

라텍스 개질 콘크리트(LMC)의 결합재량에 따른 배합 및 염화물 이온 확산 특성

Properties of Latex Modified Concrete by Binder Content and Effect on Chloride Ion Diffusion

박성기* 원종필** 박찬기*** 이상우* 성상경*
Park, Sung Gi Won, Jong Pil Park, Chan Gi Lee, Sang Woo Sung, Sang Kyoung

ABSTRACT

The latex modified concrete(LMC) was adds latex in the plain concrete as the latex has increase the durability of concrete. But it is added in LMC manufacture, which is a high price compares with different material and there is a weak point where the construction expense is very high. So, this study are decided mix proportion from the scope where the security strong point of LMC is possible and reduced the material expense by control the latex contents. and these mix proportions are estimated the chloride ion diffusion. The results of study appear that it can reduced the latex content until the 5~10% of cements, and these mixtures are very low chloride ion diffusion.

요 약

라텍스 개질 콘크리트(LMC)는 일반 콘크리트에 라텍스라는 폴리머 개질제를 첨가하여 일반 콘크리트의 성능을 개선시킨 콘크리트로서 내구성을 크게 증진시킬 수 있는 재료로 여겨져 왔다. 하지만 라텍스 재료 자체의 가격이 매우 높아 사용에 많은 제약이 있어왔다. 이에 본 연구에서는 기존 교면포장으로 주로 사용되어온 LMC의 배합특성을 검토하여 보다 경제적인 배합의 결정을 위하여 다양한 배합인자별 영향을 검토하고 이로부터 얻어진 배합에 대하여 내구특성 평가를 위한 염소 이온 확산계수를 산정하였다.

라텍스 첨가량의 변화에 따른 배합의 특성을 라텍스 첨가량을 시멘트 중량 대비 5~10%까지 감소시킨 배합의 설정이 가능하였으며, 이러한 배합에 대한 염소이온 확산계수 실험결과에서도 매우 낮은 확산계수 결과를 나타내었다.

* 정회원, (주)승화이엔씨 기술연구소

** 정회원, 건국대학교 사회환경시스템공학과

*** 정회원, 공주대학교 지역건설공학 전공

1. 서 론

콘크리트 구조물은 동결-융해, 마모, 알칼리-골재 반응, 과도한 균열 발생이나 보강재 철근의 부식 등과 같은 원인에 의해 손상이 발생된다(NCHRP, 1979; Richard 등, 1994). 특히 우수 및 제설제 살포로 인한 우수 및 염소이온의 침투가 빈번한 환경에 노출되는 교량 바닥판에서는 철근 부식 등이 매우 빈번하게 발생하고 있다. 이와 같은 교량 구조물의 열화를 방지하기 위하여 고성능 및 고내구성 콘크리트가 개발되어 적극적으로 적용이 검토되고 있다. 국내에서 적용되고 있는 열화방지용 고성능 콘크리트로 최근 적용이 급격하게 증가하고 있는 라텍스개질 콘크리트의 가장 큰 장점은 라텍스의 첨가로 콘크리트 내부의 공극구조를 개선함으로써 얻을 수 있는 투수저항성의 향상이라 할 수 있다(Kuhlmann, 1990). Ohama 등(1985)은 폴리머 개질 콘크리트의 염소이온 투수성에 대한 연구에서 기존 재료들에 비해 폴리머 개질 콘크리트의 경우 콘크리트 내부의 공극 구조 개선을 통해 염소이온의 침투에 대한 저항성이 뛰어나며, 이러한 특성이 염소이온이 철근까지 도달하는 시간을 지연시켜 철근이 부식이 도달하는 시점을 연장시킬 수 있다고 보고하였다. Maultzsch(1989)는 보수재료로 사용되어 지는 폴리머 개질 시멘트 콘크리트의 내구특성 평가에서 기존 재료에 비해 폴리머 개질 콘크리트가 염소이온 등의 침투에 대한 저항성이 우수하다고 발표하였다. Okba 등(1997)은 축진시킨 부식 Cell을 이용하여 일반 콘크리트와 LMC의 부식에 대한 저항성을 평가한 결과에서 LMC의 경우 일반 콘크리트에 비해 부식에 대한 저항성이 매우 높고, 높은 저항성은 염소이온의 침투로 인한 철근의 부식에 대하여 매우 효과적인 보호막을 형성할 수 있으며, 이러한 특성으로 인해 혹독한 환경에 건설되는 해안 구조물 및 교량 바닥판 등의 콘크리트에 매우 효과적으로 적용할 수 있는 것으로 보고하였다. 그러나 국내에서 적용되고 있는 LMC의 경우 교량바닥판 보호 목적으로 시공되는 교면포장용으로만 적용되고 있으며, LMC를 콘크리트 교량의 바닥판 콘크리트에 적용하는 경우에도 단위시멘트량과 라텍스 첨가비(시멘트 중량 대비 15%)를 고정된 상태에서 사용되고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 LMC에 대한 보다 경제적인 배합을 도출하기 위하여 라텍스가 LMC에 미치는 경제성 악화의 문제를 고려하여 라텍스 첨가량, 단위시멘트량 및 물-시멘트 비를 변경시킨 배합에 대하여 배합의 특성을 검토하고, 각 배합들에 대한 염소이온 확산계수를 평가하여 각 특성을 분석하였다.

2. 실험개요

2.1 배합설계

라텍스 개질콘크리트(LMC)의 배합에 대한 영향인자별 배합특성을 검토하기 위하여 배합 영향인자로 단위시멘트량, 라텍스 첨가량, 물-시멘트비를 선정하였으며, 단위시멘트량은 400, 350, 300kg/m³, 라텍스 첨가량은 시멘트함량 대비 고품분함량을 15, 10, 5%, 그리고 물-시멘트비는 33, 39, 45%로 설정한 배합을 평가하였다. 각 변수를 바탕으로 설정된 총 27개 배합을 바탕으로 슬럼프 실험을 통해 작업이 가능한 범위의 배합에 대하여 재령별 압축강도 및 염소이온 확산계수를 측정하였다.

2.2 염소이온 확산계수 산정

LMC의 염화물 이온 확산특성을 평가하기 위하여 재령 7, 28, 56, 및 91일에서 급속 전기이동에 의한 확산 실험을 실시하였다. 급속 전기이동에 의한 염화물 이온의 확산 평가는 북유럽 실험기준인 NT Build 492에 준하여 실시하였다(NT Build 492, 1999). 실험에 필요한 시편은 지름 10cm, 높이

20cm의 원형 공시체를 제작한 후 공시체의 높이 중앙에서 5cm를 잘라낸 부분을 사용하였으며 각 실험재령에서 전처리를 실시한 후 실험을 실시하였다.

3. 실험결과

3.1 배합인자별 영향 평가 결과

LMC의 배합 특성은 첨가되는 라텍스에 의해 크게 좌우되는 것으로 나타났다. 슬럼프의 경우 동일한 단위시멘트량에서 라텍스 첨가량의 감소에 따라 슬럼프가 크게 감소하는 결과를 보여주었으며, 슬럼프 감소는 물-시멘트비가 작은 배합일수록 크게 나타났다. 특히 물-시멘트비가 일정수준 이상으로 증가할 경우 라텍스 첨가량에 상관없이 슬럼프 측정이 어려운 상태의 배합이 설정되었다. 따라서 LMC의 배합에 있어서 최대수량의 제한이 반드시 요구된다는 것을 알 수 있었다. 또한 LMC의 배합은 단위시멘트량보다는 물-시멘트비와 라텍스 첨가량에 따라 작업성을 만족하는 배합의 설정이 가능한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 단위시멘트량이 작은 배합의 설정 시 라텍스 첨가량만으로도 충분히 작업성을 만족하는 배합의 설정이 가능하다는 것을 보여주는 결과라 할 수 있다.

이러한 배합인자별 영향에 대하여 평가한 결과 LMC의 경우 다른 일반 콘크리트와 다르게 라텍스 첨가로 인하여 물-시멘트비에 대한 영향이 매우 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 배합 설정 시 목표로 하는 특성을 만족할 수 있는 배합을 얻기 위해서는 단위수량에 대한 검토를 바탕으로 라텍스 첨가량을 결정해야 목표로 하는 작업성을 만족하는 배합의 설정이 가능하다는 것으로 보여주는 결과라 할 수 있다. 이러한 LMC 배합의 특성을 압축강도 실험결과에서도 일반 콘크리트와는 많은 차이를 나타내는 것으로 나타났다. 특히 단위수량과 라텍스 첨가량이 적절할 경우 단위시멘트량이 작아도 더 높은 강도를 나타내는 결과를 나타내기도 하였다. 또한 재령 7일과 56일까지의 압축강도 증가가 크지 않은 것으로 나타났으며, 91일 정도까지도 꾸준한 강도가 증진되는 결과를 보여주었다.

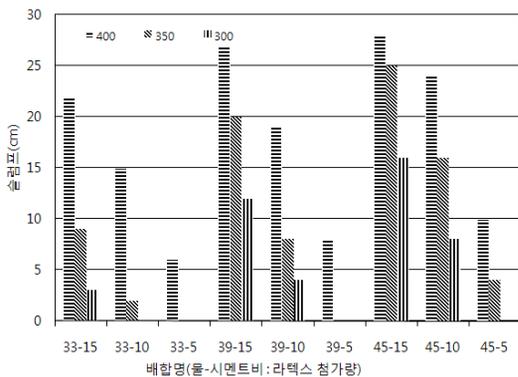


그림 1 배합별 슬럼프 실험결과

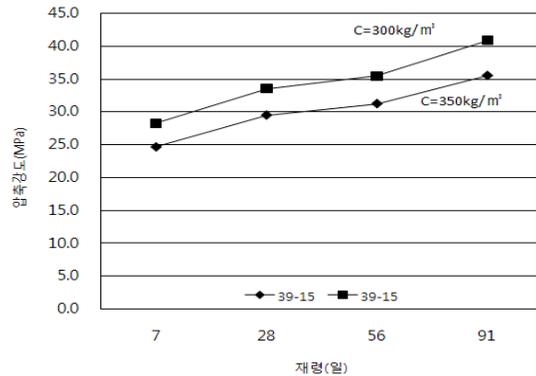


그림 2 단위시멘트량 차이에 따른 강도

이러한 결과는 라텍스 첨가로 인한 배합의 작업성 변경 및 슬럼프 증가가 압축강도에 영향을 미치기 때문인 것으로 판단되며, 따라서 LMC의 배합을 결정하기 위해서는 단위시멘트량 보다는 단위수량과 라텍스 첨가량을 관계를 보다 중요한 검토 인자로서 고려해야 할 것으로 판단된다.

3.2 염소이온 확산계수 산정결과

각 배합에 대하여 압축강도와 함께 재령별 염소이온 확산계수를 평가하였으며, 평가결과는 다음과 같다.

동일 단위시멘트량에서의 라텍스첨가량 및 물-시멘트비의 변화에 따른 확산계수를 그림 3에 나타내었다. 그림 3에서와 같이 단위시멘트량이 400kg/m³인 배합에서는 라텍스 첨가량이 높을수록, 물-시멘트비가 낮을수록 확산계수가 낮게 나타나고 있다. 재령에 따른 확산계수의 변화특성에서는 재령이 증가함에 따라 확산계수가 감소하는 것으로 나타났다. 이는 장기재령으로 갈수록 라텍스 입자들이 흡착된 시멘트 입자들의 수화반응이 완전하게 이루어져 내부 구조가 더욱 치밀하게 되기 때문인 것으로 사료되며, 단위시멘트량이 감소할수록 동일 라텍스 첨가량에서 확산계수는 점차 커지는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 LMC의 공극을 형성하는데 있어 라텍스의 영향이 매우 크기 때문이다. 일반적으로 단위시멘트량이 감소하면 첨가되는 라텍스의 양도 감소하기 때문에 라텍스로 인한 내부구조의 치밀화 효과가 작아지기 때문이다. LMC의 확산계수는 단위시멘트량 뿐아니라 라텍스 첨가량에 따라서도 값이 크게 차이를 나타내었으며, 확산계수 평가 결과 낮은 단위시멘트량에서도 비교적 양호한 확산계수 결과를 나타내 일반 콘크리트에 비해 보다 내구성이 뛰어난 재료를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다.

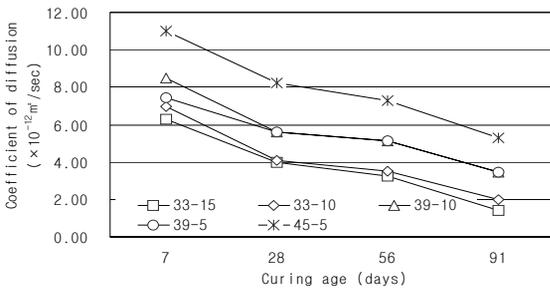


그림 3 재령별 확산계수(C=400kg/m³)

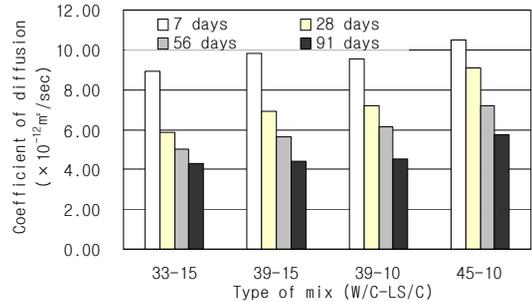


그림 4 물-시멘트비에 따른 확산계수(C=350kg/m³)

4. 결론

본 연구에서는 LMC의 배합 영향인자별로 배합 특성에 미치는 영향을 검토하고 확산계수 평가를 통해 내구성의 증진이 가능한 범위의 LMC 배합을 검토하기 위한 연구를 실시하였으며, 이러한 연구 결과를 종합하면 다음과 같다.

(1) LMC의 배합은 단위시멘트량보다는 단위수량과 라텍스 첨가량에 의해 슬럼프 실험결과가 큰 차이를 나타내는 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 LMC의 배합을 설정할 경우 단위수량에 대한 충분한 고려가 있어야 만족스러운 배합을 얻을 수 있으며, 슬럼프 결과가 압축강도에도 상당히 많은 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 단위수량 및 라텍스 첨가량을 적절하게 결정할 경우 라텍스 첨가량을 5~10%까지 감소가 가능한 배합도 설계가 가능한 것으로 나타났다.

(2) LMC의 경우 단위시멘트량 및 라텍스 첨가량을 감소시켰을 경우 작업성을 확보할 수 있는 배합 범위에서는 확산계수가 라텍스의 영향을 상당히 많이 받는 것으로 나타났으며, 이러한 연구를 통해 내구성을 확보할 수 있는 범위에서 상당히 경제성을 확보한 배합의 설정이 가능하다는 것을 알 수 있으며, 적절한 단위수량 및 라텍스 첨가량을 통해 일반 콘크리트에 비해 우수한 내구성을 갖는 경제적인 배합의 설정이 가능한 것으로 나타났다.