

# 플라이애시와 폐인조대리석 골재를 사용한 경량 뿔칠 모르타르

## Light-Weight Sprayed Mortar Using Fly Ash and Waste Artificial Marble Waste

김득모 Deuk-Mo Kim  
대호산업개발  
E-mail : golanhae@naver.com  
http://www.daehogroup.co.kr

### 1. 서론

우리나라에서는 1970년대 이후의 급속한 경제발전에 발맞추어 고속도로, 고속전철, 댐, 및 발전소 등과 같은 사회간접시설과 신도시 개발사업 등의 활발한 건설사업이 진행되었다. 그러나 이러한 급격한 건설 산업의 양적인 확장에도 불구하고 구조물의 유지관리 및 보수 보강 분야는 상대적으로 소홀히 다루어져 왔으며 급기야는 1990년대에 이르러 대형시설물의 안전사고로 이어져 수많은 국민의 생명과 막대한 경제적 손실을 초래하게 되었다.

이후 국가적 차원의 시설물의 안전관리에 관한 특별법이 제정되면서 본격적인 시설물 유지관리를 시작하기에 이르렀고, 또한 이러한 문제점들로 인해 해외에서 개발된 보수 보강과 관련된 공법들이 국내에 적용되거나 국내 현실에 맞게 개량 개발되어 적용되고 있다.

한편, 석탄 자원이 고갈됨에 따라 유연탄과 같이 수분이 없고 휘발량이 많은 고품위탄의 수급은 점점 어려워지고 있는 상황이다. 유연탄보다 아래 단계인 아역청탄의 경우 석탄 연소 시간이 비교적 짧은 미분탄 연소방식에는 적합하지 않다. 이에 반해 순환 유동층 연소방식은 연료의 종류, 회분, 수분 함유량 등이 변하여도 연소에 미치는 영향이 적고, 미분탄 연소 등 기존 연소로에는 적합하지 않은 고유황탄, 저품위탄, 폐기물 등 모든 가연성물질에 대하여 광범위한 원료 사용이 가능하다. 또한, 연소로 온도를 약 900℃ 정도로 유지하여 질소산화물 생성을 억제할 수 있고, 석회석으로 노 내에서 직접 탈황할 수도 있는 등의 장점 때문에 현재 순환유동층 연소방식의 화력발전소가 점점 증가하는 추세에 있다. 또한, 인조대리석의 생산량은 약 15만톤 가량으로 LG화학, 제일모직, 한화 I&C, 두풍 등에서 생산되고 있음. 인조대리석의 생산량 중 약 15~20%가 제조과정 중에서 스크랩 및 분진 등의 폐기물로 발생되고 있다. 발생된 인조대리석 스크랩은 대부분 매립처리되고 있는 실정이며, 관련 재활용 기술이 부족한 상태이다.

본 기술개발의 목표는 고칼슘 플라이애시와 폐인조대리석 골재를 사용한 경량형의 보수 모르타르 개발이다. 구체적으로 산업부산물로 사용 가치가 낮은 고칼슘플라이애시를 사용하여 고가의 CSA를 절감할 수 있는 기술과 폐인조대리석을 파쇄하여 표준화된 골재로 선별하여 고가의 규사, 인공 경량 골재, 마이크로 비즈를 대체할 수 있다는 점이다. 본 기술 개발을 위하여 아래와 같은 연구 과정을 거쳐 진행하였다. 본고에서는 6단계에서 일부 결과를 요약한다.

[표 1] 경량 골재의 종류와 주요 소재

분류	종류	주요원료	제법	형상	골재의 범위	
구조용 골재	인공 경량 골재	비조립형	팽창혈암, 팽창점토	분쇄-소성-분류	하천모래형	굵은 골재, 잔골재
		조립형	팽창혈암, 팽창점토	미분쇄-조립-건조-소성-분류	구형	굵은 골재
		성형형	팽창혈암, 팽창점토	분쇄-성형-건조-소성-분류	고치형	잔골재
		파쇄형	팽창혈암, 팽창점토	분쇄-소결-분쇄-분류	쇄석형	굵은 골재, 잔골재
	산업 경량 골재	소성플라이애시	플라이애시, 점토	분쇄-조립-건조-소성-분류	구형	굵은 골재
		팽창슬래그	제철슬래그	수쇄-폭기팽창-분류	쇄석형	굵은 골재
		팽창석탄	석탄, 팽창점토	분쇄-조립-건조-소성-분류	구형	굵은 골재
		가공석탄재	석탄재	분류-시멘트페이스트피복가공	쇄석형	굵은 골재
	천연 경량 골재	화산력	화산력	굴삭-분쇄-분류	쇄석형	굵은 골재
		가공화산력	화산력	화산력-시멘트페이스트피복가공	쇄석형	굵은 골재
비구조용	팽창진주암	진주암	분쇄-소성-분류	하천모래형	잔골재	
	팽창질석	질석	분쇄-소성-분류	쇄사형	잔골재, 굵은 골재	
	팽창규조토	규조토	분쇄-조립-건조-소성-분류	구형	굵은 골재	
	팽창흑요석	흑요석	분쇄-소성-분류	쇄사형	잔골재, 굵은 골재	
	발포합성수지	합성수지	폴리스티렌 증기팽창제조	구형	잔골재	
	미네랄 울	슬래그울, 합성수지	합성수지로 등골게 제조			
	석탄재	석탄재	분류-수세			
	화산사	화산사	채굴-수세-분류	쇄사형	굵은 골재	
갱화석	갱화석	채굴-가공성형	블록형			

[표 2] 본 기술개발의 주요 핵심

개발 기술요지	1. 기존 골재 대체 : 페인조 대리석 골재(비중 1.5) 2. 고가의 CSA(Calcium-Sulfo-Aluminate)절감 소재 : 기존 CSA(ton당 70만원) → 고칼슘플라이애시(ton당 2만원)을 사용하여 CSA절감	
주요소재 특성	페인조대리석 골재	1. MMA(Methylmethacrylate) + 수산화알루미늄의 복합물 2. 비중 1.5 정도의 골재 3. 흡수율 3%이하(미분 제외)
	고칼슘 플라이애시	1. CaO함량이 40%이상 함유(석고, 생석회 함유) 2. 자체 수경성 및 포졸란 반응
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>페인조대리석 치환으로 경량골재의 흡수율 및 내구성능 저하 문제 대안 제시</li> <li>고가의 수입규사와 환경적 문제를 갖는 마이크로 비즈의 사용 억제</li> <li>고칼슘 플라이애시의 반응성 칼슘 성분을 활용한 시멘트 치환율 향상</li> <li>고칼슘 플라이애시의 석고 및 생석회성분의 활용을 통한 CSA절감 기법 도출</li> </ul>	
본 기술개발의 핵심	바인더	시멘트, 고칼슘플라이애시, CSA

기존 경량 골재의 종류와 주요 소재를 [표 1]과 같이 정리한다.

## 2. 실험 방법 및 개요

본 기술개발은 고칼슘 플라이애시와 페인조석 골재를 사용한 뿔칠형 보수 모르타르를 개발하기 위한 것으로 현장에서 사용성을 기준으로 한 작업성을 판별하기 위한 점도 특성, 온도조건별 부착강도, 물흡수계수, 온랭반복에 의한 부착강도, 내충격성, 잔갈림특성, 열분석, 공극구조 분석, XRD분석, 수화열 특성, 길이변화 특성을 검토하고자 하였다.

시멘트는 KS L 5201에 따라 국내 S사에서 생산한 1종 보통 포틀랜드 시멘트(Ordinary portland cement; 이하 OPC라 함)를 사용하였다. 또한 CSA를 대체하기 위한 방안으로 CAC



그림 1. 본 기술 개발의 공법 개요 및 기술 개발 목표

[표 3] 고칼슘 플라이애시의 성분

	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	SO <sub>3</sub>	분말도 (cm <sup>2</sup> /g)
OPC	61.12	22.11	7.1	3.06	3.14	2.21	3455
일반플라이애시	3.37	60.15	24.99	4.7	0.94	0.18	3684
고칼슘플라이애시	42.60	21.30	9.79	8.21	6.09	5.28	4404

[표 4] 페인조대리석 치환 실험

	OPC	7호사	6호사	페인조석 골재	물
Plain	100	200			40%
PW10		180	20		
PW20		160	40		
PW30		140	60		
PW40		120	80		
PW50		100	100		
PN10		180		20	
PN20		160		40	
PN30		140		60	
PN40		120		80	
PN50		100		100	

[표 5] 고칼슘 플라이애시의 시멘트 혼입 특성 평가

	OPC	고칼슘플라이 애시	7호사	물
Plain	100		200	40 %
HC-1	99	1	200	
HC-3	97	3	200	
HC-5	95	5	200	
HC-10	90	10	200	
HC-15	85	15	200	
HC-20	80	20	200	

[표 6] 고칼슘플라이애시를 사용한 CSA 특성

	CAC	칼슘 포매이트	고칼슘 플라이애시	지연제
A	100	0	0	0.1
AH1	90		10	
AH2	80		20	
AH3	70		30	
AH4	60		40	
AH5	50		50	
AH3C1	40	10	30	
AH3C2	30	20	30	
AH3C3	20	30	30	

를 기본 골격으로 한 CSA를 제조하기 위하여 CaO 함량이 약 30% 규격의 30-CAC를 사용하였다. 골재는 천연규사, 폐인조석 골재를 사용하였다. 천연 규사의 입도는 6호 규사와 7호 규사를 사용하였으며, 입경 범위는 0.14~0.3mm의 크기를 갖는 것을 사용하였다. 분산제는 나프탈렌계 분말 분산제를 사용하였다. 화학첨가제는 메틸셀룰로오스와 D사의 DA-1364로 St-Acryl타입의 아크릴에멀전 제품을 사용하였다.

본 실험을 위한 배합은 크게 4개의 Series로 구성된다.

Series I : 폐인조대리석 골재 치환 실험

Series II : 고칼슘 플라이애시의 시멘트 혼입 특성 평가

Series III : 고칼슘플라이애시를 사용한 CSA 특성

Series IV : 저중량 뿔칠형 보수 모르타르의 배합

먼저 각 배합을 생산하기 위한 비율은 폐인조대리석을 치

환하여 실험을 수행하였으며, 두 번째는 고칼슘플라이애시를 시멘트에 혼입할 경우의 수화 특성을 평가하였다. 이후 고칼슘플라이애시를 사용하여 CSA를 제조한 뒤 이를 활용하여 저중량 뿔칠형 보수 모르타르의 배합을 도출하였다.

### 3. 폐인조대리석 치환 모르타르 실험결과

#### 3.1 흡수율 및 단위용적질량

단위용적질량 시험 결과 폐인조대리석을 치환한 경우의 2,100~2,300 kg/m<sup>3</sup>의 단위용적질량을 나타내었다. 또한, 폐인조석의 경우 흡수율은 12.28~14.86%, 규사6호사의 경우 12.17~15.05%를 나타내었다.

#### 3.2 플로우 및 압축강도

폐인조대리석을 혼입한 모르타르 개발을 위한 각 실험배합의 플로값을 측정된 결과, 폐인조대리석을 각각 10, 20, 30, 40, 50% 치환한 골재의 경우 플로값이 170~200mm 정도로 나타나 보수모르타르의 유동성에 우수한 것으로 나타났으며, 작업성을 위한 가사시간 확보에 있어서 문제가 없는 것으로 나타났다. 압축강도 시험결과, KS F 4042(콘크리트구조물 보수용 폴리머시멘트 모르타르)의 기준 20MPa 보다 높게 나타나 우수한 것으로 판단된다.

[표 7] 저중량 뿔칠형 보수 모르타르의 배합

	OPC	고로슬래그	AH3C2	폐인조석 골재	7호사	분말수지	메틸셀룰로오스	분산제	물
STANDARD	100			100	100	3	2	2	30%
DA	60	40							
DA1	60	40	1						
DA3	57	40	3						
DA5	55	40	5						
DA7	52	40	7						
DA10	50	40	10						

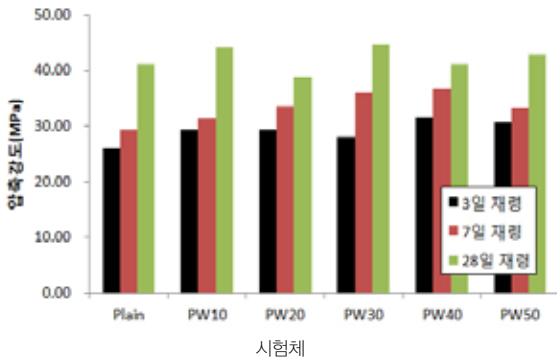


그림 2. 폐인조대리석의 치환율에 따른 압축강도

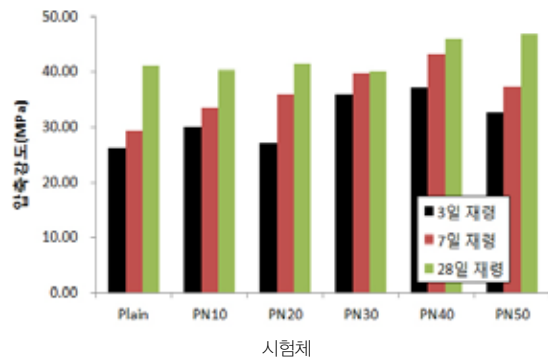


그림 4. 고칼슘플라이애시 치환율에 따른 압축강도

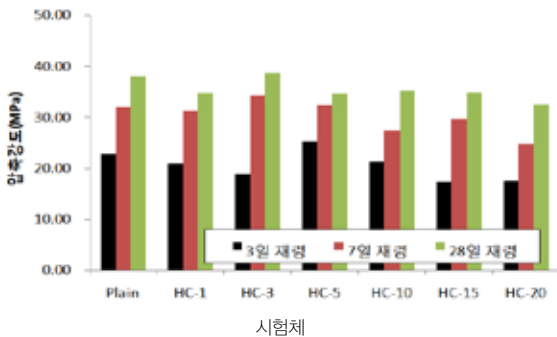


그림 3. 규사 6호사의 치환율에 따른 압축강도

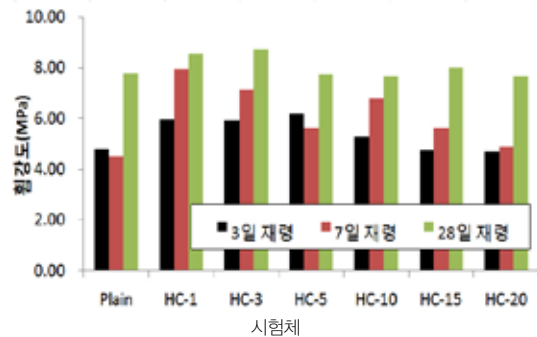


그림 5. 고칼슘플라이애시 치환율에 따른 휨강도

## 4. 고칼슘플라이애시 혼입에 따른 시멘트의 수화 특성

### 4.1 흡수율 및 단위용적질량

단위용적질량 시험 결과 고칼슘플라이애시를 치환한 경우 모르타르의 단위용적질량인  $2,200 \text{ kg/m}^3$ 에 대해서 일반 보수 모르타르의 경우  $2,100 \sim 2,300 \text{ kg/m}^3$ 의 단위용적질량을 나타내었다. 또한, 고칼슘플라이애시를 혼입한 모르타르의 흡수율은  $12.64 \sim 13.45 \%$ 를 나타내었다.

### 4.2 플로우 및 압축강도

고칼슘플라이애시를 혼입한 모르타르 개발을 위한 각 실험 배합의 플로우를 측정된 결과, 고칼슘플라이애시를 혼입한 모르타르의 플로우가  $110 \sim 175 \text{ mm}$  정도로 나타나 보수모르타르

의 유동성이 저하하는 특성이 있는 것으로 나타났다.

압축강도 시험결과, KS F 4042(콘크리트구조물 보수용 폴리머시멘트 모르타르)의 기준  $20 \text{ MPa}$  보다 높게 나타나 우수한 것으로 판단된다.

## 5. 고칼슘플라이애시를 사용한 CSA의 특성 평가

### 5.1 플로우

고칼슘플라이애시를 사용하여 CSA를 제조하기 위하여 알루미나 시멘트에 대하여 고칼슘플라이애시를 혼입한 경우에는 작업성은 큰 변화를 보이지 않는 것으로 나타났다. 칼슘포매이트를 혼입한 경우에는 작업성이 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 칼슘포매이트의 작용기인 카르복실산에 의해 유동

성이 증가하는 것으로 판단되었다.

## 5.2 응결시간

알루미나 시멘트에 대하여 고칼슘플라이애시를 혼입한 경우에는 초결시간이 증가하는 것으로 나타났다. 고칼슘플라이애시 내의 석고 성분 중 황산염으로 인해 알루미나 성분의 수화를 지연하고 칼슘술포알루미네이트로 전환되면서 응결을 지연시켜주는 역할을 하는 것으로 판단되었다. 칼슘포매이트를 사용한 경우에는 초결시간이 단축되는 것으로 나타났으며, 종결시간도 급격하게 감소하는 것으로 나타났다.

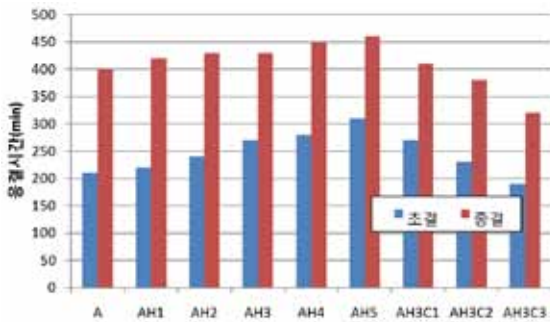


그림 6. 고칼슘플라이애시를 사용한 CSA의 응결시간

## 5.3 압축강도 및 휨강도

고칼슘 플라이애시를 사용한 CSA를 사용한 경우에는 알루미나 시멘트만을 사용한 경우에 비하여 고칼슘플라이애시 30%를 사용한 경우에 가장 높은 휨강도 증진 효과가 있는 것으로 나타났다. 여기에 대하여 칼슘포매이트 2%를 혼입한 경우 초기 강도 및 장기 강도에서 높은 강도를 나타내었다. 고칼슘플라이애시를 사용한 경우 3일 재령에서는 30% 치환까지 가장 높은 강도를 보이고 있었다. 칼슘포매이트를 사용한 경우에는 2%까지 가장 높은 강도 증진을 보였으며, 3%에서는 큰 증진을 보이지 않았다. 장기 재령에서도 고칼슘플라이애시 30%까지 최대 강도를 보였으며, 칼슘포매이트를 혼입한 경우에는 2% 이상에서는 강도증진 효과가 크지 않은 것으로 나타났다.



그림 7. 고칼슘플라이애시를 사용한 CSA의 휨강도

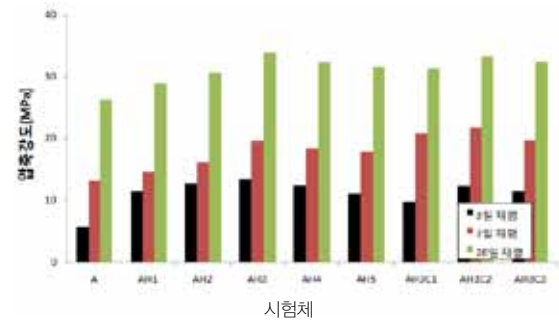


그림 8. 고칼슘플라이애시를 사용한 CSA의 압축강도

## 6. 개발 소재를 활용한 보수 재료의 특성 평가

### 6.1 플로우 및 점도 특성

<그림 9>와 <그림 10>은 개발 소재를 활용한 보수재료의 FLOW와 점도를 나타낸 그래프이다. 보수 재료의 플로는 큰 차이를 보이지 않았으나 아래 그림과 같이 점도특성에서는 다른 특성을 가지는 것으로 나타났다. 개발 제품의 점도는 초기에 낮은 것으로 나타났으나, 개발 CSA의 사용량이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났다. 이는 개발 CSA의 수화촉진에 의해 점도가 증진되는 것으로 판단된다.

### 6.2 응결시간

<그림 11>은 보수재료의 응결시간을 나타낸 그래프이다. 아래 그림과 같이 코로슬래그를 사용함에 따라 응결시간이 증

가하는 것으로 나타났다. 그러나 개발 CSA를 사용함에 따라 응결시간이 감소하는 것으로 나타났다. 타사 A와 타사 B와 유사한 응결시간을 나타내는 배합은 DA5로 나타났다.

### 6.3 단위용적중량

보수재료의 단위용적중량은 대부분  $2,000 \text{ kg/m}^3$  이하로 나타났다. 일반형의 타사 A제품의 경우 단위용적중량이 2,300 대로 나타났으며, 경량형의 타사 B의 경우 개발 제품과 유사한

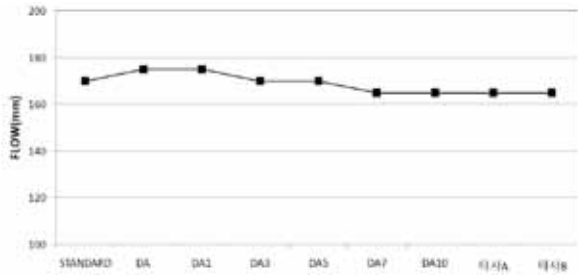


그림 9. Flow

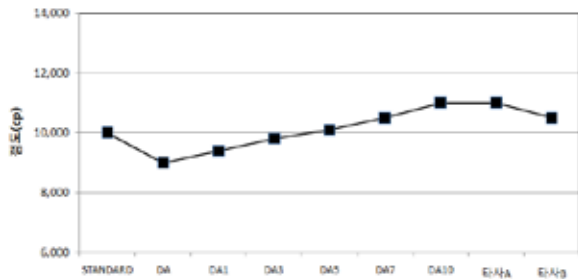


그림 10. 점도 특성

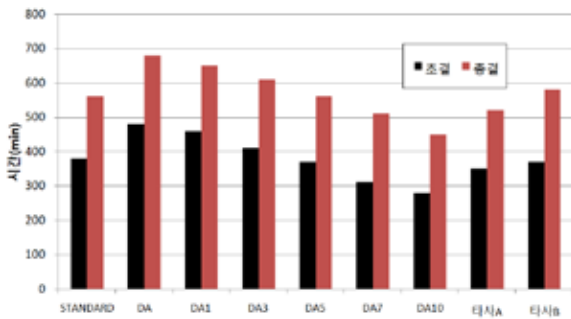


그림 11. 보수재료의 응결시간

형태로 나타났다. 본 기술개발에서 사용된 저비중을 갖는 페인조석 골재와 함께 고로슬래그를 사용함에 따라 단위용적중량 감소효과가 큰 것으로 판단된다.

### 6.4 압축강도 및 휨강도

3일 재령에서 CSA를 사용하지 않은 경우 기준 배합보다 압축강도가 낮은 것으로 나타났다. 개발 CSA를 사용함에 따라 압축강도가 증가하는 형태로 나타났으며, 5%에서부터 기준 시험체보다 높은 강도를 보이는 것으로 나타났다. 타사 제품과 비교하였을 경우에도 초기 강도는 높은 것으로 나타났으며, 28일 재령에서 타사 B보다 높은 강도를 구현하는 것으로 나타났다.

기준 시험체와 고로슬래그를 혼입한 시험체의 장기 재령에서의 휨강도를 비교한 결과 고로슬래그를 혼입한 시험체의 휨강도가 높은 것으로 나타났다. 개발CSA를 5% 이상 혼입한 시험체의 장기재령에서의 휨강도는 8 MPa 이상인 것으로 나

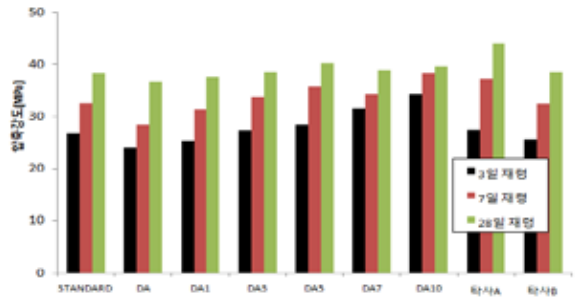


그림 12. 보수재료의 압축강도

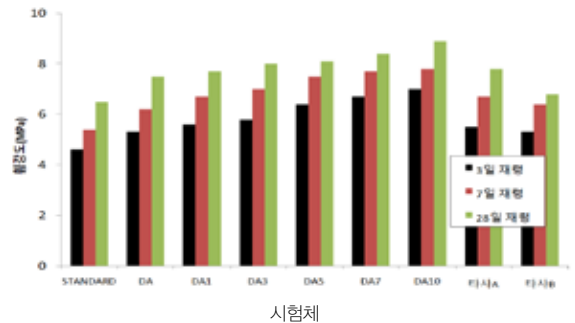


그림 13. 보수재료의 휨강도

타났다. 타사 제품과 비교하였을 때 높은 강도를 나타내었으며, 특히 경량 제품인 타사 B보다 높은 강도를 나타내어 물리적 성능이 우수한 것으로 나타났다.

### 6.5 부착강도 특성(상온 및 온냉반복)

기준 시험체와 고로슬래그를 혼입한 시험체를 비교하여 보면 고로슬래그를 혼입한 경우 부착강도가 우수한 것으로 나타났다. 개발 CSA를 혼입한 경우의 부착강도는 DA3에서 최대인 것으로 나타났으며, 최대  $2.5 \text{ N/mm}^2$ 로 나타났다. 온냉 반복시험에서는 강도저감율이 큰 것으로 나타났으나 대체로 기준 배합 및 타사A와 타사B보다 높은 강도를 나타내었다. DA5의 경우 부착강도가 저감되는 현상을 보이고 있는데 이는 부착면의 앵커링 면에서 팽창량이 큰 시험체로 인해 부착면의 앵커링이 감소되기 때문으로 판단된다. 그러나 DA5에서는 온냉반복에서 큰 강도 차이를 보이지 않았으나 DA7에서 강도 감소가 커 7% 혼입은 부착안정성에 불리할 것으로 판단된다.

### 6.6 길이변화율

건조수축 균열 실험은 4가지의 모르타르의 배합을 선정하여 수행하였다. 개발된 제품과 일반 모르타르, T사 모르타르, S사 모르타르 4가지 배합에 관하여 실험을 실시, 비교평가를 수행하였다. 모르타르의 건조수축 시험 확인결과, 모르타르는 총 수축 균열에 미치는 영향은 크지 않다는 것이 확인되었다. AASHTO PP34-99 시험법에 준하여 모르타르의 균열저항성 시험 결과, 내부 수축량과 외부 수축량의 차이로 인하여 비교

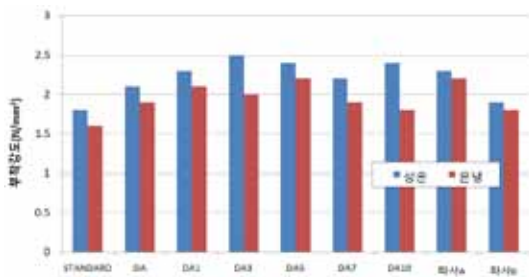


그림 14. 보수재료의 부착강도특성(상온 및 온냉 반복 특성)

【표 8】 시험체 배합

NO.	제품	배합비
1	개발 모르타르	분체 : 물 = 100 : 20
2	일반 모르타르	분체 : 물 = 100 : 20
3	T사 모르타르	분체 : 물 = 100 : 20
4	S사 모르타르	분체 : 물 = 100 : 20

【표 9】 모르타르의 수축 균열저항성 시험 결과

기호	구분	균열발생시점 (min)	Strain ( $\times 10^{-6}$ ), Max
1	개발 모르타르	균열 미발생	-170
2	일반 모르타르	균열 미발생	-191
3	타사 A	균열 미발생	-188
4	타사 B	균열 미발생	-198

【표 10】 모르타르의 수축 균열저항성 시험 결과

기호	구분	균열발생시점 (min)	Strain ( $\times 10^{-6}$ ), Max
1	개발 모르타르	균열 미발생	-22
2	일반 모르타르	균열 발생	-36

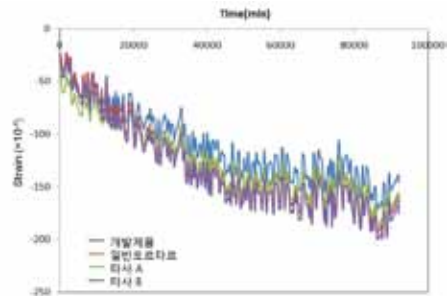


그림 15. 개발 모르타르의 수축균열 저항성 시험 결과

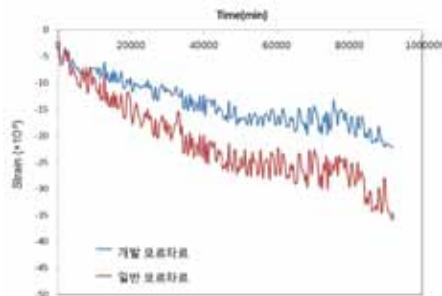


그림 16. 균열저항성 시험체



[표 11] 염화물 침투 깊이 및 확산계수 결과

시험체명	염분침투깊이(m)								Dnssm (m <sup>2</sup> /s)
	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	평균	
일반 모르타르	0.02234	0.02132	0.02056	0.02154	0.02334	0.02571	0.02321	0.022574	9.31E-12
기준제품 1	0.01222	0.01132	0.01355	0.01211	0.01374	0.01403	0.01123	0.012600	5.22E-12
기준제품 2	0.01526	0.01015	0.01064	0.01168	0.01242	0.01322	0.01072	0.012012	5.01E-12
개발 모르타르	0.01009	0.01183	0.01202	0.01145	0.01324	0.01079	0.01055	0.011424	4.57E-12

[표 12] 내화학적 실험 결과

구분		일반 모르타르	기준제품 1	기준제품 2	개발 모르타르	
압축강도 (N/mm <sup>2</sup> )	내알칼리성	20.0 이상	26.8	37.2	41.5	43.7
	내산성	20.0 이상	23.5	32.4	38.2	40.8

군의 일반 모르타르는 균열이 발생하였으며, 본 연구에서 개발된 모르타르는 균열이 발생하지 않는 것으로 확인되었다.

타나 보수모르타르의 유동성에 우수한 것으로 나타났으며, 작업성을 위한 가사시간 확보에 있어서 문제가 없는 것으로 나타났다.

### 6.7 내구성능 평가

NT Build 492의 시험방법에 준하여 실시한 염화물 침투 저항성 실험의 결과, 일반 모르타르에 비해 기준제품 및 개발제품의 확산계수가 작은 것으로 나타났다. 내화학적 평가에서도 28일간 알칼리 용액과 산성 용액에 침지한 시험체의 압축강도를 측정하고, 모든 시험체가 KS F 4041의 기준을 만족하는 것으로 나타났다.

#### 2) 고칼슘플라이애시를 사용한 CSA를 사용한 모르타르의 특성

알루미나 시멘트에 대하여 고칼슘플라이애시를 혼입한 경우 알루미나 시멘트 대비 30%치환시 가장 높은 강도를 나타내었다. 칼슘포매이트를 20%치환한 경우 가장 높은 강도를 나타내는 것으로 나타나 최적 배합은 알루미나 시멘트 50%, 칼슘포매이트 20%, 고칼슘플라이애시 30%를 사용하였을 경우 가장 높은 성능을 확보할 수 있었다.

#### 3) 개발 CSA와 페인조석 골재를 사용한 모르타르의 특성

본 기술 개발을 통해 개발된 저중량 보수 모르타르의 물리적 성능 및 내구성능을 평가한 결과 개발 CSA를 5%혼입하고 페인조석 골재를 50%치환한 시험체에서 기존 제품보다 높은 물리적 성능을 나타내었다. 이 시험체와 타사 제품과 비교 시험평가한 결과 염화물 침투 저항성은 유사한 저항성을 갖는 것으로 나타났으며, 수축저항성 확보, 우수한 내화학적성을 확보하였다.

## 7. 결론

### 1) 페인조석 골재를 사용한 모르타르의 특성

페인조석대리석 골재를 사용한 경우 단위용적중량이 2,100~2,200 kg/m<sup>3</sup>의 단위용적질량인 것으로 기존 대비 10%이상 저감하는 것이 가능하였다. 본 실험에서 실시한 페인조석의 경우 흡수율은 12.28~14.86%, 규사6호사의 경우 12.17~15.05%를 나타내었다. 페인조석대리석을 각각 10, 20, 30, 40, 50% 치환한 골재의 경우 플로값이 170~200mm 정도로 나

담당 편집위원: 박원준(강원대학교)