

# 재생골재의 물리적 성질과 모르타르 부착량의 관계에 대한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Relationship Between Physical Property of Recycled Aggregates and an Amount of Mortar Attached to the Original Aggregate

김 현 호\*      양 근 혁\*\*      강 경 인\*\*\*      정 상 진\*\*\*\*      정 현 수\*\*\*\*\*  
Kim, Hyun-Ho    Yang, Keun-Hyeok    Kang, Kyung-In    Jung, Sang-Jin    Chung, Heon-Soo

### ABSTRACT

This paper reports the results of experimental study on the effect of an amount of mortar attached to the surface of original aggregate on the physical properties of recycled aggregates such as specific gravity, and water absorption. An amount of attached mortar was evaluated by hydrochloric acid precipitation method. Test results indicated that a water absorption of recycled aggregates was proportional to the amount of mortar attached to the original aggregate.

### 1. 서론

재생골재의 품질을 결정하는 비중, 흡수율과 같은 물리적 성질은 골재표면에 부착된 모르타르 및 골재에 혼입된 모르타르 입자들에 의해 큰 영향을 받는다. 이들 부착 모르타르 양은 재생골재의 수처리 회수 또는 가열온도에 의해 영향을 받지만 경제성 및 골재 내부균열 증가방지 등의 이유로 처리회수를 쉽게 결정할 수 없다. 뿐만 아니라 수 처리 할 때마다 골재의 품질시험을 하기 어렵기 때문에 대부분의 재생골재 생산현장에서는 생산자의 경험에 의존하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 재생골재에서 모르타르 양과 비중 및 흡수율의 관계를 평가하기 위한 실험을 수행하였다. 또한 육안에 의해 골재 품질을 파악하는 자료활용을 위해 골재 표면의 확대사진을 첨부하였다.

### 2. 모르타르 부착 양 실험

#### 2.1 시험 개요

콘크리트 중의 시멘트 양의 시험방법으로서 염산으로 용해처리한 후 중량감소로부터 함유된 시멘트 양을 평가하는 방법이 이용되고 있다. 재생골재 중의 함유 시멘트·모르타르 양에 대해서도 표면에 부착된 모르타르, 혼입된 모르타르 입자를 염산으로 용해처리 한 후의 중량감소로부터 평가하는 방법이 国府,

\* 중앙대학교 건축공학과 석사과정

\*\* 목포대학교 건설공학부 건축공학전공 조교수

\*\*\* 고려대학교 건축공학과 교수

\*\*\*\* 단국대학교 건축대학 건축공학과 교수

\*\*\*\*\* 중앙대학교 건축공학과 교수

嵩英雄 등에 의해 제시되고 있다. 이들 방법의 특성을 표 1에 나타내었다.

国府에 의해 제시된 방법은 농도 5%의 염산을 사용하여 10일 간의 용해처리 후 중량감소로부터 재생조골재 중의 모르터 부착량을 평가하는 것이다. 嵩英雄에 의해 제시된 방법은 농도 10%의 염산을 사용하여 반응이 완전히 정지할 때 까지 염산을 자주 교환하고 교반하는 것이다. 国府에 의해 제시된 방법은 시험기간이 길고 부착모르터의 완전 용해를 확인할 수 없다. 嵩英雄에 의해 제시된 방법은 처리기간이 단축되는 반면 염산반응과 부착모르터의 완전 용해를 육안으로 확인해야 한다. 이들의 장·단점을 고려하여 본 연구에서는 嵩英雄의 방법을 응용하여 염산은 1일 4회 교환, 교반 하였으며 중량변화가 없을 때 모르터가 완전용해 되었음을 확인하고 시험을 종료하였다. 사진 1에 각 입도별로 분류하여 10% 농도의 염산에 침전시켰을 때 가스발생 모습을 나타내었다.

모르터 부착율은 시료 중의 모르터 양보다는 재생골재만에 대한 모르터 양을 평가하기 위하여 식 (1)에 의해 계산하였다.

$$\text{모르터 부착율}(R_M) = \frac{\text{염산처리 후의 중량감소}}{\text{염산처리 후의 시료 절건중량}} \times 100 \quad (1)$$

또한 이들 모르터 부착량이 골재의 흡수속도에 미치는 영향을 파악하기 위하여 재생골재의 흡수속도를 시험하였다. 흡수속도는 골재의 비중시험과 동일한 방법으로 하였으며, 5분마다 골재의 중량변화를 측정하였다.

## 2.2 재생골재의 물리적 특성

본 연구에서 이용된 재생조골재는 3종류, 재생세골재는 2종류이다. 재생골재는 비중과 흡수율 시험 결과를 통해 KS에서 제시하는 등급분류에 따라 분류하였다. 재생세골재인 경우 모두 2등급에 속하였기 때문에 A와 B로 구분하였다.

이들 재생골재의 물리적 특성을 표 2에 나타내었다.

표 2. 재생골재의 물리적 특성

| Type   |             | Maximum diameter (mm) | Specific gravity | Water absorption (%) | Unit weight (kgf/m <sup>3</sup> ) | Fineness modulus (%) |
|--------|-------------|-----------------------|------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Gravel | Grade I     | 25                    | 2.53             | 1.6                  | 1,642                             | 6.52                 |
|        | Grade II    |                       | 2.41             | 4.031                | 1,558                             | 6.83                 |
|        | Grade III   |                       | 2.40             | 6.242                | 1,645                             | 6.89                 |
| Sand   | Grade II(A) | 5                     | 2.36             | 5.374                | 1,366                             | 3.25                 |
|        | Grade II(B) |                       | 2.33             | 6.726                | 1,251                             | 3.37                 |

## 3. 실험결과 및 분석

### 3.1 모르터 부착율

그림 1에는 재생조골재의 입도

표 1. 재생골재의 부착 모르터 중량 시험법의 비교

| 시험 방법 | 시료                             | 염산농도 (%) | 용해처리방법     | 염산교환           | 종료 시기              |
|-------|--------------------------------|----------|------------|----------------|--------------------|
| 国府    | 7kgf의 절건시료의 5mm 체 잔류 분         | 5        | 1일 1회 교반   | 1일 1회          | 10일 후              |
| 嵩英雄   | 5mm 체 이상의 절건시료를 각 입도별 500g     | 10       | 1일 다수 회 교반 | 가스발생이 감소할 때 마다 | 염산교환 시 가스발생이 중지할 때 |
| 본 실험  | 절건시료를 각 입도별 500g (조골재, 세골재 구분) | 10       | 1일 4회      | 1일 4회          | 중량의 변화가 없을 때 까지    |

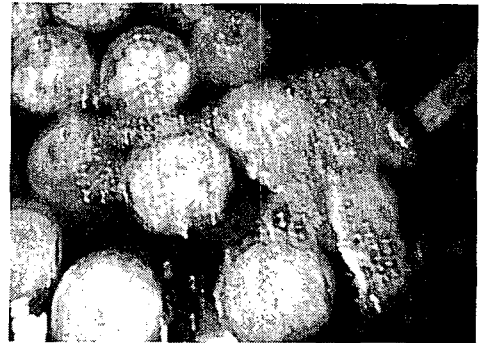


사진 1. 재생골재의 염산침전 시 가스발생 모습

별 모르터 부착율을, 그림 2에는 재생세골재의 입도별 모르터 부착율을 각각 나타내었다. 일반적으로 골재의 등급이 높을수록 즉 흡수율이 높을수록 모르터 부착율은 증가하였다. 재생세골재에서는 골재 직경이 2.5~20mm 범위에서 모르터 부착율이 가장 높았다. 재생세골재에서는 입경이 작을수록 모르터 부착율이 증가하는 경향을 보였다. 따라서 폐콘크리트 파쇄과정 및 수 처리 과정에서 입경이 작을수록 모르터 제거가 잘 이루어지지 않는다고 판단되며 이에 대한 설비보완이 요구된다고 판단된다.

그림 3에는 재생골재의 모르터 부착율과 흡수율 및 비중의 관계를 나타내었다. 모르터 부착율이 증가할수록 흡수율은 직선비례하여 증가하며 비중은 감소하였다. 모르터 부착량은 재생골재의 품질을 결정하는 주요 요인임을 명확히 확인 할 수 있었다.

### 3.2 흡수속도

그림 4에는 재생골재가 초기 슬럼프에 미치는 영향을 파악하기 위하여 시간에 따른 흡수량의 변화를 나타내었다. 조골재가 세골재에 비해 흡수량이 많은데 골재의 흡수율이 높을수록 현저하였다. 흡수량은 초기에 급격히 증가하지만 20~30분이 경과 후에는 거의 일정하였다. 즉 골재의 흡수율이 콘크리트의 초기 슬럼프에 미치는 영향은 물 투입 후 약 20분까지이므로 재생골재 콘크리트의 유동성과 품질을 확보하기 위해서는 이를 고려한 감수제 첨가시기를 결정해야 할 것이라 판단된다.

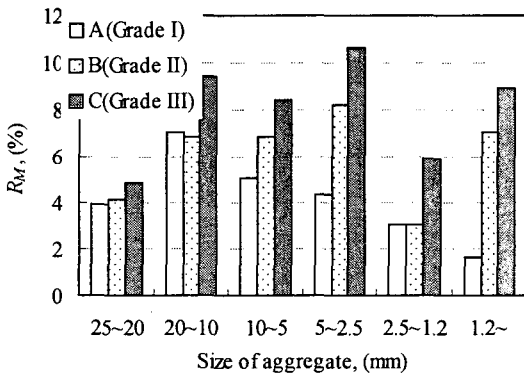


그림 1. 재생조골재의 입도 별 모르터 부착율( $R_M$ )

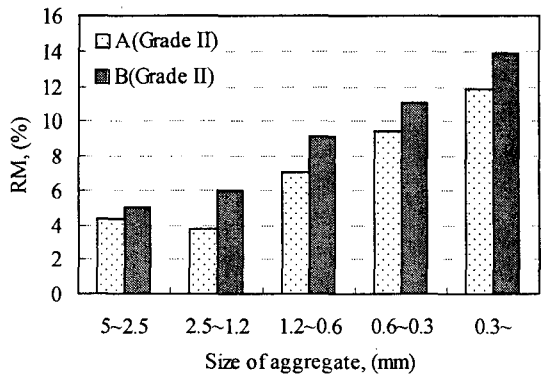


그림 2. 재생세골재의 입도 별 모르터 부착율( $R_M$ )

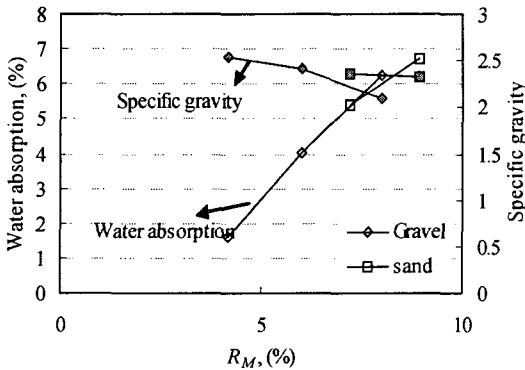


그림 3. 모르터 부착율과 흡수율 및 비중의 관계

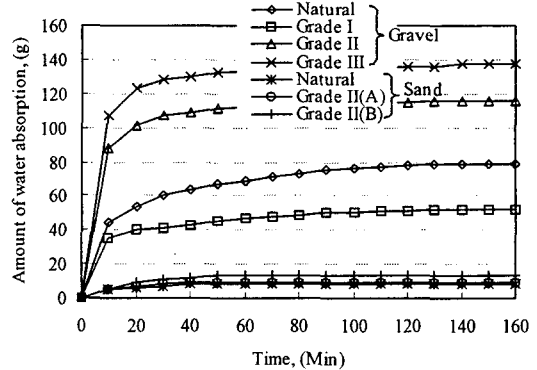


그림 4. 시간에 따른 골재 흡수량의 관계

### 3.3 재생골재의 표면사진

표 3에는 재생골재의 모르터 부착량과 골재표면의 관계를 나타내었다. 골재표면은 여러 각도에서 촬영한 SEM 사진에 의해 나타내었다. 골재 품질이 낮을수록 표면에 부착된 모르터 양 및 공극들이 많음을 알 수 있다. 표 3으로부터 육안에 의한 골재의 표면상태 확인을 통해 골재의 품질 및 등급을 근사적으로 유추할 수 있을 것이다.

표 3. 골재의 품질과 표면상태의 비교

| Type   |             | Physical Property    |                  |           | SEM 촬영 |  |  |
|--------|-------------|----------------------|------------------|-----------|--------|--|--|
|        |             | Water absorption (%) | Specific gravity | $R_M$ (%) |        |  |  |
| Gravel | Natural     | 1.936                | 2.52             | -         |        |  |  |
|        | Grade I     | 1.6                  | 2.53             | 4.17      |        |  |  |
|        | Grade II    | 4.031                | 2.41             | 6.0       |        |  |  |
|        | Grade III   | 6.242                | 2.40             | 7.99      |        |  |  |
| Sand   | Natural     | 1.626                | 2.5              | -         |        |  |  |
|        | Grade II(A) | 5.374                | 2.36             | 26.95     |        |  |  |
|        | Grade II(B) | 6.726                | 2.33             | 29.42     |        |  |  |

### 3. 결론

1) 재생골재의 품질을 결정하는 모르터 부착율은 조골재에서는 직경이 2.5~20mm 범위에서, 세골재에서는 입경이 작을수록 증가하며, 표면 사진에 의해서도 모르터 부착 정도를 확인할 수 있었다.

2) 재생골재의 흡수량은 조골재가 세골재에 비해 많으며, 모르터 부착율이 높을수록 현저하였다. 이들 흡수량은 초기에 급격히 증가하지만 20~30분이 경과 후에는 거의 일정하였다.

### 감사의 글

이 연구는 2004년도 건설핵심기술연구개발사업의 지원에 의해 수행되었음.

### 참고문헌

1. 国府, 上野, 大賀, “再生細粗骨材コンクリートの性質と有効活用方法”, 建材試験情報7, 1997.7 pp. 6-11
2. 嵩 英雄, 清水 憲一, 工藤貴寛, “再生骨材の品質に及ぼる附着モルタルの影響に関する実験研究”, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 1998. 9, pp. 685-690