

초속경시멘트를 이용한 라텍스개질 콘크리트의 강도 및 투수특성

윤경구^{1)*} · 홍창우²⁾ · 이주형²⁾ · 최상릉³⁾

¹⁾강원대학교 토목공학과 ²⁾강원대학교 석재복합신소재제품연구센터 ³⁾(주)한석엔지니어링
(2001년 9월 21일 원고접수, 2002년 5월 24일 심사완료)

Strength Development and Permeability of Latex-Modified Concrete with Rapid-Setting Cement

Kyong-Ku Yun^{1)*}, Chang-Woo Hong²⁾, Joo-Hyong Lee²⁾, and Sang-Leung Choi³⁾

¹⁾ Dept. of Civil Engineering, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea

²⁾ Research Center for Advanced Mineral Aggregate Composite Products, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea

³⁾ Hansuk Inc., Wonju, 220-160, Korea

(Received September 21, 2001, Accepted May 24, 2002)

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop a rapid setting cement latex modified concrete (RSLMC) for bridge deck repairing and overlaying. The main experimental variables were latex contents, antifoamer contents and water-cement ratios. The workability, strength development and permeability were measured as responses.

The results showed that latex content increased the slump and reduced the unit water required for same workability. The air contents were measured as 8.0~9.0 % and 2.0~3.0 % without antifoamer and with 1.6~3.2 % of antifoamer, respectively. This resulted in the increment of compressive strength development by 10~20 %. The flexural strength of RSLMC increased greatly as the latex content increased, but not in compressive strength. The compressive strength and flexural strength developed enough for opening the overlaid RSLMC to the traffic after 3 hours of RSLMC placement. The permeability of RSLMC was evaluated as negligible due to its very low charge passed. Thus, RSLMC could be used at repairing or overlaying the concrete bridge deck at fast-track job sites.

Keywords: rapid-setting cement latex modified concrete(RSLMC), antifoam agent, latex

1. 서 론

콘크리트 내구성 저하에 직접적인 영향을 주는 염화물이나 수분의 침투를 효과적으로 방지하기 위하여 제시된 방법 중의 하나가 보통 포틀랜드 시멘트를 사용한 기존 콘크리트에 라텍스 수지를 첨가하여 라텍스개질 콘크리트(latex modified concrete, 이하 LMC)를 제조하는 것이다^{2~5)}. 그러나, LMC 또한 양생기간이 길어 긴급보수용으로 사용할 경우 수반되는 문제점을 해결하지는 못하고 있다¹⁾. 이에 따라 양생기간을 단축시킬 목적으로 조기 강도 발현이 큰 초속경 시멘트를 긴급보수를 요하는 곳에 적용하는 방법이 제시되고 있다. 그러나, 초속경 시멘트를 사용한 콘크리트는 염화물이나 수분에 의한 침식, 표면 마모현상 및 동결융해 저항성이 상당히 떨어지는 문제점을 지니고 있다.

이에 본 연구에서는 보통 포틀랜드 시멘트의 높은 투수성 및 낮은 휨강도 등으로 인한 문제점, LMC의 장시간에 걸친 양생문제, 초속경 시멘트의 낮은 내구성 등의 문제점을 개선하기 위해 초속경 시멘트에 라텍스 수지를 혼입한 라텍스개질 초속경 콘크리트(rapid-setting latex modified concrete, 이하 RSLMC)를^{8,9)} 개발하여 3시간에 교통개방을 목적으로 한 교면포장 덧씌우기용 라텍스 개질 초속경 콘크리트를 개발하고자 하였다. 따라서, 본 연구에서는 기포억제를 위한 소포제와 라텍스 수지의 혼입률을 주요 실험인자로 하여 작업성, 초기 강도발현 특성 및 투수성을 분석하고자 하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구에서는 주요 실험인자를 라텍스 및 소포제 혼입률로 선정하여 작업성, 강도발현 및 투수 특성을 분석하고

* Corresponding author

Tel : 033-250-6236 Fax : 033-255-6241

E-mail : kkyun@kangwon.ac.kr

자 하였다. 이때, 소포제의 첨가는 라텍스 전 고형분의 중량에 대한 소포제 유효고형분의 비로 0, 1.6, 3.2, 6.4 %로 하였으며, 라텍스 혼입물은 단위 시멘트량에 대한 라텍스 고형분의 비로 0, 5, 10, 15, 20 %로 선정하였다.

2.2 사용재료

2.2.1 초속경 시멘트

시멘트는 국내에서 생산되는 S사의 초속경 시멘트를 사용하였으며, 화학적 성분은 Table 1과 같다.

2.2.2 라텍스 및 소포제

라텍스란 고무나무로부터 얻어지는 자연제품을 가리키는 것으로서 일반적으로 반투명상태의 우유빛을 띠는 액체상태이며, 콜로이드 같은 작은 구형의(직경 0.5-5 μm) 유기체 폴리머입자가 물 속에 분산되어 있는 것을 말한다. 이때 비율은 물 52 %, 라텍스 고형분 48 %로 구성되어 있다. 라텍스 입자들은 수화반응이 일어나는 동안 필름막을 형성하게 되고, 이러한 반 연속적인 플라스틱 필름은 수화물과 골재표면에 부착하여 공극을 채우며, 그 결과 투수성 감소, 부착강도와 인장강도의 증진을 보이게 된다. 본 연구에서는 미국 D사의 스틸렌/부타디엔 라텍스를 사용하였다. Table 2는 사용된 라텍스의 물리적 특성을 나타낸 것이다. 그리고 소포제(antifoamer)는 실리콘 계열로서 국내 D사 제품을 사용하였다.

2.2.3 골재

굵은 골재는 도로 포장의 덧씌우기 목적으로 최대치수 13 mm의 레미콘용 쇄석을 사용하였고, 잔골재는 콘지암에서 채취한 강모래를 사용하였다. 사용한 골재의 물리적 성

Table 1 Chemical compositions and physical properties of rapid setting cement

SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	SO ₃ (%)	R ₂ O (%)
10.2	16.7	1.3	50.8	1.4	15.5	0.4

Table 2 Physical properties of latex

Solids content	pH	RVT Brookfield viscosity	Surface tension (dynes/cm)	Particle size (nm)	Stabilizer type
48	9.5~11	40 mPa.s	30~35	180~210	anionic

Table 3 Physical properties of aggregate

Aggregate	Max. size (mm)	Specific gravity	Absorption (%)	Fineness modulus
Fine aggregate	≤ 5	2.6	0.71	2.88
Coarse aggregate	13	2.57	1.1	6.2

성질은 Table 3과 같다.

2.3 콘크리트 배합 및 양생

본 연구에서 사용된 배합설계는 Table 4와 같다. 배합설계는 동일 물-시멘트비 38 %에서의 라텍스 혼입에 따른 특성변화를 관찰하였으며, 이를 기초로하여 라텍스 혼입률 변화에 따른 초기 작업성을 기준으로 하였다. 콘크리트 배합설계 시 라텍스수지는 물 52 %와 라텍스 고형분 48 %로 구성된 것으로서 혼입률은 시멘트 대비 라텍스 고형분의 비로 혼입하였다. 콘크리트 제조의 비빔순서는 먼저 굵은 골재와 잔골재를 혼합하여 30초간 건비빔을 실시한 후 초속경 시멘트를 혼합하여 충분한 혼합이 되도록 30초간 비빔을 실시하였다. 그리고 라텍스, 물, 소포제, 지연제를 혼합하여 투입한 후 60초간 비빔을 실시하고 양생조건은 기건양생으로 하였다.

2.4 실험방법

2.4.1 슬럼프 및 공기량

슬럼프 실험은 KS F 2402, 공기량 실험은 KS F 2421에 의거하여 수행하였다. 슬럼프 경시변화의 측정은 초기 배출 후, 5분 간격으로 슬럼프를 측정하였으며, 실험의 종료는 초속경시멘트의 경화로 인해 작업성이 불가능하다고 판단되어지는 2±1 cm까지 측정하였다.

Table 4 Mixing proportions

W/C (%)	Latex ¹⁾ (%)	S/a (%)	Unit weight(kg/m ³)				
			C	W	S	G	Latex
38	0	58	390	148	954	715	-
38	15			85	954	715	122
49	0			191	976	731	0
45	5			154	971	727	41
39	10			110	977	732	81
33 ²⁾	15			65	984	737	122
28	20			25	984	737	163

Note1) Latex: water(52 %) + Latex solid(48 %)

Note2) Antifoamer: ratio of latex solid and antifoamer solid: 0~6.4 %

2.4.2 응결

응결실험은 라텍스 첨가로 인한 표면의 급속한 필름막 형성과 초속경 시멘트의 급격한 수화반응의 사이에서 이상응결, 응결지연 등과 같은 화학적 불안정성을 평가하기 위해 KS F 2436에 의거하여 수행하였다.

2.4.3 압축강도 및 휨강도

KS F 2405의 규정에 따라 압축강도를 측정하였으며, KS F 2408의 규정에 의해 휨강도를 측정하였다.

2.4.4 투수시험

투수시험은 ASTM C 1202와 AASHTO T 259에 규정하고 있는 염소이온 투과시험방법에 따라 실시하였다. 이 시험방법은 직접투수시험에 비해 간단하고 단시간 내에 투수저항성을 측정할 수 있다는 장점을 지니고 있다⁴⁵⁾. 염소이온투과시험은 양생된 직경 10 cm의 콘크리트 공시체를 길이가 5cm가 되도록 절단한 다음 실험을 수행하기 전에 Vacuum Saturation장치를 이용하여 시험편 내부를 완전히 포화시킨 후 그 사이로 흐르는 전하량을 측정 투수성을 측정하는 시험으로, 정확한 투수성을 측정하기 위해서는 Vacuum Saturation 장치가 필수적이다. Vacuum Saturation장치란 시료내부 공극의 공기를 진공펌프를 이용하여 완전히 제거한 후 전해질 용액으로 포화시키는 장치를 말한다. 이 때 사용되는 전해질 용액으로는 전류의 흐름을 방해하지 않는 증류수를 사용한다. 공시체는 양측에 위치한 전극용기에 고정시키고, 이들 용기에서 나온 전극을 단자로 해서 회로를 구성하였다.

Fig. 1은 염소이온 투과실험 장치로 구성된 측정회로를 나타낸 것으로 이 회로에서 전원은 60±0.1 V의 안정적인 직류전압을 공급시켰다. 이미 알고 있는 저항체를 회로에 연결하여 전압을 측정함으로써 전류를 측정할 수 있는데 이때 사용되는 저항으로는 콘크리트 시편에 적용되는 전압에 영향이 적도록 하기 위하여 가능한 작은 저항을 사용하여, 이 시험에서는 0.2 Ω의 저항을 사용하였다. A.V. Cell의 (-) 전극에 3.0%의 염화나트륨 용액을 채우고, (+) 전극쪽에는 0.3 N의 수산화나트륨 용액을 채웠다. 시험 중 6시간동안 30분마다 0.2Ω에 걸리는 전압을 데이터 로거로 측정하며, 측정된 전압을 전류로 환산하여 회로를 통과한 총 전하량을 구하였다. 이때 사용된 총 전하량은 다음 식(1)에 의해 환산되며, 이 총전하량으로 ASTM규정인 Table 5에 의거해 LMC의 투수성을 분석하였다.

$$Q = 900 \times (I_0 + 2I_{30} + \dots + 2I_{330} + I_{360}) \quad (1)$$

여기서, Q : 회로를 통과한 전하량 (coulombs)

I_n : 시험 시작후 n분 경과하였을 때의 전류

3. 실험결과 및 분석

3.1 슬럼프 경시변화

Fig. 3은 라텍스 혼입으로 인한 작업성의 차이를 알아 보고자 실험한 결과이다. 실험 결과를 살펴보면, 라텍스를 혼입하지 않은 초속경 시멘트 콘크리트(RSC)의 경우 초기 배출 슬럼프가 약 8 cm로 나타났으나, 물-시멘트비 38%에서 라텍스를 15% 첨가하였을 경우 초기 슬럼프가 20 cm를 넘어서는 매우 고유동의 상태를 나타내었으며 물-시멘트비 33%에서는 라텍스 혼입으로 인해 18 cm의 슬럼프를 나타내었다. 이러한 고유동의 상태에서 재료분리 등

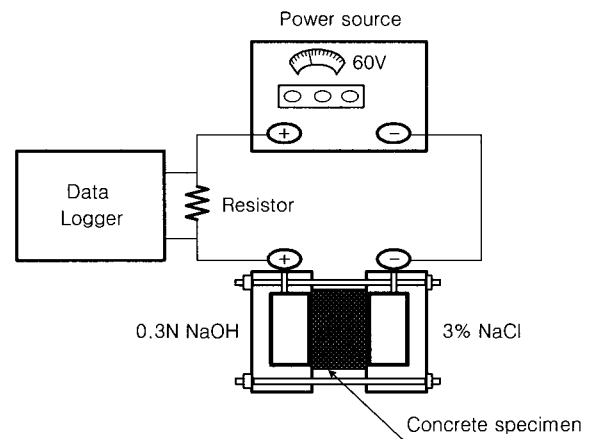


Fig. 1 Experimental arrangement of chloride ion permeability test

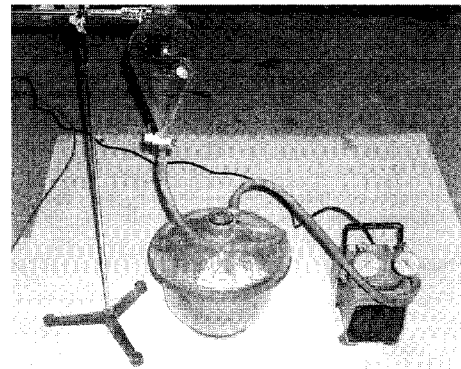


Fig. 2 Vacuum saturation apparatus

Table 5 Chloride ion permeability of concrete⁴⁾

Relative permeability	Charge passed (coulombs)
High	> 4000
Moderate	2000 ~ 4000
Low	1000 ~ 2000
Very low	100 ~ 1000
Negligible	< 100

의 이상 현상은 관찰할 수 없었으며 라텍스로 인한 높은 작업성 향상을 확인할 수 있었다.

Fig. 4는 물-시멘트비 38%의 초속경 시멘트에 라텍스 수지를 15% 혼입한 경우 소포제에 따른 슬럼프 경시변화를 나타낸 것으로서 소포제 혼입률이 증가하여도 초기 슬럼프에는 영향을 미치지 않으며 시간경과에 따른 슬럼프 변화는 다소 완만한 특성을 나타내었으나 그 차이는 크지 않았다.

이와 같은 실험결과를 통해 동일 물-시멘트비 조건하에서 라텍스의 혼입은 높은 작업성 향상을 가져오며, 라텍스의 혼입으로 인한 공기량의 발생을 억제하기 위한 소포제의 첨가는 작업성에 큰 영향을 주지 않는 것으로 판단되었다.

3.2 응결 특성

초속경 시멘트는 빠른 응결로 인한 강도발현 특성으로 인해 신속을 요하는 구조체에 적용되고 있다. 이러한 초속경 시멘트의 초기 수화과정에서 라텍스의 혼입으로 인한 변화를 알고자⁶⁾ 동일 작업조건하에서 응결실험을 실시하였다.

Fig. 5는 초기 배출 슬럼프 18±1cm를 위한 라텍스 혼입률과 물-시멘트비의 관계를 나타낸 것으로서 이때 시멘트량은 고정하고 단위수량을 변화시켰다. 이를 살펴보면, 라텍스 혼입률이 증가할수록 물-시멘트비가 현저하게 낮아짐을 알 수 있다. 라텍스를 혼입하지 않은 경우 동일한 작업조건을 맞추기 위한 물-시멘트비는 49%이었으나, 라텍스 혼입률 15%와 20%의 경우는 각각 33%와 28%로 낮은 물-시멘트비를 나타내었다.

Fig. 6은 라텍스 혼입률에 따른 동일 작업조건에서의 응결시험의 결과를 나타낸 것이다. 결과를 살펴보면, 라텍스를 혼입하지 않은 RSC의 경우 높은 물-시멘트비에도 불구하고 모든 라텍스의 혼입률보다 빠른 응결특성을 나타

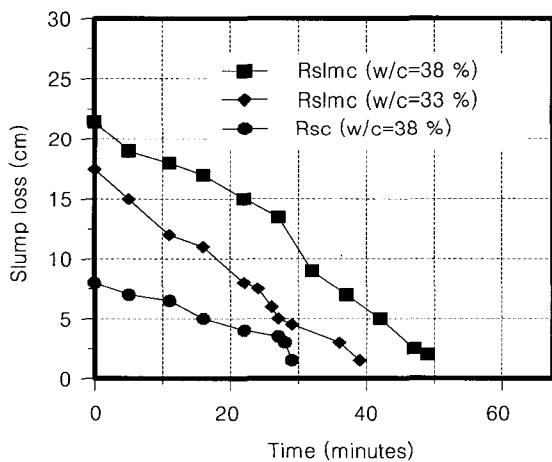


Fig. 3 Slump loss of RSLMC and RSC

내고 있다. 또한, 라텍스의 혼입률에 따른 특성을 보면, 라텍스 혼입률의 증가에 따른 낮은 물-시멘트비 조건하에서도 초결부터 종결까지 이르는 시간이 지연되는 결과를 보였다.

이러한 원인으로는 SBR 라텍스의 혼입으로 필름막이

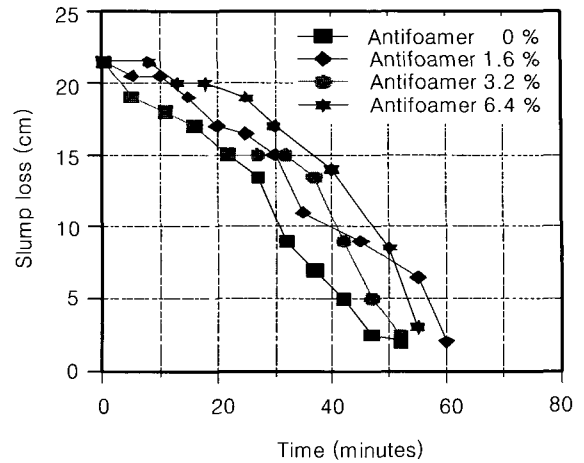


Fig. 4 Slump loss of RSLMC by antifoamer contents

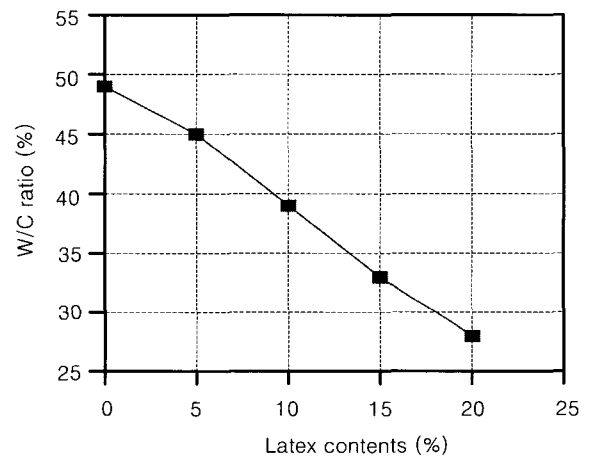


Fig. 5 W/C rate variation by latex contents

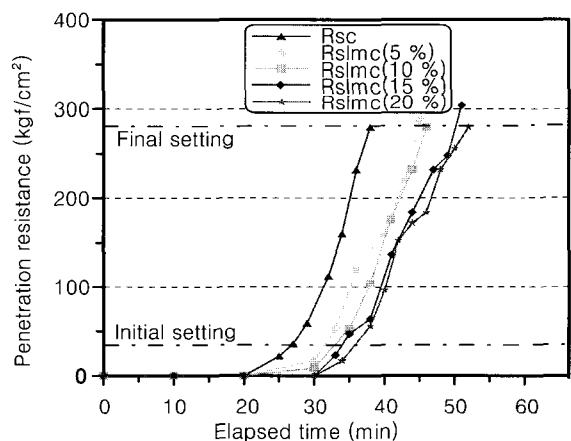


Fig. 6 Penetration resistance of RSLMC

내부에 형성됨으로써 라텍스개질 콘크리트의 수화반응이 늦어져 시멘트 수화물의 생성량이 감소하여 시멘트 입자의 결합도 적게되어 콘크리트의 경화도 늦어지는 것이라 판단되어진다.

3.3 공기량 특성

라텍스 혼입으로 인한 기포발생 억제하기 위해 소포제 혼입률을 라텍스 전 고흡분의 중량에 대한 소포제 유효고형분의 비로 0, 1.6, 3.2, 6.4 %로 변화하여 첨가하였으며, 소포제 사용에 따른 공기량 시험결과는 Fig. 7과 같다.

공기량 시험결과 라텍스 혼입률 15 %에 소포제를 혼입하지 않은 경우 8 %의 공기량을 보였다. 이러한 과도한 공기량은 경화 후 콘크리트 내에 공극을 형성하여 강도 및 내구성 저하에 직접적인 원인이 될 수 있다. 따라서, RSLMC의 배합에 있어 적정범위로의 공기량 감소가 반드시 수행되어야 할 것으로 판단되었다.

소포제 혼입률에 따른 공기량 변화 특성을 살펴보면, 소포제 3.2 %를 사용한 경우는 3.0 %, 6.4 %를 사용한 경우에는 2.1 %로 각각 감소하는 것으로 나타났다. 즉, 소포제의 일정량 첨가로 RSLMC에서 발생하는 과도한 공기량을 적정범위로 제어할 수 있음을 알 수 있었다.

3.4 압축강도 특성

3.4.1 소포제에 의한 영향

Table 6은 물-시멘트비 33 %와 38 %에서 라텍스 혼입률 15 % 및 소포제 혼입률에 따른 압축강도 결과를 나타낸 것이다. 아래의 표를 살펴보면, 라텍스를 혼입하지 않은 RSC는 재령 3시간에 298 kgf/cm²의 높은 초기강도 발현을 나타내었으며, 재령이 증가할수록 강도발현의 증가폭도 증가하는 것을 알 수 있다. 그러나, 동일 물-시멘트비 조건에서 라텍스 15 %를 혼입한 RSLMC는 높은 작업성과 더불어 매우 낮은 강도발현 특성을 나타내었다.

따라서, 이러한 RSLMC의 낮은 강도발현 특성은 현장 적용시 초속경 시멘트의 초기 강도 발현 특성을 부각시킬 수 없을 것으로 판단되어졌다.

이에 본 연구에서는 물-시멘트비 33 %와 라텍스 15 %에 관한 RSLMC의 실험을 실시하였다. 이와 같은 조건에서 초기 배출 슬럼프는 약 18±1 cm로 감소되었으나 라텍스 혼입으로 인한 작업성 증대에는 변함이 없는 것으로 나타났다.

물-시멘트비 33 % 조건에서 라텍스 혼입률 15 %에 대한 소포제 혼입률 변화에 따른 강도 특성을 살펴보면, 낮은 물-시멘트비로 인한 RSLMC의 강도 증진 효과를 확인할 수 있었다. 또한, 소포제 혼입률 3.2 %에서 소포제를 혼입하지 않은 경우에 비해 3시간 압축강도가 13 % 증진되어 초기 3시간 강도 250 kgf/cm²를 넘는 결과를 나타내

었다.

그러나, 소포제 혼입률 6.4 %에서는 오히려 강도가 저하되는 것으로 나타났다.

따라서, RSLMC의 강도 확보를 위한 적절범위의 물-시멘트비 설정과 더불어 적정범위의 소포제 사용은 라텍스개질 초속경 콘크리트의 강도발현에 필수적인 요소임을 확인할 수 있었다.

3.4.2 라텍스 혼입률 변화에 의한 영향

라텍스 혼입률 변화에 따른 압축강도 특성은 Table 8과 Fig. 7과 같으며 동일한 18±1 cm 슬럼프 조건에서 실험한 것이다. Table 7을 살펴보면, 라텍스를 첨가하지 않은 경우의 압축강도는 과도한 단위수량으로 인해 초기강도발현이 저하되어 재령 24시간이 경과되어서야 강도를 발현하는 것으로 나타났다. 라텍스 혼입률 5, 10, 15 %의 경우는 라텍스 혼입률이 증가할수록 강도가 다소 저하되는 것으로 나타났으나, 초기 및 장기재령에서의 강도발현 특성을 보였다. 그러나, 라텍스 혼입률 20 %의 경우는 과도한 라텍스의 첨가로 인해 물-시멘트비가 크게 저하되었음에도 불구하고 초기강도발현이 상당히 저하되는 것으로 나타났다. 이와같이 초기재령에서 압축강도가 감소하는 것은 라텍스 수지의 혼입으로 인한 물-시멘트비의 저하로 초속경 시멘트의 초기 수화에 필요한 적절량의 수량이 감소되어

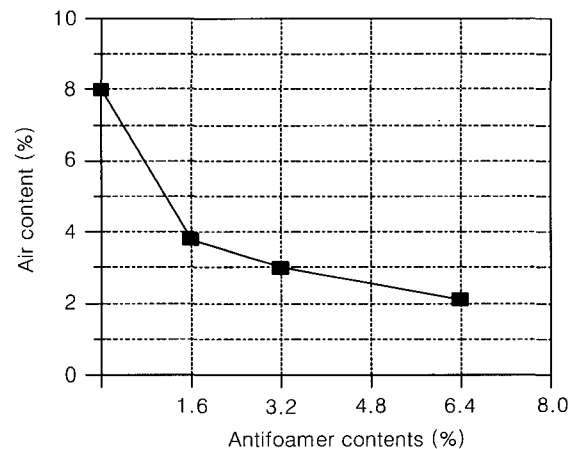


Fig. 7 Variation of air contents with antifoamer (L/C = 15 %)

Table 6 Compressive strength development of RSLMC

W/C (%)	Latex (%)	Antifoamer contents (%)	Compressive strength (kgf/cm ²)			
			3 hrs	6 hrs	24 hrs	28 days
38	0	0	298	388	460	512
38	15	0	169	180	235	352
33	15	0	225	257	331	420
		1.6	236	339	389	478
		3.2	254	340	382	465
		6.4	229	275	359	439

초속경 시멘트의 초기 수화반응이 지연되어 발생된 것으로 판단된다. 따라서, 라텍스 혼입으로 인한 작업성 향상의 정도와 초속경 시멘트의 초기 수화반응을 위한 적절한 물-시멘트의 산정이 이루어져야 할 것으로 여겨진다.

3.5 휨강도 특성

3.5.1 소포제에 의한 영향

Table 8은 물-시멘트비 33%와 라텍스 혼입률 15%에 대한 소포제 혼입률 변화에 따른 RSLMC의 휨강도 특성을 나타낸 것이다. 소포제 혼입률 변화에 따른 휨강도 변화는 초기 재령 3시간에서 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나, 초기 재령 3시간 강도가 모든 경우에 있어 50 kgf/cm²가 넘는 매우 우수한 초기 휨강도 특성을 나타내었다.

이후 재령에서는 1.6~3.2% 혼입한 경우는 소포제를 사용하지 않은 경우보다 휨강도가 다소 증가하였다. 소포제를 6.4% 혼입한 경우는 재령 6시간이후부터는 강도증진이 거의 이루어지지 않는 것으로 나타나 소포제의 과다 사용이 휨강도에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

3.5.2 라텍스 혼입율에 의한 영향

라텍스 혼입률이 휨강도에 미치는 영향을 분석하고자 적정 소포제 혼입률 1.6%를 첨가하여 18±1 cm의 동일 슬럼프를 기준으로 실험한 결과를 Table 9에 나타내었다.

초기 3시간 휨강도 발현은 Fig 10과 같이 라텍스 혼입률이 0%에서 15%로 증가할수록 휨강도가 25 kgf/cm²에서 56 kgf/cm²로 크게 증가하는 것으로 나타났다. 특히 라텍스 혼입률 15%와 20%는 3시간 교통개방 휨강도 기준

Table 7 Compressive strength of RSLMC with latex contents

Antifoamer content (%)	Latex (%)	W/C (%)	Compressive strength (kgf/cm ²)			
			3 hrs	6 hrs	24 hrs	28 days
0	0	49	159	192	346	384
	5	45	279	306	381	518
1.6	10	39	259	297	371	556
	15	33	236	339	389	478
	20	28	155	315	368	446

Table 8 Flexural strength of RSLMC with antifoamer contents

Latex (%)	W/C (%)	Antifoamer contents (%)	Flexural strength (kgf/cm ²)			
			3 hrs	6 hrs	24 hrs	28 days
15	33	0	53	63	74	98
		1.6	55	67	77	115
		3.2	56	70	76	103
		6.4	52	60	61	91

인 45 kgf/cm²을 만족하는 것으로 나타났다. Fig. 11은 휨강도 시험후 파단면에 대한 주사전자현미경 관찰결과를 나타낸 것으로서 폴리머 필름막 형성을 확인할 수 있다. 이와 같이 라텍스 혼입으로 인한 휨강도의 증진은 라텍스가 콘크리트 내부의 미세공극을 충전하고 골재를 둘러싼 필름막 형성으로 인해 재료들간의 접촉력 증대와 필름막의 인장강도에 기인되어 발생된 것으로 사료된다.

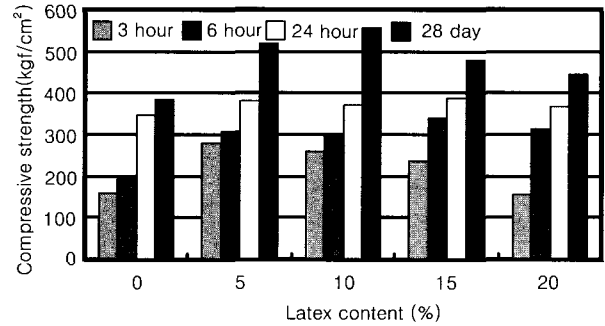


Fig. 8 Compressive strength development of RSLMC

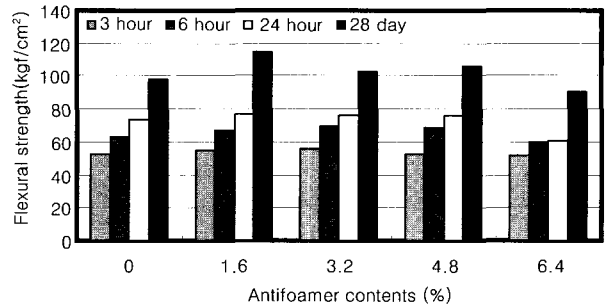


Fig. 9 Flexural strength development of RSLMC

Table 9 Flexural strength of RSLMC with latex contents

Antifoamer content (%)	W/C (%)	Latex (%)	Flexural strength (kgf/cm ²)			
			3 hrs	6 hrs	24 hrs	28 days
0	49	0	25	47	48	64
	45	5	42	62	67	97
1.6	39	10	41	66	72	105
	33	15	55	67	77	115
	28	20	53	75	84	107

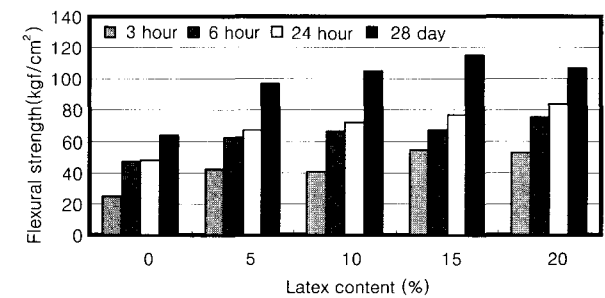


Fig. 10 Flexural strength development of RSLMC

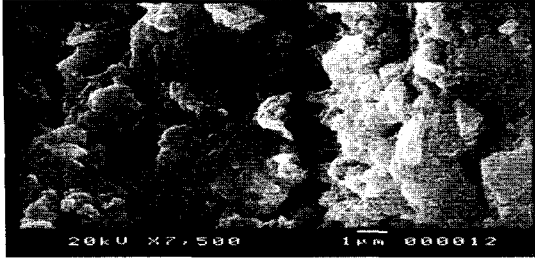


Fig. 11 Microstructures of RSLMC

휨강도 측면에서는 라텍스 혼입률이 증가할수록 휨강도는 증진되었으나, 압축강도는 라텍스 혼입률이 15%를 초과하면 강도가 저하되는 것으로 나타나 라텍스 개질 초속경 콘크리트의 최적의 라텍스 혼입률 범위는 시멘트량 대비 15%인 것으로 나타났다.

3.6 투수특성

3.6.1 소포제가 투수성에 미치는 영향

기포억제를 위해 사용된 소포제가 RSLMC의 투수성에 미치는 영향을 평가한 실험결과는 Fig. 12와 같다. 일반적으로 라텍스 15%를 혼입한 라텍스 개질 콘크리트의 전하량은 1000쿨롱정도로 보고되고 있다⁷⁾. 그러나, 본 실험에서 RSLMC의 전하량은 85쿨롱 이하로 측정되어 거의 불투수성 재료에 가까운 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 라텍스 혼입으로 인한 충전효과와 더불어 소포제 사용으로 인한 기포억제, 초속경 시멘트의 높은 분말도에 기인한 것으로 판단되어진다. 소포제가 투수성에 미치는 영향은 모든 소포제의 첨가율에서 100이하의 통과전하량을 나타내었으나, 그 변화의 차이가 낮은 것으로 나타나 RSLMC의 투수특성은 소포제에 대한 영향을 많이 받지 않는 것으로 판단되어진다.

3.6.2 라텍스 혼입율이 투수성에 미치는 영향

라텍스의 혼입률 변화가 투수성에 미치는 영향을 분석하고자 동일한 작업성 조건으로 하여 실험한 결과 Table 10과 같이 나타났다.

Fig. 13의 결과를 살펴보면, 라텍스의 첨가량이 증가할수록 초기 슬럼프 18cm를 위한 물-시멘트비는 상당히 낮아지고, 통과전하량 또한 라텍스 혼입률이 0%에서 20%로 증가할수록 크게 감소되어 라텍스 혼입률이 투수성에 미치는 영향은 매우 큰 것으로 나타났다. 즉, 라텍스 혼입률이 10%로 증대되면, 혼입되지 않은 경우에 비해 74% 투수성의 감소를 보이며, 라텍스 혼입률이 15%, 20%임 경우 불투수성을 나타내었다. 따라서, 일정량 이상의 라텍스 혼입은 작업성 증대에 따른 물-시멘트비 감소와 더불어 경화 후 콘크리트를 불투수성의 특성을 나타내게 하는 직접적인 원인이 되는 것으로 판단되어진다.

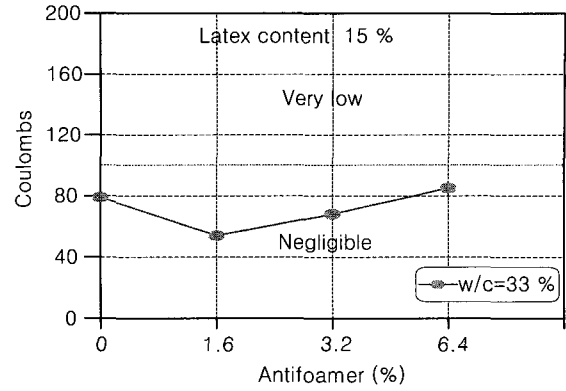


Fig. 12 Permeability of RSLMC with antifoamer content at 15% latex content

Table 10 Permeability of RSLMC with latex contents

Slump (cm)	W/C (%)	Latex (%)	Coulombs	Curing time (days)
18±1	49	0	1312	28
	45	5	1229	
	39	10	337	
	33	15	68	
	28	20	23	

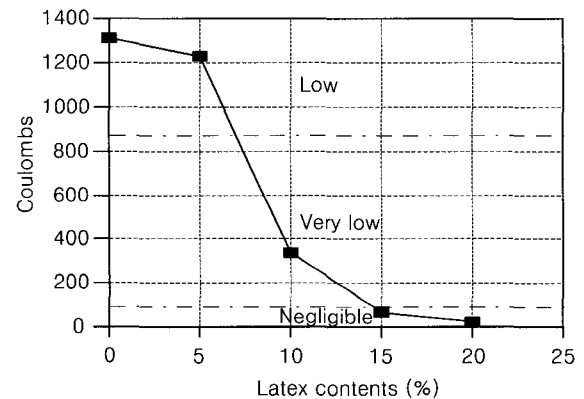


Fig. 13 Permeability of RSLMC with latex contents

4. 결 론

유지보수를 위한 교면포장 덧씌우기용 라텍스 개질 초속경 콘크리트의 개발을 위한 라텍스 혼입률 및 기포억제를 위한 소포제 혼입률을 실험인자로 선정하고, 이에 따른 상관성을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 동일 물-시멘트비 조건에서의 라텍스 혼입은 굳지 않은 콘크리트의 슬럼프를 크게 증대시켜 작업성을 유지하기 위한 단위수량을 감소시키는 것으로 나타났다. 그리고 소포제 사용이 슬럼프 경시변화에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 나타났다.

2) 초속경 시멘트에 라텍스 15%를 혼입하였을 경우 굳지 않은 상태에서의 공기량은 약 8%로 나타나 강도 및

내구성 저하가 예상되었다. 그러나, 소포제를 혼입함으로 인해 적정범위로의 공기량 제어가 가능하였다. 이와 같은 소포제의 사용은 강도 증진과 더불어 내구성 증대에 기여할 것으로 판단되어진다. 그러나 소포제의 과다사용은 오히려 강도저하 현상을 보이므로 적정량의 사용이 요구된다.

3) 동일 작업조건하에서 라텍스 혼입률 변화에 따른 응결특성은 혼입률이 증대할수록 지연되는 것으로 나타났다. 이러한 지연효과는 라텍스의 혼입으로 인한 초속경 시멘트의 초기 수화반응 억제로 판단되어진다. 그러나, 초결에서 초결까지의 시간은 약 15분 정도로 나타나 라텍스 혼입에 따른 초속경 시멘트의 초기 강도발현에는 큰 영향이 없는 것으로 여겨진다.

4) 초기재령에서 라텍스 혼입률이 증가함에 따라 압축강도가 저하되는 것은 라텍스 폴리머 입자로 인해 시멘트 수화반응을 지연하고, 형성된 폴리머 필름막이 습윤겔에 가까운 상태로 수분을 다량으로 함유하고 있어 시멘트 수화물과 골재간의 접착력이 작아진 것에 기인한 것으로 판단된다.

5) 염소이온 투과시험에 의한 RSLMC의 투수특성을 평가한 결과, 일정량 이상의 라텍스 혼입률에서 클롱값이 100이하로 나타나 불투수성의 특성을 보였다. 소포제에 의한 공기량의 감소가 투수특성에 미치는 영향보다는 라텍스의 첨가로 인한 불투수성의 향상이 보다 큰 것으로 나타났다.

본 연구는 특정 온도하에서 강도특성에 대한 영향만 분석한 결과이므로 향후 온도변화 및 내구특성에 대한 보다 자세한 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단지정 강원대학교 부설 "석재복합신소재제품연구센터" 지원에 의해 이루어진 것으로 이

에 감사 드립니다.

참고문헌

1. 정원경, "초속경시멘트를 이용한 라텍스 개질 콘크리트의 강도발현 및 투수특성," 강원대학교 석사학위논문 2001. pp.57~60.
2. 윤경구, 이주형, 김기현, 김대호, "현장적용을 위한 라텍스 개질 콘크리트의 역학적 특성," 대한토목학회 가을 학술발표회 논문집, 2001. pp.395~398.
3. 홍창우, 윤경구, 최상릉, 김태경, "라텍스 개질 콘크리트의 투수특성과 부착강도특성," 도로포장공학회 학술발표회 논문집, 2000. pp.191~197.
4. 이종명, 윤경구, 최상릉, 홍창우, 전인구, "라텍스 개질 콘크리트의 투수특성," 한국콘크리트학회 가을학술발표회 논문집, 2000. pp.191~196.
5. 김기현, 홍창우, 박상일, 양희용, "LMC를 이용한 교면포장의 현장 적용성 평가," 대한토목학회 가을학술발표회 논문집, 2000. pp.99~102.
6. Sprinkel, M. M., "High-Early-Strength Latex Modified Concrete Overlays," Transportation Research Record 1204, TRB, National Research Council, Washington, D.C, 1988. pp.42~51.
7. ACI Committee 548(1991), "State-of-the-Art Report on Polymer-Modified Concrete," American Concrete Institute, ACI 548.3R-91, November.
8. Demura, K., "Strength Properties of High-Early-Strength Polymer-Modified Mortars with a Calcium Aluminate-Based Accelerator," Proc. 5th Japan International SAMPLE Symposium, Oct, 28-31, 1997.
9. Sprinkel, M. M., "Very-Early-Strength Latex-Modified Concrete Overlays," Report of Virginia Transportation Research Council, No. VTRC99-TAR3. 1999.

요 약

본 연구에서는 기존 교량의 신속한 유지보수를 위한 교면포장 덧씌우기용 라텍스개질 초속경 콘크리트를 개발하고자 하였다. 실험변수로는 국내 생산 초속경 시멘트를 이용하여 혼화제 인자로 라텍스 및 소포제 혼입률 변화를 선정하여 작업성, 강도발현 및 투수 특성을 고찰하고자 한다. 실험결과 동일 물-시멘트비 조건에서의 라텍스 혼입은 콘크리트의 슬럼프를 증대시켜 작업성을 유지하기 위한 단위수량을 감소시키는 것으로 나타났다. 소포제를 혼입하지 않을 때는 공기량이 8~9%로 나타났으나, 소포제를 1.6~3.2% 혼입함으로써 공기량이 2.0~3.8%로 감소되었으며, 이로 인해 압축강도가 10~20%정도 증진하였다. 라텍스의 양이 증가함에 따라 콘크리트의 휨강도는 증진되나, 압축강도는 다소 저하되었다. 그러나, 소포제의 혼입으로 타설 후 3시간 만에 교통개방을 위한 압축강도와 휨강도를 얻을 수 있었다. 라텍스를 일정량 이상 첨가할 경우 콘크리트를 불투수성의 재료로 평가할 수 있을 정도의 낮은 통과전하량을 나타내었다. 따라서 라텍스 개질 초속경 콘크리트는 구조물, 교량 포장의 덧씌우기 또는 보수재료로서 사용되어 질 수 있을 것으로 사료된다.

핵심용어 : 초속경 라텍스 개질 콘크리트, 소포제, 라텍스