

초속경라텍스개질콘크리트의 초기수축

Early-Age Shrinkage of Very-Early Strength Latex Modified Concrete

이정호* 최판길** 최승식** 윤경구***
Lee, Jung-Ho Choi, Pan-Gil Choi, Seung-Sic Yun, Kyong-Gu

ABSTRACT

After concrete casts, temperature decent and shrinkage bring volume changes of concrete pavement. Microcracking and cracking in concrete pavement are caused by these volume changes. As a result, durability of concrete pavement is deteriorated.

Recently, Very-Early Strength Latex Modified concrete(below:VESLMC) from the beginning of High-Way is used as urgent repair material for bridge deck. The advantage of VESLMC is that compressive and flexural strength at 3 hours age are 4.5MPa and 21MPa respectively. It allows the traffic to open in 3 hours. But, this material has the problem which is early-age shrinkage cracking caused by water self-dissipation with rapid hydration reaction and water evaporation with body dry. Unfortunately, until now, the research about early-age shrinkage of VESLMC leaves something to be desired.

Therefore, the purpose of this study is to present the early-age shrinkage of VESLMC respect to latex contents and shrinkage ratio to maximum length change that can help field engineers' skill. Latex contents of 0, 5, 10, 15, 20% in standard of same workability in VESLMC are selected by experimental variables. After initial set, shrinkage value was measured with 10mm LVDT for 3 days. The results of maximum shrinkage ratio were 0.019, 0.017, 0.023, 0.027% respectively.

Keyword : VESLMC, Latex, early-age shrinkage

1. 서론

콘크리트포장 구조체는 타설후 경화과정에서 외부 환경에 노출되면 정도의 차이는 있으나 필연적으로 체적변화를 일으키며, 과도한 체적변화는 콘크리트에 균열을 발생시킨다. 균열의 원인은 온도강하와 수축으로 구분할 수 있다. 최근 들어 고속도로를 중심으로, 교량상판용 긴급보수재료로써 초속경라텍스개질콘크리트가 개발되어 상용화 단계에 이르고 있다. VESLMC의 장점은 재령3시간 휨 강도가 4.5MPa이상, 압축강도가 21MPa 이상으로 발휘되어 보수 후 3시간 만에 교통개방을 가능하게 한다는 데 있다. 또한 라텍스의 첨가로 기존의 보수재료가 갖는 장기 내구성의 문제를 해결하여 일반콘크리트보다 투수저항성 및 동결융해저항성 등이 월등히 우수한 특성도 겸비하고 있다. 이러한 장점으로 인해 장시간 교통차단이 어려운 경우, 구조물의 특성상 보수 후 조기개방이 이루어져야 하는 경우, 기존 보수대상 구조물과 동질성을 가진 보수재료가 요구되어지는 경우 등, 그 활용범위가 크게 증가되리라 예

* 강릉영동대학 토목건설과 전임강사

** 강원대학교 토목공학과 석사과정

*** 강원대학교 토목공학과 부교수

상된다. 그러나 이러한 재료는 초기의 급격한 수화 반응에 따른 수분소산으로 인한 자기수축과 초기 건조로 인한 건조수축 등으로 인해 초기균열이 발생할 우려를 안고 있다. 그러나 현 시점까지 VESLMC의 자기수축, 초기건조수축 및 초기균열특성에 대한 연구는 아직까지 상당히 미흡한 실정이다.

따라서 본 논문에서는 VESLMC가 요하는 동일 작업성대비 라텍스함량 변화에 따른 VESLMC의 초기수축특성에 대해 고찰하여 기초 자료를 확보하고자 하였으며, 나아가 현장실무자들에게 참고자료로 활용되기를 바라는 바이다.

2. 실험방법 및 배합

2.1. 슬럼프시험

슬럼프 시험은 KS F 2402에 준하여 실시하였고, 슬럼프 범위는 $20 \pm 2\text{cm}$ 로 하여 이 범위를 벗어나는 배합은 재배합을 실시하였다.

2.2 자유수축시험

자유수축 실험은 0.001mm감도를 가진 10mm LVDT를 사용하여 시편의 길이변화를 측정하는 방법으로 일본의 Ohama 교수가 고안한 실험법을 채택하였다. 이 실험법의 장점은 그림 1 모식도에 나타난 바와 같이 콘크리트 타설 후 10mm LVDT를 통해 획득된 길이변화량이 데이터 로거(Data Logger)를 통하여 직접적으로 데이터가 얻어진다는데 있다. 더불어 콘크리트 시편과 폴리에틸렌 형틀과의 분리를 위하여 일차적으로 0.5mm 두께의 테프론쉬트를 도포하고, 이차적으로 형틀 내부를 풀리며 콘크리트용 박리제로 도포한 후 콘크리트 타설이 이루어지기 때문에, 형틀바닥과 옆면으로부터의 마찰 영향을 최소화할 수 있어 상당히 정밀한 데이터를 획득할 수 있다. 실험에 사용된 선형 빔 시편의 규격은 아래 모식도에 나타난 바와 같이 $70 \times 70 \times 320\text{mm}^3$ 로 콘크리트 길이변화 시험을 위해 충분한 크기라 할 수 있다. 실험은 온도 20°C , 상대습도 50%로 온도와 습도가 일정하게 유지되는 항온항습실에서 수행하였고, 초기수축 규명이 목적이므로 초기재령 3일까지의 수축데이터를 획득하였다. 실험의 측정은 콘크리트의 초결이 지난 후 센서의 유동이 없는 시기부터 시작하였다.

표 3 VESLMC Mix Proportions

Latex Contents (%)	W/C (%)	S/a (%)	Mix Proportion (kg/cm^3)				Antifoamer Content	
			C	Latex	W	S		G
0	49	58	390	0	191	957	719	1.0%
5	46	58	390	41	157	947	712	
10	42	58	390	81	119	925	722	
15	38	58	390	122	82	940	707	
20	34	58	390	162	44	918	717	

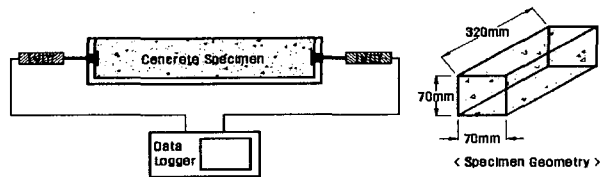


그림 1 The front view of Free-Shrinkage Test Specimen & Specimen Geometry

3. 실험결과

3.1 개요

자유수축 실험은 타설 직후부터 시편의 길이변화를 측정할 수 있어, 초기수축특성 규명에 상당히 유용한 자료를 제시할 수 있는 실험이다. 결과에서는 각각의 물시멘트비, 라텍스함량 변화에 따른 VESLMC의 초기 길이변화특성을 제시하고, 최대길이변화량에 대한 수축비를 제시하였다. 표3은 실험

에 사용된 배합표를 나타내고 있다.

3.2 초기자유수축

첫째로, 라텍스를 첨가하지 VESC L0 대한 실험결과이다. 타설 후 3일 동안 측정된 수축량 중에서 최대 길이변화량이 발생하는 콘크리트 타설 20시간 이전의 결과를 살펴보면, 초기 4시간 동안의 수축이 전체 수축의 90%, 12시간에는 99%로 나타나 12시간 내에 거의 모든 초기수축이 일어나는 것으로 나타났다. 이러한 양상은 초속경 시멘트의 급결성으로 인한 결과라 사료되고, 경화과정에서 발생하는 급격한 수분 소산으로 인해 재료에 발생하는 거의 모든 미세균열 및 균열은 초기단계에 발생한다고 추측할 수 있다. 최대길이변화율은 0.020%로 측정되었다.

둘째로, VESLMC L5 실험에서 최대 길이변화는 타설 22시간 경과 후 발생하였다. 초기 4시간 동안의 수축이 전체 수축의 81%, 12시간에 95%로 나타났다. VESC의 최대 수축비는 12시간에 99%인데 비해 VESLMC L5는 95%로 다소 수축 속도가 저감되는 것으로 나타났다. 최대길이변화율은 0.019%로 측정되었다. VESLMC L10 실험에서 최대 길이변화는 타설 21시간 경과 후 발생하였고, 최대길이변화율은 0.017%로 측정되어 가장 작은 수축량을 나타내었다. 이러한 결과는 비교적 큰 물시멘트비(40%이상)에서 물시멘트비 감소로 인한 수축저감효과로 설명될 수 있다.

셋째로, VESLMC L15 에 대한 실험결과이다. 최대 길이변화는 타설 20시간 경과 후 발생하였고, 초기 4시간에 67 μ m, 12시간에 74 μ m로 측정되었으며, 타설 20시간이 경과한 후 75 μ m로 최대치를 나타내었다. 최대길이변화율은 0.023%로 측정되었다. 위 L 10의 경우보다 수축량이 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 원인은 라텍스함량 증가에 따른 낮은 물시멘트비에서의 높은 자기수축의 영향으로 설명될 수 있다. VESLMC L20에서 최대 길이변화는 타설 19.5시간이 경과한 후 발생하였고, 88 μ m로 가장 크게 측정되었으며, 최대길이변화율은 0.027%로 나타났다. 이러한 결과는 위 L15에서의 결과를 뒷받침하는 것으로 비교적 낮은 물시멘트비(40% 이하)에서 물시멘트비의 감소가 자기수축을 크게 한다는 것을 확인시켜주고 있다.

최대길이변화대비 동일시간까지의 길이변화를 백분율로 나타낸 그림 4와 같이, VESLMC L15의 경우, 타설 4시간 경과 후 최대수축의 90%가 발생하여, 수축특성을 고려한 보수 후 적정 교통개방 시기는 타설 4시간 후라 할 수 있겠다.

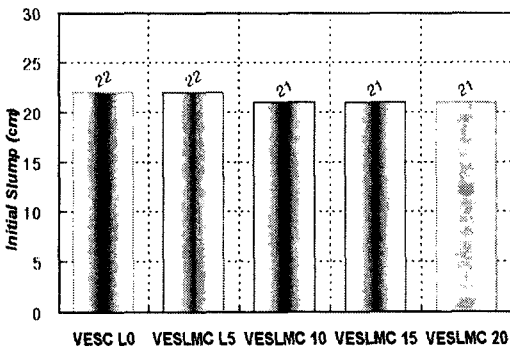


그림 2 Initial Slump

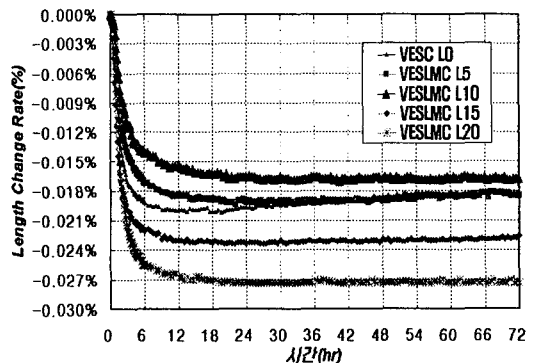


그림 3 Length Change Rate

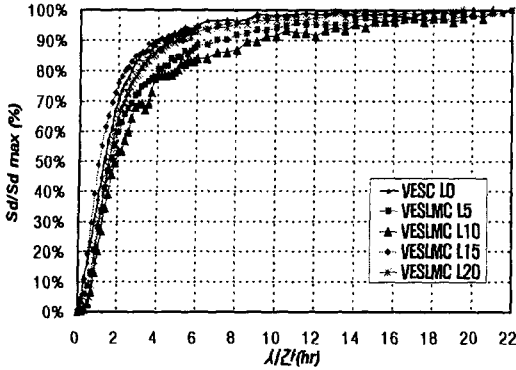


그림 4 $S_d/S_{d_{max}}$

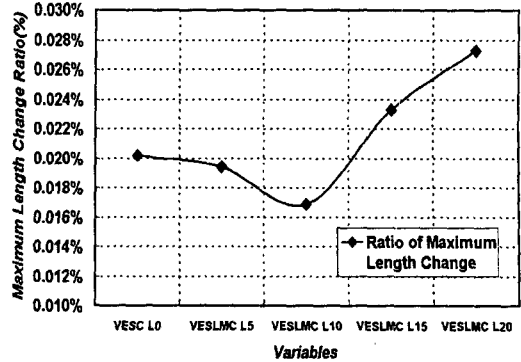


그림 5 Ratio of Maximum Length Change

4. 결 론

- (1) 각 변수에 대한 초기 3일 재령까지의 최대길이변화율은 VESC L0에서 0.020%, VESLMC L5에서 0.019%, L10에서 0.017%, L15에서 0.023%, L20 0.027%로 각각 측정되었다.
- (2) 모든 변수에서 콘크리트 타설 19~22시간 후 최대수축을 일으키는 것으로 나타났고, VESLMC L15의 경우 최대수축량의 약 90%에 달하는 수축이 타설 4시간 후에 일어나는 것으로 판명되어 현장적용에 있어 적절한 교통개방시기에 중요한 참고 자료가 되리라 사료된다.
- (3) 반복실험을 통하여 얻어진 각 변수에서 발생한 최대수축량은 분산성이 상당히 작아 정도가 높은 것으로 나타났고, 그 크기는 상당히 작으며, 콘크리트 타설 12시간에 최대수축량의 93~99%가 발생하여 대부분의 초기수축이 타설 12시간 후에 발생하는 것으로 나타났다.
- (4) 40% 이상의 비교적 큰 물시멘트비에서는 물시멘트비 감소에 따른 일반적인 수축저감효과를 확인할 수 있었고, 40%미만의 비교적 작은 물시멘트비에서는 고성능·고강도 콘크리트에서 나타나는 비교적 큰 자기수축의 영향이 확인되었다. 낮은 물시멘트비에서 자기수축은 결합재 양과 물시멘트비에 반비례하여 결합재양이 많을수록, 물시멘트비가 작을수록 전체수축이 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 분기점은 물시멘트비가 42%로 라텍스함량이 10%인 경우로 판명되었다.

참 고 문 헌

1. 김질철(2003), "콘크리트의 건조수축 메커니즘과 예측모델" 도로포장공학회지 제5권 3호 p.p. 32~41
2. 최상릉(2002), "초소경 SB 라텍스개질 콘크리트의 개발" 강원대학교 대학원 공학박사학위 논문
3. 이회근, 이광명, 김병기 (2001), "고성능 콘크리트의 자기수축" 대한토목학회 2001학술발표회 논문집
4. Patricia M. Buchanan(2002), "Shrinkage of Latex-Modified and Microsilica Concrete Overlay Mixtures" M. S Thesis in Virginia Polytechnic Institute and State University
5. Sprinkel, Michael M.(1988), "High-Early-Strength Latex-Modified Concrete Overlays." Transportation Research Record 1204, TRB, National Research Council, Washington, D. C, pp.42~51.