

동결융해를 받은 순환 굵은골재 콘크리트의 부착성능

Bond Behavior of Recycled Coarse Aggregate Concrete Deteriorated by Freezing and Thawing

최기선* 이민정** 윤현도*** 강기웅**** 유영찬***** 김금환*****

Choi, Ki-Sun Lee, Min-Jung Yun, Hyun-Do Kang, Ki-Woong You, Young-Chan Kim, Keung-Hwan

ABSTRACT

The purpose of this study to investigate the bond strength of recycled coarse aggregate concrete deteriorated by freezing and thawing. Concrete specimens with recycled coarse aggregate representing lower limit of the quality standard (water absorption : 3.0%, specific gravity : 2.5g/cm³) were manufactured and tested. The replacement ratio (0, 30, 60 and 100%) of recycled coarse aggregate and freezing-thawing cycles were considered in this test.

From the test results, it was found that the bond strength of normal strength concrete is not affected by the replacement ratio of recycled coarse aggregate under freezing and thawing conditions. Also, the bond strength of the natural and recycled coarse aggregate concrete using AE admixtures was not decreased by frost action.

요 약

본 연구에서는 순환골재 콘크리트의 부착 내구성을 평가하기 위하여 동결융해 피해를 받은 순환굵은골재 콘크리트의 부착성능을 실험적으로 검토하였다. 콘크리트는 순환골재 품질기준에서 제시하는 품질 하한치(흡수율 : 3.0%, 절건밀도 : 2.5g/cm³)를 만족하는 순환굵은골재를 사용하여 레미콘 배합에 의해 생산하였으며, 부착실험체는 표준 인발시험 중에서 철근을 수직방향으로 배근한 형태로 제작하였다. 또한 실험변수는 순환굵은골재의 치환률(0, 30, 60, 100%)과 동결융해 사이클을 변수로 수행하였다.

실험결과에 의하면 동결융해 조건하에서 순환굵은골재 치환률에 따른 콘크리트의 부착성능은 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 AE제를 사용한 천연 및 순환골재 콘크리트는 동결융해에 의한 부착강도 저하가 발생하지 않았다.

* 정회원, 한국건설기술연구원 연구원

** 정회원, 충남대학교 건축공학과 석사과정

*** 정회원, 충남대학교 건축공학과 교수, 공학박사

**** 정회원, 대한주택공사 주택도시연구원 연구원

***** 정회원, 한국건설기술연구원 책임연구원, 공학박사

1. 서론

순환골재는 건설폐기물의 상당량을 차지하고 있는 폐콘크리트의 폐기 또는 불법매립에 따른 환경적 문제를 해결하고 국내의 부족한 골재자원에 대한 대체재를 확보하기 위한 방안으로 제시되었다. 이에 따라 국내에서는 기존의 다양한 연구를 바탕으로 2005년 순환골재 품질기준이 제정되었으며, 2007년 순환골재 인증기준의 시행으로 순환골재의 적용을 위한 제도적 기준을 완비하였다. 그러나 기존 연구의 대부분이 실험실 내의 엄격한 조건에서 이루어진 재료차원에서의 실험결과를 바탕으로 제시되었으며, 구조부재에 대한 검토가 미흡하였기 때문에 순환골재 콘크리트의 품질에 대한 불확실성이 여전히 남아 있었다. 따라서 본 연구는 구조부재로서 순환골재 콘크리트의 적용성을 검토하고 적절한 콘크리트 구조설계기준을 마련하기 위한 연구의 일환으로 순환굵은골재를 사용한 콘크리트의 내구성을 평가하도록 하였다.

2. 실험계획

2.1 골재선정

본 연구에서는 순환골재 콘크리트의 구조기준 작성을 목표로 하는 바, 다양한 순환골재 콘크리트의 역학적 특성을 대표할 수 있도록 콘크리트용 순환골재 품질기준의 하한치(절건밀도 : 2.5g/cm^3 , 흡수율 : 3.0%)를 만족하는 골재를 선정하였다. 이를 위하여 다수의 반복시험을 통하여 순환굵은골재와 재생굵은골재를 소정의 비율로 혼합하여 요구하는 품질기준을 만족하는 골재를 제작하였다.

표 1 골재의 특성

구분	입경(mm)	절건밀도(g/mm^3)	흡수율(%)	단위용적중량(kg/m^3)	조립율
순환굵은골재	25	2.59	1.59	1,616	6.45
재생굵은골재	25	2.26	6.28	1,298	6.34
(순환:재생 = 2.5 : 1)	25	2.48	3.01	1,511	6.38

2.2 실험계획

본 연구에서는 순환굵은골재를 0, 30, 60, 100%로 치환하여 천연골재와 순환골재 콘크리트의 부착내구성을 평가하였다. 콘크리트는 설계압축강도 21MPa의 현장배합 레미콘을 사용하였으며, 그림 2와 같이 $150 \times 150 \times 300\text{mm}$ 크기로 철근을 수직방향으로 배근한 부착실험체를 제작하였다. 제작된 실험체는 그림 1에서 나타난 바와 같이 동결융해 시험기에서 기건동결·수중융해의 조건으로 100, 200, 300cycle의 동결융해 과정에 노출시켰다. 각 사이클이 종료된 시험체는 철근의 pull-out 시험을 수행하였으며, 순환골재 치환률 및 동결융해 사이클에 대한 부착성능을 평가하도록 하였다.



그림 1 부착실험체 동결융해

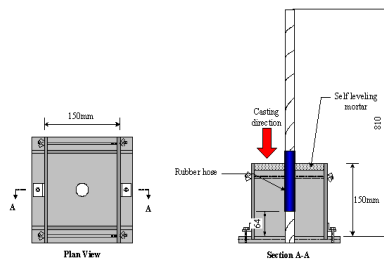


그림 2 부착실험체(수직배근)

3. 실험결과

3.1 외관변화

보통강도 콘크리트에서 동결융해에 따른 콘크리트의 외관변화를 육안관찰을 통해 측정하였다. 그림 4에 나타난 바와 같이 동결융해 사이클의 증가에 따라서 부분적인 표면의 열화가 관측되었지만 열화 깊이는 깊지 않았으며, 박락된 콘크리트의 양도 많지 않았다. 또한 동일한 동결융해 조건하에서 순환골재 콘크리트와 천연골재 콘크리트의 외관상 열화 정도는 차이가 없는 것으로 나타났다.



그림 3 동결융해에 따른 외관변화

3.2 최대부착강도

동결융해 사이클별 순환골재의 치환율에 따른 부착강도는 그림 4에 나타난 바와 같이 동결융해에 노출된 시간에 관계없이 비교적 일정한 것으로 나타났다. 또한 각 동결융해 조건하에서 순환골재의 치환율에 따른 영향도 거의 없는 것으로 나타났다. 즉, 동결융해 노출시간에 따른 육안관측 결과에서 나타난 바와 같이 천연 및 순환골재 콘크리트 모두 AE제를 사용한 콘크리트 배합으로 동결융해

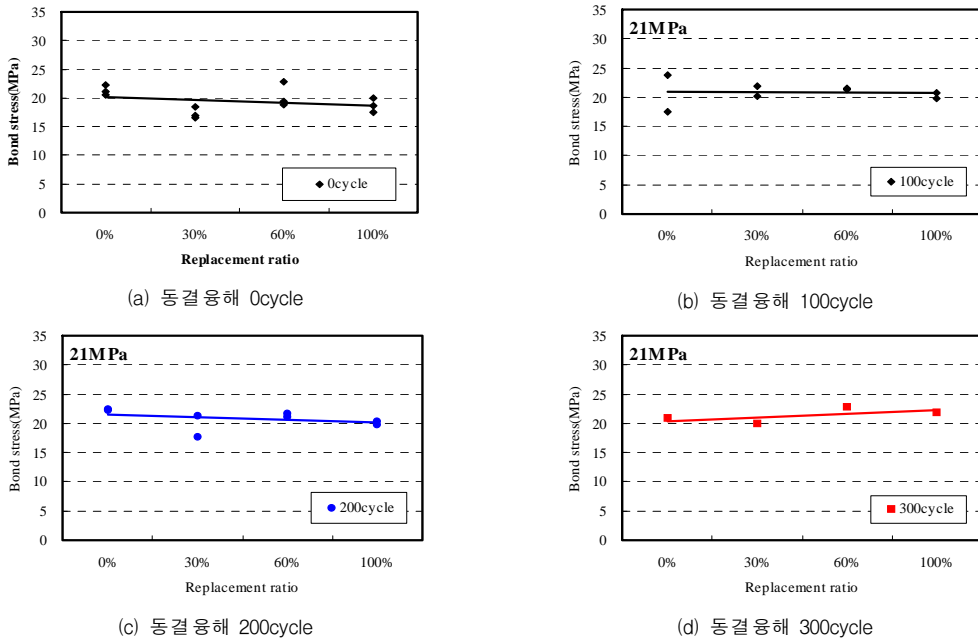


그림 4 순환골재 치환율에 따른 부착강도

에 의한 콘크리트의 열화가 표면에서만 일부 발생하였으며, 철근과 부착된 내부 콘크리트의 열화는 거의 발생하지 않은 것으로 판단된다. 따라서, 천연골재를 이용한 배합의 경우와 동등한 수준의 공기량을 확보하면 순환굵은골재를 사용할 경우에도 동결융해에 의한 영향이 크지 않을 것으로 판단된다.

3.3 콘크리트 압축강도에 따른 부착강도

그림 5은 순환골재 치환율에 따른 부착강도를 콘크리트 압축강도에 대하여 나타낸 것이다. 아울러 CEB-FIP에서 제시하는 이형철근의 콘크리트에 대한 부착응력에 대하여 검토하였다. 그림에서 나타난 바와 같이 수직철근의 부착강도는 순환골재 치환률 및 동결융해 노출시간에 관계없이 비교적 일정한 부착강도를 갖으며, 모두 CEB-FIP에서 제시하는 부착응력 조건을 상회하는 우수한 부착강도를 발휘하는 것으로 나타났다.

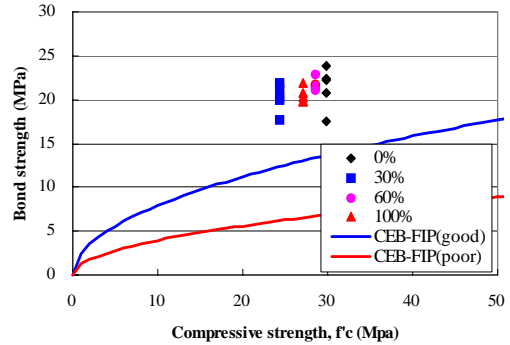


그림 5 콘크리트 강도에 따른 부착강도

4. 결론

본 연구에서는 동결융해를 받은 순환 굵은골재 콘크리트의 철근에 대한 부착 내구특성을 파악하기 위하여 순환굵은골재 치환률 및 동결융해 노출시간을 변수로 부착시험을 실시하였으며, 본 시험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) AE제를 사용한 천연 및 순환골재 콘크리트는 동결융해 노출시간의 증가에 따라서 국부적인 표면의 콘크리트 박락이 발생하였지만 열화정도는 크지 않은 것으로 관측되었다.
- 2) 동결융해 조건에 노출된 천연 및 순환골재 콘크리트의 부착성능은 노출시간에 관계없이 비교적 일정한 부착강도를 유지하는 것으로 나타났으며, 순환굵은골재의 치환률에 따른 콘크리트의 부착성능도 차이가 없는 것으로 나타났다. 따라서 AE제를 사용한 순환골재 콘크리트는 동결융해 조건 하에서 충분한 부착 내구성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.
- 3) 콘크리트 타설방향으로 매립된 수직철근의 부착강도는 순환골재 치환률 및 동결융해 노출시간에 관계없이 CEB-FIP에서 제시하는 부착응력 조건을 상회하는 우수한 부착강도를 발휘하는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부가 출원하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 2005 건설핵심기술연구개발사업 05건설핵심D07 “건설폐기물 재활용 기술 개발”의 일부로서, 관계제외계 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1. KS F 2573 “콘크리트용 순환골재”, 한국표준협회, 2006.12
2. fib, “Bond of reinforcement in concrete” state of art report bulletin 10, CEB-FIP, 2000
3. 문대중, 팽우선, 문한영, “재생골재를 사용한 콘크리트의 동결융해 저항성”, 한국콘크리트학회논문집, 제14권 3호, 2002.7, pp307-314