

직접인장방법에 의한 SBR 폴리머 개질 콘크리트의 부착강도 특성평가

Evaluation For Adhesion in Tension of SBR Polymer Modified Concrete Tensile
by Uniaxial Method

윤경구* · 장흥균** · 이남주*** · 이승재**** · 홍창우*****
Yun, Kyong Ku · Jang, Heung Gyun · Lee, Nam Ju · Lee, Seung Jae · Hong, Chang Woo

Abstract

In this research, evaluation of adhesion in tension property of SBR-modified concrete to ordinary portland cement concrete was conducted with uniaxial direct tensile bond test which was proposed by Kuhlmann. A test set-up was fabricated in order to minimize the eccentric force by introducing a joint which might fully rotate. The main experimental variables were cement-latex ratios, surface preparations and moisture levels. The results obtained were as follows: The LMC specimen at 15% latex-cement ratio increased the adhesion in tension by range of 37% compared to that of conventional cement concrete. This might be due to latex film formed between cement paste and aggregate. The effects of surface preparation on bond of latex modified concrete to conventional concrete were significant at the conditions by sand paper and wire brush. A better bond could be achieved by rough surface rather than smooth. The saturated and surface dry (SSD) condition were considered to be the most appropriate moisture level followed by wet, finally by dry. Thus, a proper surface preparation and moisture level are quite necessity in order to obtain better bonding at LMC overlay.

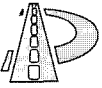
Keywords : bond strength, latex modified concrete, uniaxial tensile test, surface preparation

요 지

본 연구는 일반 콘크리트와 SBR 라텍스 개질 콘크리트의 부착강도 특성을 분석하고자 신·구 콘크리트 로 구성된 직접인장 시험체를 제작하여 부착강도를 측정하였다. 이때, 시험체와 측정기의 연결장치가 360° 회전이 가능하도록 시험장비를 개선하여 시험체의 편심이 부착강도 측정에 미치는 영향을 최소화하였다. 주요 실험변수로는 라텍스 혼입율, 표면 처리상태, 표면 함수상태로 정하였으며 실험결과는 다음과 같다: 라텍스 혼입률이 증가함에 따라 부착강도도 증가하였으며, 혼입률 15%에서 37%의 증진을 보였다. 이것은 라텍스가 골재와 시멘트 페이스트 사이에 충전되어 필름 막을 형성하고 부착력을 증진시켰기 때문인 것으로 판단된다. 표면처리에 따라 부착강도의 변화를 고찰한 결과, 샌드 그라인딩과 와이어 브러쉬에 의해 표면처리를 하였을 경우 부착강도는 단순 절단한 경우보다 약 49% 증가하였다. 표면함수 상태에 따른 영향을 고찰한 결과, 부착강도는 기존 콘크리트 표면이 건조하였을 경우에 가장 작게 나타났고, 자유수가 표면에 있을 때가 그 다음을 나타냈으며, 표면건조포화상태에선 37% 증가하여 가장 크게 나타났다. 따라서 부착강도를 증진시키기 위해서는 적절한 표면처리와 표면함수상태의 유지가 필수적임을 알 수 있었다.

핵심용어 : 부착강도, 라텍스 개질 콘크리트, 일축인장실험, 표면준비

- * 정희원 · 강원대학교 토목공학과 조교수 · 공학박사 · 033-250-6236 (E-mail : kkyun@kangwon.ac.kr)
- ** 정희원 · 강원대학교 토목공학과 박사과정 · (주)국일건설엔지니어링 대표이사
- *** 정희원 · 강원도립전문대 토목공학과 조교 · 공학석사
- **** 정희원 · 승하이엔씨 대표이사 · 공학박사
- ***** 정희원 · 강원대학교 석재복합신소재제품연구센터 연구원 · 공학박사



1. 서론

일반적으로 콘크리트 구조물의 ,덧씌우기나 보수 보강과 같이 서로 다른 시기에 콘크리트를 이어 칠 경우 기존 콘크리트와의 낮은 부착력으로 인해 들뜸 현상이 발생하기 쉽다. 따라서 본 연구에서는 덧씌우기나 보수, 보강에 사용되는 콘크리트의 부착성능을 개선하기 위한 새로운 재료로서 포틀랜드 시멘트 콘크리트에 라텍스를 첨가하여 만든 라텍스 개질 콘크리트(Latex Modified Concrete : 이하 LMC)를 이용하였다. 라텍스(Latex)는 고무나무로부터 얻어진 천연제품으로서 일반적으로 우유 빛의 반투명 액체이며 콜로이드 같은 작은 구형(직경 $0.05-0.2\mu$)의 유기체 폴리머 입자가 물 속에 안정상태로 분산되어 있는 것을 말한다. 본 연구에 사용된 재료는 폴리머 라텍스 계열의 SB(Styrene- Butadiene)로서 52%의 물과 48%의 폴리머 고형물로 구성되어 있다. 콘크리트에 라텍스를 첨가하였을 경우 투수 및 투기 저항성이 증대되는 특성을 지니게 되고(윤경구, 2000) 건조수축과 열팽창은 일반 콘크리트와 유사함으로서 신·구 콘크리트의 체적변화에 대해 안정적으로 거동하게 된다. 구조물 보수와 덧씌우기에 있어서 두 재료의 부착성능이 무엇보다 중요한 요소로 인식되면서 신·구 콘크리트의 부착성능을 평가하는 방법에 대한 수많은 연구가 이루어져 왔으나, 아직 표준으로 채택된 부착 성능 평가방법은 없는 것으로 알려져 있다(Kuhlmann, 1990).

일반적으로 신·구 콘크리트의 부착강도 측정 방법으로는 경사전단시험, 직접전단시험, 그리고 일축인장시험 방법이 있다. 경사전단과 직접전단에 의한 부착강도 실험은 결과의 재현성이 좋지 않을 뿐만 아니라 파괴형상을 관찰하기 어려운 것으로 알려져 있다. 그러나 일축인장에 의한 실험방법은 신·구 콘크리트의 부착 계면에서 직접

적인 부착강도 측정뿐만 아니라 파괴 형상의 관찰이 가능하다(Emmons, 1994).

본 연구에서는, 덧씌우기와 기존 구조물의 보수, 보강용 콘크리트의 부착력을 개선하기 위한 새로운 재료로서 LMC를 적용하여 일축인장법인 직접인장법에 의해 부착성능을 평가하는데 그 목적이 있다.

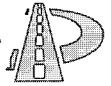
2. 실험

2.1 개요

본 연구는 구(일반) 콘크리트(OPC)와 신 콘크리트(LMC)의 부착강도 특성을 분석하고자 신·구 콘크리트로 구성된 직접인장 시험체(uniaxial direct bond test system)를 제작하여 덧씌우기한 라텍스 개질 콘크리트의 부착강도를 측정하였다. 특히, 시험체와 측정장치의 편심이 부착강도 측정에 미치는 영향을 최소화 하도록 별도의 편심 제거장치를 설치하여 실험을 수행하였다. 주요 실험 변수로는 첫째, 라텍스 혼입율에 따른 부착강도의 영향 둘째, 표면 처리가 부착강도에 미치는 영향 셋째, 표면 함수상태가 부착강도에 미치는 영향을 일반콘크리트와 비교하여 분석하였다. 또한 각각의 변수에 따른 파괴형상을 분석하고 라텍스 개질 콘크리트의 거동특성을 규명하고자 강도시험을 함께 수행하였다.

2.2 실험 계획

일반적으로 라텍스 폴리머 콘크리트가 배합시 골재와 시멘트풀 사이에 충전효과가 있으며 골재 간의 부착력을 증진시켜 콘크리트의 인장강도를 증가시키는 것으로 알려져 있다(Ohama, 1987). 따라서 라텍스 혼입율에 따른 콘크리트의 부착강도특성을 분석하고자 라텍스-시멘트 비를 0%,



5%, 10%, 15%, 20%로 변화를 주어 실험을 수행하였으며 구 콘크리트의 표면 처리 상태에 따른 라텍스 개질 콘크리트의 부착강도를 비교 분석하고자 단순절단, 절단후 부러쉬질, 절단후 샌드그라인딩으로 표면처리를 구분하여 실험을 실시하였다. 덧씌우기가 적용되는 구 콘크리트의 표면 함수상태 또한 부착성능에 매우 중요한 요소이므로 표면 함수상태가 라텍스 개질 콘크리트의 부착강도에 미치는 영향을 알아보하고자 다음과 같은 변수를 주어 실험을 실시하였다.

- ① 구 콘크리트 공극은 포화되고 표면이 건조한 상태 : 표면건조포화상태(SSD)
- ② 구 콘크리트 공극이 포화되지 않고 표면은 건조한 상태 : 기건상태(Dry)
- ③ 구 콘크리트 공극은 포화되고 표면에 자유수가 존재하는 상태 : 습윤상태(Wet)

부착강도 실험에서, 일축인장시험의 특징 중 하나는 파단면의 시각적 관찰에 의거 파괴형상을 분석할 수 있다는 것이다. 따라서 구 콘크리트에 부착된 신 콘크리트의 파괴형상은 직접인장시험에서 다음의 세 가지 형태로 분류하여 분석하였다.

- ① 라텍스 개질 콘크리트 내에서 파괴
- ② 라텍스 개질 콘크리트와 구 콘크리트의 부착 경계면에서 파괴
- ③ 구 콘크리트 내에서 파괴

2.3 사용재료 및 배합설계

본 연구에서는 라텍스 개질 콘크리트의 부착강도 특성을 평가하고자 미국 D사의 Styrene-Butadiene 계열의 라텍스를 사용하였으며 라텍스의 화학적 특성은 표 1과 같다.

구 콘크리트는 최대치수가 25mm인 굵은 골재를 사용하였고 라텍스 개질 콘크리트는 최대치수가 13mm인 굵은 골재를 사용하여 덧씌우기 하

표 1. Composition and Physical Properties of Latex

Percent Solids	Specific Gravity (25°C)	Surface Tension (dynes/cm at 25°C)	PH
48 %	1.01	32	10.5
Shelf Life	Viscosity cps at 20°C	Freeze thaw stability (-15°C to 25°C)	
> 2 years	24	5 cycle	

표 2. Mix Design for Base Concrete (Unit : kgf/m³)

W/C (%)	S/a (%)	Cement	Water	Sand	Gravel
35	40	500	175	676	1041

표 3. Mix Design of LMC (Unit : kgf/m³)

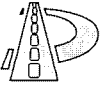
L/C (%)	W/C (%)	S/a (%)	Cement	Latex	Water	Sand	Gravel	S.P
0	37	55	400	0	148	1040	857	4
5				42	126	1012	834	-
10				83	105	984	811	-
15				125	83	956	788	-
20				167	61	927	765	-

였다. 물-시멘트비는 37%, 잔골재율은 55%로 일정하게 하고 라텍스의 치환은 단위체적당 시멘트에 대하여 혼입율에 따라 치환하였다. 또한 각 변수에 따른 거동특성을 파악하고자 동일한 조건으로 배합하도록 하였다. 이상과 같은 콘크리트의 배합내용을 표 2와 표 3에 나타내었다.

덧씌우기 콘크리트에 대한 부착강도를 측정하기 위해선 구 콘크리트의 강도를 더 크게 함으로서 구 콘크리트에서 파괴가 발생하지 않도록 해야 한다. 따라서 본 연구에서는 구 콘크리트의 28일 압축강도를 400 kgf/cm²를 목표로 하여 배합설계 하였다.

2.4 직접인장 부착강도 실험

본 연구에서는 1990년 Kuhlmann이 제안한 직



접인장시험방법을 개선하여 실험을 수행하였다. 이 실험방법은 현장조건과 유사한 환경을 제공하며, 신·구 콘크리트의 부착강도를 측정할 뿐만 아니라 파괴형상을 평가할 수 있다는 장점을 지니고 있다. 일축인장에 의한 콘크리트의 부착강도 실험에서 중요한 것은 편심의 영향을 최소화하는 것이다(Emmons, 1994). 따라서, 부착강도 측정을 위해 시험체와 측정기의 연결장치가 360° 회전이 가능하도록 제작하여 시험체의 편심에 따른 영향을 최소화하였다.

2.4.1 시험체 제작

부착강도 실험을 위한 신·구 콘크리트 시험체는, 직경과 높이가 각각 100mm인 원주형 콘크리트 공시체 위에 직경이 100mm이며 두께가 50mm인 라텍스 개질 콘크리트를 덧씌우기하여 제작하였다. 원주형 공시체와 같은 크기의 강 파이프 안에 충분히 양생된 구 콘크리트를 넣은 다음 강 파이프와 구 콘크리트를 일체화시키기 위하여 적당한 유동성을 가진 에폭시를 주입한다. 에폭시가 충분히 경화한 뒤 일체화된 강 파이프를 뒤집어 그 위에 같은 직경이며 두께 50mm의 강 파이프를 올려 고정시키고 강 파이프·속에 라텍스 개질 콘크리트를 채워 넣어 덧씌우기를 완료하였다. 완성된 시험체는 직접 인장실험을 시행할 때까지 기온 22°C, 상대습도 50%인 조건에서 28일간 양생하였다. 각 실험변수마다 동일한 시험체를 각각 3개씩 제작하였으며 그림1은 라텍스 개질 콘크리트의 부착강도 측정을 위한 시험체 제작과정을 나타낸 것이다.

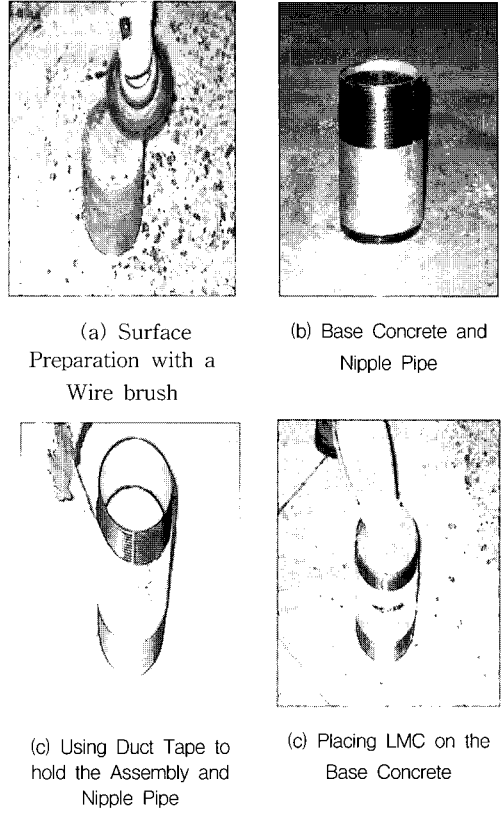


그림 1. Procedures for Direct Tensile Bond Test Specimen

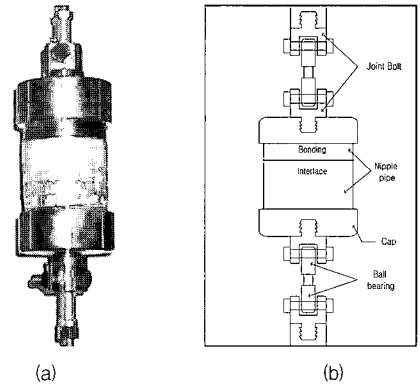
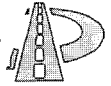


그림 2. (a) Direct Tensile Bond Test Set-up
(b) Schematic of Direct Tensile Bond Test



2.4.2 실험방법

직접인장에 의한 부착강도 측정은 용량 10 tonf의 만능재료시험기(INSTRON)를 사용하였으며 하중 재하속도는 충격의 영향이 미치지 않도록 1.3mm/min의 속도로 변위 제어법으로 재하하였다. 신·구 콘크리트 계면의 인장강도는 최대하중을 계면의 면적으로 나누어 계산하였으며 그림 2는 직접인장 시험 장치도를 나타낸 것이다.

표 4. Mechanical Properties of LMC (kgf/cm²)

Strength L/C Ratio(%)	Compressive Strength	Flexural Strength	Splitting Tensile Strength
Base Concrete	410	49	25
0 %	405	48	26
5 %	376	56	28
10 %	338	62	38
15 %	300	62	37
20 %	253	66	36

3. 실험결과 및 고찰

3.1 라텍스 개질 콘크리트의 역학적 특성

라텍스 개질 콘크리트의 역학적 특성을 파악하기 위한 압축강도, 휨 강도 및 쪼갬 인장강도를 KSF 제 규정에 따라 실험을 수행한 결과를 표 4에 나타내었다. 라텍스 혼입에 따른 압축강도는 라텍스를 20% 혼입한 경우가 라텍스를 혼입하지 않은 경우에 비해 38% 감소하는 것으로 나타났다. 이와같은 원인은 라텍스 폴리머입자가 유연성을 지니고 있고 콘크리트 내부의 공극을 충전시켜주며 골재 주위에 필름막을 형성하지만 압축에 의한 파괴가 골재 주위의 필름막에서 이루어져 라텍스 혼입율이 증가할수록 압축강도는 감소하는 것으로 판단된다. 그리고 라텍스 혼입율에 따른 휨 강도 및 쪼갬 인장강도는 라텍스를 20% 혼입한 경우가 라텍스를 혼입하지 않은 경우에 비해 38% 높게 나타났다. 이처럼 라텍스 혼입율 증가에 따라 휨강도 및 쪼갬인장강도가 증가되는 것은 라텍스 혼입으로 인한 미세 공극의 충전효과와 더불어 라텍스 필름막이 재료들간의 접착력을 증가시키는 것과 함께 라텍스 필름막의 높은 인장강도에 기인한 것으로 판단된다.

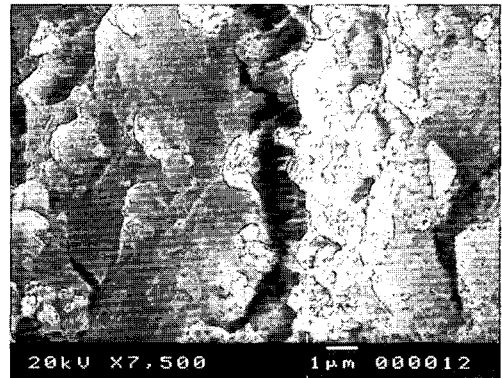
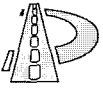


그림 3. Microstructures of LMC

그림 3은 라텍스 개질 콘크리트의 휨강도 실험 후 파괴면에 대해서 주사현미경(SEM) 관찰을 통한 균열면에서의 라텍스 필름막 형성을 나타낸 것으로서 균열발생에 따른 라텍스 필름막의 절단을 확인할 수 있다.

3.2 파단모드

파단모드는 직접인장에 의해 파괴된 시료의 파단면을 분석한 것으로서 신 콘크리트와 구 콘크리트의 강도 차이에 따라 파단면이 신 콘크리트 부분, 구 콘크리트 부분, 양 콘크리트의 계면으로 구분하고 콘크리트를 구성하는 입자간의 인장강



도가 상대적으로 낮은 부분에서 파괴된다고 가정
한 것이다. 본 연구에 사용된 LMC의 경우 일반
콘크리트에 비하여 검은빛을 띠고 있어 육안으로
쉽게 구분이 가능하다. 따라서 파단면의 사진을
검은 콘크리트 부분과 흰 콘크리트 부분으로 구
분하고 구적기를 사용하여 전체면적을 100%로
하여 분석하였다.

① Base: 덧 씌우기한 콘크리트의 인장강도와
계면에서의 부착강도가 구 콘크리트의 인장강도
보다 클 경우 구 콘크리트에서 파괴가 일어난다
고 가정하였다.

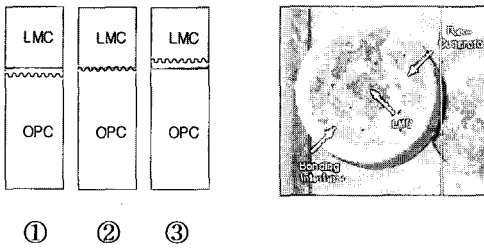


그림 4. Mode of Fracture

② Interface: 두 콘크리트의 인장강도가 비슷할
경우 상대적으로 약한 계면에서 파괴가 일어난다
고 가정하였다.

③ Overlay: 덧씌우기한 콘크리트 부분에서 파
괴된 경우로서 구 콘크리트의 인장강도나 신, 구
콘크리트의 계면 부착강도에 비하여 덧씌우기한
콘크리트의 인장강도가 작은 경우, 덧씌우기 부분
에서 파괴된다고 가정하였다. 3가지 파단모드를
그림으로 설명한 것과 파단면을 분석하기 위한
사진이 그림 4이다.

3.3 라텍스 개질 콘크리트의 부착성능 평가

3.3.1 라텍스 혼입율에 따른 부착강도 영향

라텍스 혼입율에 따른 부착강도 실험결과는 표

5와 그림5에 나타난 바와 같이 라텍스 혼입율
20%의 부착강도는 22.95kgf/cm²로서 라텍스 혼입
율 0%의 부착강도 15.73kgf/cm² 보다 약 1.46배
증가하는 것으로 나타나, 라텍스 혼입율의 증가와
함께 부착강도가 증진됨을 알 수 있었다.

표 5. Test Results for Latex/Cement Ratio and Fracture Mode

L/C Ratio	Tensile Stress at Failure (kgf/cm ²)	Fracture Mode (%)			
		Overlay	Interface	Base	Total
0 %	15.73	70	30	0	100
5 %	17.85	65	35	0	100
10 %	20.68	65	25	10	100
15 %	21.60	70	5	25	100
20 %	22.95	70	0	30	100

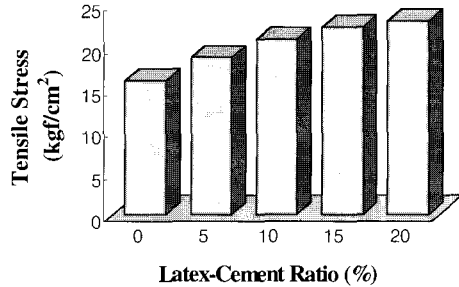


그림 5. Bond Strength Properties for Each L/C Ratio

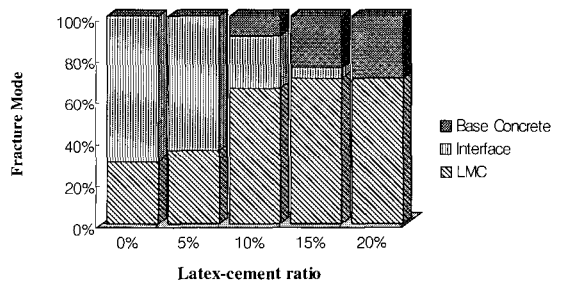
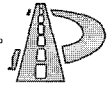


그림 6. Mode of Failure for Latex-Cement Ratio



이러한 부착강도의 증가는 라텍스가 골재와 시멘트 수화물 사이에서 충전효과를 나타내고 골재사이의 부착력을 증진시킴으로서 콘크리트의 인장강도가 증가하게 된 것이 주 요인인 것으로 판단된다. 또한 라텍스 혼입율에 따른 파괴형상

때, 신 콘크리트로 라텍스 개질 콘크리트를 적용하고 표면처리를 샌드 그라인딩이나 와이어 부러쉬로 처리한 경우의 부착강도는 약 49% 증가하는 것으로 나타났다.

표 6. Test Results for Surface Preparation and Fracture

Type of Concrete		Tensile stress at Failure (kgf/cm ²)	Relationship Between Parameters (%)	Fracture Mode (%)			
				Overlay	Interface	Base	Total
OPC	Simple cutting	15.73	100	30	70	0	100
	Sand grinding	17.82	113	80	20	0	100
	wire brush	17.72	113	85	15	0	100
LMC (L/C 15%)	Simple cutting	21.60	137	70	5	25	100
	Sand grinding	23.37	149	75	5	20	100
	wire brush	23.47	149	80	0	20	100

은 그림 6에 나타난 것처럼 라텍스 혼입율이 증가할수록 라텍스 개질 콘크리트와 구 콘크리트의 파괴면 비율이 높아지고 부착계면의 비율이 낮아졌다. 이와 같은 결과는 라텍스 혼입율이 증가할수록 신·구 콘크리트 계면에서 그림 3과 같은 라텍스 필름막 형성에 의해 부착성능이 향상된 것에 기인한 것으로 판단된다.

3.3.2 표면처리가 부착강도에 미치는 영향

접합면 처리에 따른 라텍스 개질 콘크리트와 일반 콘크리트의 부착강도 시험결과는 표 6 및 그림 7과 같다. 이때 표면처리는 3가지 경우로서 단순 절단한 것과 절단후, 와이어 부러쉬로 처리한 경우, 그리고 샌드 그라인딩 처리한 경우로 구분하였다. 신 콘크리트로 일반 콘크리트를 사용하고 표면처리를 단순 절단한 경우를 기준으로 할

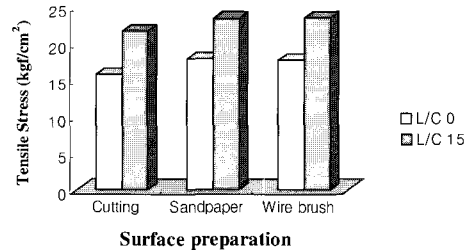


그림 7. Effect of Surface Preparation on Bond Strength

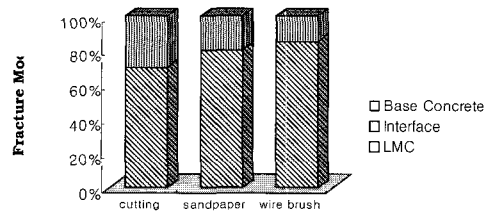


그림 8. Mode of Failure for OPC - Surface Preparation

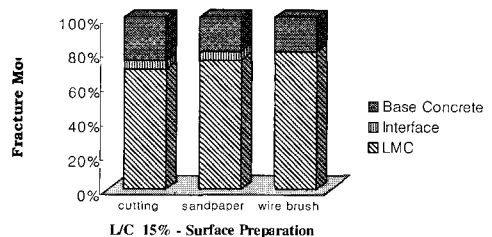
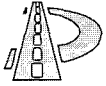


그림 9. Mode of Failure for LMC-Surface Preparation

그리고 표면처리에 따른 특성은 샌드 그라인딩 한 경우와 와이어 부러쉬를 적용한 경우, 비슷한



경향을 보였으며, 이와같은 표면처리의 경우를 단순절단의 경우와 비교하면 신 콘크리트로 일반 콘크리트를 사용한 경우는 13%, 라텍스 개질 콘크리트를 사용한 경우에는 8% 정도 다소 높은 경향을 보여, 일반 콘크리트를 신 콘크리트로 사용할 경우가 표면처리특성에 더 영향을 받는 것으로 나타났다.

표면처리에 따른 파괴형상은 신 콘크리트로 일반콘크리트를 사용한 경우 그림 8에 나타낸 바와 같이 단순절단한 시험체의 부착계면 파괴비율은 70%이었고, 샌드 그라인딩 및 와이어 부러쉬한 시험체의 부착계면의 비율은 각각 20%와 15%로 나타났다. 그러나 신 콘크리트로 라텍스 개질 콘크리트를 사용한 경우의 파괴형상은 그림9와 같이 표면처리를 단순 절단으로 한 시험체의 부착계면 파괴비율이 5%, 샌드 그라인딩한 시험체의 경우 5%였으며 와이어 부러쉬한 시험체의 파괴는 계면에서 발생하지 않았다. 이상의 파단면에 대한 파괴형상 분석을 통해 라텍스 개질 콘크리트의 부착성능이 일반 콘크리트보다 높음을 알 수 있다.

3.3.3 표면 함수상태가 부착강도에 미치는 영향

표면함수상태에 따른 직접인장 부착강도를 표 7과 그림 10에 나타내었다. 실험결과 표면건조포화상태에서 신 콘크리트를 일반 콘크리트로 사용한 경우를 기준으로 할 때, 건조한 상태에서 덧씌우기한 라텍스 개질 콘크리트의 부착강도는 약 7% 증가하였으며, 표면건조포화상태에서 덧씌우기한 라텍스 개질 콘크리트의 부착강도는 약 37% 증가하였다. 표면이 건조한 상태에서 덧씌우기한 일반 콘크리트가 가장 낮은 부착강도를 보였으며 표면건조포화상태에서 덧씌우기한 라텍스 개질 콘크리트의 부착강도가 가장 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 구 콘크리트가 건조하면

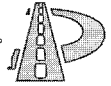
덧씌우기되는 신 콘크리트의 수분이 급속히 흡수

표 7. Test Results of Direct Tensile Test for Moisture Level and Fracture Mode

Type of Concrete	Tensile Stress at Failure (kgf/cm ²)	Relationship Between Parameters (%)	Fracture Mode (%)				
			Overlay	Interface	Base	Total	
OPC	Dry	12.3	78	5	95	0	100
	Wet	13.14	84	5	95	0	100
	SSC	15.73	100	70	30	0	100
LMC (L/C 15%)	Dry	16.78	107	35	65	0	100
	Wet	20.84	132	20	80	0	100
	SSC	21.60	137	70	5	25	100

되어 소성수축 균열을 유발한다. 또한 구 콘크리트의 표면에 수분이 너무 많으면 공극을 막아 보수재료가 흡수되는 것을 방해하고 부착계면에서의 W/C가 높아져 신 콘크리트의 강도가 저하되는 것으로 판단된다. 여름철의 경우, 젖은 표면수가 증발하면 표면건조포화상태가 될 수 있으며 표면수가 증발하면서 표면온도가 감소함(Cooling Effect)으로 인하여 구체와의 온도차가 줄어들어 열 응력의 발생을 줄일 수 있다. 습윤 상태라도 라텍스 개질 콘크리트를 사용하면 일반 콘크리트 보다 부착강도가 개선되게 되지만 구 콘크리트의 표면이 표면건조 포화상태일 때가 라텍스 개질 콘크리트를 보수나 덧씌우기를 적용하기 위한 가장 이상적인 상태임을 알 수 있다.

신 콘크리트로 일반 콘크리트를 사용한 경우 표면 함수상태에 따른 파괴형상은 그림 11에 나타낸 것처럼 표면건조포화상태에서 파단된 부착계면의 비율이 30%이다. 그러나 표면이 건조한 상태와 자유수가 존재하는 상태에서 부착계면의 비율이 95%로 크게 증가함으로써 표면건조포화상태보다 상대적으로 낮은 부착강도를 나타냈다.



또한 그림 12에 나타난 라텍스 개질 콘크리트

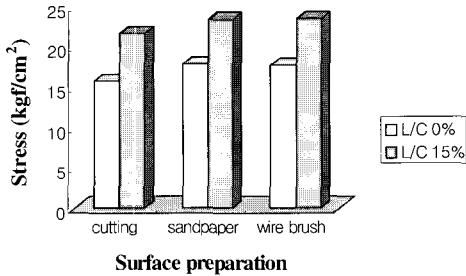


그림 10. Effect of Moisture Level on Bond Strength

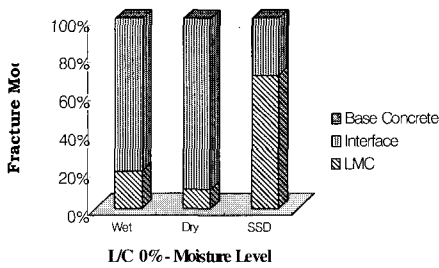


그림 11. Mode of Failure for OPC - Moisture Level

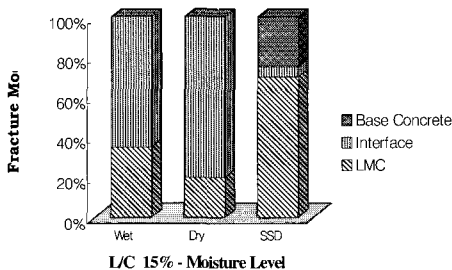


그림 12. Mode of Failure for LMC, - Moisture Level

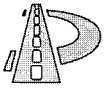
의 파괴형상은 표면건조포화상태에서 부착계면 파괴비율이 5%이었으나 표면이 건조한 상태와 자유수가 존재하는 상태에서는 부착계면의 비율

이 65~80%의 큰 증가를 보여 마찬가지로 표면 건조포화상태보다 상대적으로 낮은 부착강도를 나타냈다.

4. 결론

본 연구에서 라텍스 혼입율과 표면 처리상태 및 표면 함수상태를 주요 실험변수로 선정하여 직접인장 방법에 의해 SBR 폴리머 개질 콘크리트의 부착성능을 평가한 결과는 다음과 같다.

- (1) 라텍스 혼입율이 5~20%로 증가함에 따라 압축강도는 7~38% 감소한 반면에, 휨강도는 6~38%로 증가하였으며, 부착강도도 13~46%로 매우 높게 증가하였다. 강도 측면에서 이와 같은 결과는 라텍스 폴리머 입자의 필름막 형성이 매우 큰 영향인자임을 확인할 수 있었다.
- (2) 신 콘크리트로 일반 콘크리트를 사용하고 표면처리를 단순 절단한 경우와 비교할 때, 신 콘크리트를 라텍스 개질 콘크리트를 사용하고 표면처리를 샌드 그라인딩이나 와이어 부러쉬로 처리한 경우의 부착 강도는 약 49% 증가하는 것으로 나타났다.
- (3) 표면함수상태가 건조, 습윤, 표면건조포화상태로 변화함에 따라 일반 콘크리트에서의 부착강도는 12.3~15.7kgf/cm², 라텍스 개질 콘크리트에서는 16.8~21.6kgf/cm²로 나타나, 표면함수상태는 표면건조포화상태가 가장 우수한 부착성능을 보이는 것으로 나타났다.
- (4) 파괴형상에 따른 평가는 신 콘크리트를 라텍스 개질 콘크리트를 사용한 경우가 일반 콘크리트를 사용한 경우에 비해서 부착계면에서의 파괴비율이 매우 적은 것으로 나타났다. 이것은 형성된 라텍스 필름막으로 인해 미세공극이 충전되고 또한 높은 인장강도에 기인한 것으로 판단된다.



감사의 글

본 연구는 한국과학재단지정 강원대학교 부설 “석재복합신소재제품연구센터” 지원에 의해 이루어진 것입니다. 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) 윤경구, 홍창우, 이종명, 최상룡, 전인구(2000). “라텍스 개질 콘크리트의 투수특성”, 한국콘크리트학회 가을 학술발표회논문집, Vol. 12, No. 2, pp. 191-196.
- 2) 윤경구, 김경진, 이남주, 장홍균, 심도식(2000). “라텍스 개질 콘크리트의 부착강도특성”, 한국콘크리트학회 가을 학술발표회논문집, Vol. 12, No. 2, pp. 647-652.
- 3) Emmons, Peter H.(1994). “Concrete Repair and Maintenance illustrated.” R. S. MEANS COMPANY, INC. pp. 155-164.
- 4) Kuhlmann, Louis A.(1990). “Test Method for Measuring the Bond Strength of Latex-Modified Concrete and Mortar”. *ACI Materials Journal*, V. 87, No. 4.
- 5) Ohama, Y.(1987). “Principle of Latex Modification and Some typical Properties of LMC.” *ACI Materials Journal*, Vol. 84, No. 6, pp.511-518.
- 6) J. E. Isenbug, D. E. Rapp, E. J. Sutton and J. W. Vanderhoff “Microstructure and Strength of the bond Between Concrete and Styrene-Butadiene Latex-Modified Mortar”.
- 7) Kuhlmann L. A. “Latex-Modified Concrete for the Repair and Rehabilitation of Bridges” *The International Journal of Cement Composite & Lightweight Concrete*, Vol17, No.4(1958) pp. 217-233.
- 8) Kuhlmann L. A. “Styrene-Butadiene Latex-Modified Concrete :The Ideal Concrete Repair Material” *Concrete International*, Vo.10 (October 1990) pp59-65.
- 9) Ohama, Y., K. Demura, H. Nagao, and T. Ogi. “Adhsion of Polymer-Modified Mortar to Ordinary Cement Mortar by Different Test Methods” Report, *RILEM Technical Committee 52 Symposium, Paris (September 1986)* pp. 719-729.

(접수 2001. 8. 20)