경량골재를 사용한 자기충전 콘크리트의 탄산화

The carbonation of self-consolidating concrete using lightweight aggregate

김 용 직* 김 영 진** 최 연 왕***
Kim, Yong Jic Kim Young Jin Choi, Yun Wang

Abstract

This paper presents the development of lightweight aggregate self-consolidating concrete using lightweight aggregates. Lightweight concrete is known for its advantage of reducing the self-weight of the structures, reducing the areas of sectional members as well as making the construction convenient. Thus the construction cost can be saved when applied to structures such as long-span bridge and high rise building. Therefore experimental tests were performed as such mechanical properties and carbonation of self-consolidating concrete using lightweight aggregates.

요 약

일반적으로 경량콘크리트는 구조물의 자중을 줄일 수 있는 장점 때문에 부재단면의 축소 및 시공의 간편화를 이룰 수 있어 장경간 교량 및 초고층 건물 등에 적용하여 시공비용을 절감할 수 있는 효과가 있다. 그러나 경량골재는 골재자체의 특성상 콘크리트 제조시 굳지 않은 상태에서 재료분리를 일으킬 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 경량골재를 자기충전콘크리트 배합설계에 적용하였으며, 역학적 특성과 탄산화에 대하여 검토하였다.

1. 서 론

최근에는 토목 시공기술의 발전과 더불어 콘크리트 구조물이 고층화, 대형화 및 특수화됨에 따라 부재의 형상이 다양하고 복잡해지고 있어 신기술 및 신공법에 의한 건설공사의 합리화가 요구되고 있다. 이러한 건설 환경의 전반적인 여건에 따라 시공의 효율성 및 품질향상을 고려한 고성능 콘크리트의 개발 및 콘크리트의 자중 감소와 단면 축소를 위한 구조용 경량콘크리트에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 기존의 경량콘크리트에 관한 연구 및 시공은 일반 콘크리트의 배합설계 방법을 적용하고 있어 골재의 경량화에 따른 재료분리 현상으로 인한 콘크리트의 품질 저하가 우려된다. 또한 경량골재는 천연골재와 비교하여 낮은 강도, 탄성계수 및 stiffness와 골재 내부의 다공성 등의 영향으로 콘크리트 제조시 일반콘크리트와 비교하여 역학적 성능 및 건조수축과 같은 내구성이 저하되는 문제점이 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 경량콘크리트의 품질을 향상시키기 위한 방안중 하나로 배합설계를 자기충전콘크리트의 배합설계방법을 적용하였으며, 콘크리트의 역학적 특성과 탄산화를 검토하였다.

* 정회원, (주) 대우건설 토목연구팀 전임연구원
** 정회원, (주) 대우건설 토목연구팀 수석연구원
*** 정화원, 세명대학교 토목공학과 교수

2. 실험개요

2.1 사용재료

시멘트는 밀도 3.15g/cm^{3}인 S사의 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 경량 굵은골재는 밀도 1.58kg/m^3 및 잔골재는 밀도 1.87kg/m^{3}인 유문암계 미분말을 주원료로 제조한 것을 이용 하였다. 천연 굵은골재는 최대치수 20mm, 밀도 2.72kg/m^{3}인 부순골재를 사용하였고, 잔골재는 밀도 2.55g/cm^{3}인 강모래를 사용하였다.

2.2 콘크리트 배합 및 실험방법

콘크리트의 배합은 기준배합의 용적에 경량굵은골재 100%와 잔골재(0. 25, 50, 75 및 100%)를 동시에 혼합하여 제조하였다. 콘크리트 몰드는 다짐작업 없이 제조하였으며, 제작된 공시체는 KS F 2403에 준하여 24시간 후 몰드를 탈형한 다음 시험 전 까지 20±3℃에서 수중 양생을 실시하였다.

3. 실험결과 및 고찰

표 1은 경량골재를 사용한 자기충전콘크리트의 재령 28일 압축강도, 밀도 및 탄산화 식을 정리한 것이다. 표 1의 결과 재령 28일의 압축강도는 경량굵은골재를 100% 혼합하고 경량잔골재를 25% 씩 증가시킨 경우(No. 2~5)에 경량 잔골재의 혼합률이 증가함에 따라서 기준콘크리트와의 강도 감소율이 34%에서 20%로 감소하는 경향을 보였다. 이러한 현상은 경량잔골재 내부의 미립분의 영향으로 경량잔골재의 혼입률이 증가함에 따라서 비례적으로 미립분의 양도 많아져 콘크리트 내부를 채워주는 filler 역할을 한 것으로 판단된다. 경량골재를 사용한 자기충전콘크리트의 재령 28일 기건 밀도는 최대 25%의 감소효과가 있었다. 자기충전 콘크리트의 탄산화 진행 속도는 기준과 비교하여 경량굵은골재 100%와 경량잔골재 25%씩 증가함에 따라서 44, 60, 76 및 110% 증가하는 경향을 보이고 있다. 이러한 경량굵은골재 및 경량잔골재를 사용한 자기충전 고강도 경량콘크리트의 경우 기준 자기충전 콘크리트에 비해 탄산화깊이가 증가하는 것은 골재내부가 다공성으로 이루어져 있어 투기성이 증대되어 이산화탄소가 골재를 통하여 내부로 침입함에 따라 탄산화 정도가 높아졌기 때문으로 판단된다. 일반적으로 콘크리트의 압축강도와 탄산화 정도의 관계는 압축강도가 높을수록 탄산화 정도가 낮아지는 것으로 알려져 있다. 따라서, 탄산화 속도계수는 경량굵은골재의 혼합률이 증가할수록 콘크리트의 역학적 특성이 저하되는 현상과 관련이 있을 것으로 판단된다. 이러한 결과를 통하여 자기충전 고강도 경량콘크리트의 경우 압축강도를 고려한 경량골재의 혼합률 및 배합설계가 필요할 것으로 판단된다.

표 1 콘크리트의 역학적 및 탄산화 특성

No.	Compressive strength at 28 days	Dry density at 28 days	Carbonation equation ($y=c\times t^{0.5}$)
1	47.1 MPa	2,306 kg/m^3	$y=0.336\times t^{0.5}$
2	31.2 MPa	1,930 kg/m^3	$y=0.485\times t^{0.5}$
3	35.5 MPa	1,861 kg/m^3	$y=0.537\times t^{0.5}$
4	37.5 MPa	1,808 kg/m^3	$y=0.591\times t^{0.5}$
5	37.1 MPa	1,730 kg/m^3	$y=0.706\times t^{0.5}$

4. 결 론

경량골재를 혼합한 자기충전콘크리트의 자중감소 효과는 최대 25%이나 경량골재의 혼합률이 증가함에 따라서 압축강도가 감소하고 탄산화 진행속도가 증가하는 경향을 보이고 있다. 따라서 경량골재를 혼함한 자기충전콘크리트의 경우 압축강도를 고려한 경량골재의 혼합률 및 배합설계가 필요할 것으로 판단된다.