

재생골재를 활용한 폴리머 투수콘크리트의 특성

Properties of Polymer Permeability Concrete Using Recycled Aggregate

김 영 익* · 성 찬 용(충남대) · 최 상 룡(한석엔지니어링) · 정 덕 현(충남대)
Kim, Young-Ik* · Sung, Chan-Yong · Choi, Sang-Leung · Joung, Duck-Hyun

Abstract

This study is performed to examine properties of polymer permeability concrete using recycled coarse aggregate and blast furnace slag for application of structures needed permeability. Tests for compressive strength, flexural strength and pulse velocity with replacement ratio of recycled coarse aggregate are performed. As a result, compressive strength, flexural strength and coefficient of permeability of polymer permeability concrete containing recycled coarse aggregate are in the range of 180~200 kgf/cm², 58~64 kgf/cm² and $4.6 \times 10^{-2} \sim 6.9 \times 10^{-2}$ cm/s, respectively. Compressive strength, flexural strength and pulse velocity of polymer concrete containing crushed stone only are 192 kgf/cm², 65 kgf/cm² and 6.1×10^{-2} cm/s, respectively. Accordingly, recycled coarse aggregate is expected that can be utilizing as an aggregate of polymer permeability concrete.

I. 서 론

환경문제가 사회적으로 크게 대두되면서 건설분야에서도 친환경적인 콘크리트에 대한 인식이 확대되고 있으며, 특히 기존의 불투수성 포장재료에 의한 전면포장으로 호우시 우수가 그대로 하천으로 유입되어 침수피해 및 지하수 고갈 문제 등이 심화되면서 시멘트 콘크리트의 불투수성을 크게 개선한 투수성 콘크리트를 개발하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 투수성 시멘트 콘크리트 포장의 경우 시멘트 제품의 특성상 많은 양생시간으로 인한 교통통제와 휨과 인장력 부족에 의한 균열의 발생으로 내구성이 저하되는 단점을 가지고 있어 이를 개선하기 위한 연구가 요구된다. 따라서 본 연구에서는 결합재로 불포화 폴리에스터 수지, 굵은골재로 쇄석 및 재생굵은골재와 충전재로 산업부산물인 고로슬래그 미분말을 활용한 폴리머 투수콘크리트를 개발하고, 이를 포장에 적용하기 위한 기초자료를 제시하는 데 그 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

1. 사용재료

결합재는 울소타입의 불포화 폴리에스터 수지를 사용하였으며, 개시제는 메틸에틸케톤 프록사이드가 55% 함유된 DMP 용액을 사용하였다. 굵은골재는 비중 2.64, 조립율 6.72, 흡수율 1.25인 쇄석과 비중 2.62, 조립율 6.49, 흡수율 1.87인 재생골재를 사용하였으며, 골재와 골재 사이의 공극을 치밀하게 채워 공극율을 감소시키고, 강도 증진을 위해 충전재는 고로에서 용융상태의 고온슬래그를 급냉화하여 입상화한 비중 2.92, 비표면적 4,401 cm²/g인 고로슬래그 미분말을 사용하였다.

2003년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (2003년 11월 1일)

2. 배합 및 제작

폴리머 투수콘크리트 배합시 가장 중요한 변수는 결합재인 폴리머의 사용량으로써 결합재량이 많으면 폴리머가 골재를 피복한 후 여분의 결합재에 의해 공극이 채워지고, 바닥면에 불투수층의 형성으로 인하여 투수콘크리트의 기능을 할 수 없기 때문에 이에 대한 설계가 매우 중요하다. 따라서, 재생골재를 활용한 폴리머 투수콘크리트의 배합설계는 현재 일반 투수성 시멘트 콘크리트 포장의 투수계수 $1 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 의 수준과 A형 보도용 콘크리트판에서 제한하고 있는 휨시험에서 하중 1,200 kgf 이상을 만족할 수 있도록 결합재와 충전재 및 굵은골재의 비율을 결정하였으며, 재생굵은골재의 품질특성을 평가하기 위하여 쇄석에 대한 중량비로 0, 50, 100%를 치환하여 사용하였다. 폴리머 투수콘크리트의 공시체 제작은 KS F 2419 (폴리에스테르 레진 콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법)에 규정된 방법에 준하였으며, 소정의 재령까지 기건양생하였다.

3. 시험방법

압축강도시험은 KS F 2481(폴리에스테르 레진 콘크리트의 압축강도 시험방법), 휨강도시험은 KS F 2482(폴리에스테르 레진 콘크리트의 휨강도 시험방법)에 준하여 재령 7일에 측정하였으며, 투수계수시험은 $20 \times 20 \times 7 \text{cm}$ 의 공시체를 특별히 제작된 투수시험장치에 투수공시체를 밀착시킨 후 6ℓ의 물을 투입해서 물이 모두 투과되었을때의 시간을 5회 반복 측정된 값을 평균하여 투수계수를 구하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 압축강도

재생굵은골재를 치환한 폴리머 투수콘크리트의 압축강도는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 재생굵은골재의 치환율에 따라 $180 \sim 200 \text{gf/cm}^2$ 의 범위으로써, 쇄석만을 활용한 투수콘크리트의 압축강도 192 kgf/cm^2 과 거의 유사하게 나타났으며, 모든 배합에서 현재 시멘트 투수콘크리트 포장의 설계압축강도 180 kgf/cm^2 을 만족하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 재생굵은골재 자체의 강도 특성이 우수하여 쇄석과 마찬가지로 폴리머 투수 콘크리트에 100% 치환하여 사용하여도 압축강도 저하 등의 문제가 발생되지 않을 것으로 판단된다.

또한, 재생굵은골재의 입도가 재생골재의 제조 과정에서 많은 세척과 분쇄로 인하여 둥근 형태를 가지기 때문에 비교적 입도가 모가 많이 난 쇄석에 비하여 동일 결합재에 대한 유동성이 우수한 것으로 나타났다.

2. 휨강도

휨강도는 도로나 활주로와 같이 직접 휨응력을 받는 포장판 및 콘크리트판, 콘크리트 말뚝 등의 설계기준강도에 이용되고 있으며, 현재 보도용 콘크리트판 및 보차도용 콘크리트 블록 등에서도 휨강도에 대한 규정을 제시하고 있다. 재생골재를 활용한 폴리머 투수콘크리트의 휨강도는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 재생굵은골재의 치환율에 따라 $58 \sim 64 \text{ kgf/cm}^2$ 의 범위으로써, 쇄석만을 사용한 투수콘크리트의 휨강도 65 kgf/cm^2 와 거의 유사하게 나타났다.

이러한 결과는 압축강도에서와 마찬가지로 재생굵은골재의 강도가 크기 때문으로 판단되며, 우수한 휨강도 특성에 의하여 투수성 콘크리트판이나 투수 블록 등에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

3. 투수계수

투수계수는 폴리머 투수콘크리트의 요구 성능 중에서 가장 중요한 요소로써, 투수콘크리트에 사용된 골재의 크기 및 공극율에 의한 영향을 크게 받는다. 재생골재를 활용한 폴리머 투수콘크리트의 재생굵은골재의 치환율에 따른 투수계수는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 $4.6 \times 10^{-2} \sim 6.9 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 로써, 쇄석만을 사용한 투수콘크리트의 투수계수 $6.1 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 와 마찬가지로 현재 시멘트 콘크리트 투수 포장에 사용되는 투수계수 $1 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 보다 우수한 것으로 나타나 투수 포장에 활용할 경우 효과가 클 것으로 기대된다.

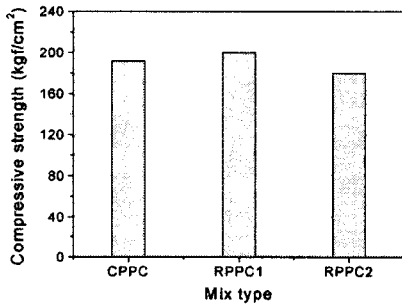


Fig.1 Compressive strength by mix type

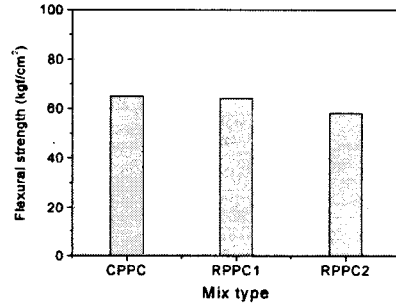


Fig.2 Flexural strength by mix type

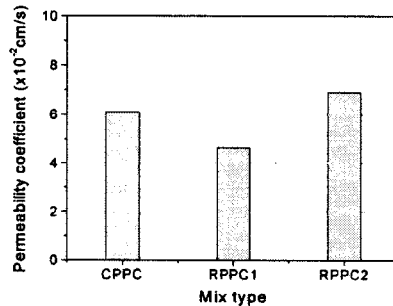


Fig.3 Permeability coefficient by mix type

IV. 결 론

이 연구는 재생골재를 활용한 폴리머 투수콘크리트의 특성을 구명한 것으로서, 이 연구를 통해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 압축강도는 재생굵은골재의 치환율에 관계없이 거의 유사한 것으로 나타났으며, 재생골재의 사용에 따른 강도 저하 등은 발생되지 않았다.
2. 휨강도는 재생굵은골재의 치환율에 관계없이 쇄석만을 사용한 경우와 거의 유사한 경향을 나타내었으며, 휨응력을 직접 받는 곳에 적용할 수 있을 것으로 판단된다.
3. 투수계수는 재생굵은골재의 치환율에 관계없이 모든 배합에서 시멘트 콘크리트 투수포장에 사용되는 투수계수 $1 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 보다 우수한 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. Aguado, H. and Martinez, A., 1984, Effects of Different Factors in Mixing and Placing of Polymer Concrete, Proceedings of the 4th ICPIIC, London, U. K, pp. 299~303.
2. Fowler, D. W., 1987, Current Status of Polymers in Concrete, Proceedings of the 5th ICPIIC, Brighton, U. K, pp. 3~7.
3. Kuromoto, M. et al., 1996, Characterization of Fillers Applied to MMA Polymer Concrete, Proceedings of Japan Concrete Institute, 8(4), pp. 489~494.
4. Paturoyer, V. V., 1986, Recommendations on Polymer Concrete Mix Design, NIZHB, Moscow, pp. 18.
5. Sung, C. Y., 1995, Mechanical Characteristics of Permeable Polymer Concrete, Proceedings of the '95 Japan and Korea Joint Seminar, Tottori University, Japan, pp. 32~35.
6. Sung, C. Y., 1996, An Experimental Study on Mechanical Properties of Permeable Polymer Concrete. Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers, 38(5), pp. 95~105.
7. Topcu, I. B. and N. F. Guncan., 1995, Using Waste Concrete as Aggregate, An International Journal of Cement and Concrete Research, 25(77), pp. 1,385~1,390.