

식물성 유지류에 의한 고강도 모르터의 자기수축 저감에 관한 기초적 연구

A Basic Study on Reduction of Autogenous Shrinkage of High Strength Mortar by Plant Edible Oil

송 일 범* 백 대 현** 최 영 화*** 백 병 훈**** 한 민 철***** 한 천 구*****

Song, Ri-Fan Baik, Dae-Hyun Choi, Young-Wha Baik, Byung-Hoon Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

This study reviewed the reduction effect of autogenous shrinkage of high strength mortar by plant edible oils based on existing studies, in an effort to find the method of reducing autogenous shrinkage of high strength concrete. To summarize the results, first as characteristics of fresh mortar, substitution of plant edible oil showed slight reduction in liquidity. Compressive strength was reduce at age of 28 days compared to plain mix regardless of type and substitution ratio. Ratio of change in the length of autogenous shrinkage of high strength mortar by plant oils was found to reduce compared to the plain, and the reduction effect was most satisfactory in bean oil.

키 워 드 : 고강도, 자기수축, 식물성 유지류
Keywords : High Strength, Autogenous Shrinkage, Plant Oil

1. 서 론

1.1 연구범위 및 방법

자기수축은 외부로부터의 수분 공급 없이 콘크리트내부 모세관 공극들의 자기건조로 생기는 수축 현상으로써 물시멘트비가 낮고, 단위결합재량이 많은 고강도 콘크리트에서 많이 발생한다. 경우에 따라서는 자기수축 만으로도 콘크리트에 균열을 발생시키는데, 이와 같은 균열은 미관손상에 따른 신뢰도 하락 외에도 외부로부터 염소 이온, 탄산가스, 수분 등 유해물질의 침투 경로를 제공하게 되어 콘크리트 구조물의 내구성을 저하시키고 수명을 단축시키는 원인이 된다.

고강도 콘크리트의 자기수축을 저감시키기 위한 방법으로는 수축저감제에 의한 공극수의 표면장력을 저하, 팽창제에 의한 수화생성물의 팽창력을 이용 등 많은 연구가 진행되어져 왔다.

본 연구팀의 기존 연구에서는 물-시멘트비를 낮추어 콘크리트의 강도를 증진시키는 목적으로 물이 아닌 액체를 모르터에 치환하여 공학적 특성을 연구하였다. 그 결과 강도 증진에는 기대 효과에 미치지 못하였지만, 식용유를 치환할 경우 모

르터의 자기수축이 플레인 및 기타 배합에 비해 약 현저하게 저감되는 연구 결과가 있었다.

따라서 본 연구에서는 기존의 연구결과를 확인차, 모르터 상태에서 식물성 유지류의 종류 및 치환율을 변화시켜 고강도 모르터에서의 자기수축 저감효과에 대하여검토하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같고, 모르터의 배합은 표 2와 같다.

즉, W/B 20 %에 대하여 OPC에 대한 질량비로 플라이에 시와 실리카폼을 각각 20 %, 10 %씩 치환한 것을 Plain 배합으로 하고, 식물성 유지류는 콩기름, 들기름, 올리브유의 3종류를 단위결합제에 대한 질량비로 각각 2.5 %, 5 %씩 치환하는 것으로 계획하였다. 이때 플레인 배합에 대하여 목표 플로우 200±10 mm를 만족 하도록 배합설계 한다음 여타의 배합에도 동일하게 적용하였다. 실험사항으로는 플로우, 압축강도, 자기수축 길이변화를 측정하는 것으로 계획하였다.

2.2 사용재료

본 연구에서 사용한 재료의 물리 · 화학적 성질은 표 3~8

* 청주대학교 건축공학과 석사과정
** 청주대학교 건축공학과 박사과정
*** 대구대학교 건축공학과 교수, 공학박사
**** 공학박사
***** 청주대학교 건축공학과 조교수, 공학박사
***** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준
배합사항	W/B(%)	20
	목표 플로우(mm)	200 ± 10
	광물질 혼화재 혼입율(%)	OPC(70)+FA(20)+SF(10)
	식물성유지류	종류
치환율(%)		· 0, 2.5, 5
실험사항		· 플로우 · 압축강도(1, 7, 28일) · 자기수축 길이변화

* Plain

** 단위결합제에 대한 질량비

표 2. 모르터 배합표

배합비 (C : S)	W/B (%)	식물성유지 치환율(%)	W (kg/m ³)	SP (%)	질량배합(kg/m ³)				
					C	S	FA	SF	식물성 유지
1 : 1	20	0	209	1.8	732	1 046	209	104	0
		2.5	205		736	1 051	210	105	4.8
		5	200		740	1 057	211	105	10.6

표 3. 시멘트의 물리적 성질

밀도 (g/cm ³)	분말도 (cm ² /g)	안정도 (%)	응결시간(분)		압축강도(MPa)		
			초결	종결	3일	7일	28일
3.15	3 265	0.15	210	300	22.0	28.9	38.9

표 4. 잔골재의 물리적 성질

구분	밀도 (g/cm ³)	조립율 (FM)	흡수율 (%)	0.08 mm체 통과량 (%)
강모래	2.50	2.86	2.63	2.87
부순모래	2.65	2.62	1.42	3.00

표 5. 플라이 애시의 물리·화학적 성질

밀도 (g/cm ³)	분말도 (cm ² /g)	강열감량 (%)	SiO ₂ (%)	습분 (%)
2.20	3 850	2.50	51.3	0.10

표 6. 실리카폼의 물리·화학적 성질

분말도 (cm ² /g)	밀도 (g/cm ³)	강열감량 (%)	화학적 구성(%)				
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
200 000	2.20	1.50	96.0	0.25	0.12	0.38	0.10

표 7. 고성능 감수제의 물리적 성질

성분	색상	형태	밀도 (g/cm ³)	고형분 (%)
폴리칼본산계	암갈색	액상	1.01	30.0

과 같다.

표 8. 식물성유지류의 물리적 성질

분류	공기름	들기름	올리브유
밀도(g/cm ³)	0.922	0.930	0.918
함수율(%)	0.21	0.20	0.22

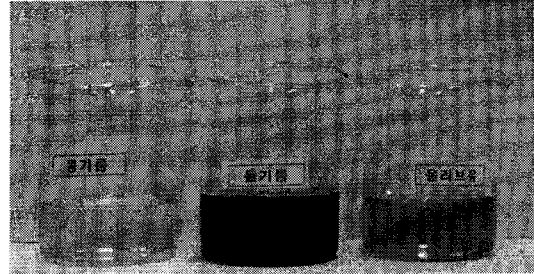


사진 1. 식물성 유지류

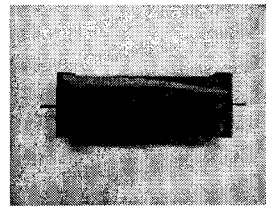


사진 2. 공시체 몰드

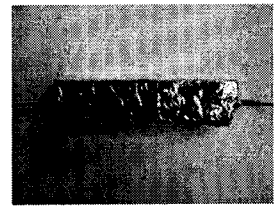


사진 3. 길이변화 공시체

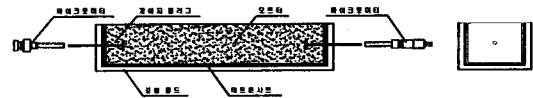


그림 1. 자기수축 길이변화 시험장치 개요도

즉, 시멘트는 국내산 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였고, 혼화제로 플라이애시는 국내산, 실리카폼은 노르웨이산을 사용하였다. 식물성 유지류는 국내에서 일반적으로 판매되는 식용유로서, 그 모습은 사진 1과 같다. 골재로서 잔골재는 강모래와 부순 모래를 1 : 1로 혼합하여 사용하였고, 고성능 감수제는 국내산 폴리칼본산계를 사용하였다.

2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 모르터의 혼합은 KS L 5109에 의거하여 전동식 혼합 믹서로 실시하였다.

굳지 않은 모르터 실험으로 플로우는 KS L 5111, 경화 모르터 실험으로 압축강도는 KS L 5105, 자기수축 길이변화는 KS F 2586에 준하여 실시하였다.

그림 1은 본 연구에서의 자기수축 길이변화 실험 장치 개요도이다. 즉, 40×40×160 mm의 강철 몰드에 게이지 플러그를 설치하고, 몰드 안에 테플론 시트와 폴리에스테르 필름을

넣고 공시체를 제작한 후 온도 20 ± 2 °C의 실내에서 1일 양생 후 탈형한 다음 동일한 온도로 28일간 양생하였다. 길이변화 측정은 초결 시점을 기준으로, 마이크로 미터를 사용하여 자기수축 길이변화를 측정하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 모르터 특성

그림 2는 식물성 유지류 종류별 치환율에 따른 플로우 값을 나타낸 그래프이다.

전반적으로 식물성 유지류의 치환율이 증가함에 따라 모두 유동성이 감소하는 것으로 나타났는데, 특히 들기름의 경우 플레인 배합에 비해 유동성이 크게 저하되는 것으로 나타났다.

3.2 경화 모르터 특성

그림 3은 식물성 유지류 종류 별 재령에 따른 압축강도를 나타낸 그래프이다.

먼저, 치환율 2.5%에서 초기재령에서는 모두 플레인 배합과 유사하게 나타났고, 재령 28일에서는 콩기름 및 들기름의 경우 모두 플레인에 비해 저하하는 경향을 나타내었다. 치환율 5%에서는 재령 28일에서 종류에 관계없이 모두 플레인 배합보다 감소하는 경향이 나타났다.

그림 4는 식물성 유지류 종류별 재령 경과에 따른 자기수축 길이변화율을 나타낸 그래프이다.

재령 28일에서 플레인의 자기수축 길이변화율은 714×10^{-6} 으로 나타났다. 식물성 유지류를 치환하였을 경우 모두 플레인 배합에 비해 자기수축이 저감하는 것으로 나타났는데, 특히 치환율 2.5%에서 콩기름의 경우는 약 30% 정도로 수축저감이 가장 크게 나타났고, 들기름, 올리브유의 순으로 각각 10%, 1%씩 수축저감이 나타났다. 치환율 5%에서도 콩기름을 치환하였을 경우는 약 45% 정도로 수축저감이 가장 많이 나타났고, 들기름, 올리브유의 순으로 각각 15%, 10%씩 저감되는 것으로 나타나 식물성 유지류에 의한 모르터의 수축저감 효과를 확인할 수 있었다.

그림 5는 식물성 유지류 치환율 및 종류 별 재령 1, 7, 28일에서의 자기수축 길이변화율을 비교한 것이다.

식물성 유지류를 치환하였을 경우 각 재령에서

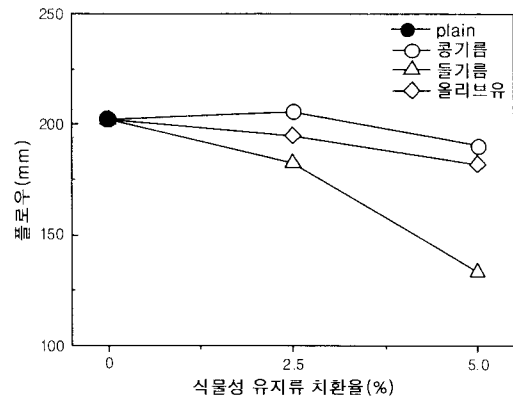


그림 2. 식물성 유지류 종류별 치환율에 따른 플로우

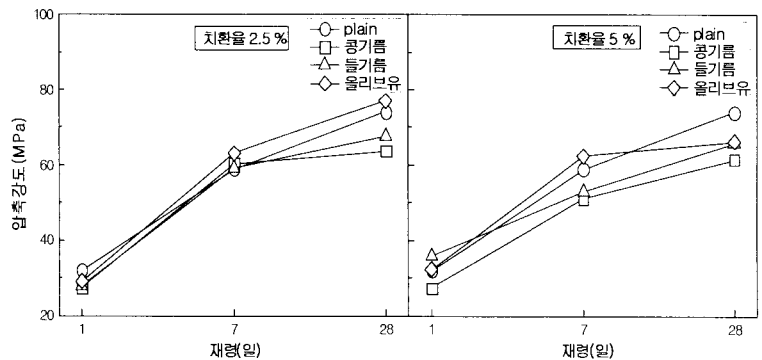


그림 3. 식물성 유지류 종류별 재령 경과에 따른 압축강도

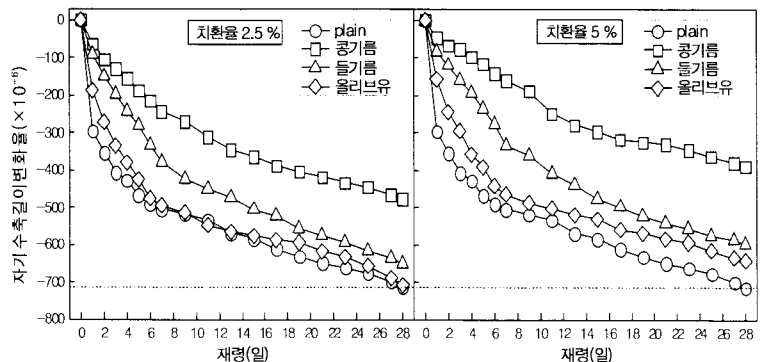


그림 4. 식물성 유지류 종류별 재령 경과에 따른 자기수축 길이변화율

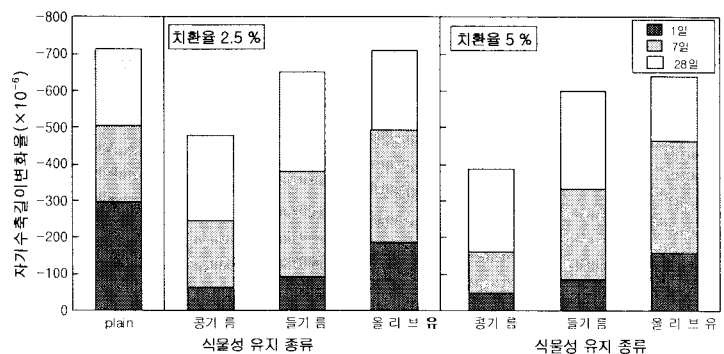


그림 5. 식물성 유지류 종류에 따른 자기수축 길이변화율 비교

모두 자기수축이 저감하는 것을 알 수 있었다. 특히 자기수축이 많이 발생하게 되는 초기재령에서 자기수축 저감효과가 양호한 것을 확인할 수 있었다.

그림 6은 식물성 유지류 치환율 2.5 %와 5 %에서의 자기수축 길이변화율을 비교한 그래프이다.

전반적으로 식물성 유지류 종류 및 재령에 관계없이 모두 치환율 5 %에서의 수축저감 효과가 2.5 %에서보다 양호한 것으로 나타났다. 따라서 식물성 유지류의 치환율이 증가할수록 수축저감효과가 양호한 것을 알 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서는 식물성 유지류에 의한 고강도 모르터의 자기수축 저감 효과에 대해 검토하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 굳지 않은 모르터의 유동성은 식물성 유지류의 치환율 증가에 따라 저하하는 경향이였다.
- 2) 경화 모르터의 특성으로 압축강도는 식물성 유지류를 치환할 경우 재령 경과에 따라 플레인 보다 다소 저하하였다.
- 3) 식물성 유지류에 의한 고강도 모르터의 자기수축 길이변화율은 모두 플레인에 비해 저감되는 것으로 나타났는데, 종류별로는 콩기름, 들기름, 올리브유의 순으로 콩기름에서 수축저감 효과가 가장 우수하였다.

참 고 문 헌

1. 김태완, 물이 아닌 액체의 종류 변화에 따른 콘크리트의 공학적 특성 석사학위논문, 청주대학교 대학원 건축공학과 건축재료·시공 전공, 2009.
2. 한천구, 김성욱, 고경택, 배정렬, 팽창재 및 수축저감제를 이용한 고성능 콘크리트의 수축특성, 한국 콘크리트학회논문집, Vol.15, No.6, 2003. 12, pp. 785~793.
3. 한천구, 반호용, 전병채, 홍상희, CSA계 팽창재 및 무기질 혼화재를 이용한 고성능 콘크리트의 특성에 관한 연구, 콘크리트학회지, Vol.11, No.1, 1999, pp. 141~148.
4. 都築正則, 一瀬賢一, 神代泰道, 川口徹, 超高強度コンクリートの自己収縮に及ぼす結合材の影響, コンクリート工學年次論文集, Vol.26, No.1, 1999, pp. 1299~1304.
5. 日本コンクリート工學協會, 自己収縮研究委員會報告書, 日本, 1996.

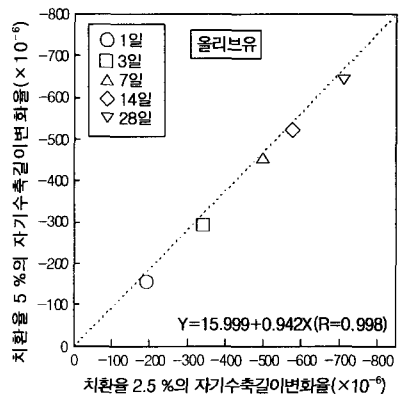
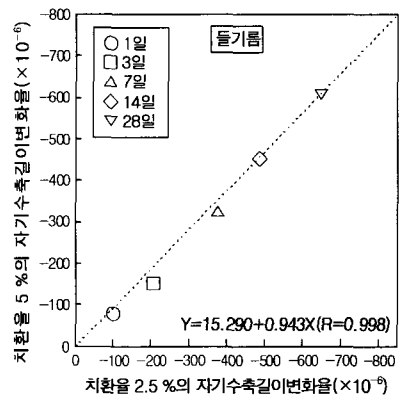
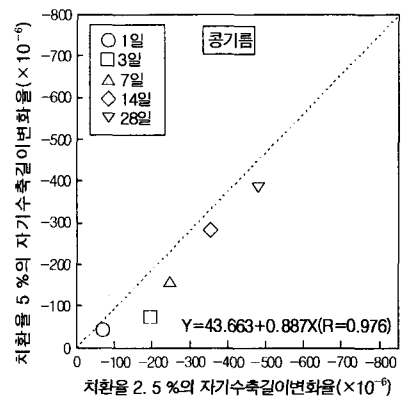


그림 6. 식물성 유지류 치환율 2.5 %와 5 %에서의 자기수축 길이변화율 비교