

순환잔골재를 사용한 라텍스 개질 모르타르의 강도 특성

The Strength Properties of Latex-Modified Mortar using Recycled Fine Aggregate

이 원 영*

이 대 군*

한 상 일*

곽 은 구**

김 재 원***

김 진 만****

Lee, Won-Young

Lee, Dae-Gun

Han, Sang-Il

Kwak, Eun-Gu

Kim, Jae-won

Kim, Jin-Man

Abstract

Concrete containing styrene-butadiene latex is widely used, nowadays, as a protective system for bridge. Latex modification mortar have taken advantage of latex modification concrete advantage that is used in existing. Also, when repair, protection and sticking performance of concrete overlay waterproof agent were known as that are good. Replace and experimented from fine aggregate to recycled aggregate to secure economic performance than existing latex modification concrete.

Recycled fine aggregate has low quality because it contains large amount of old mortar. So, its usage is limited to a lower value-add, such as the roadbed material etc. This study is purposed to improve the performance of mortar made of recycled fine aggregate. For this, recycled aggregate mortar was produced with latex, and fluidity, strength were examined. Test result indicate that mortar using recycled fine aggregate is higher compressive and flexural strength than mortar using river sand.

키 워 드 : 라텍스 몰터, 순환잔골재

Keywords : latex modified mortar, Recycled fine aggregate,

1. 서 론

1.1 연구의 목적

고속도로 포장의 주류를 이루고 있는 콘크리트 포장이 국내에 도입된 지 20여년이 지나고 있는 시점에 콘크리트 포장 유지 보수가 큰 문제로 제기되고 있다. 가장 큰 문제로 대두되는 것이 교면 포장 분야로 기존 교면 포장인 아스팔트 교면 포장의 누수로 인하여 구체 콘크리트 교량에 부식을 유발시켜 교량의 내구성능을 저하시키는 요인으로 분석되며, 방수 처리에 있어서 재료 간 이질 재료의 들뜸 현상이 발생하는 문제점이 도출되었다. 그리고 신설 교량이 아닌 사용 중인 기존 교량의 유지 보수 시 발생하는 교통 통제 문제가 재료 선택에 있어 큰 요인으로 작용하고 있다.¹⁾ 이러한 문제점으로 인해 2001년 이후 신설 교량의 교면 포장 재료로서 라텍스 개질 콘크리트와 기존 교량의 교면 포장 보수 재료로서 초속경성을 지닌 라텍스 개질 초속경 콘크리트가 확대 적용되고 있다.²⁾ 그러나 이런 라텍스 개질 콘크리트의 경우 교면의 평탄성 확보가 어려우며, 구조체와의 동일 재료로

인한 진동 주기가 동일하여 기존 아스팔트 콘크리트 포장에 비해 소음 발생이 매우 심각하다. 또한, 타설 시의 주변 환경 조건의 변화에 민감하며 차량의 이동에 의한 반복 하중을 발생으로 골재와 시멘트 페이스트 사이의 경계면에서 균열이 발생하는 문제점을 야기 시키고 있다.³⁾ 이상의 문제점으로 인하여 현재 교량 교면에 대한 아스팔트 콘크리트 포장을 다시 시작하기 위해 기존 구체 콘크리트 사이의 방수층을 확보하기 위한 기술 개발이 이루어지고 있으며, 보수 시 콘크리트 교면 방수재의 보호하는 재료인 라텍스 개질 모르타르에 대한 연구 및 실용화가 추진되고 있다. 라텍스 개질 모르타르는 기존 사용되고 있는 라텍스 개질 콘크리트의 장점을 활용하고 있으며, 또한 보수 시 콘크리트 교면 방수재의 보호 및 부착 성능이 매우 뛰어난 것으로 보고되고 있다.

한편, 국내에서는 폐콘크리트를 사용한 순환잔골재에 대하여 순환골재품질기준안에 적합할 경우 일반 콘크리트의 천연 골재에 대비하여 30%이상을 사용하는 것을 의무화하고 있다.⁴⁾ 그러나 순환잔골재의 고품질화를 위한 여러 연구 및 신기술이 발표가 되고 있으나, 순환골재품질기준안에 적합한 골재의 생산이 매우 어려운 실정이며 또한, 순환골재가 품질 기준안에 적합하더라도 사회 인식에 변화가 없어 일반 콘크리트용 골재로 사용이 어렵다. 이러한 문제점으로 인하여 일반 콘크리트에 적용보다 콘크리트

* 공주대학교 건축공학과 석사과정

** 공주대학교 건축공학과 박사과정

*** 한국품질시험연구원

**** 공주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

제품이나 단순 용도로 사용하고 있어 순환골재를 용도 개발이 매우 시급한 실정이다. 이에 본 연구에서는 교량 보수 시 콘크리트 교면 방수재의 보호하고 아스팔트 포장을 가능하기 위해서 개발되고 있는 콘크리트 교면 방수재 보호 재료인 라텍스 개질 모르타르에 대하여 순환잔골재 대체율에 따른 강도 특성을 검토하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구에서는 표1과 같이 라텍스 개질 모르타르에 순환잔골재를 사용하여 강도 특성을 고찰하였다. 순환잔골재의 대체율은 각각 25%씩 실시하였으며, 평가항목으로는 굳지 않은 성상에서는 경시 변화에 따른 플로우를, 경화 성상에서는 압축강도, 휨강도를 측정하였다.

표 1. 실험 계획

| Factor | Levels | Test items |
|--------------------------|------------------------|---|
| Replacement of fine Agg. | 0, 25, 50, 75, 100 (%) | · Flow · Compressive Strength · Flexural Strength |

2.2 실험방법

1) 사용재료

본 실험에서 사용된 시멘트는 초기의 빠른 강도 발현을 목적으로 하는 국내 S사에서 생산된 초속경 시멘트와 보통 시멘트를 사용하였으며, 그 물리적 특성은 표2에 나타냈다.

표 2. 초속경 시멘트와 보통시멘트의 물리적 특성

| Cement Type | Density (g/cm ³) | Fineness (cm ² /g) | Setting time | | Compressive strength (MPa) |
|-------------|------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|----------------------------|
| | | | Initial (min) | Final (h:min) | |
| OPC | 3.15 | 3,300 | 59 | 6:39 | 38.2 |
| RPC | 3.04 | 4,500 | 25 | 45 | 44 |

* OPC : Ordinary portland cement

* RPC : Rapid-setting portland cement

골재는 콘크리트 교면 방수재의 보호층으로 두께 10-15mm 형성하기 위하여 일반 콘크리트용 천연 잔골재를 사용하였으며, 순환잔골재는 충남 논산시에 위치하고 있는 D사에서 생산된 골재로 그 물리적 특성은 표3과 같다.

표 3. 잔골재의 물리적 특성

| Type | Density (g/cm ³) | Absorption ratio(%) | Fineness Modulus | Weight of unit volume (kg/m ³) |
|------|------------------------------|---------------------|------------------|--|
| NFA | 2.6 | 2.8% | 2.81 | 1680 |
| RFA | 2.57 | 3.95% | 2.96 | 1579 |

*NFA: Nature fine aggregate, RFA: Recycled fine aggregate

라텍스는 Styrene과 Butadiene을 주원료로 구성되어 있는 고분자를 유화공중합에 의하여 제조되는 우유빛 액상 물질로서 물 70%, 폴리머 고형분 30%로 구성되어 있고, Styrene과 Butadiene이 66/35로 조성되어 있으며 소량의 계면 활성제와 안정제가 첨가되어 있는 국내 J사의 라텍스를 사용하였다. 그에 대한 물리적 특성은 표4와 같다.

표 4. 라텍스의 물리적 특성

| Solid Content(%) | Specific Gravity | pH | Average particle size | Surface charge |
|------------------|------------------|-----|-----------------------|----------------|
| 30 | 1.00 | 9.5 | 1900-2500 Å | Nonionic |

소포제는 국내에서 생산되는 실리콘 계열의 라텍스 첨가용 소포제를 선정하여 사용하였으며 그에 따른 물리적 특성은 표5와 같다.

표 5. 소포제의 물리적 특성

| Solid Content(%) | pH | Specific Gravity | Appearance |
|------------------|-----|------------------|------------|
| 15 | 6.5 | 1.00 | White |

2) 배합

본 연구에서의 라텍스 개질 모르타르는 예비 실험을 통하여 초속경 시멘트와 보통포틀랜드 시멘트의 사용 비율을 용적비 2:1로 선정하였으며, 그 후 바인더에 대한 골재 비율을 용적비 1:2로 선정하였다. W/B는 48%로 선택하였으며, 라텍스 함유량은 바인더에 대해 20%로 선택하였다. 또한 소포제는 라텍스의 전고형분에 대하여 소포제의 유효고형분의 비는 1%로 배합에 대해 외할로 사용하였다. 표6은 본 실험에 사용된 배합표이다.

표 6. 실험 배합표

| ID | Unit weight(kg/m ³) | | | | | Water | Latex |
|-------|---------------------------------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|
| | Binder | | Silica | | | | |
| | RPC | OPC | NFA | RFA | | | |
| Plain | | | 2065.4 | 0 | | | |
| R-25 | | | 1549.0 | 430.6 | | | |
| R-50 | 1028.8 | 545.6 | 1032.7 | 861.2 | 490.7 | 210.3 | |
| R-75 | | | 516.3 | 1291.8 | | | |
| R-100 | | | 0 | 1722.4 | | | |

3) 혼합방법

재료의 혼합은 혼합방법은 폴리머 시멘트 모르타르의 KS F 2476 「폴리머 시멘트 모르타르의 시험방법」에 준하여 기계혼합방법을 채택하여 실시하였다. 혼합방법 그림 1과 같이 RPC와 시멘트, 잔골재를 120초 혼합한 후, 혼합을 중단하고 물과 라텍스를 투입하고 60초 혼합한 후 30초 동안 방치한다. 그 후 다시 120초간 혼합을 실시한다.

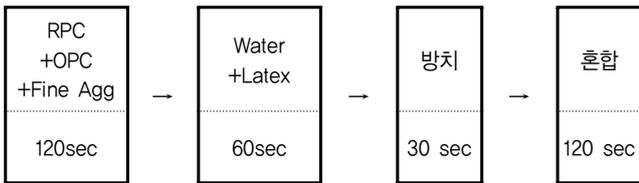


그림 1. 혼합 방법

4) 측정방법

굳지 않은 성상에서는 JIS에 준하여 실시하였으며, 초속경 시멘트의 빠른 경화 특성을 고려하여 반죽 직후의 플로우와 3분, 6분 후의 플로우를 측정하여 플로우의 경시변화를 측정하였다. 경화 성상에서의 압축강도와 휨강도는 KS F 2476 「폴리머 시멘트 모르타르의 시험 방법」의 규정에 준하여 강도 측정을 하였다. 강도를 측정하기 위한 공시체의 크기는 40mm×40mm×160mm의 각주로 제작 하였으며, 실온 양생을 실시한 후 탈형 하여 3시간 강도, 24시간 강도를 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 플로우

플로우의 실험 결과는 그림 2와 같다. 반죽 직후의 초기 플로우 측정치를 보면 약 15~16cm 값을 나타내고 있다.

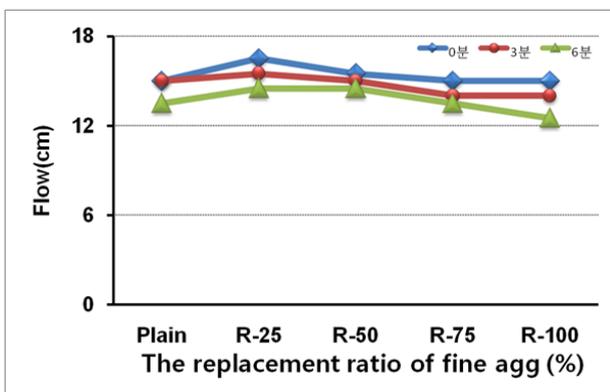


그림 2. 잔골재 대체에 따른 플로우 경시변화

대체율이 증가 할수록 플로우 감소는 Plain의 경우 6분 경화 시 loss가 1.5cm이며, 순환잔골재로 대체한 경우 loss는 약 1.5~2.5cm로 잔골재를 순환골재로 대체할 경우 Plain에 비해 경화 속도가 빠르게 진행되는 것을 알 수 있다. 또한 대체율이 증가할수록 플로우 값이 감소하는 경향을 나타내며, 이는 순환잔골재에 잔존 하고 있는 석고가 용해되는 과정에서 유동성을 저하시키는 원인으로 판단된다.

3.2 강도특성

1) 압축강도실험

그림 3은 3시간, 24시간 압축강도에 대한 것으로 대체율이 100%인 경우 가장 높은 강도를 보이고 있으며, Plain 강도보다 3시간의 경우 약 2MPa, 24시간의 경우 약 4MPa 정도 높게 나타났다. Plain에 비해 잔골재 대체율이 증가 할수록 강도가 증가하는 것으로 나타났으며, 이는 초기 순환골재에 존재하는 석고에 의한 에트린자이트 광물이 다량 발생하여 수화반응의 촉진과 공극을 감소시켜 보다 높은 강도가 발현되고, 파쇄공정으로 생산된 순환골재로서 입형이 매우 거칠어 이로 인해 압축강도가 증가되는 것으로 사료된다.

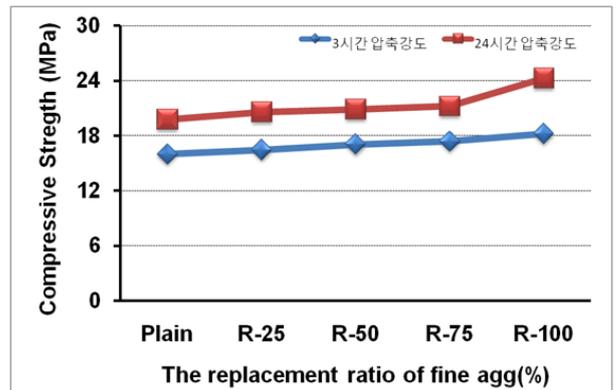


그림 3. 잔골재 대체에 따른 압축강도

2) 휨강도실험

그림 4는 3시간, 24시간 휨강도를 나타낸 것으로 3 시간 강도의 경우 잔골재 대체율이 증가하여도 Plain과 비슷한 강도인 약 4MPa를 나타내고 있으나, 24시간 강도의 경우 Plain보다 순환골재의 대체율이 증가 할수록 강도가 증진되며, 압축강도와 비슷한 거동을 보이고 있다. 약 1MPa 정도 높게 나타나고 있다.

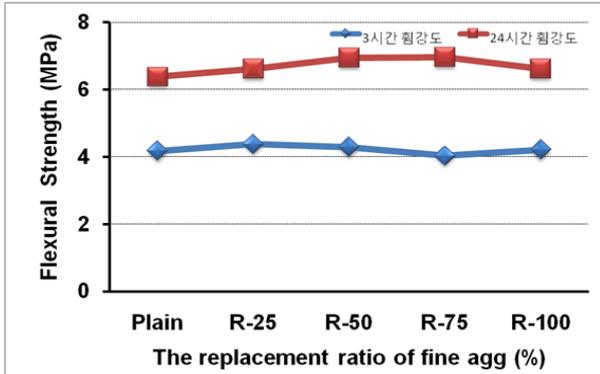


그림 4. 잔골재 대체에 따른 휨 강도

6. 결 론

잔골재를 순환잔골재로 대체 사용한 라텍스 개질 모르타르의 공학적 특성을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

강모래에 비하여 순환잔골재로 대체한 경우 대체율이 증가 할수록 압축강도, 휨강도가 증가하는 것을 알 수 있었으며, 이는 순환 잔골재의 거친 입형과 골재 표면에 잔재하는 석고에 의해 강도가 증가하는 것으로 판단된다.

추후 순환골재를 사용한 라텍스 모르타르의 건조수축에 대한 길이 변화율 등에 대하여 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업 기술진흥원의 지역혁신 인력양성사업으로 수행된 연구결과임. 이 연구에 참여한 연구자(의 일부)에 감사의 말씀을 올립니다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부, 건설폐기물 및 순환잔골재 생산과 활용기술, 2006
2. 국토해양부, 순환골재품질기준안, 2005
3. 김정원경, 초속경 시멘트를 이용한 라텍스 개질 콘크리트의 강도 발현 및 투수 특성, 강원대학교 석사학위논문, pp.1~60, 2001
4. 김진만 외, 산처리에 의한 순환잔골재의 품질과 모르타르의 특성에 관한 연구, 한국건축시공학회 학술, 기술 논문발표회 논문집, 제6권 제1호 pp.81~84
5. 최성욱, 홍창우, 김동호, 최상봉, 장홍균(2001) 초속경 시멘트를 사용한 라텍스 개질 콘크리트의 강도발현 및 내구 특성 콘크리트학회 학술 발표논문집, pp.1029~1034
6. 최준성, 아스팔트 포장의 경계층 영향에 대한 해석적 기초연구, 한국 도로학회논문집 제7권 제3호, pp.11~21, 2005.9
7. 홍창우, 초속경 시멘트 종류가 라텍스 개질 콘크리트에 미치는 영향, 공업과학기술연구소 논문집 제12권 2004.10