

고강도 경량 자기충전콘크리트의 성능평가

Properties of High Strength Lightweight Self-Compacting Concrete

최연왕* 문대중** 안성일*** 최욱**** 조선규*****
Choi, Yun Wang Moon, Dae Joong Ahn, Seong Ill Choi, Wook Cho, Sun Kyu

ABSTRACT

Experimental tests on the high strength self-compacting concrete with light-weight fine aggregate and light-weight coarse aggregate(LHSSC) were performed with slump-flow, reaching time to the slump-flow of 500mm, V-funnel dropping time and U-box difference level and compressive strength.

LHSSC with light-weight fine aggregate of 75% and light-weight coarse aggregate of 100% was only satisfied with the property conditions of second self-compacting concrete(SCC), like as flowability, resistance to segregation and filling ability. The 28-day compressive strength of LHSSC indicated above 300kgf/cm² in all concrete mixtures, and it was increased to increase the replacement ratio of light-weight fine aggregate or to decrease the replacement ratio of light-weight coarse aggregate.

Therefore, for satisfying the properties of fresh SCC and hardened concrete with above 350kgf/cm², it would expected that the replacement ratio of light-weight fine aggregate and light-weight coarse aggregate will be determined with 50~75% and 25~50%, respectively.

1. 서론

콘크리트는 성형성 및 경제성 등이 탁월하여 가장 일반적으로 사용되는 건설재료로 인정받고 있으나, 강도에 비하여 자중이 크므로 구조물의 이용성에 한계성을 가지게 되고 있으며, 특히 최근 콘크리트 구조물들이 고층화, 대형화, 특수화되고 있기 때문에 콘크리트의 자체품질을 보다 향상시키기 위해서는 고강도, 고유동성, 고내구성을 가질뿐만 아니라 콘크리트의 자중을 감소시키는 것도 필요한 요건이라 하겠다.

그러므로 콘크리트가 경량화되면서 아울러 고성능을 발휘하기 위해서는 경량골재의 제조 및 품질관리가 필요할 뿐만아니라 콘크리트의 배합이 중요한 요인이 된다. 그러나 지금까지 경량콘크리트의 제조는 일반콘크리트의 배합으로 진행되어 왔으며, 구조용 골재로서의 경량골재 제조가 미흡한 실정이었다.

본 연구에서는 경량 굵은골재 및 경량 잔골재를 사용하여 자기충전콘크리트의 간편배합설계 방법¹⁾으로 콘크리트를 제조하여 균지않은 콘크리트의 유동성, 재료분리 저항성, 충전성과 경화한 콘크리트의 압축강도를 검토하여 본 연구에 사용된 경량 굵은골재 및 경량 잔골재가 고강도 및 고유성을 갖는 고강도 경량 자기충전콘크리트를 제조하기 위한 구조용 골재로서 적절한지를 평가하기 위한 기초자료를 얻고자 하였다.

* 정회원, 세명대학교 토목공학과 부교수

** 정회원, (주)동양이엔씨 기술연구소 책임연구원

*** 정회원, 세명대학교 토목공학과 석사과정

**** 정회원, 한국시설안전기술공단 기술개발실 구조재료팀장

***** 정회원, 서울산업대학교 토목공학과 교수

2. 실험계획 및 방법

2.1. 사용재료

2.1.1. 시멘트

시멘트는 비중 3.15의 보통포틀랜드시멘트(이하 OPC로 약함)를 사용하였다.

2.1.2. 골재

잔골재는 예천산 강모래(NS)와 비중 1.87, 흡수율 13.71%인 경량 잔골재(LS)를 사용하였으며, 굵은 골재는 최대치수 20mm인 부순골재(NG)와 비중 1.58, 흡수율 28.09%이고 부순골재와 동일한 최대치수를 가진 경량 굵은골재(LG)를 사용하였다. 골재의 물리적 성질은 표 1과 같다.

표 1 골재의 물리적 성질

Items Types	G _{max} (mm)	Specific gravity	Absorption (%)	F.M.	Organic impurities	Unit weight (kg/m ³)	Percentage of solids(%)	Crushing ratio(%)
NG	20	2.72	0.80	6.72	-	1,695	62.3	14.62
NS	-	2.55	2.43	2.81	O.K	1,596	62.6	-
LG	20	1.58	28.09	6.4	-	793	50.2	23.80
LS	-	1.87	13.71	2.46	O.K	1,127	60.3	-

2.2. 실험방법

2.2.1. 굳지않은 SCC 성능평가시험

굳지않은 SCC 성능평가시험으로는 일본토목학회 기준안의 “자기충전형 고유동 콘크리트의 시험방법(안)”에²⁾ 준하여 슬럼프 플로우, 슬럼프 플로우 50cm 도달시간, V-Lot 유하시간 및 U-Box 충전시험을 실시하였다.

2.2.2. 압축강도

시험체는 ø10×20cm의 원주형 몰드에 다짐없이 제작하여 24시간 후 탈형하고 20±3℃의 수조에서 소정의 재령까지 표준 수중양생을 실시한 후, KS F 2405에 준하여 압축강도를 측정하였다.

2.2.3. 콘크리트 배합

경량잔골재 및 경량굵은골재를 혼합한 SCC의 배합은 일본토목학회 기준안의 2등급에 준하여 경량 잔골재 및 경량굵은골재를 각각 개별적으로 시험한 결과를 토대로 하여 골재채움율(PF)은 1.18, 잔골재율은 53%, 물/분체비는 38%로 정하였으며, 경량골재의 혼합비율은 골재부피에 대하여 총 8수준으로 변화시켜 결정하였다. 콘크리트의 배합표는 표 2와 같다.

표 2 콘크리트의 배합

Mix. No.	PF	S/a (%)	W/C (%)	L.S	L.G	W (kg)	C (kg)	S (kg)	L.S (kg)	G (kg)	L.G (kg)
				(L.S+N.S) (%)	(L.G+N.G) (%)						
1	1.180	0.53	0.38	0	0	175	460	861	0	810	0
2	1.180	0.53	0.38	100	100	175	460	0	631	0	469
3	1.180	0.53	0.38	75	100	175	460	215	473	0	469
4	1.180	0.53	0.38	50	100	175	460	430	316	0	469
5	1.180	0.53	0.38	25	100	175	460	645	158	0	469
6	1.180	0.53	0.38	100	75	175	460	0	631	203	352
7	1.180	0.53	0.38	100	50	175	460	0	631	405	234
8	1.180	0.53	0.38	100	25	175	460	0	631	608	117

3. 실험결과 및 고찰

3.1. 굳지 않은 SCC의 성능

그림 1은 경량잔골재 및 경량굵은골재를 사용한 콘크리트의 슬럼프 플로우를 정리한 것이다. 콘크리트 배합 No.2, No.5 및 No.7를 제외한 배합에서 SCC의 성능기준인 60~70cm를 만족하는 것으로 나타났다. 즉, 경량잔골재와 경량골재의 혼합비율을 각각 100:100 및 25:100으로 한 경우는 슬럼프 플로우값이 60cm보다 작았으며, 혼합비율이 100:75인 경우는 70cm 보다 약간 큰 값이었다.

그림 2는 경량 자기충전 콘크리트의 슬럼프 플로우 50cm 도달시간을 정리한 것이다. 경량콘크리트의 슬럼프 플로우 50cm 도달시간은 기준 콘크리트 배합 No.1에 비하여 빠르며, 콘크리트 배합 No.2 및 No.5는 다른 경량콘크리트 배합에 비하여 약간 늦어지는 경향이 있었다. 또한, 경량잔골재를 100%로 하고 경량굵은골재 혼합비율을 75, 50 및 25%로 변화시킨 배합의 경우 SCC의 성능기준보다 약간 빠른 경향을 보였다. 이는 경량굵은골재 혼합비율이 작을수록 경량굵은골재와 부순골재와의 비중차가 커져 굵은골재의 흐름에 영향을 미치기 때문으로 판단된다.

그림 3은 굳지않은 경량 자기충전 콘크리트의 재료분리 저항성 및 충전성을 검토하기 위하여 V-Lot 유하시간 및 U-Box 높이차를 정리한 것이다. SCC의 성능조건과 비교하면 U-Box 높이차는 모든 콘크리트 배합에서 만족하며, V-Lot 유하시간은 콘크리트 배합 No.7 및 No.8은 성능기준보다 약간 빠르지만 나머지 배합은 만족하였다. 즉, No.7 및 No.8을 제외한 콘크리트 배합에서 V-Lot 유하시간 및 U-Box 높이차를 동시에 만족함을 알 수 있었다.

이와 같이 경량잔골재 및 경량굵은골재를 동시에 혼합하여 SCC를 제조하기 위해서는 골재 비중의 영향을 고려하여 경량골재의 혼합비율을 적절히 조절해야 한다고 판단된다.

3.2. 경화한 콘크리트의 압축강도

그림 4는 경량굵은골재의 혼합비율을 100%로 정하고 경량잔골재율을 25, 50, 75 및 100% 4단계로 변화시켜 제조한 콘크리트의 재령별 압축강도를 정리한 것이다. 경량콘크리트의 재령별 압축강도는 기준콘크리트에 비하여 작으며, 재령이 증가할수록 경량콘크리트와 기준콘크리트의 압축강도차는 커졌다. 또한, 경량콘크리트의 압축강도는 경량잔골재

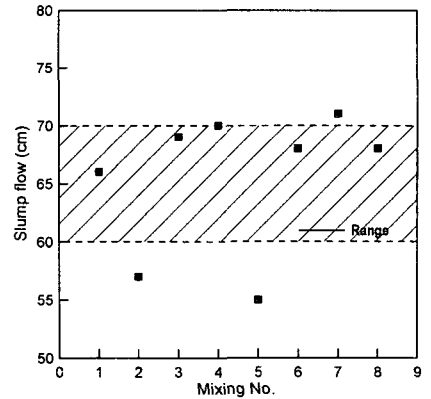


그림 1 굳지않은 콘크리트의 슬럼프 플로우

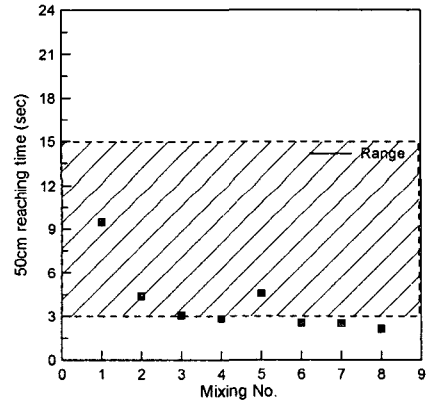


그림 2 굳지않은 콘크리트의 50cm 도달시간

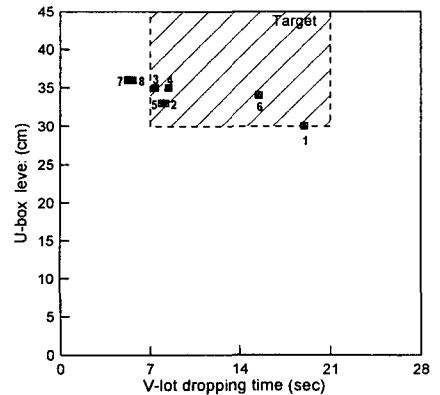


그림 3 굳지않은 콘크리트 U-Box 높이차 및 V-Lot 유하시간

의 혼합율이 클수록 크게 나타났다. 이는 경량잔골재중에 미립분의 충전효과에 의한 영향으로 생각된다. 아울러 경량 콘크리트의 재령 28일 압축강도는 300kgf/cm² 이상을 발현하였다.

그림 5는 경량잔골재의 혼합비율을 100%로 정하고 경량굵은골재율을 25, 50, 75 및 100% 4단계로 변화시켜 제조한 콘크리트의 재령별 압축강도를 정리한 것이다. 경량콘크리트의 재령별 압축강도는 기준콘크리트에 비하여 작았으나, 경량굵은골재의 혼합율에 따른 압축강도는 경량잔골재의 혼합율에 따른 결과와 상반되는 결과를 보였다. 또한 경량콘크리트의 재령 28일 압축강도는 모든 배합에서 350kgf/cm² 이상을 나타내었다.

이상으로 굳지않은 경량 자기충전 콘크리트의 성능 및 재령 28일 압축강도 350kgf/cm² 이상을 확보하기 위해서는 경량잔골재는 50~75%와 경량굵은골재는 25~50% 정도의 범위에서 조절할 필요가 있다고 판단된다.

4. 결 론

- (1) 경량잔골재 75%와 경량굵은골재 100%를 동시에 혼합한 경량콘크리트만이 2등급 SCC 성능조건인 슬럼프 플로우 및 50cm 도달시간을 만족하였다.
- (2) 경량굵은골재를 25 및 75%로 변화시킨 배합을 제외한 경량 자기충전콘크리트 배합에서 재료분리저항성 및 충전성능을 동시에 만족하는 결과를 얻었다.
- (3) 경량콘크리트의 재령 28일 압축강도는 모든 배합에서 300kgf/cm² 이상이었으며, 경량잔골재 혼합율이 클수록 경량굵은골재의 혼합율이 작을수록 크게 나타났다.
- (4) 경량잔골재와 경량굵은골재를 동시에 혼합할 경우 2등급 SCC의 성능 및 재령 28일 압축강도 350kgf/cm² 이상의 성능을 발휘하기 위해서는 경량잔골재 및 경량굵은골재의 혼합비율을 적절히 조절할 필요가 있다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부의 2002년 산·학·연 과제 「ET 신기술 경량골재를 이용한 고강도 경량 프리캐스트 바닥판 및 시공시스템 개발」에 관한 일련의 연구로 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

참고문헌

1. 최연왕 외 4인, “간편 배합설계방법을 통한 중간강도 자기충전 콘크리트의 특성,” 한국 콘크리트 학회 봄 학술발표회 논문집, 제15권 1호, 2003, pp. 83~88.
2. JSCE, 高流動コンクリート施工指針, 2000.

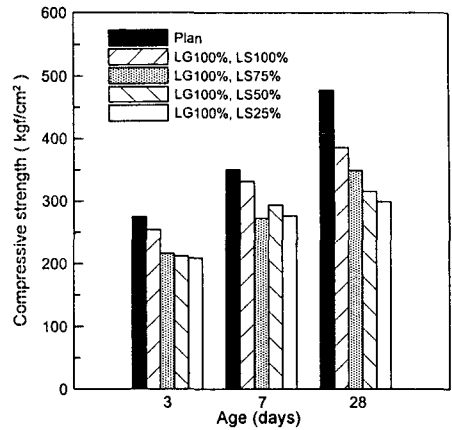


그림 4 경량 잔골재의 혼합률에 따른 콘크리트의 압축강도

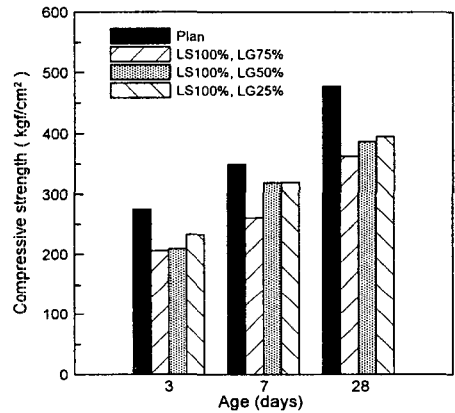


그림 5 경량 굵은골재의 혼합률에 따른 콘크리트의 압축강도