

초속경 라텍스개질 콘크리트의 균열발생 특징분석

Analysis of Crack Pattern of Very-Early Strength Latex-Modified Concrete

이 봉 학* 최 판 길**
Lee, Bong-Hak Choi, Pan-Gil

Abstract

Concrete is a material that will crack during its service life by its very nature. For bridge decks this is especially significant as these cracks allow accelerated ingress of chlorides and the subsequent corrosion of the reinforcing steel and deck deterioration. Very-early strength latex-modified concrete (below ; VES-LMC) was developed in order to realize early-opening-to-traffic bridge deck concrete. Although there has been little research to document the degree of cracking in VES-LMC overlay, there has been a general perception among highway agencies that overlay cracking of VES-LMC, particularly early-age cracking, is a one of problems which should be solved.

The purpose of this study was to analyze the cause of map, transverse and longitudinal cracking in VES-LMC and to provide a control methods for minimizing the occurrence of cracks. The proposed prevention against map and transverse cracking was verified by field applications. VES cement was modified, the unit cement contents was reduced into 360kg/m³ from 390kg/m³, the maximum size of coarse aggregate was increase into 19mm from 13mm, wire mesh and steel fibers were incorporated in concrete mixture.

키워드 : 초속경 라텍스개질 콘크리트, 균열
Keywords : *very-early strength latex-modified concrete, cracking*

1. 서론

초속경 라텍스개질 콘크리트(이하 ; VES-LMC)는 기존 교량바닥판진급 보수용 덧씌우기 콘크리트로 사용되고 있다. VES-LMC는 기존 슬래브에 신규로 덧씌우기 되므로 모체콘크리트인 교량 슬래브가 구속조건으로 작용하고, VES-LMC의 건조수축, 자기수축 및 열변형 등과 같은 초기거동을 구속하게 된다. 콘크리트는 경화과정에서 자기수축, 건조수축 등과 같은 재료적 특성으로 인해 필연적으로 체적변화가 수반되며, 과도한 체적변화는

위와 같은 구속조건하에서 균열을 발생시킬 수 있다[1,2,3]. 더불어 시공과정에서 발생하는 시공방법, 시공 장비 및 양생방법 등의 차이가 균열발생을 증폭시키는 역할을 하기도 한다. 이러한 균열은 구조물의 내구성을 저하시켜 내구연한을 단축시키는 직접적인 요인으로 작용하게 된다. VES-LMC에 발생하는 균열의 형태는 크게 망상형 균열(Map Cracking), 횡방향 균열(Transverse Cracking), 종방향 균열(longitudinal Cracking) 3가지로 구분할 수 있다[4]. 첫 번째 망상형 균열은 소성수축균열, 알칼리골재반응 및 동결융해 작용 등이 원인인 것으로 알려져 있으며, VES-LMC에 발생하는 망상형 균열은 콘크리트 타설 후 15일 이내에 발생하는 것으로 소성수축균열이 주원인 것으로 나타났다

* 강원대학교 토목공학과 교수, 공학박사
** 강원대학교 대학원 토목공학과, 박사과정

다. 두 번째는 가장 일반적으로 발생하는 횡방향 균열로써 열응력과 건조수축의 조합으로 인해 발생하며, 세 번째는 발생빈도가 가장 낮은 종방향 균열이다.

본 논문에서는 VES-LMC에 발생한 균열특징을 시공방법과 양생방법 등을 고려하여 분석하여 VES-LMC의 균열발생 억제방안을 마련하고, 현장 시험시공을 통해 검증하고자 하였다. 구체적인 방법으로 콘크리트 재료에 의한 균열발생과 시공적 원인에 의한 균열발생을 최소화하고자 다양한 변수를 설정하여 현장에 적용하였다. 재료적인 측면에서는 시멘트 성분의 변화, 굵은 골재 최대치수 및 단위시멘트량의 변화를 통해 수화발열을 저감시키고자 하였으며, 강섬유를 첨가하여 균열저항성을 증진시켰다. 시공적인 측면에서는 와이어메쉬를 사용하여 응력분산효과에 대해 검토하였으며, 피막양생제 살포시기 및 살포량에 대한 효과와 습윤양생포 설치 및 비닐 덮기 등에 대한 시기와 방법을 개선하였다. 현장 적용된 VES-LMC의 균열억제방안 효과에 대한 분석을 위하여 포설 후 지속적인 모니터링을 실시하여 균열발생 시기 및 균열특성에 대해 조사하였다. 검증실험 결과 균열발생빈도가 현저히 줄어든 것으로 나타났다.

2. VES-LMC 균열조사 방법

2.1 외관조사

본 조사에서는 VES-LMC가 적용된 교량과 콘크리트 포장도로를 대상으로 그림 1에 나타낸 바와 같이 육안관찰을 실시하였으며, 루페현미경을 이용하여 균열 폭을 측정하였다. 또한 균열발생 구간에 대하여 락해머(rock hammer)로 타격함으로써 들뜸 여부를 확인하였고, 코어채취를 통하여 균열 깊이를 측정하였다.

2.2 노면영상촬영장비를 이용한 균열조사

균열의 형상, 발생빈도 등을 조사하기 위하여 노면영상촬영장비를 이용하였는데, 본 장비는 그림 2에 나타낸 바와 같이 국내 R사가 제작한 ROKOM이란 장비로서, 노면의 소성변형이나 평탄성을 측정할 수 있고 후방과 전방에 장착된 카메라로 노면영상 및 전방영상촬영과 함께 GPS의 기록이 동시에 이루어져 균열 등과 같은 포장상태를 조사할 수 있는 장비이다.

ROKOM의 특징은 80km/hr의 속도로 주행하면서 불연속이나 겹침 현상 없이 폭 3.6m 이상, 길이 10m의 연속적인 포장면 영상을 얻을 수 있으며, 고출력의 조명장치를 이용함으로써 주변광량에 의한 간섭 없이 명확한 영상을 취득할 수 있다.

본 조사의 경우 VES-LMC가 대부분 고속도로에 적용된 점을 감안하여 고속도로의 1개 차선을 동시에 촬영할 수 있도록 그림 2와이 촬영 폭을

4.0m로 적용하였으며, 촬영길이는 10m로 하였다.



(a) 육안관찰



(b) 균열폭 측정

그림 1 VES-LMC의 외관조사 실시 항목



(a) 노면영상촬영장비 전면

그림 2 노면영상촬영장비(ROKOM) 전경

3. 균열발생 사례분석

3.1 망상형 균열(Map Cracking)

3.1.1 망상형 균열 발생사례

그림 3은 국내에서 조사된 망상형 균열의 예를 나타내는 사진으로써 앞서 언급한 내용 이외에도, 보수체와의 부착의 문제, 배출당시 콘크리트의 품질, 부적절한 양생 등에 의해 발생할 수 있다. 그림 4는 2005년 조사된 Braddock Road Bridge(미국, Route 620)에 발생한 망상형 균열을 나타내는 사진이다. 교량 표면은 구르빙(grooving) 되어 있었고, RSLMC(Rapid Setting Latex Modified Concrete)적용 초기의 경험이 부족한 시공자에 의해 보수된 것으로 판단되며 상당히 심각한 정도로 균열이 발생하였다[4]. 그러나 국내교량에서 발생한 망상형 균열과 마찬가지로 박리 및 탈락 현상은 발생하지 않은 것으로 조사되었다.

3.1.2 망상형 균열발생 원인분석

VES-LMC 시공방법에 있어서 가장 큰 문제점은 콘크리트 타설 후 타이닝 시간 확보가 요구되기 때문에 즉각적인 양생공정이 이뤄지지 못한다는 것이다. 즉, 타이닝 시간을 확보하기 위해 초기 배출 콘크리트의 작업성 확보시간을 길게 유지하도록 콘크리트의 성능이 요구되었고, 이는 초기슬럼프를 크게 가져가는 결과를 초래하였다. 또한 타이닝 작업이 완료된 후 양생이 이뤄지기 때문에 해당시간동안 그림 5와 같이 외부로의 수분증발이 자유롭게 이뤄져 초기 건조수축도 커지게 되는 결과를 가져왔다.

포장콘크리트 시공 후 수일이내에 발생하는 망상형 균열은 소성수축균열과 소성침하균열 등을 들 수가 있다. 현장 균열조사결과 비교적 큰 슬럼프의 콘크리트가 적용된 구간이 작은 슬럼프가 적용된 구간보다 균열에 안전한 것으로 조사되었다. 이는 타이닝 작업으로 미끄럼저항성을 확보하는 방식의 현재와 같은 방법에서는 슬럼프가 큰 콘크리트에서의 블리딩 속도가 작은 경우보다 빠르게 되고, 상대적으로 전자의 경우가 증발률이 작게 되어 소성수축균열 발생에 안전하였던 것으로 사료된다.

소성수축균열은 일반적으로 콘크리트 표면의 증발량이 $1.0\text{kg}/\text{m}^2/\text{hr}$ 이상이거나 또는 증발량이 블리딩량보다 클 때, 표면의 수축현상이 소성상태에 있는 내부의 콘크리트를 구속하게 되기 때문에 콘크리트 표면에 인장응력이 발생하게 되어 표면균열로 이어지게 된다.

이러한 균열을 최소화하기 위해서는 콘크리트 타설 후 즉각적인 양생관리를 통하여 수분증발을 최소화하여야 하며, 경우에 따라서는 타이닝 전후로 두 번에 걸쳐 양생제를 살포하는 방법도 고려해 보아야 한다.

3.2 횡방향 균열(Transverse Cracking)

3.2.1 횡방향 균열 발생사례

그림 6은 VES-LMC로 보수된 교량에 발생한 횡방향 균열로의 한 예를 나타내는 사진으로써 차량주행방향으로 일정간격으로 발생한 것으로 조사되었고, 특히 교량난간부에서 균열이 발생하여 차로부로 진전된 경우가 대두본인 것으로 나타났다. 이러한 균열은 난간부에서 발생하는 구속력이 차로부보다 더 크기 때문에 발생하는 구조적 균열로 사료된다. 그림 7은 2002년에 RSLMC가 적용되었던 Backlick Road Bridge(미국, Route 617)의 횡방향 균열을 나타내는 사진으로써, 5개소에서 2~3m 간격으로 횡방향 균열이 관찰되었으나 전체적으로 매우 양호한 상태였다[4]. 대상 교량은 Wagman사(미국)에는 4개 정도의 RSLMC 시공사가 있으며 그 중에서 Wagman의 시공능력이 가장 우수)에 의해 시공되어 콘크리트포장의 품질이 상당히 양호한 것으로 나타나, 시공사의 기술적 수준으로 평가되는 현장콘크리트의 콘크리트품질관리 정도에 따라 콘크리트의 품질이 좌우될 수 있음을 나타낸다.

3.2.2 횡방향 균열발생 원인분석

횡방향 균열에 관한 연구는 이미 많은 연구자들에 의해 연구된 바 있다[5,6,7]. 횡방향 균열의 발생원인은 여러 가지가 있겠으나, 크게 구속 상태에서의 온도응력과 수축에 기인한다. 구조적 균열이므로 어느 정도 예견된 균열이라 할 수 있다. 최근 미국 도로국(DOTs)에서는 100,000여개 이상의 교량에 대해 균열조사를 실시하였고, 교량의 장기균열이 초기 횡방향 균열에 영향을 많이 받는다고 보고하였고, 주로 열응력과 건조수축의 조합 또는 각각의 원인으로 인해 발생한다고 보고하였다[8].

3.3 종방향 균열(Longitudinal Cracking)

3.3.1 종방향 균열 발생사례

VES-LMC로 보수된 교량에서는 일부구간에서 종방향 균열이 발생하기는 하였으나 발생빈도가 횡방향 균열에 비해 매우 적은 것으로 조사되었다. 그림 8은 교량 팽창조인트 부분의 종방향 균열을 나타내는 사진이며, 조인트와 포장부의 단차에 의해 차량의 충격하중이 포장체에 전달되어 발생한 것으로 사료되며, 교량의 구조적 원인으로 복합적으로 작용한 것으로 판단된다.

3.3.2 종방향 균열발생 원인분석

종방향 균열은 아직까지 발생 원인이 명확하게 규명된 바 없다. 횡방향 균열과 마찬가지로 교량난간부의 구속과 중앙분리대의 구속력이 차량주행방향으로 길게 작용한 경우와 증차량 하중에 따른 정모멘트와 부모멘트의 변화에 의해 발생한다고 유추해 볼 수 있다. 향후 종방향 균열의 원인을 규명하기 위한 후속연구가 진행되어야 한다.



그림 3 양생 부적절 구간(시공)



그림 6 횡방향 균열 발생사례(국내)

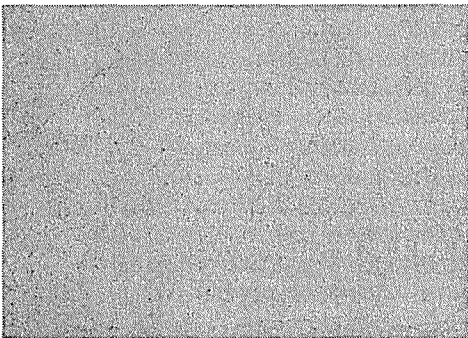


그림 4 망상형 균열 발생사례(국내)

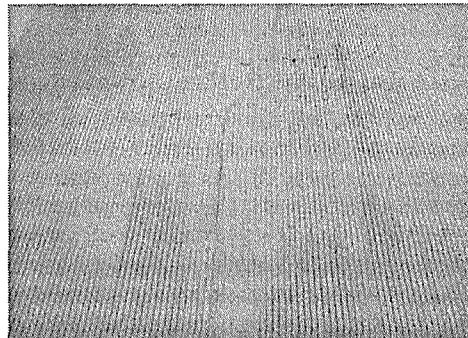


그림 7 횡방향 균열 발생사례(미국)



그림 5 망상형 균열 발생사례(미국)

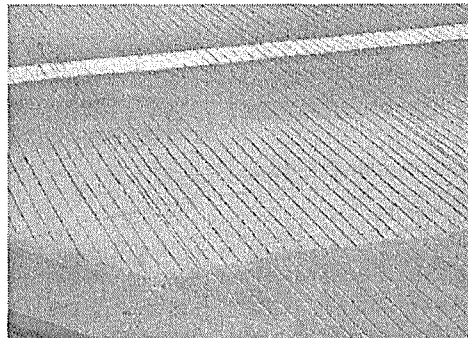


그림 8 횡방향 균열 발생사례

3.4 시공불량에 의한 균열

3.4.1 발생원인

최근에는 레미콘 품질에 대한 사회적 관심 및 기술자들의 마인드 향상으로 거의 발생하지 않지만, 콘크리트를 타설하는 현장의 시공과정에서 발생하는 불량요인의 하나로 운반도중에 콘크리트의

슬럼프 로스가 발생하여 현장에서 물을 타는 경우(加水)가 많았다. 물론, 엄격한 관리를 하더라도 레미콘의 청소 또는 펌핑성 등의 이유로 가끔 물을 타는 경우도 있다. 이로 인하여 강도저하, 재료분

리, 건조수축 등의 결과를 초래할 수 있기 때문에, 엄격한 품질관리가 요구된다. 또한, 서중 콘크리트의 경우에 현장에서 신속한 양생작업을 실시하지 않거나 한중 콘크리트에서 불충분한 보온양생으로 인하여 균열이 발생하는 경우가 있다. 특히, 콘크리트를 타설하고 응결이 시작된 후에 거푸집의 변형이 발생하여 구조체에 균열을 발생시키는 경우도 있으며, 응결이 진행되고 있는 과정에서 진동이나 충격을 가하게 되어서 균열로 진전되는 경우도 많다.

이 외에도 불충분한 다짐, 동바리 설치의 불량, 응력이 집중되는 곳에 조인트를 설치하는 등의 원인으로 균열이 발생하며, 정리하면 다음과 같다.

- ① 장시간의 혼합·운반 : 전면에 거미줄 모양 혹은 짧고 불규칙하게 균열발생
- ② 타설시의 수량증대 : 콘크리트 침하, 블리딩, 건조수축에 기인된 균열발생
- ③ 철근피복 두께의 감소 : 배근·배판의 표면을 따라 균열발생
- ④ 급격한 타설 : 콘크리트의 침하, 블리딩, 거푸집의 처짐에 기인된 균열발생
- ⑤ 불균일한 타설·다짐 : 각종 균열발생
- ⑥ 거푸집의 처짐 : 거푸집에 움직인 방향에 평행해서 부분적으로 균열발생
- ⑦ 연속타설면 처리불량 : 연속타설 부위나 쿨드조인트 부분 등에 균열발생
- ⑧ 경화전의 진동·충격 : 외력이 작용할 때와 같음
- ⑨ 초기양생 불량(급격한 건조) : 타설 직후 표면에 짧고 불규칙적인 균열발생
- ⑩ 초기양생 불량(초기동결) : 표면에 가늘게 균열발생

3.4.2 방지대책

VES-LMC의 시공불량에 따른 균열발생 원인을 판단하기 위해서는 VES-LMC가 적용된 시점으로 부터의 단계별 분석이 필요하다. 첫 번째는 공법의 적정성을 평가하기 위한 시험시공단계, 두 번째는 공법의 완성도를 고취하기 위한 공법정립단계, 세 번째는 현 단계이다.

첫째로, 보수공법이 처음 적용되었던 2003년 후반기 시험시공단계의 경우 기계를 통한 자동화가 아닌 인력에 상당부분 의지하는 단계였다. 따라서 작업원의 숙련도에 따라 콘크리트의 품질이 결정되었고 고품질의 콘크리트를 생산하지 못하는 문제점을 야기하였다.

둘째로, VES-LMC 전용 동결기시멘트, 모벌믹서 등을 사용한 공법정립단계에서는 시험시공단계와 비교하여 현저하게 균열이 저감된 것으로 조사되었다. 그러나 시멘트의 문제 등으로 여전히 균열은 발생하는 것으로 나타났다. 최근에 와서는 하절기용 VES-LMC 전용시멘트 개발과 지속적인 공법개발이 이뤄지고 있어(현 단계) 균열발생이 현저

히 줄어들고 있는 실정이다.

2006년 연구보고서, 'VES-LMC 균열발생 원인 및 대책' 보고서에 수록된 현장균열조사 자료에 의하면, 현장조사결과 시험시공단계에서 포설된 VES-LMC의 경우 종종 망상형 균열 및 횡방향 균열이 관측되었지만, 공법정립단계에서 현 단계로 진행하면서 균열발생빈도가 줄어들었다고 보고하고 있다[4].

최근, 레미콘의 품질관리실 또는 현장의 품질관리팀에서 현장 콘크리트의 타설이 시작되기 전에 레미콘 생산에 사용된 동일 유동화제를 현장의 검사지점에 미리 대기시켜 두는 경우가 많다. 불과 얼마 전까지만 하더라도 현장 감독자 또는 시공자의 마인드가 현장에서 유동화제를 타면 콘크리트에 응결이 지연되거나 재료분리 또는 균열이 발생한다는 것으로 잘못 인식되어 있었으나, 유동화 콘크리트에 대한 이해와 기술보급으로 대부분의 현장에서 유동화제를 첨가하는 방법을 택하고 있다.

그러나 유동화제를 첨가할 경우에는 첨가량에 대한 실험자료를 근거로 해야 하며 가능한 한 0.1%를 초과하지 않도록 해야 한다. 따라서 유동화제를 후 첨가하는 방법으로 콘크리트의 품질관리를 하는 방안이 바람직하다. 또한, 외기환경(온도, 습도 및 풍속)을 고려하여 양생에 대한 철저한 대비를 하는 것이 요구된다. 일사나 외기에 대한 보호뿐만 아니라 원활한 수화작용을 위해서도 사전에 철저한 양생계획을 세우고, 정확한 시공절차와 품질관리를 준수하는 것이 필요하다.

3.5 VES-LMC의 균열발생 가능성 평가

구조물에 발생한 균열에 대한 보수·보강 여부 판단 및 공법선택을 위하여 선행되어야 할 작업은 균열의 원인을 추정하고 그에 따라 균열을 분류하는 것이다. 여기서는 이미 연구된 바 있는 일반 콘크리트의 재료 조건, 시공 조건, 사용·환경 조건, 구조·외력 조건 등에 따른 균열특성을 토대로 조사된 VES-LMC의 균열발생 원인과의 상관성을 평가하였다.

균열발생 원인을 정리하면 표 1과 같이 나타낼 수 있다. VES-LMC의 균열은 초기에 많이 발생하고, 균열의 형태는 표면미세균열이 차선 횡방향으로 진전되는 균열이 대부분이며, 종방향 및 망상형 균열이 종종 관찰되고 있다.

표 1 VES-LMC 균열발생 가능성 평가

대분류	중분류	소분류	번호	원인	발생시기	형태	특징	가능성	
재료	사용재료	시멘트	A1	이상응결	수시간~1일	표면	폭이 크고 짧은 균열이 비교적 빨리 불규칙하게 발생	△	
			A2	수화열	수일	표면 관통	콘크리트 단면에서 1~2주간 지난 후부터 직선상의 균열이 거의 등간격으로 규칙적으로 발생. 표면에 발생하는 것과 부재를 관통하는 것이 있다.	◎	
			A4	점토성분	수시간~1일	표면 그물 모양	콘크리트 표면의 건조에 따라서 불규칙하게 그물모양의 균열이 발생	△	
	콘크리트			A8	침하·블리딩	수시간~1일	표면	타설후 1~2시간에서, 철근의 상부와 벽, 바닥판의 경계 등에서 단축적으로 발생	/
				A9	소성수축	수시간	표면 그물 모양 관통	개구부나 기둥, 보로 둘러싸인 코너부위에는 경사균열이, 바닥판·보 등에서는 가는 균열이 등간격으로 수직하게 발생	◎
					경화수축	수시간~1일			
					건조수축	수일~수10일			
	장기건조수축	수10일 이상							
	시공	콘크리트	타설	B5	급속한 타설	수시간~1일	표면	거푸집의 변형과 침하, 블리딩에 의한 균열이 발생하기 쉬움	△
				다짐	B6	불충분한 다짐	수시간 이상	표면	슬래브에서는 주변에 따라 원형으로 발생. 배근 및 배판의 표면에 발생
양생			B7		경화전 진동·재하	수시간~1일 수일이상	표면	구조 및 외력에 의한 균열과 동일	○
			B8	초기양생중의 급격한 건조	수시간~1일	표면 그물 모양	타설직후, 표면의 각부분에 짧은 균열이 불규칙하게 발생	◎	
거푸집		거푸집	B15	거푸집 조기 제거(조기교통 개방)	수일	표면	콘크리트 강도부족에 의한 균열. 건조수축의 영향도 크게 됨	△	
사용 및 환경	물리적	온도·습도	C1	외부온도·습도의 변화	수10일 이상	표면 관통	건조수축의 균열과 유사. 발생한 균열은 습도변화에 따라 변동	△	

VES-LMC의 균열발생 가능성
: ◎매우 높음, ○높음, △보통, / 낮음

4. 균열발생 억제방안 제안

4.1 시멘트 개선

다설된 콘크리트의 높은 수화열은 초기 균열발생에 중요한 영향인자로 작용하게 되며 수화열은 시멘트의 제조성분 및 양에 따라 큰 차이를 갖게 된다. 초속경시멘트에서 아원 성분은 초기 1차 수화반응으로 초기강도발현에 관여하며, 1종시멘트 성분은 장기강도발현에 관여한다. 또한 초기의 급격한 수화반응 억제를 위해 화학무수석고가 제조 과정에서 첨가되며, 천연무수석고는 초기강도를 개선하고 수축억제를 위한 목적으로 일정량 배합되어 제조되는 특징을 가지고 있다.

시멘트의 수화발열 억제 및 균열발생 저감을 위해 콘크리트의 강도발현시간을 조절할 수 있도록 시멘트의 성능을 개선할 필요가 있다.

4.2 콘크리트배합 개선

VES-LMC의 시방배합에서 단위시멘트량은 교통개방기준인 휨강도 45MPa 이상을 재령 3시간이 내에 만족시키기 위해 설정된 배합이다. 일반적으로 높은 단위시멘트량과 작은 골재치수는 수화열 증가, 강도 저하, 건조수축 증가 등의 문제를 갖게 된다. 본 연구에서는 교통개방 기준을 만족시킬 수 있는 강도발현 범위 내에서 단위시멘트량을 최소화 시킬 수 있는 배합을 찾을 필요가 있고, 굵은골재 최대치수를 13mm에서 19mm로 변환시켜 시멘트 페이스트의 체적감소에 따른 초기수축저감효과와 강도증진 효과를 모색하여야 한다.

4.3 시공방법 개선

4.3.1 강섬유 첨가 및 와이어메쉬 설치

콘크리트 배합에 강섬유를 첨가하게 되면 인성 증가 및 균열발생시 브릿지 효과로 인한 균열진전 억제 등의 효과를 얻을 수 있다.

소규모 공사의 무근콘크리트포장에서는 보통 수축응력 분산으로 인한 균열저항성효과와 팝아웃(pop-out)현상을 방지하기 위하여 와이어메쉬(wire-mesh)를 매설하기도 한다. 또한 교량공사에 있어서는 온도응력 분산을 목적으로 온도철근을 주철근 상부에 배근하기도 한다.

VES-LMC공법에 있어서는 기존의 교면포장체 제거와 더불어 열화된 바닥판콘크리트를 동시에 제거함으로 보수·보강되는 두께가 과다하여 온도응력의 분산을 필요로 하는 경우가 종종 나타나고 있다. 이러한 구간에 있어 와이어메쉬를 사용한 온도응력 분산 및 구조체 보강은 적절한 방법이 될 수 있으며 특히 와이어메쉬에 대한 충분한 피복두께 확보가 가능하여 사용성에 대한 문제가 없게 된다.

4.3.2 양생관리 변수

지금까지 시공된 VES-LMC공법의 양생공정을 살펴보면, 포설 후 페이버에 의한 평탄마무리 작업을 한 다음 초결에서 거친면 마무리작업을 하고 피막양생제를 살포한 후 뒤이어 양생포를 덮음으로써 양생공정이 끝나게 된다. 이러한 양생공정에 있어 가장 큰 문제점은 피막양생제 살포 시기와 살포량이 될 수 있다. 즉, 평탄마무리 후 거친면 마무리의 성형성을 확보하기 위하여 초결까지 VES-LMC를 대기노출 상태로 방지하게 된다.

표 2 콘크리트 배합개선 효과

classification	maximum size of coarse aggregate	contents of cement(kg)
improved content	13mm → 19mm	390kg → 360kg
feature	·reduce of cement paste volume ·reduction of early-age shrinkage ·improvement of strength	·control of hydration heat ·control of early-age cracking ·cost

표 3 와이어메쉬 사용시 기대효과

diameter	specific weight	wire weight in kg/m ³	wire mesh	standard size	section
		CTC			
No.	mm	kg/m	100mm	distance× wide	sectipn A : 10m
#6	4.8	0.142	2.84	#6×100×100	
feature	·control of early-age shrinkage ·control of crack development ·control of crack width ·improvement of flexural rigidity				

그러나 VES-LMC는 속경성의 특성으로 인하여 초결과 종결의 차이가 10여분에 지나지 않으며 초결에서부터 수축현상이 발생하고 수화발열이 증대되어 이 시점에서의 대기노출은 초기균열발생에 큰 영향을 주게 된다. 또한 거친면 마무리 후 양생제의 살포는 이미 초결과 종결시점을 넘은 상태임으로 콘크리트 수분증발 억제를 위한 양생제의 기능을 발휘하지 못하게 된다.

따라서 평탄마무리 후 즉시 피막양생제를 살포하여 VES-LMC의 대기노출시간을 억제시키고, 피막양생제를 1.5ℓ/m²이상 충분히 살포하도록 하며, 또한 거친면 마무리 후 습윤양생포를 즉시 설치할 수 있도록 해야 한다.

5. 결 론

본 논문에서는 초속경 라텍스개질 콘크리트의 균열조사를 토대로 균열발생 억제방안을 재료조건, 배합조건 및 시공조건에서 제시하고, 시험시공을 통하여 검증 실시하였다. 이상에 대한 내용을 간략히 요약하면 다음과 같다.

- (1) 초속경 라텍스개질 콘크리트의 균열은 횡방향 균열과 망상형 균열이 대부분이던 간헐적으로 종방향 균열이 발생하는 것으로 나타났다.
- (2) 망상형 균열의 원인은 부적절한 양생으로 인한 소성수축균열이 발생하여 유발되는 것으로 평가되었고, 시공이 부적절하게 이뤄진 구간에서 도 발생하여 주로 양생방법과 콘크리트 품질에 영향을 많이 받는 것으로 평가되었다.
- (3) 초속경 라텍스개질 콘크리트의 횡방향 균열 발생특징은 국외의 사례와 마찬가지로 일정간격으로 발생하여, 열응력과 수축이 주원인 것으로 사료된다.
- (4) 균열발생을 최소화하기 위하여 시멘트 성능개선을 통해 수화발열을 저감시켜 열응력을 최소화하는 방법이 추천된다.
- (5) 현행 최대치수 13mm 굵은 골재를 19mm로 사용하여 시멘트페이스트의 작게하여 수축의 영향을 최소화시키는 방법이 추천된다.

참 고 문 헌

- [1] Yun, K.K, Kim, D.H, Choi, S.Y., "Durability of Rapid-Setting Latex Modified Concrete Against Freeze-Thaw and Chemicals", *Journal of TRB*, TRR 1869, Washington D.C., pp1-10,2004.
- [2] 윤경구 외, "SB라텍스 개질 콘크리트의 동결융해 내구특성", *대한토목학회 논문집 제22권*

- 제5-A호, 2002
- [3] 윤경구 외, "초속경라텍스개질콘크리트를 이용한 공용 중 교량바닥판콘크리트 보수 및 재포장 공법", *신기술 지정 제427호*, 2004
- [4] 윤경구, 최판길, "VES-LMC 균열발생 원인 및 대책", *강원대학교 산학협력단 연구보고서*, pp. 113-124., 2005
- [5] 최판길, "초속경 라텍스개질 콘크리트의 초기 및 구속건조수축특성" 공학석사학위 논문, *강원대학교 대학원*, 2005
- [6] Horn, M. W., Stewart, C. F., and Boulware, R. L., "Factors Affecting the Durability of Concrete Bridge Decks : Normal vs Thickened Deck-Interim Report No. 3.", *Bridge Department, California Division of Highways, CA-HY-4101-37211*, 1972
- [7] Kosel, H. C. and Michols, K. A., "Evaluation of Concrete Deck Cracking for Selected Bridge Deck Structures of the Ohio Turnpike", *Report to Ohio Turnpike Commission, Construction Technology Laboratories(CTL)*, 1985
- [8] Krauss, P.D., and Rogalla, E.A., "Transverse Cracking in Newly Constructed Bridge Decks", *National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) Report 380*, Transportation Research Board, 1996.