

폐분진을 이용한 인공경량골재콘크리트의 레미콘 적용 연구

A Study on Application of Ready Mixed Concrete of Lightweight Aggregate using Rubbish

노윤선* 지식원** 서치호*** 이재삼**** 지식원***** 이성연*****
Noh, Youn Sun Ji, Suk Won Seo, Chee ho Lee, Jae Sam Jee, Suck Won Lee, Seung Yeun

ABSTRACT

The purpose of this study is to choose the right chemical admixture to reduce slump loss of lightweight aggregate concrete. So we compare 3 types of chemical admixture as measuring slump loss from mixing to 60 minutes. The lightweight aggregate of this study is made by clayt and dust from lots of industry. To save natures, we will use many types of industrial wastes and try to spend much making artificial aggregate.

1. 서 론

최근의 건설 산업은 양적 팽창의 한계가 나타나며 건축물의 질적 향상에 대한 요구와 비중이 점차 증가되고 있다. 국내의 경우 재건축 시장이 점차 위축되고 리모델링이 활성화되는 등 많은 변화가 이루어지고 있다. 건설 현장에서는 건축물의 자중감소가 주요한 기술개발의 분야로 주목받고 있으며 이러한 추세는 특히 초고층건물에서의 자중경감을 위해 슬래브와 비내력벽에 대한 인공경량골재콘크리트의 적용으로 점차 확산되고 있는 추세이다. 또한 리모델링 외에도 건축물의 초고층, 대형화 추세에 따른 자중 경감 목적의 경량콘크리트 수요 역시 점차 높아지고 있다.

한편 산업발전에 따라 천연자원 고갈과 자연환경 파괴의 악순환이 이어지고 있는 현 시점에서 전 세계적으로 환경보호와 환경문제에 대한 인식의 변화에 따라 환경파괴에 큰 영향을 미치는 건설 산업에 있어서도 많은 변화가 진행되고 있다. 국내에서도 정부와 환경보호단체의 주도로 대규모 건설공사에 순환골재 및 건설폐기물 등의 재사용, 재이용이 권장 및 법제화되고 있으며 이에 따라 많은 연구에 있어서 자연자원만을 소비하는 형태에서 벗어나 환경친화적인 재료의 개발과 이를 통한 환경친화형소재 개발 연구가 활발히 이루어지고 있다.

이에 본 연구에서는 폐기물을 이용하여 경량골재를 생산하고 이를 사용한 콘크리트의 제조 및 적용을 통하여 경량골재콘크리트 관련 기술 제고 및 환경친화형 기술개발에 대응 가능한 건설재료 연구의 기초적 자료를 제공하고자 한다.

*정회원, 건국대학교 건축공학과 석사과정

**정회원, 한국구조물성능평가원 부장

***정회원, 건국대학교 건축공학과 교수

****정회원, 두산산업개발(주) RC 연구개발팀 팀장

*****정회원, 두산산업개발(주) 기술연구소 팀장

*****정회원, 두산산업개발(주) 상무

2. 경량골재 콘크리트의 제조 및 배합 실험

2.1. 사용재료

본 연구에 사용된 경량골재는 C사에서 제작된 인공경량골재를 사용하였으며 인공경량골재의 주성분인 점토는 충남 홍성 산, 분진은 전남 광양 산을 이용하였으며 주요한 특성은 표 1과 같다.

표1 골재의 물성

골재혼합비율	페분진 5%, 점토 95%
비 중	1.70
흡 수 율	12.2%
조 립 률	5.12

2.2. 배합 계획 및 실험 결과

배합계획은 현재 D사의 레디믹스트콘크리트 배쳐플랜트의 배합프로그램에 의하여 생산되고 있는 레디믹스트콘크리트의 배합표를 적용하였다.

경량골재콘크리트의 경우 배합 후에 나타나는 slump loss 현상을 감소시키는 데 가장 적합한 혼화제를 결정하고자 D사의 레디믹스트콘크리트에 사용되는 Type I (나프탈렌계), Type II (flow type PC계), Type III (slump type PC계) 세 가지를 사용하였다. 이는 현장의 경우 slump를 기준으로 레디믹스트콘크리트의 시공성을 판단하고 있으나 현재 초고층건축물 등에서 고층부의 타설을 위한 펌핑 및 시공성 향상을 위한 flow type 혼화제의 사용 등을 고려하여 선정하였다. 배합은 레디믹스트콘크리트의 호칭강도에 따라 21MPa, 24MPa, 27MPa, 30MPa, 35MPa의 배합으로 계획하였다. KS의 관련규정에 따라 Slump, 압축 및 인장강도를 측정하였고, 단위용적질량은 일정한 부피의 용기에 굳지 않은 콘크리트를 다져넣어 단위용적질량을 추정하였다. Slump의 경우 관련 규정에 의한 레디믹스트콘크리트의 운반시간을 고려하여 60분 후의 Slump를 측정 비교하였다.

표2 배합인자 및 수준

	호칭강도	혼화제 Type	계	비고
인 자	21MPa, 24MPa, 27MPa, 30MPa, 35MPa	I (나프탈렌계), II (flow type PC계), III (slump type PC계)		slump 18±2.5cm, F/A 10%, W/C, S/a는 호칭강도별 고정
수 준	5	3	15	

표3 실험 결과표

구분	TYPE	slump(cm)		단위용적 질량(t/m³)*	압축강도(MPa)		
		0min	60min		3일	7일	28일
21MPa	I	19	15	1.99	17.9	24.6	33.9
	II	23	20.5	2.00	19.5	24.6	34.9
	III	19	14.5	2.00	16.3	21.4	29.8
24MPa	I	19	13.5	1.91	21.6	29.1	35.8
	II	24.5	20.5	2.00	24.4	31.7	42.0
	III	20.5	19.5	2.02	20.0	25.7	34.6
27MPa	I	20	12	2.00	22.9	32.8	39.2
	II	24.5	23.0	1.97	26.1	30.6	40.7
	III	21.5	20.5	2.04	22.3	28.6	38.0
30MPa	I	21	11	2.05	24.4	34.6	43.9
	II	58/56/56	44/44/44	2.01	27.4	36.3	45.0
	III	22.5	22.0	2.06	25.5	31.9	41.4
35MPa	I	20	11	1.98	29.9	38.1	46.0
	II	64/62/62	45/46/45	1.99	30.9	38.6	45.0
	III	22.5	23.5	2.04	29.7	35.7	43.1

* 단위용적질량의 경우 굳지 않은 콘크리트의 상태에서 측정함

3. 결과 분석

본 연구의 배합계획에 맞춰 실험한 각 결과는 표2, 3에 표시되어 있으며 인공경량골재콘크리트의 Slump, 압축강도, 단위용적질량의 비교는 다음의 그림 1~7에 표시되어 있다.

초기 인공경량골재의 높은 흡수율을 골재 제조 시 다소 감소시켰으나 1시간 이후의 Slump의 로스는 크게 나타났다. Type I (나프탈렌계)의 혼화제의 경우 Slump 값이 레디믹스트콘크리트의 호칭강도의 Slump의 오차인 ±2.5cm를 배합 시에는 만족하였으나 60분 경과 후에 Slump 감소 약 4~10cm가

나타나 Slump $18 \pm 2.5\text{cm}$ 를 상회하는 것으로 나타났다 추후 레디믹스트콘크리트 배합 시에 고려하여야 할 부분으로 나타났다.

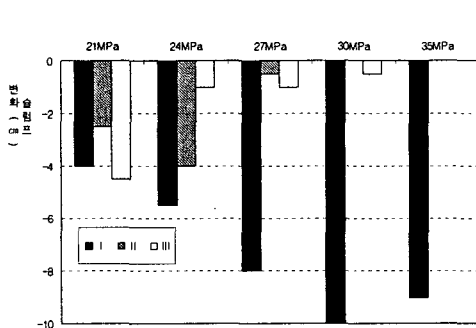


그림1 혼화제 Type별 60분 경과시 Slump의 감소

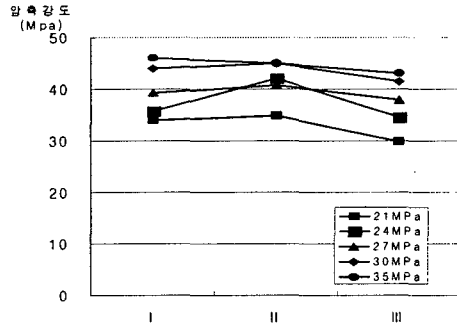


그림2 혼화제 Type별 28일 압축강도변화

그림 1, 2, 3 에서 보는 바와 같이 레디믹스트콘크리트 배합에 의한 인공경광골재콘크리트의 압축강도의 경우 전 배합에서 호칭강도를 상회하였다. 이는 레디믹스트콘크리트 배합 시 경제성 측면에서 비용절감효과를 이끌어낼 수 있는 가능성을 나타낸다고 할 수 있다.

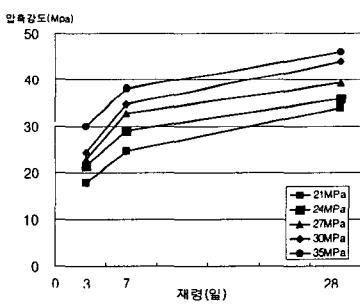


그림3 혼화제 I 압축강도(MPa)

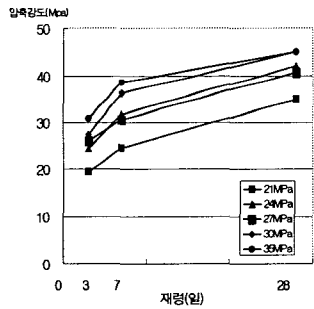


그림4 혼화제 II 압축강도(MPa)

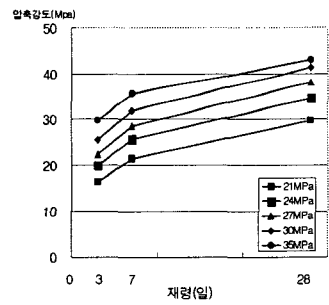


그림5 혼화제 III 압축강도(MPa)

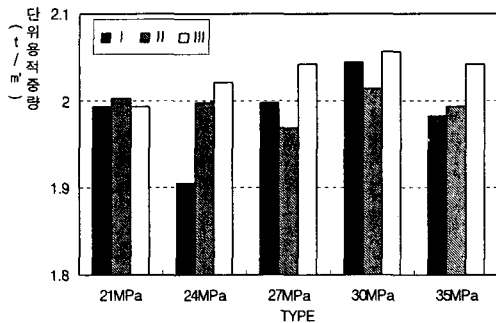


그림6 혼화제 Type별 단위용적질량(t/m^3)

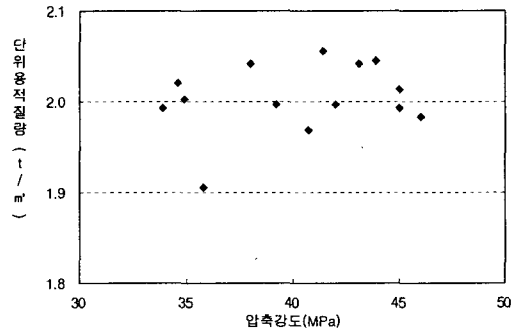


그림7. 압축강도별 단위용적질량(t/m^3)

재령별 압축강도의 경우 호칭강도별 압축강도 발현이 조기에 높은 값을 나타내므로 이 배합으로 레디믹스트콘크리트를 생산하여 건축물에 공급하였을 경우 조기강도발현에 이점이 있어 거푸집 탈형 및 전용률 향상에 이점이 있다고 할 수 있다.

굳지 않은 콘크리트의 단위용적질량의 경우 전체적으로 1.90 ~ 2.00(t/m³)의 값을 나타내었으며 일반콘크리트의 2.3(t/m³)에 비해 약 20%의 감소를 보인 것으로 나타났다. 그러나 향후 추가적인 배합실험을 통하여 목표 단위용적질량인 1.8(t/m³)까지 감소하고자 한다.

5. 결 론

폐기물인 폐분진을 이용한 인공경량골재콘크리트의 레디믹스트콘크리트의 적용성 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) Type I(나프탈렌계), Type II(flow type PC계), Type III(slump type PC계)의 세 가지 혼화제를 실험한 결과 Type I의 경우 60분경과 후의 급격한 Slump 감소가 나타났으며 Type II, Type III의 경우 60분 경과 후 Slump 값이 18±2.5cm를 대체적으로 만족하였으며 추후 혼화제 투입량의 변화가 필요한 것으로 분석되었다.
- 2) 폐분진을 사용한 인공경량골재콘크리트의 경우 레디믹스트콘크리트 배합에 의한 강도발현은 모두 호칭강도를 상회하는 것으로 나타났다.
- 3) 인공경량골재콘크리트의 단위용적질량은 일반콘크리트의 단위용적질량(약 2.3t/m³)의 80%수준까지 도달하였다. 추후에 인공경량골재콘크리트의 단위용적질량을 70%수준까지 도달하는 실험을 할 예정이다. 다른 방법으로 인공경량골재 제조 시에 최대한 비중을 낮추는 방법과, S/a를 수정하여 단위용적질량을 감소시킬 필요가 있다

이번 실험을 통하여 폐분진을 사용하여 제조한 인공경량골재를 이용한 레디믹스트콘크리트의 적용가능성을 볼 수 있었다. 폐분진을 이용한 인공경량골재콘크리트의 장점인 경량성을 부각시킬 수 있는 최적 배합비를 도출하여 레디믹스트콘크리트용 인공경량골재콘크리트의 표준 배합비를 제시하는 동시에 현장에 적용할 수 있도록 추가적인 연구가 지속되어야 할 것으로 판단되며, 향후 환경친화적인 인공경량골재를 제조하기 위하여 다양한 폐기물과 폐기물의 혼입율을 증가시킨 인공경량골재콘크리트의 적용이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 서치호, 구조용 경량콘크리트-경량콘크리트의 재료적 특성, 콘크리트학회지 Vol.10 No.4 (1998-8)
2. 서치호 외 5인, 하수슬러지를 이용한 에코인공경량골재콘크리트의 레디믹스트콘크리트의 적용연구, 한국콘크리트학회 2005년 봄 학술발표회 논문집(2005) Vol.17 No.1
2. 조병완 외 1인, 폐플라스틱과 고탄소 플라이애쉬 경량골재를 이용한 경량콘크리트의 역학적 특성, 콘크리트학회 2004년 봄 학술발표회 논문집 (2004) Vol.16 No.1
3. 이정국 외 1인, 전기로슬래그 골재를 이용한 시멘트 모르타르 및 콘크리트의 강도특성, 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집(구조계) V.21 n.2 (2001,10)
4. 이진우 외 1인, 전기로제강 분진의 복합안정화 처리를 통한 에코인공경량골재의 개발 및 콘크리트 적용 연구, 한국콘크리트학회 2005년 봄 학술발표회 논문집(2005) Vol.17 No.1
6. 김기형, 콘크리트용 재료로서 각종 산업 폐기물의 재활용, 콘크리트학회지 제13권 4호 (2001-7)