

노후 건축물의 콘크리트 탄산화 깊이 측정과 시차열 중량분석을 통한 탄산화도 및 CO₂ 흡수량 실험적 평가

Measurement of carbonation depth of concrete in old buildings and experimental evaluation of carbonation degree and CO₂ absorption using differential thermal gravimetric analysis

이상현^{1*} · 기전도² · 조홍범² · 박창건³ · 김영선⁴ · 문형재⁴

Lee, Sang-Hyun¹ · Ki, Jun-Do² · Cho, Hong-Bum^{2*} · Park, Chang-Gun^{3*} · Kim, Young-Sun^{4*} · Moon, Hyung-Jae^{4*}

Abstract : Based on the carbonation depth measurement by the indicator for concrete collected from old structures and the quantitative analysis of Ca(OH)₂ and CO₂ in the carbonation section before and after the carbonation depth and in the non-carbonation section, the absorbable CO₂ amount and carbonation degree measurement result is as follows 1) The carbonation depth of the 40-year-old reinforced concrete structure was measured to be about 22 mm. (basement interior wall, marble finish, strength 30MPa) 2) The amount of CO₂ absorbed by the concrete was about 4.3% of the sample weight, and the carbonation degree was estimated to be about 53%.

키워드 : 콘크리트 탄산화, 이산화탄소 흡수, 시차열 중량분석, 탄산화도

Keywords : concrete carbonation, CO₂ absorption, differential thermal gravimetric analysis, carbonation degree

1. 서론

1.1 연구의 목적

콘크리트는 시멘트 수화반응을 통해 수산화칼슘을 생성하여 pH 12 이상의 강알칼리 성질을 나타낸다. 하지만 사용 중 콘크리트 내 수산화칼슘이 대기 중의 이산화탄소와 반응, 탄산칼슘을 생성하며 pH가 점점 낮아지는 콘크리트 탄산화가 진행된다. 건설분야에서는 2050 탄소중립 실현을 위해 콘크리트에 사용되는 시멘트량 감소 연구 및 콘크리트의 CO₂ 흡수에 관한 연구가 해외에서 활발하게 진행되고 있다[1,2].

본 연구는 콘크리트의 탄산화 현상을 통해 흡수가능한 CO₂ 정량 예측을 위해 노후된 콘크리트 구조물에서 콘크리트 코어를 채취하여 지시약을 이용하여 탄산화 깊이를 측정하였다. 그리고 지시약에 의해 구분된 탄산화 영역 및 미탄산화 구간의 시료를 시차열 중량 분석기를 이용, 시료 내 CO₂를 정량 측정하여 시료 중량대비 흡수가능한 CO₂량을 측정하였다. 그리고 탄산화 구간과 미탄산화 구간의 Ca(OH)₂ 정량 비교를 통해 탄산화도를 산정하였다. 향후 노후 구조물 해체현장에서 코어 채취한 콘크리트에 대해 콘크리트 강도별 사용년수에 따른 탄산화 깊이, Ca(OH)₂ 및 CO₂의 정량분석을 통한 탄산화도 DB 구축하고자 한다. 이 자료에 기초하여 콘크리트 배합별 노출조건 및 사용년수에 따른 흡수가능한 이산화탄소량 산정을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 탄산화 깊이 측정 및 시차열 중량분석을 이용한 탄산화도 평가평가

2.1 콘크리트 탄산화 깊이 측정

콘크리트 탄산화 깊이 측정은 철근콘크리트 구조물 해체 현장(서울시 서초동 위치, 40년 경과)에서 직경 5cm 코어 드릴로 채취한 콘크리트에 1% 페놀프탈레인 용액을 분무하여 자색으로 변색된 깊이를 측정하였다.

2.2 시차열 중량분석을 이용한 탄산화도 평가

지시약에 의해 변색된 깊이로 탄산화 영역과 미탄산화 영역으로 구분, 해당 구간 콘크리트에서 굵은 골재 및 잔골재를 제거한 페이스트 분말 시료를 시차열 중량분석기를 이용하여 Ca(OH)₂ 및 CaCO₃와 결합한 물의 중량 감소율을 측정하였다. 그 후 두 영역의

1) 롯데건설 기술연구원, 책임, 교신저자 (sanghyun.yi@lotte.net)

2) 롯데건설 기술연구원, 책임

3) 유진기업 기술연구소, 대리

4) 롯데건설 기술연구원, 수석

Ca(OH)₂과 결합한 물의 중량감소율 비교로 탄산화도를 평가하였다.

2.3 실험결과 및 고찰

2.3.1 코아 공시체 탄산화 깊이 측정

콘크리트 코아 채취는 지하 1층, 엘리베이터홀 벽체(대리석 마감)에서 3개를 채취하였다. 탄산화 깊이 측정은 각 시험체 5곳 측정 평균값이며, 그 결과는 그림 1과 같다.

2.3.2 시차열 중량분석을 이용한 CO₂ 흡수량 및 탄산화도 평가

지시약에 의해 구분된 탄산화 구간 및 미탄산화 구간에서 채취한 페이스트 분말에 대해 Ca(OH)₂ 및 CO₂ 정량분석을 실시하였다. 탄산화구간에서 시료 중량 대비 흡수된 CO₂ 중량비는 약 4.3% 였고, 두 영역에서 Ca(OH)₂과 결합한 물의 중량감소율 비교로 탄산화도를 측정할 결과는 약 53%였다(그림 2).

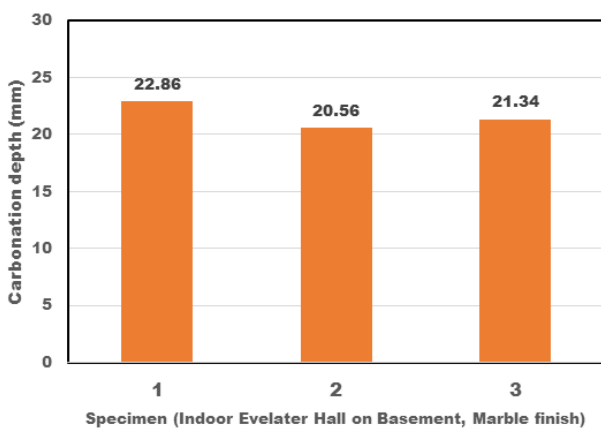


그림 1. Carbonation depth by indicator

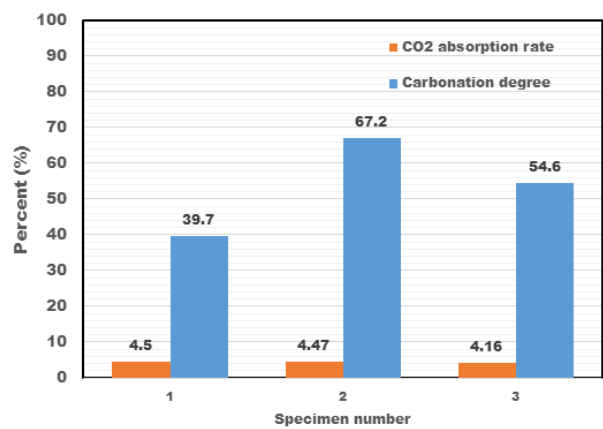


그림 2. CO₂ absorption rate and Carbonation degree

3. 결론

노후 구조물에서 채취한 콘크리트를 대상으로 지시약에 의한 탄산화 깊이 측정과 탄산화 깊이를 전후한 탄산화 구간 및 미탄산화 구간의 Ca(OH)₂ 및 CO₂ 정량분석 결과를 바탕으로 흡수가능한 CO₂량 및 탄산화도 측정결과는 다음과 같다.

- 1) 40년된 철근콘크리트 구조물의 탄산화 깊이는 약 22mm로 측정되었다. (지하층 실내벽, 대리석 마감, 강도 30MPa)
- 2) 콘크리트에 흡수된 CO₂량은 시료 중량대비 약 4.3% 였고, 탄산화도는 약 53%로 평가되었다.

감사의 글

본 논문은 2021년 산업통상자원부 한국에너지기술평가원 에너지기술개발사업(과제번호: 20212010200080)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Hakan Stripple et. CO₂ uptake in cement containing products, IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd. 2021.
2. Lagerblad Bjorn, Carbon dioxide uptake during concrete life cycle, State of the art, Swedish Cement and Concrete Research Institute. CBI Report 2. 2005.