

# 순환골재의 강제 탄산화 개질 기술 개발을 위한 기초적 연구

## A Study on the Development of Forced Carbonation Reforming Technology for Recycled Aggregates

임 명 관\*      박 원 준\*\*      이 혁\*\*\*      김 도 윤\*\*\*  
Lim Myung-Kwan      Park Won-Jun      Lee Huck      Kim Do-Yun

### Abstract

The most important things for the production of recycled aggregates are saving energy, suppressing the generation of by-product fine particles and sustaining the performance of concrete. As solutions, this study proposes this technology of improving the performance of recycled aggregates through forced carbonation. 1) It is to stimulate and carbonate the bond paste part that causes the deterioration of recycled aggregates. Particularly, the purpose of this technology is to fill and chemically stabilize pores inside the bond paste, further improving the quality of recycled aggregates with a decreased absorption rate and an enhanced aggregate strength. Ultimately, it is possible to obtain a carbonation model, depending on the paste ratio and particle-size distribution of recycled aggregates. Moreover, by calculating the optimum carbonation period through the verification of this carbonation model, it is possible to examine how much the strength is improved by the reformation of recycled aggregated.

키 워 드 : 순환골재, 강제탄산화, 압축강도, 모델화, 모르타르

Keywords : recycled aggregates, forced carbonation, compressive strength, modeling, mortar

## 1. 서 론

### 1.1 연구 목적

본 연구에서는 페이스트 내부에 잔존된 수산화칼슘을 의도적으로 탄산화 하여 변화 시키는 것으로 체적의 팽창과, 이것에 의해서 공극을 충전하고 흡수율 저감과, 골재강도 향상을 도모하려 한다. 또한 탄산화에 대해서도 최적 탄산화 기간을 정하기 위해, 시멘트 경화체 내부에 있어서의 탄산화의 의한 성질과 상태 변화를 파악해야 하기 때문에 실험을 통해서 각각의 분석으로 각 골재들의 기초 데이터를 산출해서 천연재료의 본래의 성질과, 실제 순환 골재의 탄산화에 의한 성질과 상태와 비교하고, 이런 순환골재들의 성능의 향상이 목적이다.

## 2. 연구내용 및 고찰

### 2.1 순환골재의 입도별 부착 페이스트 평가

흡수율 3%를 기준으로 순환골재를 나누어 진행하였다. 순환골재 500g을 체가름 실험을 하여 입도별 골재 개수와 중량을 구하여 입도별 골재 하나당 평균 질량값을 산출하였으며, 원형으로 가정된 골재에 부착되어 있는 페이스트량을 구하기 위하여 부착시멘트페이스트가 제거된 골재의 중량 값을 구하여 질량-형상비로 하여금 순환골재에 부착된 시멘트 페이스트의 두께를 산출하였다. 표 1에 나타난 것과 같이 흡수율 3% 이상인 시료의 몰탈함유율이 흡수율 3%이하의 시료보다 더 많은 것을 확인할 수 있다.

표 1. 부착페이스트량 측정 결과

| 흡수율 3% 이상 | 골재질량 (g) | 입자수 (ea) | 입자별골재 하나당 무게(g) | 몰탈질량 (g) | 몰탈제거 후질량(g) | 몰탈제거 후입자수(ea) | 몰탈제거 후 입자별 골재하당 무게(g) | 몰탈 함유율(%) |
|-----------|----------|----------|-----------------|----------|-------------|---------------|-----------------------|-----------|
| 25mm      | 0.0      | 0        | 0.0             | 0.0      | 0.0         | 0             | 0.0                   | 0.0       |
| 20mm      | 74.6     | 8        | 9.3             | 17.1     | 57.5        | 8             | 7.2                   | 22.9      |
| 13mm      | 336.0    | 48       | 7.0             | 83.9     | 252.1       | 48            | 5.3                   | 25.0      |
| 10mm      | 83.9     | 31       | 2.7             | 25.0     | 58.9        | 31            | 1.9                   | 29.8      |
| 접시 받이     | 5.5      | 4        | 1.4             | 1.4      | 4.1         | 4             | 1.0                   | 25.5      |
| 합계        | 500.0    | 91       | 5.5             | 127.4    | 372.6       | 91            | 4.1                   | 25.5      |

\* 송원대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

\*\* 강원대학교 건축공학과 조교수, 공학박사, 교신저자(wjpark@kangwon.ac.kr)

\*\*\* (주)동부이엔티 연구팀장, 주임

| 흡수율 3% 이하 | 골재 질량 (g) | 입자수 (ea) | 입자별골재 하나당 무게(g) | 몰탈질량 (g) | 몰탈제거 후질량(g) | 몰탈제거 후입자수 (ea) | 몰탈제거 후 입자별 골재 해당 무게(g) | 몰탈 함유율(%) |
|-----------|-----------|----------|-----------------|----------|-------------|----------------|------------------------|-----------|
| 25mm      | 0.0       | 0        | 0.0             | 0.0      | 0.0         | 0              | 0.0                    | 0.0       |
| 20mm      | 106.3     | 8        | 13.3            | 7.9      | 98.4        | 8              | 12.3                   | 7.4       |
| 13mm      | 323.9     | 56       | 5.8             | 33.1     | 290.8       | 56             | 5.2                    | 10.2      |
| 10mm      | 66.7      | 7        | 9.5             | 11.0     | 55.7        | 7              | 8.0                    | 16.4      |
| 접시받이      | 3.2       | 3        | 1.1             | 0.6      | 2.6         | 3              | 0.9                    | 19.0      |
| 합계        | 500.0     | 74       | 6.8             | 52.5     | 447.5       | 74             | 6.0                    | 10.5      |

### 2.2 강제 탄산화 실험에 따른 골재 강도 변화 검토

흡수율 3% 이상, 이하의 순환골재를 각각 5000g씩 중성화 챔버를 이용하여 습식으로 이산화탄소 농도 5%, 온도 20 °, 습도 61%의 조건으로 강제 탄산화를 진행하였으며, 이에 따라 골재 파쇄값을 측정하여 그 결과를 나타내었다. 동일 골재의 비중 3% 이상, 미만의 두 가지의 골재를 사용 하였으나, 탄산화를 진행에 따른 강도 증가를 확인 할 수 있었으며, 골재의 강도가 높을수록 골재의 파쇄는 줄어드는 것이 확인 되었다.

표 2. 강제 탄산화 이후 골재 강도 변화 결과

|           | 천연골재 | 순환골재 3%이하 | 순환골재 3%이상 | 순환골재 (Co2) 3%이하 | 순환골재 (Co2) 3%이상 |
|-----------|------|-----------|-----------|-----------------|-----------------|
| 시료의 질량(g) | 2970 | 2950      | 2875      | 3020            | 2855            |
| 세립의 질량(g) | 703  | 810       | 815       | 787             | 770             |
| 골재 파쇄값(%) | 23.6 | 27.8      | 28.3      | 26.1            | 27.0            |

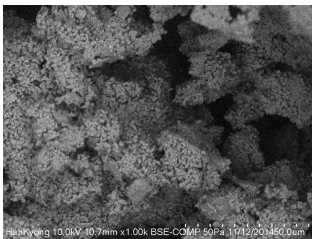


그림 1. 흡수율 3%이상 순환골재 SEM결과

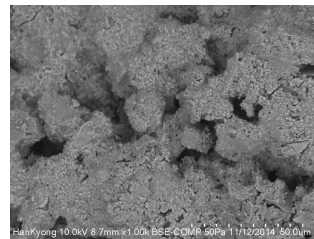
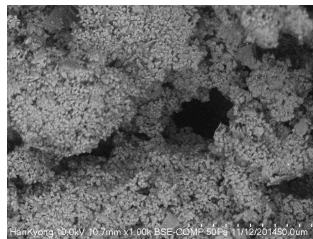
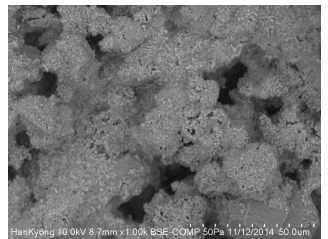


그림 2. 흡수율 3%이하 순환골재 SEM결과



### 3. 결 론

골재파쇄실험 결과, 탄산화를 시킨 순환골재는 탄산화를 진행하지 않은 순환골재보다 강도가 높고, 천연골재보다 낮다. 이는 탄산화를 시킴으로써 순환골재의 품질이 높아지지만, 천연골재에 미치지 못한다는 점을 알 수 있다. 천연골재의 대체 자원으로 사용되기 위해서 중성화의 조건의 변화가 필요하다. 또한 탄산화를 시킨 흡수율 3% 이상의 시료가 탄산화를 시킨 흡수율 3% 이하의 시료보다 골재 파쇄율이 높다는 점은 흡수율 3% 이상의 순환골재의 시멘트 페이스트의 깊이가 더 깊기 때문에 흡수율 3% 이상의 순환골재는 이산화탄소의 농도를 높이거나, 시간을 늘리는 등 중성화 조건의 변화가 필요하다는 것을 알 수 있다.

### 감사의 글

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2015년도 산학연협력 기술개발사업(산학연협력 기술개발사업(연구마을), 과제번호:CO301782)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

### 참 고 문 헌

1. 스키 미치타카, 입도분포가 있는 다성분 입자 랜덤 충전층의 공간율, 화학공학논문집, 제36권 제4호, pp.438~443, 1985
2. C.T.Kennedy, The Design of Concrete Mixes, Proceedings of the American Concrete Institute, Vol.36, pp.373, 1940