

재생 폴리머 콘크리트의 물리·역학적 특성

Physical and Mechanical Properties of Recycled Polymer Concrete

백 승 출*(농업기반공사) · 김 영 익 · 성 찬 용(충남대) · 최 상 룡(한석엔지니어링)

Baek, Seung-Chul* · Kim, Young-Ik · Sung, Chan-Yong · Choi, Sang-Leung

Abstract

This study is performed to examine the physical and mechanical properties of recycled polymer concrete using recycled coarse aggregate and recycled fine aggregate. Tests for compressive strength, flexural strength and pulse velocity with replacement ratio of recycled coarse aggregate and recycled fine aggregate are performed. As a result, compressive strength, flexural strength and pulse velocity of polymer concrete containing recycled coarse aggregate are in the range of 826~849 kgf/cm², 192~200 kgf/cm² and 3,932~4,000 m/s, respectively. Compressive strength, flexural strength and pulse velocity of polymer concrete containing crushed stone only are 805 kgf/cm², 197 kgf/cm² and 3,931 m/s, respectively. Accordingly, recycled aggregates is expected that can be utilizing as an aggregate of polymer concrete.

I. 서 론

최근 도시재개발과 건물의 노후화 및 기능저하에 의한 건물의 해체가 증가함에 따라 폐콘크리트를 포함한 각종 건설폐기물이 다량으로 배출되고 있으며, 이를 경제적 및 환경적으로 처리하기 위한 연구가 진행중에 있다. 특히 건설폐기물의 가장 큰 부분을 차지하고 있는 폐콘크리트와 폐아스팔트를 재생골재로 활용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 건설폐기물 재활용 촉진을 위한 정책 및 법률 제정이 이루어지고 있다. 한편, 현재 국내에서 생산되고 있는 재생골재의 품질은 생산업체에 따라 약간의 차이가 있으며, 특히 천연골재 및 쇄석과는 비중 및 흡수율 등의 물리적 특성이 다르기 때문에 사용상에 주의가 요구된다.

따라서, 본 연구에서는 국내에서 생산되고 있는 재생골재를 일정 비율로 치환한 재생 폴리머 콘크리트를 개발하여, 쇄석을 활용한 폴리머 콘크리트와의 물리·역학적 특성을 비교 평가함으로써 재생골재의 사용성과 품질 특성을 고찰하는데 그 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

1. 사용재료

결합재는 올소타입의 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, 잔골재는 비중 2.62, 조립율 2.66, 흡수율 0.87인 천연모래와 비중 2.44, 조립율 3.39, 흡수율

3.92인 재생잔골재를 사용하였고, 골재와 골재 사이의 공극을 치밀하게 채워주고 비교적 고가인 폴리머의 사용량을 줄이기 위한 충전재는 비중 2.92, 비표면적 3,150 cm^2/g 인 탄산칼슘을 사용하였다.

2. 배합 및 제작

결합재의 사용량을 최소로 하기 위하여 예비실험을 통하여 잔골재에 대한 굵은골재의 비율과 충전재의 사용량을 결정하였으며, 충전재는 재생골재의 강도 특성을 평가하기 위하여 모든 배합에서 동일 중량비를 사용하였고, 재생골재의 치환율에 따른 물리·역학적 특성을 평가하기 위하여 재생굵은골재를 쇄석의 중량비로 각각 0, 50, 100% 치환하였으며, 재생잔골재를 규사 대용으로 사용하였다. 재생 폴리머 콘크리트의 공시체 제작은 KS F 2419 (폴리에스테르 레진 콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법)에 규정된 방법에 준하였으며, 혼합방법은 골재 및 충전재를 잘 혼합한 후 결합재를 투입하였고, 혼합된 재료를 240 rpm인 진동기 위에 올려 놓은 상태로 진동다짐을 주어가며 제작하였다. 또한, 몰드에 타설된 공시체는 3시간 후 탈형하여 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, 초음파진동속도시험은 $60 \times 60 \times 240\text{mm}$ 인 공시체를 사용하여 BS 4408(콘크리트의 초음파진동속도 측정방법)에 준하여 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 압축강도

잔골재로 규사 및 재생잔골재를 사용하고 재생굵은골재를 치환한 경우의 압축강도는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 각각 $826 \sim 849 \text{ kgf/cm}^2$ 과 $865 \sim 879 \text{ kgf/cm}^2$ 의 범위으로써, 쇄석만을 사용한 경우의 압축강도 805 kgf/cm^2 과 849 kgf/cm^2 에 비하여 약간 우수하게 나타났으며, 재생굵은골재의 치환율이 높을수록 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 재생굵은골재 자체의 강도가 우수하고, 재생굵은골재의 입경이 등근 형태로 동일 결합재비에 대하여 유동성이 우수하여 원활한 피복이 이루어졌기 때문이라 판단된다. 또한, 재생잔골재를 사용한 경우가 규사를 사용한 경우에 비하여 강도가 약간 크게 나타났는데, 이러한 결과는 재생잔골재의 흡수율이 규사보다 크기 때문에 동일 슬럼프를 위한 결합재의 사용량이 증가되었기 때문이라 생각된다. 한편, 동일 결합재비로 재생굵은골재를 100% 치환하여 사용하여도 슬럼프 저하 없이 우수한 강도 특성을 나타내기 때문에 재생 폴리머 콘크리트에 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 휨강도

잔골재로 규사와 재생잔골재를 사용하고 재생굵은골재를 치환한 경우의 휨강도는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 각각 192~200 kgf/cm²과 202~208 kgf/cm²의 범위로서, 쇄석만을 사용한 경우의 휨강도 197 kgf/cm² 및 207 kgf/cm²과 거의 유사하게 나타났으나, 재생굵은골재를 100% 치환한 경우에 강도가 가장 작게 나타났다. 이러한 결과는 쇄석의 입경이 모가 많이 나 결합재인 폴리머와의 부착력이 우수한 반면에 재생굵은골재는 입경이 등골뿐만 아니라 골재 표면의 시멘트 페이스트와 폴리머와의 부착력 감소에 기인한 것으로 판단된다. 또한, 압축강도에서와 마찬가지로 재생잔골재를 사용한 경우의 배합이 규사를 잔골재로 사용한 배합보다 휨강도가 우수한 것으로 나타났다.

3. 초음파진동속도

잔골재로 규사와 재생잔골재를 사용하고 재생굵은골재를 치환한 경우의 초음파진동속도는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 각각 3,932~4,000 m/s와 4,041~4,082 m/s의 범위로서, 쇄석만을 사용한 경우의 초음파진동속도 3,931 m/s와 3,984 m/s에 비하여 약간 우수하게 나타났으며, 압축강도의 결과와 마찬가지로 재생굵은골재의 치환율이 높을수록 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 초음파진동속도가 콘크리트 내부의 구성 물질 및 밀도에 큰 영향을 받고, 일반적으로 압축강도가 큰 경우 콘크리트 내부가 치밀하고 공극이 적어 초음파진동속도를 저해하는 요인이 감소하였기 때문이라 생각된다.

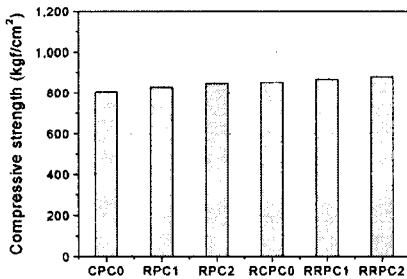


Fig.1 Compressive strength by mix type

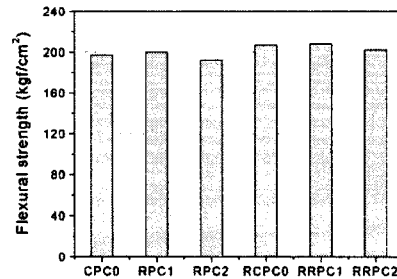


Fig.2 Flexural strength by mix type

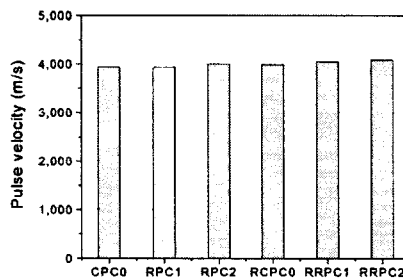


Fig.3 Pulse velocity by mix type

IV. 결 론

이 연구는 재생굵은골재 및 재생잔골재를 활용한 재생 폴리머 콘크리트의 물리·역학적 특성을 구명한 것으로서, 이 연구를 통해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 압축강도는 재생굵은골재의 치환율이 높을수록 증가하는 경향을 나타내었으며, 재생골재의 사용에 따른 강도 저하 등이 발생되지 않아 골재의 품질이 우수한 것으로 나타났다.
2. 휨강도는 재생굵은골재의 치환율에 관계없이 쇄석만을 사용한 경우와 거의 유사한 경향을 나타내었으나, 재생굵은골재를 100% 치환한 경우의 강도가 가장 작게 나타났다.
3. 초음파진동속도는 압축강도와 마찬가지로 재생굵은골재의 치환율이 높을수록 증가하는 경향을 나타내었다.

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. Paturoyer, V. V., 1986, Recommendations on Polymer Concrete Mix Design, NIZHB, Moscow, pp. 18.
4. 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.
5. Sung, C. Y. and Jung, H. J., 1996, Engineering Properties of Permeable Polymer Concrete with Stone Dust and Fly Ash, Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers, 38(4), pp. 147~154.
6. 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.
7. Zhang, M. H., T. F. Rinning and O. E. Gjorv, 1993, Mechanical Properties High-Strength Concrete, Lillehammer, Norway, pp. 1,271~1,279.