

# 회수수 안정화제 종류 및 혼입률 변화에 따른 시멘트 모르타르의 특성

## Properties of Cement Mortar according to the Kinds and Adding Ratio of Recycling Water-Stabilizing Agent

정 덕 우\*    金 光 華\*\*    이 문 환\*\*\*    이 세 현\*\*\*    한 천 구\*\*\*  
Jung, Duk Woo    Jin, Guang Hua    Lee, Mun Hwan    Lee, Sea Hyun    Han, Cheon Goo

### ABSTRACT

This study discusses the fundamental properties of cement mortar with the kinds and adding ratio of stabilizing agent of recycled water. According to the results, fluidity and air content hardly make difference by the kinds and adding ratio of stabilizing agent. When recycled water is used, setting time is shortened slightly in comparison with plain mortar because of an increase of fine particle. And it is similar to the use of recycled water in the case of A, B and D(stabilizing agent), but shortened significantly in the case of C. Also, it does not show difference with variation of the adding ratio, but as the adding ratio increases, it approach to the value of plain mortar. When recycled water is used, compressive strength is similar to plain concrete, and it shows the larger value in order of D, C and A. As the adding ratio of stabilizing agent increases, it decreases at 3days, but increases at 7 and 28days. However, at the adding ratio of 0.5%, it decreases, instead. Length change ratio by drying shrinkage increases in the case of B in comparison with plain mortar, but is similar to plain mortar in the other stabilizing agent. As the adding ratio of stabilizing agent increases, it decreases, however, increases at the adding ratio of 0.5%

### 1. 서 론

레미콘의 회수수는 과거의 경우 자연상태로 방류하거나, 폐기하므로써 수질 및 토양오염을 유발하였으나, 근년에는 재활용설비를 활용하여 용수자원으로 재활용하고 있다.

그러나 최근에는 회수수사용 콘크리트의 경우 품질에 문제점이 제기되어 고품질콘크리트에는 이의 사용을 금지하도록 규정하는 추세임에, 이를 해결하기 위해서는 회수수에 포함된 시멘트 입자의 수화를 일시적으로 정지시키는 안정화제로 회수수사용 콘크리트를 고품질화 할 필요가 있다.

그러므로, 본 연구는 회수수의 효율적인 재활용을 위한 기초적 연구로 시멘트 모르타르를 대상으로 레미콘 회수수 안정화제 종류 및 혼입률 변화에 따른 모르타르의 기초적 특성을 검토하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

\* 정회원, 청주대학교 대학원 박사과정

\*\* 정회원, 청주대학교 대학원 석사과정

\*\*\* 정회원, 한국건설기술연구원 건축연구부 선임연구원

\*\*\*\* 정회원, 청주대학교 건축공학부 교수

### 2.1. 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 즉, 실험요인으로 배합비는 1:3 1수준에 대하여 일반 상수도를 사용한 플레인과 안정화제를 사용하지 않은 슬러지 고품분을 3%인 회수수 및 슬러지 고품분을 3%에 안정화제 종류를 A, B, C, D의 4수준 및 안정화제 A에서 혼입률을 0~0.5%의 7수준으로 변화시켜 총 12배치를 실험계획 하였다. 이때, 플레인의 목표 플로우는 15±1.5cm를 만족하도록 배합설계한 후 안정화제 종류 및 혼입률 변화에 따라 동일하게 적용하였다. 굳지않은 모르타르 및 경화 모르타르의 실험사항은 표 1과 같고, 배합사항은 표 2와 같다.

### 2.2. 사용재료

본 실험에 사용한 시멘트는 국내산 A사의 보통 포틀랜드시멘트(비중:3.15, 분말도:3,265cm<sup>2</sup>/g), 잔골재는 경기도 파주사업소산 강모래(비중:2.54, 조립률:2.89)를 사용하였다. 안정화제로 A는 일본산, B, C, D는 국내에서 생산되는 것을 사용하였는데, 각 안정화제의 물리적 성질은 표 3과 같다.

### 2.3. 실험방법

본 연구의 실험방법으로 회수수는 실험실에서 제조하는 것으로 하였는데 즉, 시멘트와 미립분(0.15체 통과)을 4:1로 혼합하고, W/C 50%인 일반 콘크리트로 가정하여 시멘트 모르타르를 만든 후 1시간동안 방치해 두었다가 물로 희석하여 소요 농도의 회수수를 제조하고 여기에 안정화제 종류 및 혼입률에 따라 안정화제를 투입한 다음 1일 경과 후 실험의 배합수로 활용하였다.

모르타르의 혼합은 KS L 5109에 의거 실시하였고, 굳지않은 모르타르의 실험으로 플로우 시험은 KS L 5105, 공기량은 KS F 2421, 단위용적중량은 KS F 2409의 규정에 따라 실시하였고, 응결시간은 KS F 2436의 프록터 관입침 저항법에 의거 실시하였다. 경화 모르타르의 실험으로 압축강도 및 휨강도의 시험은 ASTM C 348의 규정에 의거 4×4×16cm의 몰드를 이용하여 측정하였고, 길이변화율은 KS F 2424 규정의 다이알 게이지법에 의거 구하였다.

표 1 실험계획

실험요인				실험사항	
배합비	플로우 (cm)	안정화제 종류	혼입률 (%)	굳지않은 모르타르	경화 모르타르
1:3	15±1.5	플레인 회수수	-	플로우 공기량 단위용적중량 응결시간	압축강도 휨강도 길이변화
		· A · B · C · D	0.15		
		A	· 0 · 0.05 · 0.10 · 0.15 · 0.20 · 0.30 · 0.50		

\*회수수 : 고품분량(3%), 방치시간(1일)

표 2 모르타르의 배합

W/C (%)	배합비	단위수량 (kg/m <sup>3</sup> )	안정화제 혼입률 (%)	절대용적배합 (ℓ/m <sup>3</sup> )		증량배합 (kg/m <sup>3</sup> )		
				C	S	C	S	SG
48	1:3	240	(플레인)	159	591	501	1501	-
			0~0.5	159	591	501	1494	7.42

C: 시멘트 S: 잔골재 SG: 슬러지 고품분

표 3 안정화제의 물리적 성질

구분	주성분	형태	비고
A	옥시칼분산	담록색 액체	응결지연제
B	수용성 1성분형	미색 액체	표면 양생 지연제
C	변성 인산염	암갈색 투명액체	고성능 응결 지연제
D	당분류	백색 투명액체	콘크리트용 초지연제

표 4 굳지않은 모르타르의 실험결과

구분	플레인	회수수	안정화제 종류				안정화제 혼입률 (%)						
			A	B	C	D	0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.30	0.50
플로우(cm)	14.7	15.1	13.7	15.3	14.5	15.1	15.1	15.0	14.4	13.7	14.3	14.4	14.8
공기량(%)	5.9	5.9	5.8	6.2	6.1	6.5	5.9	6.2	6.3	5.8	6.4	6.3	6.4
단위용적 중량(kg/m <sup>3</sup> )	2226	2225	2228	2220	2225	2217	2225	2218	2217	2228	2213	2217	2214

3. 실험결과 및 분석

3.1. 굳지않은 콘크리트의 특성

표 4는 안정화제 종류 및 혼입률 변화에 따른 플로우, 공기량 및 단위용적중량을 나타낸 것이다.

먼저, 상수도를 사용한 플레인은 목표 플로우를 만족하였고, 안정화제 종류 및 혼입률 변화에 따른 유동성은 플레인과 비교하여 다소 증감의 차이는 있으나, 목표 플로우의 범위를 만족하였고, 공기량도 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 안정화제 종류 및 혼입률 변화에 따른 굳지않은 모르타르의 품질에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 분석된다.

그림 1 및 2는 안정화제 종류 및 혼입률 변화에 따른 초결 및 종결시간을 나타낸 것이다.

응결시간은 회수수 사용의 경우 플레인에 비해 촉진되었고, 안정화제 종류변화에 따라 A, B, D는 회수수 고형분의 수화가 억제되어 회수수 사용과 비슷하게 응결이 촉진되는 것으로 나타났지만, 특히 C는 고형분의 수화가 이미 시작되어 응결이 크게 촉진되었다. 안정화제 혼입률 변화에 따른 응결시간은 30분 이내의 차이로 나타났는데, 혼입률 증가에 따라 점차 플레인과 비슷하게 지연되는 경향을 나타내었다.

3.2. 경화 콘크리트의 특성

그림 3 및 4는 안정화제 종류 및 혼입률별 재령경과에 따른 압축강도를 나타낸 것이다.

압축강도는 회수수 사용의 경우 플레인과 비슷한 것으로 나타났고, 안정화제 사용에 따라서는 전반적으로 증가하는 것으로 나타났다. 안정화제 종류별로는 B의 경우 초기강도는 플레인에 비해 크나 28일 강도는 작은 것으로 나타났고, C, D는 초기강도는 작았으나 28일 강도는 제일 크게 나타났는데, 가장 효율적인 안정화제는 DCAB의 순으로 평가된다. 안정화제 혼입률 변화에 따른 압축강도는 혼입률 증가에 따라 플레인에 비해 3일은 저하, 7 및 28일은 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 안정화제의 작용으로 회수수 고형분중 시멘트의 수화가 지연되어 압축강도에 영향준 것으로 분석된

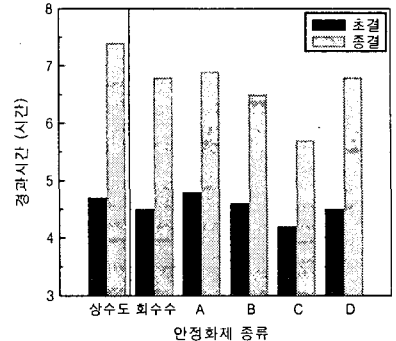


그림 1 안정화제 종류에 따른 초결 및 종결시간

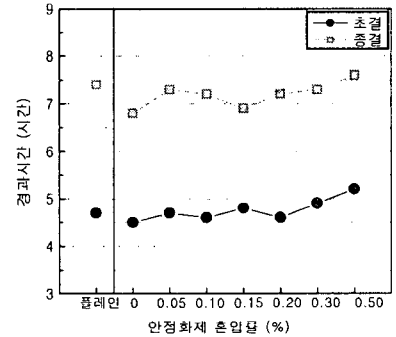


그림 2 안정화제 혼입률 변화에 따른 초결 및 종결시간

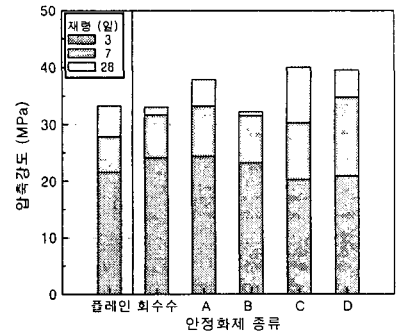


그림 3 안정화제 종류에 따른 압축강도

다. 세부적으로는 혼입률 0.15%일때 초기강도가 가장 큰 것으로 나타났고, 혼입률 0.3%의 경우 초기강도는 제일 작으나 28일 강도는 가장 큰 것으로 나타났으며, 그 이상 혼입한 경우는 안정화제의 효과가 적은 것으로 나타나, 결국 최적치는 0.15%가 바람직한 것으로 사료된다. 그림 5 및 6은 안정화제 종류 및 혼입률별 재령경과에 따른 건조수축 길이변화율을 나타낸 것이다.

건조수축 길이변화율은 먼저 회수수 사용의 경우 플레인에 비해 크게 증가하는 것으로 나타났다. 안정화제 종류별로는 안정화제 B가 플레인에 비해 크고, 기타는 공히 플레인과 비슷한 것으로 나타났다. 안정화제 혼입률 변화에 따라서 혼입률이 0.05% 및 0.5%인 경우는 플레인보다 커지는 것으로 나타났으나, 혼입률 증가에 따라서는 길이변화율이 작아지는 것으로 나타났는데, 이는 안정화제의 작용에 의하여 고품분량이 미립분이 아니고 시멘트로 작용한데 기인한 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

레미콘 회수수 안정화제의 종류 및 혼입률 변화에 따른 시멘트 모르타르의 기초적 특성에 대하여 검토한 실험결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 굳지않은 모르타르의 특성으로 안정화제 종류 및 혼입률 변화에 따른 유동성 및 공기량은 플레인에 비하여 큰 차이가 없는 것으로 밝혀졌다.
- (2) 응결특성으로 회수수를 사용한 경우 미립분의 증가로 플레인에 비해 약간 촉진되었고, 안정화제 종류에 따라 A, B, D는 회수수 사용의 경우와 비슷하고, C는 크게 촉진되는 것으로 나타났다. 혼입률 변화에 따라서는 큰 차이가 없었으나 혼입률이 증가할수록 플레인과 같게 지연되는 것으로 나타났다.
- (3) 압축강도 특성으로 회수수 사용의 경우는 플레인과 비슷하게 나타났고, 안정화제 사용에 따라서는 D, C, A의 순으로 증진하였다. 안정화제 혼입률 증가에 따른 압축강도는 3일은 저하하였으나 7일 및 28일은 증가하는 것으로 나타났는데, 0.5% 혼입시에는 오히려 강도가 저하하는 것으로 나타났다.
- (4) 건조수축 길이변화 특성으로 안정화제 종류에 따른 길이변화율은 B의 경우 플레인에 비해 증가하였으나, 기타는 플레인과 비슷한 것으로 나타났다. 안정화제 혼입률 변화에 따라서는 혼입률이 증가할수록 길이변화율이 감소하는 것으로 나타났는데, 단 0.5%에서는 증가하는 것으로 나타났다. 이상을 종합하여 볼 때 레미콘 회수수에 안정화제 종류는 당분계인 D, 사용량은 0.15%일 때 가장 효과적으로 밝혀졌다.

#### 참고문헌

1. 반호용, 한천규, 윤기원, 우상욱, 김기철; 레미콘 회수수의 콘크리트용 용수로써의 재활용에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제 13권, 1993. 10

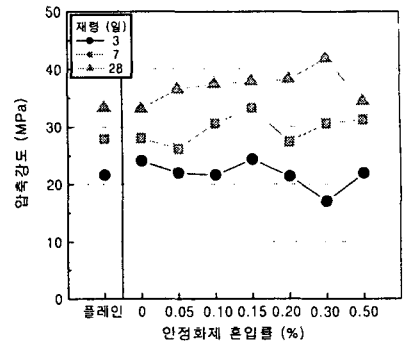


그림 4 안정화제 혼입률 변화에 따른 압축강도

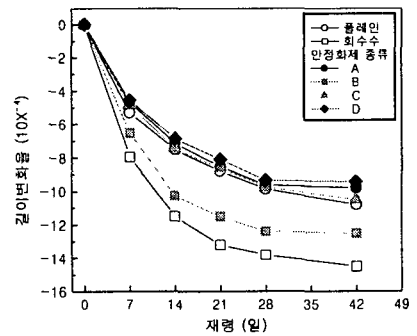


그림 5 안정화제 종류별 재령경과에 따른 건조수축 길이변화율

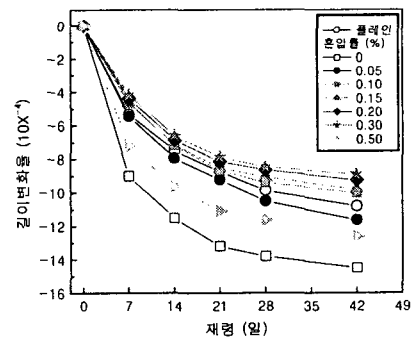


그림 6 안정화제 혼입률별 재령경과에 따른 건조수축 길이변화율