

조강형 라텍스개질 스프레이 몰탈의 역학적 특성

Mechanic Properties of HES-LMS Mortar

이진범* 최성용** 김기현*** 김용곤**** 윤경구*****
LEE, Jin, Beom Choi, sung yong Kim, Ki, Heun Kim Yong, Kon Yun, Kyong, Ku

ABSTRACT

Recently, tunnels being constructed in Korea with the increased construction of highways, high-speed railways and hydro structure. shotcrete and spray is one of the major processes in that construction. So general shotcrete and spray has many problems on strength property, environmental pollution and human body noxiousness as the use of accelerater. However, In this paper using HES-LMS(High Early Strength Latex Modified Spray) without accelerater can solve problems which are mentioned above. problems that the high early cement has can be solved by modifying material with latex. Therefore HES-LMS mortar is Classify by High performance and High ability.

Analysis according to the variables such as W/C, Latex content and sand content is conducted. Studied about mechanical characteristic of material such as each parameter characteristic, and rebound characteristic is completed.

1. 서론

일반적인 슛크리트는 급결제를 사용함으로써 물리적 특성, 환경오염 그리고 인체유해 차원에서 많은 문제를 기지고 있다. 그러나 본 논문에서 사용되는 스프레이용 라텍스 개질 모르타르는 조강시멘트를 사용하고 급결제를 사용하지 않고도 조기강도 문제를 해결하였으며, Latex 개질로 인해 조강시멘트가 지니는 취약한 내구특성을 보완·강화함으로써 고성능·고기능 스프레이의 일종으로 분류할 수 있다. 본 실험에서 스프레이용 조강 라텍스개질 몰탈의 역학적 특성을 평가하기 위해 기준변수에 의한 W/C변화 그리고 동일 작업 조건에서 라텍스·잔골재 함량변화에 대한 특성분석을 실행하였다.

본 연구에서는 1차적으로 분석이 완료된 각 매개변수별 강도특성, 그리고 리바운드 특성등 재료의 역학적 특성에 대하여 연구하였다.

2. 실험개요

본 연구에서는 1차적으로 분석이 완료된 각 매개변수별 강도특성, 그리고 리바운드 특성등 재료의 역학적 특성에 대하여 연구하였다. 변수설정에서 있어서는 기존연구 결과를 고려하여 라텍스 함량은 10%로 고정하였다, 잔골함량은 시멘트 함량의 1.7배로 하였고 동일 작업성의 경우 스프레이의 펌핑성과 작업성을 고려하여 Flow 조건을 각각 19.5 ± 1 로 선정하였다.

* 강원대학교 토목공학과 석사과정

** 강원대학교 토목공학과 박사수료

*** 강원대학교 토목공학과 박사

**** 강원대학교 토목공학과 박사수료

***** 강원대학교 토목공학과 교수

2.1 사용재료

2.1.1 조강시멘트 및 잔골재

시멘트는 국내 S사 제품의 조강시멘트를 사용하였고, 잔골재는 생산되는 석영질 함량이 90% 이상인 규사를 사용하였다.

2.1.2 라텍스

라텍스는 미국 D사의 고형분비가 48%인 DL470을 사용하였다.

2.2 스프레이의 배합설계

본 실험에서 모르타르용 스프레이 머신이 원활한 작업성을 유지하기 위해서 적정한 Flow를 갖는 모르타르배합을 고려하여야 한다. 스프레이 머신의 최대 토출압력과 라텍스 함량으로 증가되는 재료의 점성을 고려하여 목표 플로우 19.5±cm로 맞추어 실시하였다, 표 3 은 HES-LMS 배합표를 나타낸다.

배합은 시멘트 함량을 기준으로 질량비 배합을 실시하였다, HES-LMS는 시멘트와 잔골재를 혼합하여 약 30초간 건비빔하고, 끝으로 라텍스 및 배합수를 투입하여 30초간 배합한 후 바닥에 눌러 붙은 재료의 양이 많기 때문에 스크래퍼로 재료를 다시 혼합한 다음 30초간 추가 비빔을 실시하였다.

3. 실험방법

3.1 강도시험방법

각 영향인자의 강도의 특성을 파악하기 위해 일반적으로 많이 사용하는 KS 5105의 50×50mm 큐빅 몰드와 40×40×160mm 빔몰드를 사용하여 몰드를 제작하고 양생을 실시하였다, 초기 및 장기 강도 특성을 파악하기 위하여 재령 1일, 3일, 28일 강도를 측정하였다,

3.2 리바운드량 측정 방법

스프레이의 리바운드 문제는 품질관리 측면과 경제적인 면에서도 해결해야 할 중요한 문제이다. 스프레이를 굴착면에 뿜으면 여러 요인에 의하여 어떤 비율을 가지고 일부분은 되튀어 바닥에 떨어지는데 이를 리바운드율이라 하며 다음과 같이 계산된다.

$$\text{리바운드율(\%)} = \frac{W_r}{W_r + W_w} \times 100$$

표 3 HES-LMS의 배합설계

구분	w/c (%)	C:S	C (kg)	W (kg)	Latex (kg)	S (kg)
L0-W38-S1.7	38	1:1.7	10	3.8	-	17
L5-W29-S1.7	29	1:1.7	10	2.36	1.042	17
L10-W24-S1.7	24	1:1.7	10	1.32	2.083	17
L10-W23-S1.4	24	1:1.4	10	1.22	2.083	14
L10-W24-S1.7	24	1:1.7	10	1.32	2.083	17
L10-W24.5-S2	24	1:2	10	1.37	2.083	20
L10-W23-S1.7	23	1:1.7	10	1.22	2.083	17
L10-W24-S1.7	24	1:1.7	10	1.32	2.083	17
L10-W25-S1.7	25	1:1.7	10	1.42	2.083	17

여기서, W_r = 리바운드된 재료 중량

W_w = 패널에 뿜어 붙여진 재료중량

4. 실험결과

4.1 강도 결과

그림 1 과 그림 4는 시멘트함량과 잔골재 함량을 1:1.7로 고정된 상태에서 라텍스 혼입률을 0, 5, 10%로 변화를 주었을 때 재령 경과에 따른 강도 특성을 나타낸 것이다. 라텍스를 혼입하지 않았을 경우 1일 압축강는 라텍스 혼입률이 증가 함에 따라 각각 18MPa, 19MPa, 21.8MPa로 압축강도 증진을 나타내었고, 28일 압축강도는 44.1MPa, 48.9MPa, 45.4MPa로 5%혼입시 가장 높은 강도를 나타낸다. 압축강도에 비해 상대적으로 휨강도 증진은 라텍스 함량이 증가함에 따라 높은 강도 증진을 나타냈음을 알 수 있다.

10%의 동일 라텍스 함량과 동일작업성 조건에서 잔골재 함량을 달리하여 그림 2와 그림 4를 얻었다. 일반적으로 시멘트 함량이 많은 C:S=1:1.4가 1일 3일 28일 가장 큰 강도를 나타내었다. 그러나 휨강도 면에선 잔골재 함량의 변화는 큰영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

W/C 변수에서는 압축강도의 경우 물 함량이 증가하면 강도가 작아지고 물 함량이 감소하면 강도가 커지는 일반적인 강도경향을 나타냈으며 1일 압축강도의 경우 물함량의 증가에 따라 22.5MPa, 21.8MPa, 15.9MPa로 나타났으며 모든 강도가 콘크리트 표준시방서에서 제시하는 1일강도 5-10MPa이상의 강도를 발현하며, 물함량이 증가한다고 해서 휨강도에는 많은 영향을 주지 않음이 나타났다.

4.1 리바운드 결과

라텍스가 첨가 되지 않은 변수는 리바운드율이 가장 높은 8%가 나왔다, 이는 라텍스 첨가로 재료가 높은 점성을 갖게 되어 개질되지 않은 재료에 비하여 리바운드량이 절반 이하로 감소 되었음을 확일 할 수 있다.. 잔골재 함량의 경우 기준변수인 C:S=1:1.7에서 가장 작은 리바운드량이 나타났으며, W/C 변화에서도 기준변수인 W/C=24%에도 가장 적은 리바운드량을 나타냈다.

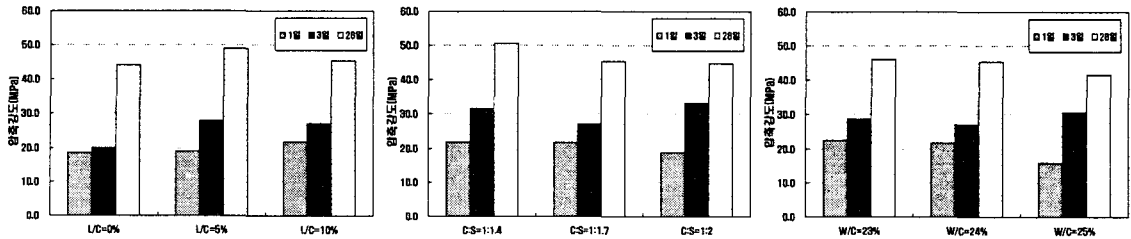


그림 1 라텍스 함량에 따른 압축강도

그림 2 잔골재 함량에 따른 압축강도

그림 3 W/C에 따른 압축강도

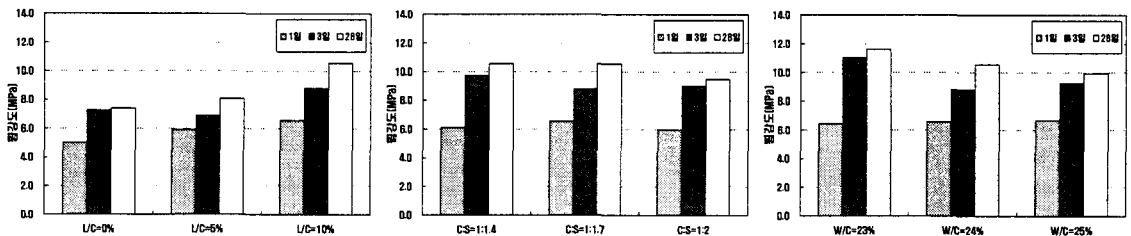


그림 4 라텍스 함량에 따른 휨강도

그림 5 잔골재 함량에 따른 휨강도

그림 6 W/C에 따른 휨강도

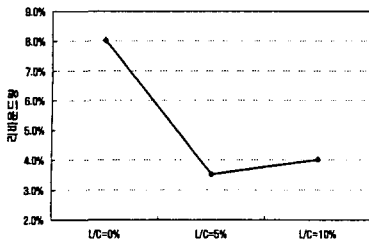


그림 7 라텍스 함량에 따른 리바운드

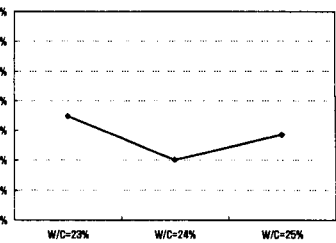
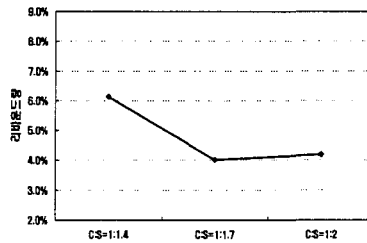


그림 9 W/C에 따른 리바운드

4. 결론

조강시멘트를 사용한 라텍스개질 스프레이용 보수몰탈 개발을 목표로 하여 역학적 특성에 관한 연구를 수행하였고, 실험을 통해 얻어진 결과를 간략히 요약하면 다음과 같다.

- (1) 압축강도를 살펴보면 그림1~3에서 보는 바와 같이 라텍스 함량이 증가함에 따라 압축강도가 점점 증가하는 경향을 나타냈고 휨강도의 경우 더 큰 증가 경향을 보였다. 이것은 라텍스첨가로 인한 단위수량 감소의 영향보다 라텍스 필름막의 형성으로 인한 영향이 더 크다고 사료된다. 또한 라텍스 첨가로 인한 물함량의 감소는 장기강도와 내구성에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단되며, 모든 변수의 압축강도가 콘크리트 표준시방서에서 제안한 스프레이의 1일 압축강도 5-10MPa 28일 강도 24-36MPa를 만족한다.
- (2) 스프레이를 타설하기 전 1단계 초기층을 형성시킴으로서 전체 리바운드량을 현저하게 감소시킬 수 있음을 발견하였고, 라텍스 함량이 증가함에 따라 재료의 점성이 커지게 되어 스프레이의 정착력이 증가하므로 L/C=0%와 비교해 볼 때 재료배합을 조절함으로써 많은 원가 절감의 효과를 가져다 줄 수 있는 것으로 나타났다.
- (3) 리바운드량은 공사단가와 작업효율에 직접적인 영향을 제공한다. 라텍스 함량이 5%일때 가장 작은 리바운드량 3.5%를 나타냈으나 압축강도와 휨강도 특성을 같이 고려해 할 때 라텍스 함량이 10%일 때가 HES-LMS의 가장 최적의 배합이라고 판단된다.

참고문헌

1. 배규진, 장수호(2005), “고반응성 메타카올린에 의한 습식 숏크리트의 고성능화에 대한 기초 실험연구” 대한토목학회 학술대회 논문집 pp.5620-5623
2. 전준태, 이양규(2003), “습식 Shotcrete 리바운드량에 대한 실험적 연구” 대한토목학회 논문집 Vol.23 No.1D pp 89-95
3. 윤경구, 이주형, 김기현, 김대호 (2000), “현장적용성을 위한 라텍스개질 콘크리트의 역학적 특성”, 대한토목학회 학술발표회 논문집 pp 395-398.
4. 최상릉(2002), “초속경 SB 라텍스개질 콘크리트의 개발” 강원대학교 대학원 공학박사학위 논문
5. D.R.Morgan(1988) “High Early Strength Blended-Cement Wet-Mix Shotcrete”. pp.35-39