

# 운모폐석을 잔골재로 사용한 시멘트 모르타르의 특성

## Properties of Cement Mortar Using Mica Waste as Fine Aggregate

윤 기 원<sup>\*</sup> 金 光 華<sup>\*\*</sup> 오 상 백<sup>\*\*\*</sup> 한 민 철<sup>\*\*\*\*</sup> 류 현 기<sup>\*\*\*\*\*</sup> 한 천 구<sup>\*\*\*\*\*</sup>  
Yoon, Gi won Jin, Guang Hua Oh, Sang Baeg Han, Min Cheol Ryu, Hyun Gi Han, Cheon Goo

### ABSTRACT

This study is intended to investigate application of mica waste(MS) to fine aggregate for mortar by comparing it with cement mortar in which crushed sand(CS) and river sand(NS) are used. According to the results, as the physical properties of aggregate, specific gravity is large in order of MS, NS and CS, absorption ratio in order of MS, CS and NS, and unit weight and solid volume percentage in order of NS, CS and MS. In the case of MS mortar, mechanical properties, drying shrinkage and heat conduction ratio are reduced, but the radiative amount of infrared light is excellent compared with NS mortar. Fluidity and unit weight of MS mortar is larger than those of CS mortar, and strength does not make differences. Length change by drying shrinkage is larger, but heat conduction ratio and radiative amount of infrared light are smaller than CS mortar. Thus, it proves that MS can be used in place of NS and CS, but its quality is deteriorated slightly.

### 1. 서 론

최근 들어 콘크리트용 잔골재로 많이 사용했던 강모래가 점차 고갈됨에 따라 쇄석골재, 산골재, 바다골재 및 폐기물골재 등 다양한 대체골재를 폭넓게 활용하고 있는 실정이다.<sup>1)</sup>

한편, 광산에서 채굴되는 운모석의 경우 그 순도에 따라 용도가 변하는데, 순도가 높은 상품은 5% 미만, 중품은 10%전후가 실제적으로 활용되고 있으며, 약 85% 이상되는 하품의 경우는 대부분이 혹은 운모 및 백운모로서 폐기처분되고 있는 것이 현실인데, 이와같은 운모폐석을 고갈되는 잔골재 자원으로 활용될 수 있는지를 검토할 필요성이 제기된다.

그러므로, 본 연구에서는 운모석에서 폐기처분되는 하품의 운모폐석을 강모래 및 화강암계 부순모래와 비교·분석함으로써 운모모래의 기초적 특성 및 시멘트 모르타르용 잔골재로의 사용가능성에 대하여 검토하고자 한다.

\* 정회원, 주성대학 건축공학과 조교수

\*\* 정회원, 청주대학교 대학원 석사과정

\*\*\* 정회원, 중부대학교 건설공학과 강의전담교수

\*\*\*\* 정회원, 충주대학교 건축공학과 교수

\*\*\*\*\* 정회원, 청주대학교 건축공학부 교수

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1. 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.

즉, 배합사항으로 모르타르 배합비는 1:2, 1:3의 2수준에 대하여 강모래(이하 NS)를 플레인으로 목표 플로우 15±1cm를 만족하도록 배합설계한 후 부순모래(이하 CS) 및 운모폐석 잔골재(이하 MS)에도 동일하게 적용하는 것으로 하였다.

실험사항으로 먼저, 잔골재종류에 따른 제반 물리적 성질을 검토한 후 실험을 진행하도록 하였는데, 굳지않은 모르타르에서는 플로우, 단위용적중량을 측정하고, 경화 모르타르에서는 압축강도, 휨강도, 인장강도와 건조수축 길이변화율, 열전도율 및 원적외선 방사량을 측정하도록 하였다. 이때 모르타르의 배합사항은 표 2와 같다.

### 2.2. 사용재료

본 실험에서 사용한 재료로 시멘트는 국내산 A사의 보통 포틀랜드시멘트(비중:3.15, 분말도:3,265)를 사용하였고, 잔골재는 충남 청양산 운모폐석, 충북 청원군 부강산 강모래, 충북 괴산군 W사제의 부순모래로서 각 잔골재가 일정한 조립률이 되도록 체가름 한 후 재혼합하여 실험에 사용하였는데, 각 잔골재의 물리적 성질은 표 3과 같다.

### 2.3. 실험방법

본 연구의 실험방법으로 모르타르의 혼합은 KS L 5109에 의거 실시하였고, 굳지않은 모르타르의 실험으로 플로우 시험은 KS L 5105, 단위용적중량은 KS F 2409의 규정에 따라 실시하였다.

경화 모르타르의 실험으로 압축강도 및 휨강도 시험은 ASTM C 348의 규정에 의거 4×4×16cm의 몰드를 이용하여 측정하였고, 인장강도 시험은 KS L 5104, 건조수축 길이변화율은 KS F 2424, 열전도율시험은 KS L 9016, 원적외선 방사량 시험은 시험기에 의해 방사에너지를 측정하고 Black body와의 비교에 의하여 방사율을 산정하였다.

## 3. 실험결과 및 분석

### 3.1. 골재의 물리적 특성

표 3은 일정한 조립률하에서 잔골재 종류별 제반 물리적 특성을 나타낸 것이다.

비중은 모두 콘크리트용 잔골재의 규정인 2.5이상으로 MS, NS, CS의 순으로 크게 나타났다. 흡수

표 1 운모폐석을 사용한 모르타르 실험계획

실험요인			실험사항		
배합비	플로우 (cm)	잔골재 종류	골재의 물리적 성질	굳지않은 모르타르	경화 모르타르
· 1:2 · 1:3	15±1	· 강모래 (NS) · 부순모래 (CS) · 운모모래 (MS)	비중 흡수율 단위용적중량 입형판정실적율	플로우 단위용적중량	압축강도 휨강도 인장강도 길이변화율 열전도율 원적외선 방사량

표 2 모르타르 배합사항

골재 종류	배합비	W/C (%)	W (kg/m <sup>3</sup> )	용적배합(ℓ/m <sup>3</sup> )		중량배합(kg/m <sup>3</sup> )	
				C	S	C	S
NS	1:2	34.0	240	224	526	705	1410
CS		34.1		223	527	703	1406
MS		33.8		226	524	711	1421
NS	1:3	46.0	240	166	584	522	1566
CS		46.1		165	585	521	1562
MS		45.6		167	583	527	1580

표 3 잔골재의 물리적 특성

구분	비중	조립률	흡수율 (%)	단위용적중량 (kg/m <sup>3</sup> )	입형판정실적율 (%)
NS	2.68	2.8	1.52	1551	57.9
CS	2.67	2.8	2.04	1466	55.1
MS	2.71	2.8	2.56	1438	53.2

율은 모두 3%이하로 나타났는데, MS가 CS 및 NS에 비해 크게 나타나 공극이 다른 것에 비해 큰 것으로 사료된다. 단위용적중량은 각 골재의 표면형상에 기인하여 입형판정 실적율이 큰 둥근 형상의 NS가 제일 크고 MS는 가장 작게 나타났다.

### 3.2. 굳지않은 모르타르의 특성

표 4는 배합비 및 잔골재 종류별 굳지않은 모르타르의 플로우 및 단위용적중량을 나타낸 것이다.

플레인인 NS의 경우 모두 목표 플로우치를 만족하는 것으로 나타났으나, 이에 비하여 CS 및 MS는 저하하는 것으로 나타났는데, 이는 CS나 MS의 경우 부순골재로서 표면이 거칠고 입형이 불량하여 유동성이 저하한 것으로 판단된다. 또한, 단위용적중량은 MS, NS 및 CS의 순으로 크게 나타났다.

### 3.3. 경화 모르타르의 특성

그림 1은 배합비 및 잔골재 종류별 재령경과에 따른 압축강도를 나타낸 것이다.

당연한 결과이겠지만 압축강도는 재령이 증가할수록 부배합일수록 증가하는 것으로 나타났는데, 잔골재 종류에 따라서는 NS, MS, CS의 순으로 크게 나타났다. 이는 배합상 W/C변화 및 골재성질상 함수율과 구성입자의 결합상태에 기인한 것으로 함수율이 크고 충상구조인 MS의 경우는 NS에 비해 강도가 저하한 것으로 분석된다. 또한 MS의 경우는 CS와 비교하여 약간 큰 것으로 나타났는데, 배합상 W/C의 차이를 고려할 때 큰 차이는 아닌 것으로 사료된다.

그림 2는 배합비 및 잔골재 종류별 재령경과에 따른 휨강도를 나타낸 것이다.

휨강도는 압축강도와 유사하게 NS, MS, CS의 순으로 크게 나타났다.

그림 3은 배합비 및 잔골재 종류별 재령 28일의 인장강도를 나타낸 것이다.

인장강도는 MS를 사용하였을 경우가 플레인인 NS 및 CS에 비해 작은 것으로 나타났다. 즉, MS의 경우 압축강도나 휨강도는 CS에 비해 큰 반면 인장강도는 작은 것으로 나타났는데, 이는 MS의 경우 구성상 충상구조를 가지고 있고, 아주 얇게 벗겨지는 등 골재조직 구성특성에 의하여 인장강도가 저하한 것으로 사료된다.

그림 4는 배합비 및 잔골재 종류별 재령경과에 따른 건조수축 길이변화율을 나타낸 것이다.

전반적으로 MS를 사용하였을 경우 NS 및 CS에 비해 길이변화가 큰 것으로 나타났는데, 이는 골재의 흡수율 및 경화

표 4 굳지않은 모르타르의 특성

구분	배합비 1:2			배합비 1:3		
	NS	CS	MS	NS	CS	MS
플로우 (cm)	14.3	11.3	12.6	16.2	10.6	11.3
단위용적중량 (kg/m <sup>3</sup> )	2,039	1,986	2,147	2,105	1,959	2,129

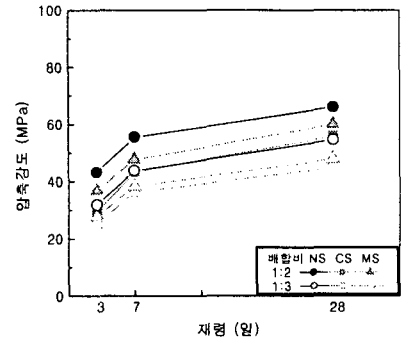


그림 1 배합비 및 잔골재 종류별 재령경과에 따른 압축강도

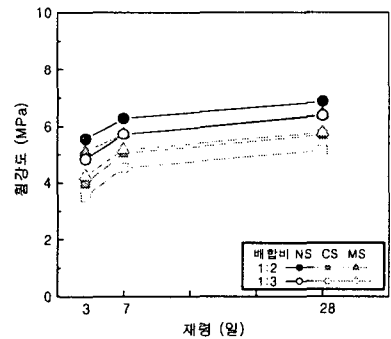


그림 2 배합비 및 잔골재 종류별 재령경과에 따른 휨강도

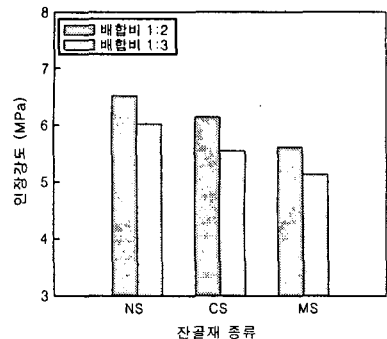


그림 3 잔골재 종류별 인장강도

모르타르의 강도에 기인한 것으로 판단된다.

표 5는 잔골재 종류별 배합비 1:2에서의 열전도율, 원적외선 방사율 및 방사에너지를 나타낸 것이다.

열전도율은 CS, NS, MS의 순이었는데, 이는 골재의 제성질에 관계된 것으로 MS의 경우는 전기절연성이 우수한 골재로서 이에 따라 열전도성능이 저하한 것으로 사료된다.

원적외선 방사율 및 방사에너지는 CS가 제일 큰 것으로 나타났고, 다음 MS, NS의 순으로 나타났는데, 이는 골재의 조성 성분이나 계면에 관계된 것으로 NS의 경우 표면의 방사율이 상대적으로 크기 때문에 방사에너지 및 방사율은 작은 것으로 사료된다.

#### 4. 결 론

본 연구는 운모폐석을 시멘트 모르타르용 잔골재로 활용할 수 있는지를 부순모래 및 강모래를 사용한 시멘트 모르타르와 비교, 검토한 것으로, 그 실험결과를 종합하면 다음과 같다.

- (1) 골재의 물리적 특성으로 일정한 조립률하에서 비중은 MS, NS, CS, 흡수율은 MS, CS, NS의 순으로 크게 나타났고, 단위용적중량 및 입형판정 실적율은 NS, CS, MS의 순이었다.
- (2) 굳지않은 모르타르의 특성으로 유동성은 MS의 경우 NS보다는 저하하나 CS보다 큰 것으로 나타났고, 단위용적중량은 MS가 가장 크게 나타났다.
- (3) 경화 모르타르의 강도특성으로 압축강도, 휨강도 및 인장강도는 MS, CS를 사용한 경우 모두 NS에 비하여 작게 나타났는데, 압축강도의 경우 MS, CS간에 큰 차이는 없는 것으로 나타났고, 인장강도는 MS가 CS에 비해 작은 것으로 나타났다.
- (4) 건조수축 길이변화 특성으로는 흡수율이 가장 크고 또한 강도가 낮아 자체의 구속력이 작은 MS를 사용하였을 경우 가장 크고, NS가 제일 작게 나타났다.
- (5) 열전도율은 골재 자체의 입자구성 특성에 기인하여 CS, NS, MS의 순으로서 MS가 제일 작게 나타났다. 원적외선 방사율 및 방사에너지는 MS가 NS에 비하여 크게 나타났지만 CS보다는 작았다.

이상을 종합하면, 모르타르용 잔골재로 MS를 사용하였을 경우 NS보다 역학적 성능, 건조수축 및 열전도율은 다소 저하하지만, 원적외선 방사량은 우수한 것으로 나타났고, 또한 CS와 비교할 때는 유동성 및 단위용적중량은 크고, 제반 강도는 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며, 건조수축 길이변화는 더 크게, 열전도율 및 원적외선 방사량은 더 작은 것으로 나타나 MS는 NS 및 CS의 대응으로 이용될 수 있으나 그 품질은 약간 저하하는 것으로 밝혀졌다.

#### 참 고 문 헌

1. 한천구, "부순모래 콘크리트의 개발에 관한 연구", 통상산업부 연구 보고서, 1995, pp.1~3.
2. 金武漢, "韓國におけるコンクリート用骨材の品質現況および海砂使用に對する對策", 第2回 日本・韓國建築材料 joint symposium 論文集, 1996, pp.15~27.

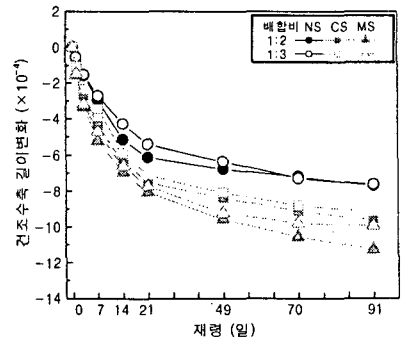


그림 4 잔골재 종류별 재령경과에 따른 건조수축 길이변화율

표 5 열전도율, 방사율 및 방사에너지 특성

구분	열전도율 (kcal/mh <sup>2</sup> C)	방사율 (5~20 $\mu$ m)	방사에너지 (W/m <sup>2</sup> )
NS	0.287	0.9130	368.22
CS	0.293	0.9142	368.73
MS	0.267	0.9136	368.46