측정결과는 그림 1에서와 같이 나타났다. 즉, Plain에 비하여 CS, DA, DD는 큰 차이가 없지만, DH는 20% 정도 감소되는 것으로 나타났다.

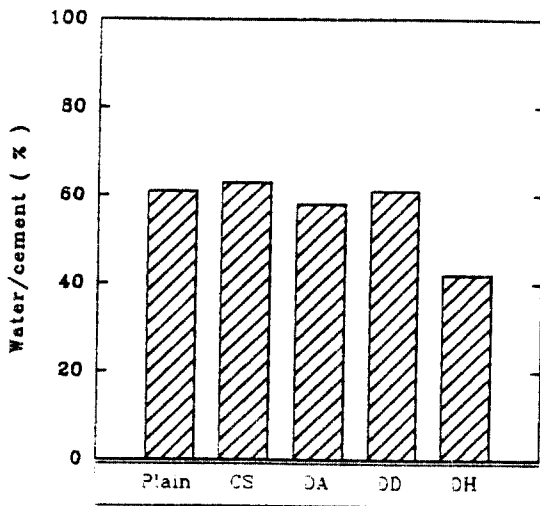


Fig. 1 Water/cement ratios of mortars admixed with waterproofer (flow : 105 - 110)

3.1.2 공기량

방수제를 사용한 모르타르의 공기량을 측정해 본 결과, 그림 2에서와 같이 Plain과 DD는 약 9.5% 되며, Plain에 비하여 DA 및 DH는 5.0% 정도 증가되고, CS는 10.0% 정도 크게 증가되는 것으로 나타났다.

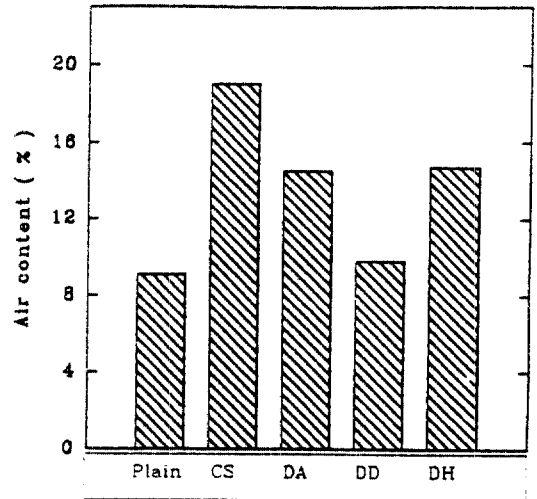


Fig. 2 Air contents of mortars admixed with waterproofer

3.1.3 응결시간

방수제를 사용한 모르타르의 응결시간 측정결과는 그림 3에서 나타난 바와 같이, Plain에 비하여 DA는 초결시간을 70분정도 종결시간을 약 20분정도 지연시키지만, DD는 초결시간을 15분정도 종결시간을 약 120분정도 단축시키며, CS는 초결 및 종결시간을 약 120분씩 단축시키고, DH는 초결시간을 130분정도 종결시간을 190분정도 크게 단축시키는 것으로 나타났다.

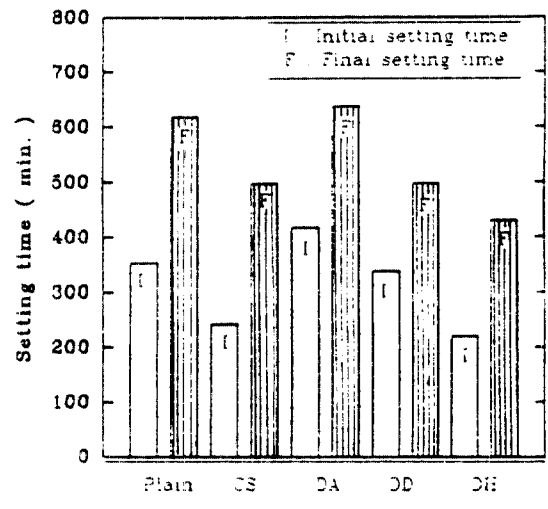


Fig. 3 Setting time of mortars admixed with waterproofer

3.1.4 압축강도

재령이 3, 7, 28일되는 모르타르의 압축강도를 측정된 결과, 그림 4에서와 같이 Plain의 강도에 비하여 CS는 약 30%정도 낮은 반면, DA와 DD는 Plain과 거의 같고, DH는 Plain 강도 보다 무려 30-60% 정도 높게 나타났다.

이와같이 CS의 강도가 Plain 보다 낮은 이유는 공기량 결과에서 나타난 바와 같이 모르타르 조직내에 다량의 공기가 함유되어있기 때문⁸⁾으로 보이며, DH의 강도가 Plain 보다 현저히 높은 이유는 모르타르의 배합표(표2)에서 제시된 바와같이 시멘트 : 모래의 배합비가 다른 모르타르(1:2.45)에 비하여 DH(1: 1.50)는 현저히 다르기 때문으로 사료된다.

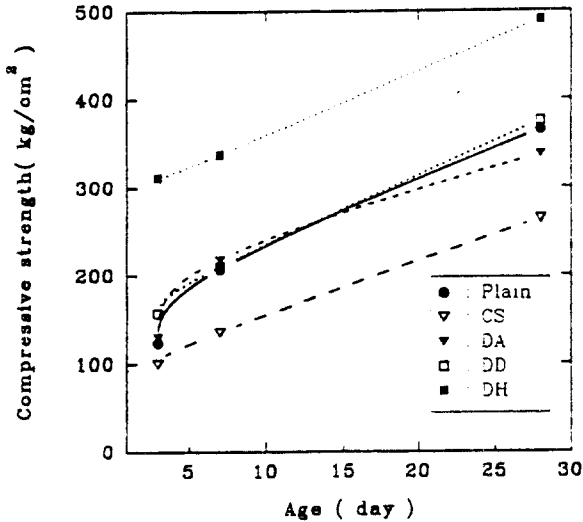


Fig. 4 Compressive strength curves of mortars admixed with waterproofers

3.1.5 흡수비

방수제를 사용한 모르타르를 1, 5, 24 시간동안 침적시키면서 모르타르의 흡수비를 측정된 결과는 그림 5와 같다. 즉 DD는 60-90% 정도의 흡수비를 나타내는 반면, CS 및 DA는 30-60% 정도의 흡수비를 나타내고, DH는 15-45% 정도의 낮은 흡수비를 나타낸다.

3.1.6 투수비

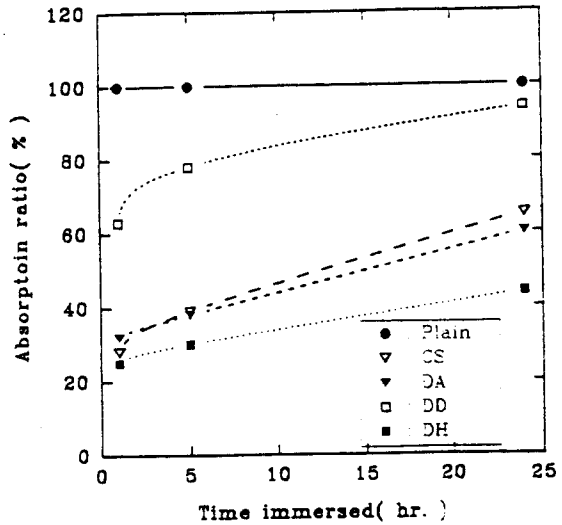


Fig. 5 Water absorption ratios of mortars admixed with waterproofers

방수제를 사용한 모르타르의 투수비를 측정된 결과는 그림 6과 같다. 즉 0.1 kg/cm² 수압을 가했을 경우에 투수비는 DD가 88%, DA가 70%, CS가 60%, DH가 40% 정도로 나타났다. 또한 3.0 kg/cm² 수압을 가했을 경우에 투수비는 DA가 80%, CS 및 DD가 70%, DH가 30% 정도로 나타났다.

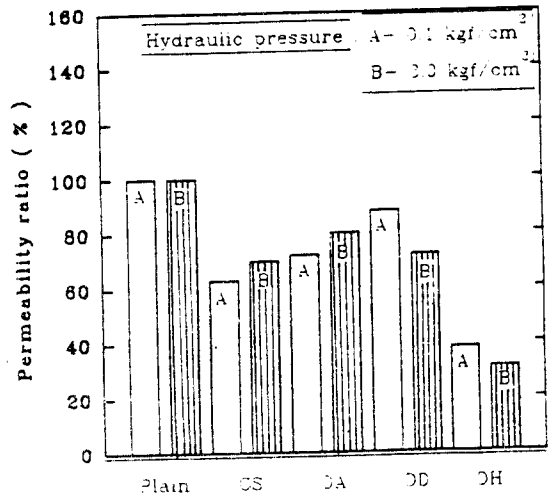


Fig. 6 Water permeability ratios of mortars admixed with waterproofers

3.2 레미탈의 방수성

3.2.1 물/레미탈 비

시멘트 혼합용 방수제를 사용한 레미탈의 흐름도가 105-110 정도 되는데 소요되는 물/레미탈 비 측정결과는 그림 7에서와 같이 Remitar에 비하여 DA-R, DD-R, DH-R은 큰 차이가 없지만, CS-R은 1.0%정도 증가되는 것으로 나타났다.

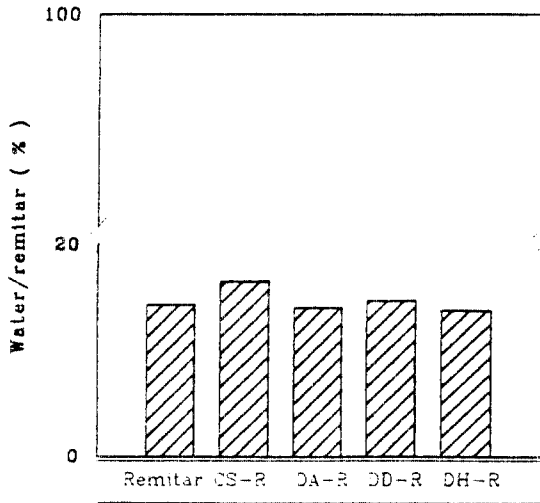


Fig. 7 Water/remitar ratios of mortar admixed with waterproofers

3.2.2 공기량

방수제를 사용한 레미탈의 공기량을 측정해본 결과, 그림 8에서와 같이 Remitar과 DA-R, DD-R, DH-R은 모두 30% 정도의 공기량을 보이는 반면, CS-R은 약 16%로 Remitar에 비하여 14% 정도 적게 나타났다.

3.2.3 압축강도

재령이 3, 7, 28일 되는 레미탈의 압축강도를 측정 한 결과, 그림 9에서와 같이 Remitar과 DD-R은 거의 같은 강도를 나타내는 반면, CS-R, DA-R, DH-R은 Remitar 강도보다 25% 정도 높게 나타났다.

이와같이 CS-R의 강도가 Remitar 보다 증가되는 이유는 공기량 결과(그림 8)에서 나타난 바와 같이 레미탈 조직내에 함유된 공기량이 현저히 감소되었기 때문으로 보인다. 8.9) 또한 DA-R이나

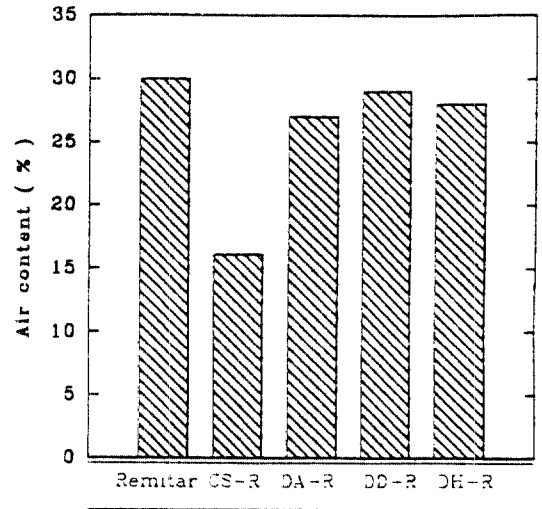


Fig. 8 Air contents of remitars admixed with waterproofers

DH-R의 강도가 증가되는 이유는 각 방수제가 레미탈의 수화반응을 촉진하거나 충전효과를 발휘하기 때문으로 사료된다. 9.10)

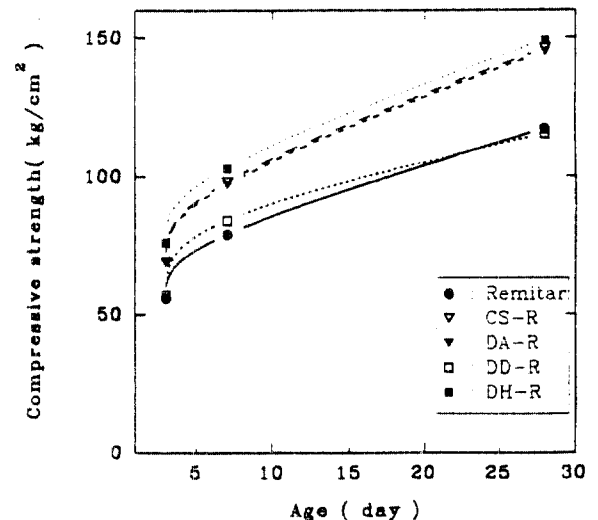


Fig. 9 Compressive strength curves of remitars admixed with waterproofers

3.2.4 흡수비

방수제를 사용한 레미탈을 1, 5, 24 시간동안 침적시키면서 레미탈의 흡수비를 측정 한 결과는 그림 10과 같다. 즉 DD-R은 Remitar과 거의 같은 정도의 흡수비를 나타내는 반면, DA-R 및 DH-R은 60-80% 정도의 흡수비를 나타내고, CS-R은 45% 정도로 낮은 흡수비를 나타낸다.

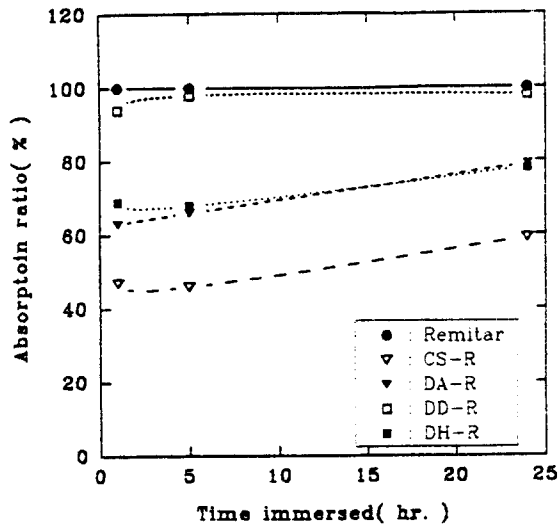


Fig. 10 Water absorption ratios of remitars admixed with waterproofers

3.2.5 투수비

방수제를 사용한 레미탈의 투수비를 측정한 결과는 그림 11과 같다. 즉 0.1 kg/cm² 수압을 가했을 경우에 투수비는 DA-R 과 DD-R가 Remitar과 거의 같은 정도인 반면, DH-R는 84%, CS-R는 60% 정도로 나타났다. 또한 3.0 kg/cm² 수압을 가했을 경우에 투수비는 DD-R가 120%로 Remitar 보다 투수비가 크게 나타나는 반면, DA-R 과 DD-R 은 Remitar과 거의 같은 정도로 나타나고, CS-R 만이 75% 정도의 낮은 투수비를 나타낸다.

이와같이 각 방수제에 따른 레미탈의 방수성이 모르타르의 방수성과 현격히 다르게 나타나는 이유는, 레미탈에는 증점효과를 얻기 위하여 메틸 셀룰로오스(MC)등과 같은 화학혼화제가 첨가되었기 때문으로 사료된다.⁷⁾

4. 결 론

콘크리트 2차제품 제조업체로부터 대량으로 발생하는 시멘트슬러지를 재활용한 시멘트 혼합용 방수제(CS)를 시증에서 유효되고 있는 분말 방수제(DA, DD, DH)와 모르타르 및 레미탈의 방수성능에 관하여 비교시험을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

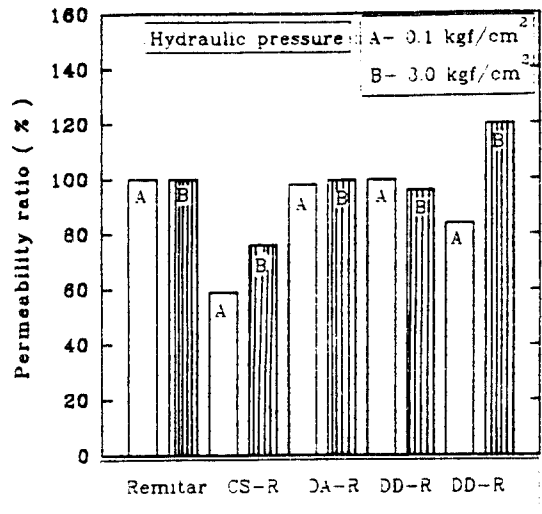


Fig. 11 Water permeability ratios of remitars admixed with waterproofers

1. 모르타르의 방수성능은 DH 방수제(압축강도 -130%, 흡수 및 투수비-30%)가 가장 우수하며, CS 및 DA 방수제(흡수비-60%, 투수비-70%)도 우수한 방수성을 나타낸다.

2. 레미탈의 방수성능은 CS방수제(압축강도 -125%, 흡수비-45%, 투수비-60%)가 가장 우수하며, DA와 DD 및 DH 방수제는 레미탈의 방수성을 향상시키지 못한다.

3. 시멘트 혼합용 방수제들은 반드시 방수성능 시험을 거친 뒤, 작업조건 및 방수제의 특성을 고려하여 적재적소에만 사용해야 한다.

참 고 문 헌

- 1) 盧載星, 洪性秀, 趙憲英, "一般産業廢棄物の地域連繫에 의한 再活用 方案", 忠南 大學校 地域開發研究所 地域開發論叢 第3輯 (1991).
- 2) 菊池博男, 仲村力, 石川隆司, "コンクリート工場て"排出される水和セメントスラッシュ"の有効利用(第2報)", 北海道立工業試驗場報告 No. 279 (1980).
- 3) 三好潔治, 田邊禮生, "水和セメントスラッシュ"を主原料とした人工骨材の製造に関する研究

- [1], 骨材資源 通卷 No.59 (1983).
- 4) 遠藤慎治, "「スラッシュ」も資原である", 骨材資源 通卷 No.84 (1990).
 - 5) 盧載星, 尹廷重, "시멘트슬러지를 이용한 시멘트몰탈 및 콘크리트용 防水劑 開發", 대한민국 특허 출원번호 제 20196호, (1991).
 - 6) 노재성, 윤석천, 조현영, 윤정중, "시멘트슬러지를 이용한 시멘트 몰탈 및 콘크리트용 防水劑 開發", 大韓建築學會論文錄, 8卷4號 通卷 42號 (1992).
 - 7) 盧載星, 洪性秀, 趙憲英, "CEMENT SLUDGE 廢棄物의 再活用 方案," 韓一콘크리트工業株式會社, (1992).
 - 8) D.C.Hughes, "Pore structure and permeability of hardened cement paste", Magazine of Concrete Research:Vol.37, No.133, (1985).
 - 9) 趙憲英, "아스팔트와 카본블랙으로 處理된 포틀랜드 시멘트의 特性," 忠南大學校 大學院, (1990).
 - 10) 趙憲英, 金喜落, 洪元杓, "Asphalt와 Carbon Black 처리된 고내구성 포틀랜드 시멘트의 수화특성 및 초기수화에 미치는 영향", 한국공업화학회 논문집 제 3권 제 1호 (1992).