

# 소포제가 초속경 라텍스개질 콘크리트에 미치는 영향

## Effect of Antifoamer into Latex Modified Concrete with Rapid-Setting Cement

최 상 룡\*      이 주 형\*\*      김 동 호\*\*\*      김 기 현\*\*\*\*      김 경 진\*\*\*\*\*  
Choi, Sang Leung    Lee, Joo Hyung    Kim, Dong Ho    Kim, Ki Hun    Kim, Kyong Jin

### ABSTRACT

The purpose of this study was to remove the excessive air foaming which was produced in mixing the RSLMC(latex-modified concrete with rapid-setting cement) by choosing the best antifoam agent type and the optimized quantity for performance improved RSLMC. A series of RSLMM(latex-modified mortar with rapid-setting cement) experiments were carried out as the basic for RSLMC with the main experimental variables such as antifiamer types(A, B, C, D), antifoamer contents(0, 1, 2, 3%). Air content test and compressive, flexural tests were carried out to measure the improved properties of RSLMM and RSLMC. Chloride ion permeability test was carried out to estimate water permeability resistance.

The results of RSLMM showed that the decrease of 50% air content was obtained by admixturing a antifoam agent by 1%. The compressive strength and flexural strength at 3 hours after RSLMC placement were 235kgf/cm<sup>2</sup> and 49kgf/cm<sup>2</sup>, respectively, which exceeded the flexural strength criterion of 45kgf/cm<sup>2</sup> in order to open the RSLMC placed to traffic. The chloride permeability using A and C antifoamer at 28 days were below 100 coulombs, which was the permeability rating of negligible according to ASTM.

### 1. 서론

교면포장은 교통하중 및 환경적인 요인으로부터 포장체의 공용성을 일정 수준 이상으로 유지시켜주기 위해서는 지속적인 유지보수를 해 주어야 한다. 이러한 기존 교면포장 재료의 공용성 저하를 방지하고, 교통하중 및 환경적인 문제로부터 발생하는 부착력저하, 내구성 저하 등의 문제점을 해결하기 위한 노력으로 초속경 시멘트에 라텍스 수지를 혼입하여 사용하는 방법이 연구되어지고 있다. 그러나, 초속경 라텍스개질 콘크리트(latex-modified concrete with rapid-setting cement : 이하 RSLMC)에 사용되는 라텍스 수지는 콘크리트 배합 시 라텍스에 포함된 계면활성제의 작용에 의하여 많은 공기가 발생되어 강도 및 내구특성 저하를 유발하여 이에 대한 대책이 절실히 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 RSLMC 타설시 발생하는 기포를 억제하기 위한 방법으로 소포제를 사용하여 강도 및 내구 특

\* 정회원, (주)한석엔지니어링 전무이사

\*\* 정회원, 강원대학교 석재복합신소재제품연구센터 연구원

\*\*\* 정회원, 강원대학교 토목공학과 박사수료

\*\*\*\* 정회원, (주)승화 E&C 상무

\*\*\*\*\* 정회원, 충주대학교 토목공학과 조교수

성을 고찰하고자 하였다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

실험계획은 RSLMC에 적합한 소포제 종류 및 적정 혼입률 범위를 산정하기 위한 초속경 라텍스 개질 모르타르 (latex modified mortar with rapid-setting cement 이하 ; RSLMM) 실험과 콘크리트 적용성 평가 실험을 위한 RSLMC의 실험으로 구분하여 동일 물-시멘트비 조건하에서 소포제의 종류에 따른 첨가량을 0%, 1%, 2%, 3%로 하여 소포제 종류와 혼입률에 따른 RSLMM과 RSLMC의 특성 변화를 알아보하고자 하였다.

### 2.2 사용재료 및 배합설계

교면포장의 신속한 보수·보강 목적으로 국내 생산 초속경 시멘트를 사용하였으며, 굵은골재는 교면포장용으로 최대치수가 13mm인 레미콘용 쇄석을, 잔골재는 천연 강모래를 사용하였다. 라텍스는 미국 D사의 SBR 라텍스를 사용하였으며 골재와 라텍스의 물리적 특성은 각각 표 1, 2와 같다. 소포제는 국내에서 생산되는 각기 다른 4가지 종류를 사용하였으며 보다 자세한 특성은 표 3과 같다.

소포제 혼입률 변화에 따른 특성평가를 위한 RSLMM과 RSLMC의 배합표는 표 4와 같다. 라텍스는 단위시멘트량 대비 고흡분으로 15%를 첨가하였으며, 소포제 혼입률은 동일한 조건을 갖추기 위하여 라텍스 전 고흡분에 대한 소포제의 유효고형분의 비로 혼입하였다. 양생은 기건(20℃, 50%HR)양생을 기준으로 하여 각 재령에 따라 실험을 실시하였다.

### 2.3 실험방법

RSLMM의 특성평가를 위한 공기량 시험은 KS F 2421에 준하여 모르타르용 공기량 시험기를 사용하여 실험하였다. 모르타르 압축강도 시험편은 50.8×50.8×50.8mm의 시험시편을 제작하여 재령 1일에 만

표 1 골재 특성

Type	Max. Size (mm)	Specific Gravity	Absorption (%)	F.M
Fine Aggregate	5	2.6	0.71	2.98
Coarse Aggregate	13	2.7	0.97	6.3

표 2 라텍스의 물리적 특성

Solid Content (%)	Butadiene Content (%)	Styrene Content (%)	Average particle size	Surface charge	Specific Gravity
48	34±1.5	66±1.5	1900~2500A	Nonionic	1.01

표 3 소포제의 특성

Antifoamer Type	Specific Gravity	pH	Solid Content (%)	Appearance
A	1.0	6.5	15	white
B	1.0	7.0	25	white
C	1.02	7.0	19	white
D	1.0	7.5	100	brown

표 4. RSLMM과 RSLMC 배합특성

Type	Antifoamer Content	Latex Content	W/C (%)	Mix Proportion(kg/m <sup>3</sup> )					
				C	S	W	L	G	
RSLMM	0,1,2,3%	15%	36	390	980	75	122	-	
RSLMC	0,1,2,3%		36	390	949	75	122	714	

주1) RSLMM 시멘트 : 잔골재 = 1: 2.5 주2) RSLMC 잔골재율 : 58%

능재료시험기를 이용하여 시험을 수행하였다. RSLMC의 슬럼프 시험 및 공기량 시험은 각각 KS F 2402와 KS F 2421에 준하여 실시하였다. 또한 재령 경과에 따른 강도특성을 파악하기 위한 압축강도 및 휨강도 시험을 KS F 2405 와 KS F 2408 규정에 의거 재령 3, 6, 24시간 및 28일에 만능재료시험기를 사용하여 측정하였다. 투수시험은 ASTM C 1202에 규정된 염화이온 투과시험방법에 따라 직경 10cm, 두께 5cm로 시편을 제작하여 시험을 수행하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 초속경 라텍스 개질 모르타르의 특성

##### 3.1.1 소포제 혼입에 따른 공기량 변화

그림 1은 가장 폭넓게 사용되는 라텍스 혼입률 15%에 소포제 혼입률을 0, 1, 2, 3%로 변화시켜 소포제 종류별로 공기량을 각각 측정한 것이다. 공기량 변화를 살펴보면, D 소포제를 제외한 나머지 A, B, C 소포제는 매우 우수한 소포력을 나타내는 것을 알 수 있다. 즉, 소포제 1%의 첨가량에서 50% 이상의 공기량 감소특성을 나타내고 있다. 그러나, 1% 이상의 첨가에서는 뚜렷한 소포제어 특성을 보이지는 않았으며 A, C 소포제가 가장 안정적인 소포력을 나타내었다. D 소포제의 경우는 첨가량 2%에서부터 뚜렷한 공기 감소특성을 나타내었으나, 2~3%에서의 소포특성은 유사한 것을 알 수 있었다.

##### 3.1.2 소포제 종류 및 혼입률에 따른 압축강도 특성

RSLMM 압축강도 시험시편은 기건(20°C, 50%HR)양생을 기준으로 재령 1일에서 압축강도를 측정하였다. 그림 2는 라텍스 혼입률 15%에서 소포제 혼입률 변화에 따른 모르타르 압축강도를 나타낸 것이다. 소포제 첨가에 따른 강도발현 결과를 살펴보면, 소포제 혼입률 1%에서 소포제 A, B, C는 강도가 급격히 증진되는 결과를 보였다. 그러나, D 소포제의 경우는 오히려 강도도 저하되어 공기량과 강도발현 특성의 상관관계를 분명하게 보여주었다. 소포제 혼입률 2%에서는 모든 소포제가 무첨가의 경우보다 약 24, 23, 33, 21%의 우수한 강도발현 특성을 나타내었다.

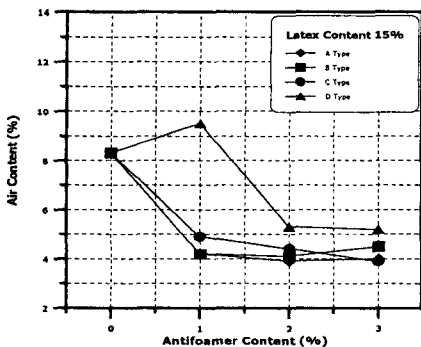


그림 1 소포제에 의한 공기량특성

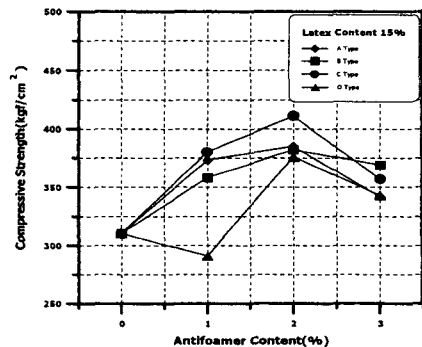


그림 2 RSLMC의 압축강도특성

### 3.2 초속경 라텍스 개질 콘크리트의 특성

#### 3.2.1 소포제 혼입에 따른 공기량 변화

RSLMC 특성 평가를 위한 소포제는 RSLMM 특성 평가에서 우수한 소포력과 강도증진 효과를 보인 A, C 소포제를 선택하여 실험하였으며, 그림 3은 A, C 소포제 혼입률 변화에 따른 공기량 특성을 나타낸 것이다. 그림 3을 살펴보면, RSLMM과 마찬가지로 소포제를 첨가하지 않은 RSLMC에서는 7%가 넘는 과도한 공기량을 나타내어 강도저하 및 내구성 저하를 예상할 수 있었다. 그러나, 소포제 혼입률 조건에 상관없이 A, C 소포제를 혼입할 경우 공기량이 4% 이하로 감소하는 결과를 보였다. 또한, 소포제의 혼입률 증가에 따른 공기량의 급격한 감소는 관찰할 수 없었다.

#### 3.2.2 소포제 혼입률 변화에 따른 슬럼프 경시변화 특성

그림 4는 A, C 소포제 종류 및 혼입률 변화에 따른 슬럼프 경시변화 특성을 나타낸 것이다. A 소포제와 C 소포제 혼입률 변화에 의한 슬럼프 경시변화 특성을 살펴보면, C 소포제의 경우는 모든 소포제 혼입률에서 소포제를 혼입하지 않은 조건과 비교하였을 때 배출 슬럼프가 크게 낮아지는 특성을 보였다. 이를 혼입률별로 살펴보면, 소포제 혼입률 1.0% 및 3.0%에서는 초기 배출 슬럼프가 10~11cm로 저감되어 나타났으며, 경시변화에서도 10분 경과시 슬럼프가 5cm로 급격히 저하되었다.

#### 3.2.3 소포제 혼입률 변화에 따른 강도 특성

그림 5는 소포제 A, C 두 종류에 따른 소포제 혼입률별 압축강도 특성을 나타낸 것이다. 그림 5(a)는 A 소포제를 사용한 경우이며, 그림 5(b)는 C 소포제를 사용하여 측정한 압축강도 결과이다. 실험 결과를 살펴보면, 소포제를 첨가하지 않은 경우에 초기 3시간 압축강도는 256kgf/cm<sup>2</sup>로 나타났으며, A 소포제의 경우, 소포제 혼입률 1%에서 초기 3시간 압축강도가 270kgf/cm<sup>2</sup>로 약간의 강도 증진을 나타내었으며, 그림 5(b)의 C 소포제 경우는 초기재령 3시간에서 소포제 혼입률 1%, 2%, 3%에 260, 304, 270kgf/cm<sup>2</sup>로 각각 1.6%, 18.8%, 5.5%의 압축강도 증진율을 나타내었다. 그림 6은 소포제 종류 및 소포제 혼입률 변화에 의한 휨강도 특성을 나타낸 것이다. 소포제를 혼입하지 않은 초속경 라텍스 개질 콘크리트의 초기 휨강도는 약 50kgf/cm<sup>2</sup>를 나타내어 초기 교통개방을 위한 조건을 충분히 충족시키는 것으로 나타났다.

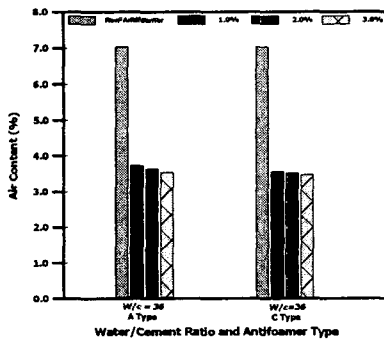


그림 3 소포제에 따른 공기량 특성

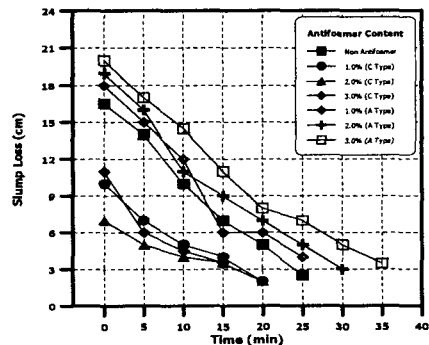
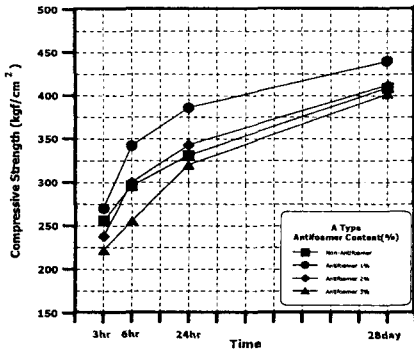


그림 4 소포제에 따른 슬럼프변화

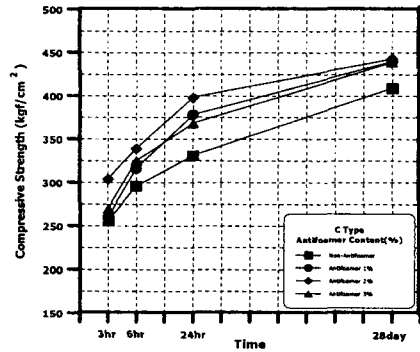
이를 통해 소포제의 사용은 RSLMC에서 압축강도 및 휨강도의 발현 증진 효과를 기대하기 위해서는 소포제 종류에 따라 적절한 혼입률 범위 내에서 첨가시켜야 함을 확인할 수 있었다.

### 3.2.4 소포제 혼입률 변화에 따른 투수특성

그림 7은 소포제 혼입률 변화에 따른 투수특성을 나타낸 것이다. 실험 결과를 살펴보면, 소포제를

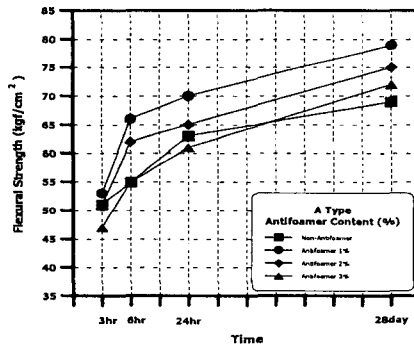


(a) 소포제 A

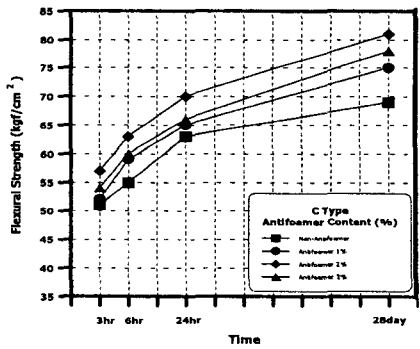


(h) 소포제 C

그림 5 소포제 종류와 혼입률에 따른 RSLMC 압축강도



(a) 소포제 A



(b) 소포제 C

그림 6 소포제 종류와 혼입률에 따른 RSLMC 휨강도

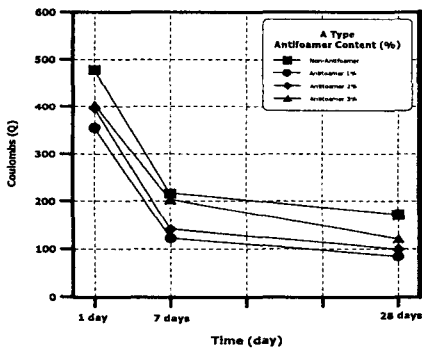


그림 7 RSLMC의 투수특성

표 5 투과량에 따른 투수특성

쿨롱	Permeability Rating
4000이상	High
2000~4000	Moderate
1000~2000	Low
100~1000	Very Low
100이하	Negligible

첨가하지 않은 경우의 재령 1일에서의 통과 전하량은 약 480쿨롱을 나타내었다. 이러한 쿨롱의 수치는 ASTM C 1202의 기준으로 평가할 때 매우 낮은 투수성을 갖는 것이다. 이를 통해 초속경 시멘트에 라텍스를 이용할 경우 투수성 감소에 상당한 효과를 가져올 수 있을 것으로 판단되어진다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 소포제를 사용한 RSLMM과 RSLMC의 특성 변화를 고찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 소포제를 혼입하지 않은 RSLMM의 경우 약 8.2%의 공기량을 나타내어 강도 및 내구성 저하가 예상되었다. 그러나, 소포제의 일정량 이상의 혼입으로 50%이상의 공기량 감소효과를 가져와 소포제를 통한 적정범위로의 공기량 제어가 가능함을 알 수 있었다.

2) RSLMM의 강도발현 실험결과 공기량을 감소시키는 일정범위에서 강도가 약 20% 이상 증진되는 효과를 얻어 공기량과 압축강도의 상관관계를 알 수 있었다. 그러나, 소포제의 일정량 이상의 첨가는 RSLMM의 강도발현 및 공기량 감소에 큰 변화를 주지 않는 것으로 나타났다.

3) 소포제를 RSLMC에 적용한 결과 RSLMM과 동일한 공기량 감소효과를 얻을 수 있었다. 또한, 슬럼프경시변화는 소포제 혼입률에 따른 영향보다는 소포제 종류에 따른 영향을 더 많이 받는 것으로 나타났다.

4) RSLMC의 강도 특성에서 A 소포제는 1% 첨가시 소포제를 첨가하지 않은 초기 3시간 강도를 기준으로 압축강도는 11.3%의 증진을 나타내었으며, 휨강도는 54kgf/cm<sup>2</sup>로 10%의 강도 증진을 보여 조기 교통 개방의 기준인 45kgf/cm<sup>2</sup>를 상회하는 것으로 나타났다. 그러나 적정 소포제 혼입률 범위 이상을 사용할 경우 강도가 감소하는 것으로 나타났다.

5) 소포제 혼입률과 투수특성과의 상관관계를 알아보고자 실험한 결과, 소포제의 혼입이 공기량 감소와 더불어 콘크리트의 투수성에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

#### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 강원대학교 석재복합 신소재제품연구센터의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

#### 참고문헌

1. 이종명, 윤경구, 최상룡, 홍창우, 전인구(2000) "라텍스 개질 콘크리트의 투수특성," 한국콘크리트학회 가을학술발표회논문집, pp. 191-196.
2. 김기현, 윤경구, 박상일, 홍창우, 이주형(2000) "LMC교면포장법의 국내 도입방안," 한국콘크리트학회 가을학술발표회논문집, pp.1063-1068.
3. ACI Committee548(1993), "Standard Specification for Latex-Modified Concrete Overlays," American Concrete Insitututa, Redford Station Detroit, Michigan 48219.
4. American Concrete Institute(1992), Standard Specification for Latex-Modified Concrete Overlays, ACI 548.4-93.