

유지보수를 위한 RSLMC의 산성 저항성

Acid Resistance Properties of RSLMC for Maintenance and Repair

홍창우** 김동호*** 이훈재**** 권혁찬**** 윤경구*
Hong, Chang-Woo Kim, Dong-Ho Lee, Hun-Jae Kwon, Hyouk-Chan Yun, Kyong-Ku

Abstract

Latex modified concrete is governed by both cement hydration and polymer film formation processes in its binder phase. Such the reactions are expected to improve the polymer-cement co-matrixes themselves and the bond between the cement hydrates and aggregates, and to improve the properties of hardened latex-modified concrete.

The purpose of this study was to study the strength and chemical resistance of Rapid-setting latex modified concrete(RSLMC) with the main experimental variables such as latex content(0, 5, 10, 15, 20%) and water-cement ratio(36, 38, 40%) at latex content 15%.

Water absorption test was carried out to estimate water permeability resistance. Chemical resistance test was carried out to measure the weight change and to observe the appearance of RSLMC immersion in hydrochloric acid, sulfuric acid, and calcium chloride.

키워드 : 화학저항, 라텍스개질 콘크리트, RSLMC

Keywords : chemical resistance, latex modified concrete, RSLMC

1. 서론

일반적인 환경하에서의 화학적 침식은 시멘트 성분의 용출 및 유산염, 해수 혹은 지하수 중의 산성을 띤 물 등의 작용에 의한 침식을 들 수 있다. 또한, 특수한 환경하에서는 각종의 산, 염류, 염화물, 알칼리류 혹은 특수한 유지를 취급하는 공장이나 이러한 공장에서 배출되는 폐수에 접하는 콘크리트 구조물에 작용하는 침식 등이 있다. 콘크리트 내구성에 관한 연구에 있어서 화학작용에 대한 저항성은 다른 내구성능 저하요인들의 침식작용보

다 미약하여 많은 연구가 진행된 것은 아니나, 최근 산업화의 발달과 유해한 환경에 노출된 콘크리트 구조물의 내구성능 저하가 큰 문제점으로 대두되는 바 콘크리트의 화학적 저항성에 대한 부분도 반드시 검증되어야 할 부분이다.

본 연구에서 사용한 초속경 라텍스 개질 콘크리트의 적용 대상은 유지보수용 교면포장으로서 교통하중에 의한 충격, 빗물, 기타의 기상 조건 등으로부터 교량의 상판을 보호하고, 동시에 이용교통차량에 쾌적한 주행성을 제공하는 것을 목적으로 한다. 최근에 들어 교통량 및 중차량의 급격한 증가로 교면포장의 보수주기가 짧아지고 있는 실정이며, 이때 포장의 손상은 상판 표면으로 유입된 유해물이 균열부위를 통해서 상판내부로 침투하여 상판의 노화와 염화물 침투에 의한 철근의 부식을 촉진시켜 내구성을 저하시키는 것으로 보고되고 있다(윤경구 등, 2000)

* 강원대학교 토목공학과 조교수, 공학박사
** 강원대학교 토목공학과 박사졸업
*** 강원대학교 토목공학과 박사수료후 과정
**** 강원대학교 토목공학과 석사과정

최근에 개발 적용된 라텍스 개질 교면포장공법은 라텍스 수지의 첨가에 의해서 보통 콘크리트보다 휨인장 강도의 증진, 균열억제, 방수효과 증진, 유지관리가 양호하다는 월등한 장점을 지녔지만(Kuhlmann, 1990) 교통개방을 위한 강도를 일기까지 장기간의 양생기간이 요구되기 때문에 신설교량에는 적용할 수 있어도 기존 교량의 보수·보강 재료로 사용하기에는 어려움이 따른다.

긴급공사의 보수·보강재로 많이 사용되고 있는 초속경 시멘트 콘크리트는 교통개방에 요구되어지는 소요강도를 빠른 시간에 얻을 수 있어 많이 사용된다. 그러나 보통 시멘트와 다른 초속경 시멘트의 수화메카니즘에 의해서 건조수축이 크고 표면 박리 저항성 및 내약품성에 취약한 단점이 있다.

따라서, 본 연구에서는 기존교량의 유지보수용 덧씌우기 재료를 보완하고자 초속경 시멘트에 라텍스 폴리머 수지를 혼입한 초속경 라텍스 개질 콘크리트(Rapid-setting latex modified concrete : 이하 RSLMC)에 대한 강도 및 내화학 약품성에 대한 특성을 고찰하고자 한다. 이와 같은 연구는 최근 산업공해로 인한 산성비로 인해 시멘트 경화체를 부식시키는 문제점이 발생되고 있는 측면에서 그 의미가 클 것으로 사료된다.

2. 연구배경 및 목적

2.1 이론적 배경

일반적으로 화학작용에 대한 콘크리트의 저항성은 다른 내구성능 저하요인들의 침식작용보다 훨씬 미약하며 실제 사용되고 있는 콘크리트 구조물이 심한 화학적 침식을 받는 경우는 소수에 불과하다. 일반적인 환경하에서의 화학적 침식은 시멘트 성분의 용출 및 유산염, 해수 혹은 지하수 중의 산성을 띤 물 등의 작용에 의한 침식이 있고, 특수한 환경으로서는 각종의 산, 염류, 염화물, 알칼리류 혹은 특수한 유지를 취급하는 공장이나 이러한 공장에서 배출되는 폐수에 접하는 콘크리트 구조물에 작용하는 침식이 있을 수 있다.

포틀랜드 시멘트 경화체는 다량의 수산화칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$)을 생성하여 강알칼리성을 나타내나 산과 접하면 중화하여 각종의 염류를 생성하게 된다. 이러한 염의 용출이나 결정화에 의해 콘크리트 내부가 다공화 하거나 염의 결정성장 압력으로 균열이 발생하여 파괴된다. 또한 강산의 종류에 따라서는 시멘트 경화체의 주된 성분인 알루미늄산화물이나 규산산화물까지도 분해시키는 경우도 있다. 콘크리트를 침식시키는 산은 무기산(황산, 염산, 질산 불산 등)과 유기산(초산, 낙산, 개미산, 주석산, 수산 등)으로 분류되며 이러한 산류는 거의 전부 정도의 차는 있어도 콘크리트를 부식시킨다.

염류의 콘크리트에 대한 침식작용은 염류가 서

로 시멘트의 수화반응으로 생성된 수산화칼슘과 반응하여 가용성물질을 만들고 이것이 용출되는 것으로 인하여 콘크리트가 부식되고 강도저하나 부재단면의 감소를 발생시킨다. 염류 중에서 황산염은 콘크리트에 대하여 특별한 침식작용을 한다. 즉, 콘크리트와 접촉한 경우 콘크리트내부의 칼슘알루미늄네이트와 반응하여 에트링 가이트를 생성하고, 그 체적팽창에 의한 압력으로 균열을 발생시키거나 콘크리트를 붕괴시키는 경우도 있다. 해수에 의한 콘크리트의 부식은 해수 중에 포함된 황산염, 주로 황산나트륨 및 황산마그네슘의 작용에 의한 것으로 알려져 있지만, 일부에서는 황산마그네슘의 이수염(二水鹽)의 석출 혹은 염소이온의 침투에 의한 것이라는 설도 있다. 또한, 황산염은 황산기(SO_4)뿐만 아니라, 양이온의 종류에 따라서도 침식작용의 정도가 달라지며, 황산암몬($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)이 가장 침식작용이 크다. 또한, 칼륨, 나트륨, 칼슘계의 질산염은 거의 콘크리트에 무해하나 암모늄, 알루미늄계의 질산염은 콘크리트 중의 수산화칼슘과 반응하여 가용성의 질산칼슘을 생성하여 콘크리트를 침식시킨다.

염화물은 황산염 등에 비해 그 침식성은 적지만 유해한 것도 있다. 염화마그네슘은 수산화칼슘, 규산칼슘, 알루미늄산화물과 반응하여 그들의 마그네슘염, 또는 수산화알루미늄 등의 불용성 콜로이드상의 물질을 생성하여 콘크리트를 붕괴시킨다. 또한, 염화칼슘은 농도가 진할 경우, 시멘트 중의 알루미늄산화물과 반응하여 복염을 만들어 침식한다. 철이나 그 외의 금속염화물은 수산화칼슘과 반응하여 금속의 수산화물과 수용성염화칼슘을 생성하여 침식한다.

산업화 과정에서 필연적으로 파생되는 심각한 환경문제는 사회적·국가적 차원을 벗어나 국제적인 문제로까지 되고 있다. 중국 대륙의 산업화로 말미암아 우리나라 서해안 일대의 산성비의 산도는 pH 4.6(백령도에서 측정)의 강산성으로 나타나고 있다. 이것은 일본이나 우리나라에 적지 않은 영향을 미치고 있는 것으로 국제적인 문제로까지 거론될 것으로 생각된다.

그런데 이러한 산성비는 건축구조물의 외장에 주로 사용되고 있는 시멘트 경화체에 심각한 열화현상을 일으켜 구조물의 성능 및 내구성의 현저한 저하를 가져온다. 따라서 시멘트 경화체의 산에 의한 취약점을 개선하기 위한 많은 연구가 수행되고 있으며 이의 일환으로 고분자를 이용한 시멘트 경화체에 대한 연구가 활발하다. 이중 Polymer Cement Mortar(PCM)은 건축물의 외장재로서 시멘트 경화체의 인장강도, 휨강도, 건조수축, 내약품성, 등이 우수하여 그 연구는 물론 실용화 단계에 있다.

1920년대에 영국에서 최초의 특허가 나온

Polymer 복합체는 1970년대 이후 영국, 서독, 미국, 일본등을 중심으로 활발한 연구가 진행되었으며, 최근 더욱 심각해지고 있는 환경요인으로 인한 고내구성재료의 개발을 위한 연구가 절실하다. 따라서 최근 심각해진 산성비의 피해를 줄일수 있는 건설재료의 개발을 위한 연구의 일환으로 본 연구를 수행하게 되었다

2.2 연구목적

본 연구는 초속경 라텍스 개질 콘크리트의 역학적 특성 분석을 통한 새로운 보수·보강재료 및 기존교량의 교면포장 재료로서의 사용성 검토 차원에서 수행되었으며, 라텍스 개질 콘크리트의 강도 및 내구특성 증진에 의한 성능개선을 위해 내화학약품에 대한 저항성 평가를 그 목적으로 한다.

주요 실험 인자로 라텍스 혼입률 변화(0%, 5%, 10%, 15%, 20%)와 물-시멘트 변화(36%, 38%, 40%)를 선정하였다. 강도특성으로는 압축, 쪼갬인장강도를 재령(3hr, 6hr, 1day, 28day)에 따라 평가하였다. 그리고 내구특성으로는 수밀성과 염산, 황산, 염화칼슘 용액에 대한 내화학약품성에 대해서 분석하였다. 수밀성은 수중 침전시간 0, 1, 3, 5, 9, 24, 48hr과 흡수율의 관계로부터 수분 침투 저항성에 관한 분석을 수행하였으며, 내화학약품성은 2%염산, 5%황산 및 4%염화칼슘에 대한 표면부식성과 중량변화율로서 내화학약품성을 분석하였다.

3. 실험계획 및 방법

3.1 실험계획

본 연구는 초속경 라텍스 개질 콘크리트의 강도 및 내구특성을 분석하기 위한 실험으로 단위시멘트량을 390kgf/cm³, 물-시멘트 비는 작업성을 고려한 동일 슬럼프 조건 21±1cm로 고정한 상태에서 라텍스 혼입률 변화에 의한 실험을 수행하였다. 또한 단위시멘트량을 390kgf/cm³, 라텍스 혼입률을 15%로 고정한 상태에서 물-시멘트 비 변화에 의한 내구특성을 파악하기 위한 실험을 수행하였다. 초속경 시멘트는 국내 생산용 S 초속경 시멘트를 사용하였으며, 소포제 타입은 최성욱 등(2002)의 실험에서 좋은 특성을 나타낸 A 소포제로 라텍스 전고형분에 대한 소포제 유효고형분 비로 1.0%로 고정하여 실험을 수행하였다.

3.2 사용재료

초속경 시멘트는 국내 생산 초속경 시멘트중 개질을 통하여 선정된 S사 초속경 시멘트를 사용하였다. 교면포장의 덧씌우기 재료로 사용되는 굵은 골재는 최대치수가 13mm인 레미콘용 쇄석을 사용

하였으며, 잔골재는 천연 강모래를 사용하였다. 라텍스는 폴리머와 물을 일정비율로 혼합해서 만든 우유빛 액상 물질로써 물 52%, 폴리머 고형분 48%로 구성되어 있고, 스틸렌과 부타디엔은 66/34로 조성되어 있으며 소량의 계면활성제와 안정제가 첨가되어 있는 미국 D사의 SBR 라텍스를 사용하였다. 또한, 소포제는 국내에서 생산되는 실리콘 계열의 라텍스 첨가용 소포제를 사용하였다.

3.2 배합설계

초속경 라텍스 개질 콘크리트의 내구특성을 분석하기 위한 본 실험에서는 라텍스 혼입률과 물-시멘트 비를 주요 변수로 하여 배합을 도출하였으며, 모든 배합에서 소포제 첨가량은 1%로 고정하였다. 이상과 같은 배합은 표 1에 나타내었다.

표 1. RSLMC의 배합설계

Latex contents (%)	W/C (%)	Mix proportion (kgf/cm ³)				
		C	L	W	S	G
0	49	390	0	191	957	719
5	46	390	41	157	947	712
10	42	390	81	119	944	710
15	36	390	122	74	952	716
	38	390	122	82	940	707
	40	390	122	89	958	698
20	34	390	163	44	944	710

3.3 시험체 제작

라텍스 혼입률 변화와 물-시멘트 비 변화에 따른 초속경 라텍스 개질 콘크리트의 내구특성을 분석하기 위해 내약품성 및 흡수성 시험시편을 KS F 2403에 준하여 Ø10×20cm의 원형 시험시편을 제작하였다. 시험용 공시체는 기건(20℃, 50% RH) 양생을 기준으로 하여 양생을 수행하였다.

3.4 실험방법

(1) 압축강도 및 쪼갬인장강도

RSLMC의 재령 경과에 따른 강도특성을 파악하기 위해서 KS F 2405 규정에 준하여 압축강도 시험은 재령 3, 6, 24시간 및 28일에서 만능재료시험기를 사용하여 강도를 측정하였다. 또한 KS F 2423에 의거한 쪼갬인장강도 시험은 재령 3시간 및 28일에서 수행하였다. 압축강도 측정시 시험시편의 편심에 대한 영향을 최소한으로 줄이기 위해서 콘크리트 시험편의 양단을 연마기를 사용하여 수평하게 제작하였으며, 세 개의 공시체 평균값을 사용하여 각각의 재령에서의 강도를 나타내었다. 이와 같은 강도 측정에 사용된 시험장치는 그림

1~2와 같다.

(2) 수밀성시험

보통 콘크리트의 공극은 기포, 모세관 공극 및 겔 공극으로 이루어진다. 이러한 공극이나 블리딩에 의해 세골계 표면에 부분적으로 생긴 공극을 통해 수분이 침투된다. 그러나 콘크리트에 라텍스를 첨가한 경우에는 콘크리트 내부에 라텍스 필름이 형성되어 모세관 공극이나 겔 공극 등을 차단하기 때문에 외부로부터의 수분 침투를 저지할 수 있다. 따라서, 라텍스를 첨가한 콘크리트는 보통 콘크리트에 비해 방수성이 우수하기 때문에 방수재로서 사용될 수 있다. 또한, 라텍스를 첨가한 콘크리트의 흡수성에 대한 저항성은 공기량에는 그다지 영향을 받지 않고 라텍스-시멘트 비에 크게 좌우된다.

흡수시험은 JIS A 1171(關野一男, 1996)에 의거하여 재령 28일에서 건조양생(20℃, 50%RH) 직후의 공시체 및 건조양생 후 온도 80℃에서 무게가 변하지 않을 때까지 건조시킨 공시체를 20℃의 수중에 침전시켜 수행하였다. 수중 침전시간이 0, 1, 3, 5, 9, 24 및 48시간인 원형 공시체의 흡수율을 다음식에 따라 산출하였다.

$$\text{흡수율}(\%) = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100$$

여기서, W_0 : 수중침전전 공시체의 질량(g)

W_1 : 수중침전후의 공시체의 질량(g)

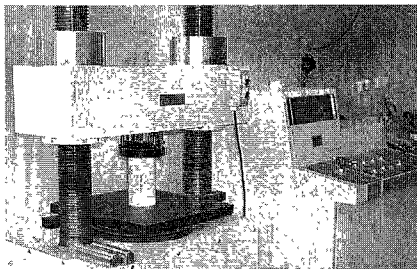


그림 1. 콘크리트의 압축강도 시험



그림 2. 콘크리트의 쪼갬인장강도 시험

(3) 내약품성 시험

내약품성 시험은 28일 동안 건조 양생 된 공시체를 2% 염산, 5% 황산, 4% 염화칼슘 용액에 침전시켜 28일 후의 화학적 침전 상태를 비교 분석하였다. 이 실험은 ASTM C 267(關野一男, 1996)에 준하여 10×20cm의 원형 공시체를 제작하여 28일 동안 기건 양생(20℃, 50%RH)을 실시한다. 그 후 2% 염산, 5% 황산 및 4% 염화칼슘의 수용액을 시험 용액으로 28일 동안 수용액에 침전하여 내약품성 시험을 수행하였다. 시험액의 양은 공시체 1개에 대해 24 l로, 2%염산 및 5%유산의 수용액에 대해서는 3일에 한번 씩 교환하였다. 28일간 침전 후 시험액에서 공시체를 꺼내어 침식되고 약화한 부분을 수돗물로 세정하여 제거한 후 천으로 닦은 다음에 아래의 식에 의해 중량 변화율을 구하였다.

중량 변화율(%) = $\{(W_1 - W_0) / W_0\} \times 100$ 여기서, W_0 = 시험액 침전 전의 공시체 중량 (g)

W_1 = 시험액 침전 후의 공시체 중량 (g)

4. 실험결과 및 고찰

4.1 SB라텍스 혼입이 강도에 미치는 영향

(1) 라텍스 혼입률에 따른 압축강도특성

라텍스 혼입률을 0, 5, 10, 15, 20%로 변화할 때 재령 경과에 따른 압축강도 결과는 그림 3과 같다. 라텍스를 혼입하지 않은 경우의 초기 3시간 압축강도는 230 kgf/cm²로 나타났으며, 이를 기준으로 할 때 라텍스 혼입률 5%, 10%, 15%, 20%에서 각각 17.8%, 20.4%, 16.1%, 8.7%의 초기 압축강도 증진을 나타내었다.

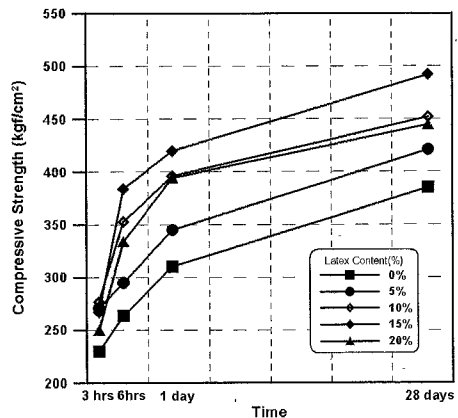


그림 3. 라텍스 혼입률에 따른 RSLMC의 압축강도

즉, 초기 교통개방을 목적으로한 초기 3시간 목표 압축강도 200 kgf/cm² 는 모든 경우에서 만족되는 결과를 얻을 수 있었다. 일반적으로 동일 물-시멘트 비 조건에서는 라텍스 혼입률이 증가함에 따라 압축강도가 저하되는 경향을 보인다. 그러나 본 실험에서는 동일 슬럼프 조건으로 배합설계를 수행하였기 때문에 라텍스의 계면활성제에 의한 동일 슬럼프 조건을 맞추기 위한 단위수량을 현저히 감소시킬 수 있으므로 라텍스 혼입률이 증가해도 라텍스를 혼입하지 않은 경우에 비해 압축강도가 증가하는 경향을 나타낸 것이다.

동일 슬럼프 조건에서 초기 압축강도는 라텍스 혼입률 10%에서 최고를 보이며, 혼입률이 증가함에 따라 강도는 감소하는 경향을 보인다. 이러한 원인은 라텍스 혼입으로 인하여 시멘트의 초기 수화반응을 라텍스가 지연시키기 때문이라고 판단된다.

재령 경과에 따른 압축강도 발현율은 라텍스 혼입률 0, 5, 10, 15%의 경우에는 유사한 경향을 보였으나, 라텍스 혼입률 20%의 경우는 초기 3시간 강도뿐만 아니라 재령 증가에 따라라도 라텍스 혼입률 10, 15%의 경우보다 강도가 저하되는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 라텍스 혼입률 20%에서 상대적으로 과도한 라텍스 혼입으로 인해 시멘트 수화반응 억제로 인해 발생한 결과로 판단된다.

(2) W/C 변화에 따른 압축강도특성

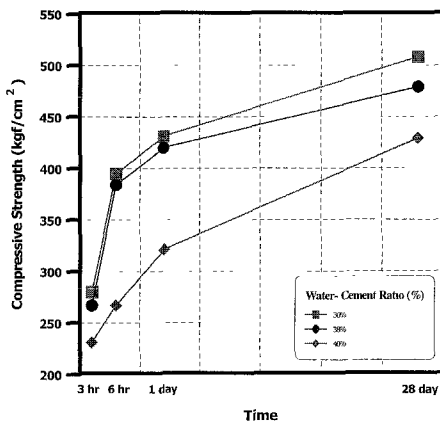


그림 4. W/C 변화에 따른 RSLMC의 압축강도

그림 4는 라텍스 혼입률을 15%로 고정한 상태에서 물-시멘트 비를 36%, 38%, 40%로 변화를 주었을 때의 압축강도 특성을 나타낸 것이다. 물-시멘트 비 40%의 초기 3시간 압축강도 231 kgf/cm²을 기준으로 물-시멘트 비 38%, 36%에

서 각각 267, 280 kgf/cm²의 초기 압축강도를 나타내어 15.6%, 21.2%의 압축강도 증진을 나타내었다. 또한 재령 증가에 따른 압축강도의 증진에서 물-시멘트 비 40%인 경우에는 압축강도의 증진율이 저조하였으나 물-시멘트 비 36% 및 38%에서는 급격한 압축강도 증진 현상을 나타냈다.

이러한 원인은 수화작용에 필요한 단위수량 이외의 여분의 물이 경화된 콘크리트 내부에 공극을 형성하게 되며, 또한 라텍스 필름막 형성이 저해되기 때문에 발생한 것으로 판단된다.

(3) 라텍스 혼입에 따른 쪼갬인장강도특성

라텍스 혼입률 변화에 따른 쪼갬인장강도 특성은 그림 5와 같다. 라텍스 혼입률 변화에 따른 초기 3시간 쪼갬인장강도 특성은 라텍스를 첨가하지 않은 경우의 쪼갬인장강도 27 kgf/cm²을 기준으로 할 때 라텍스 혼입률 5%, 10%, 15%, 20%에서 각각 29, 31, 35, 33 kgf/cm²를 나타내어 초기 3시간 쪼갬인장강도는 라텍스 혼입률 15%에서 가장 높게 나타났다. 그러나 재령 28일에서는 라텍스 혼입률 20%에서 가장 우수한 쪼갬인장강도 특성을 나타내었다

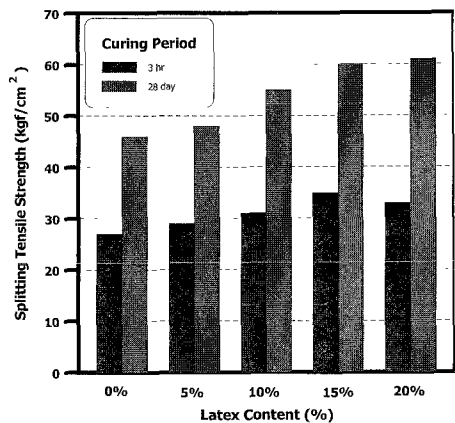


그림 5. 라텍스 혼입률에 따른 RSLMC의 쪼갬인장강도

(4) W/C 변화에 따른 쪼갬인장강도특성

물-시멘트 변화에 의한 초기 3시간 쪼갬인장강도 특성은 그림 6에 나타내었다.

물-시멘트 비 변화에 따른 초기 3시간 쪼갬인장강도 특성은 물-시멘트 비 36, 38, 40%에서 각각 37 kgf/cm², 35 kgf/cm², 29 kgf/cm²를 나타내었다. 또한 재령 28일에서도 61, 60, 47 kgf/cm²을 보여 증가율은 거의 같은 경향을 보였다. 압축강도에 비해 라텍스 혼입으로 인해 쪼갬인장강도의 강도 증진비가 높은 것은 골재와 시멘트 페이

스트 사이에 형성된 라텍스 필름막의 높은 부착강도와 콘크리트 내부의 미세공극 충전에 의해 기인된 결과로 판단된다.

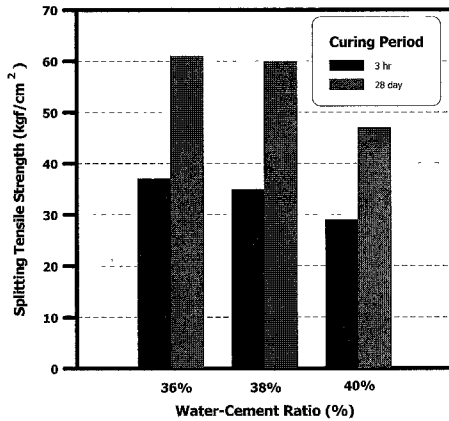


그림 6. W/C 변화에 따른 RSLMC의 쪼갬인장강도

4.2 라텍스 혼입이 수밀성에 미치는 영향

수밀성은 28일간 건조양생 시킨 시편을 온도 80℃에서 무게가 변화지 않을 때까지 건조시킨 후, 20℃의 수중에 0, 1, 3, 5, 9, 24, 48시간동안 침전시켜 수중침전시간과 흡수량과의 관계를 나타낸 것으로서 그림 7과 같다. 실험결과 흡수율은 수중침전시간의 경과에 따라서 서서히 증가하고, 라텍스 혼입률이 증가할수록 현저히 감소하는 경향을 나타내었다.

라텍스 혼입률 5%에서는 라텍스를 첨가하지 않은 경우와 비교하여 시간 경과에 따라서 다소 흡수율이 감소하였으나 거의 유사한 경향을 나타내었다. 또한, 수중침전 48시간에서 라텍스 혼입률 0%, 5%의 흡수율은 3.3%, 3.0%로 나타나, 매우 높은 흡수성을 보였다. 그러나 라텍스 혼입률 10% 이상에서는 라텍스를 첨가하지 않은 경우와 비교하여 50%이상의 흡수성 감소 효과를 나타내었다. 라텍스 혼입률 10%, 15%, 20%에서는 초기 3시간의 흡수율이 1.1%, 0.9%, 0.6%를 나타내어 낮은 흡수성을 나타내었다. 특히, 라텍스 혼입률 15%에서 수중침전 9, 24, 48시간의 흡수율이 1.7%, 1.5%, 1.0%를 나타내어 재령 경과에 따라서도 큰 차이를 나타내지 않았다.

그리고 라텍스 혼입을 변화에 따른 각각의 초기 3시간 흡수율을 기준으로 한 48시간의 흡수성 증가율은 72.6%, 68.6%, 64.9%, 62.4%, 56.4%로 나타나, 시간경과에 따른 흡수성 증진율도 라텍스 혼입률이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 특히, 수중 침전 48시간에서 라텍스 혼입률 20%인 경우에는 라텍스를 첨가하지 않은 경우와 비교하여 3배 이상의 흡수량 감소 효과를 나타내었다. 따라서, 라텍스 혼입률이 증가할수록 흡수성은 급격히 감소하는 경향을 나타내는데 이러한 원인은 라텍

스 고형분의 미세공극 충전효과와 라텍스 필름 형성에 의한 다수의 공극을 차단하기 때문에 흡수성이 감소한 것으로 판단된다.

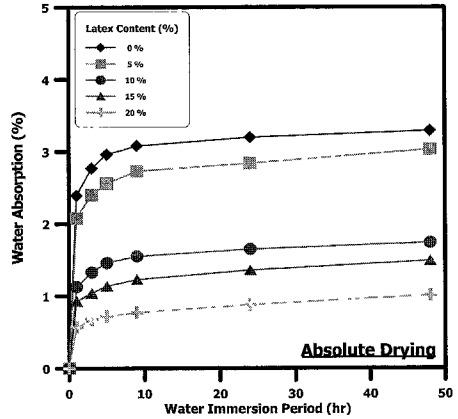


그림 7. 라텍스 혼입률에 따른 수밀성

4.3 라텍스 혼입이 내화학약품성에 미치는 영향

(1) 라텍스 혼입률에 따른 내화학약품성

그림 8~10은 건조 양생 28일 이후의 공시체를 28일간 2% 염산, 5% 황산, 4% 염화칼슘 수용액에 침전시킨 공시체의 중량 변화율을 나타낸 것이다. 라텍스 혼입률의 증가에 따라 2% 염산에 침전시킨 초속경 라텍스 개질 콘크리트의 중량 변화율의 절대치는 감소하는 경향을 나타냈다. 반면 4% 염화칼슘 수용액에 침전시킨 공시체의 중량 변화는 상당히 작고, 염화칼슘에 대한 저항성이 상당히 우수한 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 콘크리트 내부에 형성된 라텍스 필름막이 콘크리트 내부로 침투하려고 하는 화학약품을 억제시켜 발생된 결과로 판단된다.

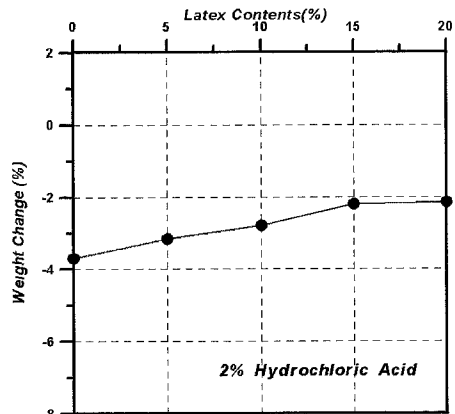


그림 8. 염산에 침전시 라텍스 혼입률에 따른 RSLMC의 무게변화

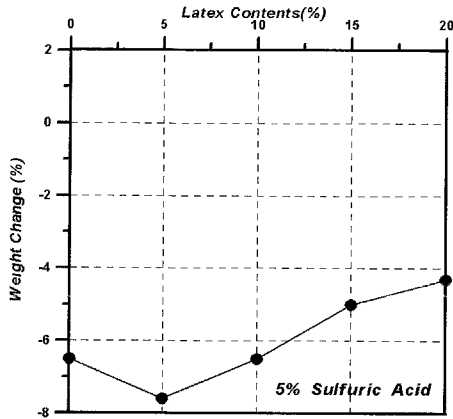


그림 9. 황산에 침전시 라텍스 혼입률에 따른 RSLMC의 무게변화

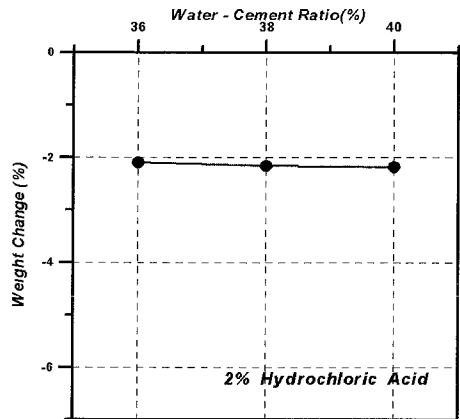


그림 11. 염산에 침전시 W/C 변화에 따른 RSLMC의 무게변화

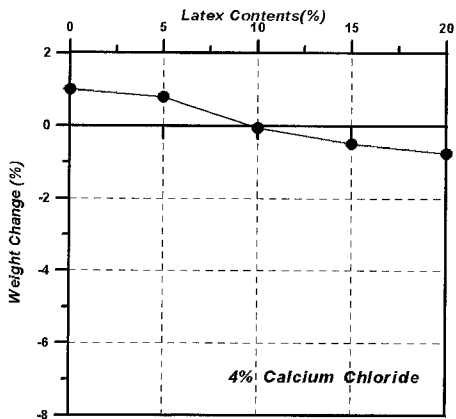


그림 10. 염화칼슘에 침전시 라텍스 혼입률에 따른 RSLMC의 무게변화

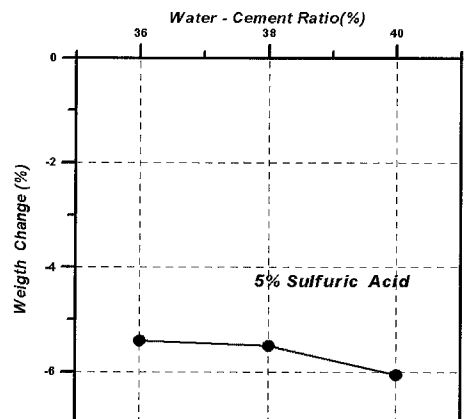


그림 12. 황산에 침전시 W/C 변화에 따른 RSLMC의 무게변화

(2) W/C 변화에 따른 내화학약품성

그림 11~13은 건조 양생 28일 이후의 공시체를 28일간 2% 염산, 5% 황산, 4% 염화칼슘 수용액에 침전시킨 공시체의 물-시멘트 비에 따른 중량 변화율을 나타낸 것이다. 물-시멘트 비 변화에 따른 중량변화율은 물-시멘트 비가 클수록 중량변화율이 증가하는 것으로 나타났다. 이것은 물-시멘트 비가 증가할수록 수화작용에 요구되어지는 수량이외의 수량이 증가하여 콘크리트 내부에 다량의 공극을 발생시켜 콘크리트의 내화학약품성을 저하시키는 것으로 판단된다. 또한 염산 및 염화칼슘의 중량변화율에 비해 상대적으로 황산의 중량변화율이 크게 나타나, 황산에 대한 저항성이 적은 것으로 판단된다.

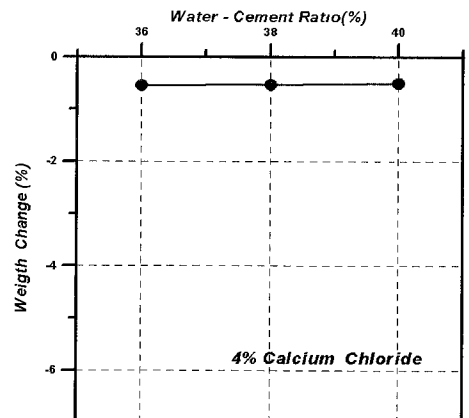


그림 13. 염화칼슘에 침전시 W/C 변화에 따른 RSLMC의 무게변화

5. 결론

본 연구는 라텍스 혼입률과 물-시멘트 비 변화를 주요 변수로 하여 초속경 라텍스 개질 콘크리트의 강도 및 염산, 황산, 염화칼슘에 대한 내화학약품 저항성을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 라텍스를 혼입하지 않은 경우의 초기 3시간 압축강도는 230 kgf/cm^2 로 나타났으며, 이를 기준으로 할 때 라텍스 혼입률 5%, 10%, 15%, 20%에서 각각 17.8%, 20.4%, 16.1%, 8.7%의 초기 압축강도 증진을 나타내었다. 즉, 초기 교통개방을 목적으로한 초기 3시간 목표 압축강도 200 kgf/cm^2 는 모든 경우에서 만족되었다.

2. 쪼갬인장강도는 라텍스 혼입률 15%에서 가장 우수한 특성을 나타냈다. 이러한 원인은 라텍스 고형분의 미세공극 충전효과와 필름막 형성에 의한 골재와 시멘트 페이스트의 부착력 증진에 의한 것으로 판단된다.

3. 라텍스 혼입률이 증가할수록 라텍스 수지의 필름막 형성에 의한 시멘트 페이스트와 골재사이의 부착력 향상과 균열증진의 최소화 및 폴리머 입자에 의한 미세공극 충전효과와 증진으로 수밀성이 증가하는 것으로 나타났다.

4. 라텍스 혼입률이 증가할수록 화학 저항성은 증가하는 것으로 나타났다. 이것은 콘크리트 표면의 침식은 이루어져도 내부에 형성된 라텍스 필름막이 화학약품의 침투를 억제하는 역할을 함으로써 화학약품 저항성이 증가하는 것으로 판단된다. 그리고 라텍스 혼입률 15%에서 물-시멘트 비의 영향은 미비한 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- [1] 김기현, 이종명, 홍창우, 윤경구, "라텍스개질 콘크리트의 투수성 및 동결융해 저항 특성", 한국콘크리트학회 논문집 Vol. 13, No. 5, pp. 484-490, 2001
- [2] 소양섭, 박홍신, 조영국, 이제방, "폴리머 시멘트 모르타르의 개발에 관한 기초적 연구", 대한건축학회논문집 7권, 1991
- [3] 위진우, 정원경, 홍창우, 김동호, 최상룡, 윤경구, "시멘트 종류별 라텍스개질 콘크리트의 투수특성", 콘크리트학회 학술발표회 논문집 Vol. 13, No. 13 pp.1023-1028, 2001
- [4] 윤경구, 이주형, 김기현, 김대호, "현장적용을 위한 라텍스개질 콘크리트의 역학적 특성", 대한토목학회 가을학술발표회 논문집, pp.395-398, 2000
- [5] "쌍용초속경시멘트", 쌍용양회공업주식회사 기술자료집, 2000
- [6] 최성욱, 홍창우, 김대호, 최상룡, 장홍균, "초속경 시멘트를 사용한 라텍스개질 콘크리트의 강도발현 및 내구특성", 콘크리트학회 학술발표회 논문집 Vol. 13, No. 13, pp.1029-1034, 2001
- [7] Al-Manaseer, Akthem A. Aquino, Emma B. and Kumbargi, Hasan., "Properties of Concrete Containing Ultimix Rapid-Setting Hydraulic Cement" ACI Materials Journal. vol.96, pp.529~535, 1999
- [8] Bijen, J. M. J. M. and Larbi, J. A., "Influence of Polymer Modification on the Hydration of Portland Cement", Cement and Concrete Research, Vol. 21, pp.242-250, 1991
- [9] Kuhlmann, L.A. Moldvan, D., "Experiments to Evaluate Factors Effecting The Permeability Of Latex Modified Concrete", Dow Chemical Company, 1989
- [10] Kuhlmann, L. A. and Foor, Neil C., "Chloride Permeability Versus Air Content of Latex Modified Concrete", The American Society for Testing and Materials, 1984
- [11] Larbi, J. A. and Bijen, J. M. J. M., "The Interface Between Polymer-Modified Cement Paste and Aggregates", Cement and Concrete Research, Vol. 21 No 6, pp 983-990, 1991
- [12] Larbi, J. A. and Bijen, J. M. J. M., "Interaction of Polymers with Portland Cement During Hydration : A study of the chemistry of the pre solution of polymer-modified cement systems", Cement and Concrete Research, vol. 20, pp.139-147, 1990
- [13] Ohama, Yoshihiko., "HANDBOOK OF POLYMER- MODIFIED CONCRETE AND MORTARS Properties and Process Technology", NOYES PUBLICATIONS, 1995
- [14] Whiting, D and Kuhlmann, L. A., "Curing and Chloride Permeability", Concrete International Design and Construction, 1987
- [15] 關野一男, "超速硬ポリマーセメントコンクリートの性状および調合設計に関する研究", 1996
- [16] 金完基, "アルミナセメントを用いたポリマーセメントモルの性質", 日本大學修士學位論文, 1994