

경량골재 콘크리트의 현황 및 인공경량골재의 효율적 운영방안에 대한 연구



우리협회 한 경 보 회장

1 | 서 론

현재 건설산업은 국민 총생산의 큰 비중을 차지하고 있으며, 이를 안전하고 경제적으로 수행하기 위한 요건 중에는 품질이 우수하고 성능이 다양한 건설자재의 활용이 시급한 실정에 있음은 주지의 사실이다.

특히 현대 건축에 있어 구조물의 주된 재료로서 사용되는 콘크리트는 경제성과 우수한 성능을 가지고 있어 가장 많이 사용되는 건설재료임에도 불구하고 강도에 비하여 중량이 크기 때문에 구조물의 자중을 증가시키는 결함을 가지고 있다.

이러한 결함을 개선함과 동시에 여러 우수한 성능을 부여할 목적에 의해 제조되는 경량 콘크리트의 제조기술 개발 및 보급은 과제라고 할 수 있다.

국내에서는 세계 각국의 경량콘크리트에 관한 개발과 활용에도 불구하고 그 동안 천연골재의 풍부한 여건에 따라 이 분야의 관심이 크지 않았으나 최근 급격한 건설공사의 팽창으로 인한 골재 수요량의 급증과 최근 콘크리트 구조물이 날로 고층화, 대형화하는 현대에 있어서 콘크리트 재료의 고강도화와 함께 고기능화는 필수적이

다. 특히 건축물의 성능면에서의 다양한 재료설계 요구에 따라 구조물의 고정하중 감소, 단열성능 및 흡음성능 등의 성능을 가진 경량골재콘크리트 개발의 필요성이 대두되고 있다.

2 | 경량골재콘크리트의 현황

경량골재콘크리트는 일반적으로 사용되는 경량골재의 이름을 붙여 불려진다.

천연골재 경량골재로 제조된 콘크리트는 강도가 약하고 모양도 나뭇잎만 아니라 천연자원의 고갈에 따른 자원의 효율적 이용 및 자연환경의 보존과 유지를 위하여 점차 그 사용이 감소되고 있으며 혈암, 고로슬래그, 접토, 규조토암, 플라이애쉬 등을 분쇄 혹은 미분쇄하고 조립한 것을 1000~1300℃로 소성, 발포시킨 인공경량골재를 사용한 콘크리트가 많이 사용될 전망에 있다.

대한건축학회 건축공사 표준시방서에 따른 경량콘크리트의 종류는 [표 1]과 같으며, 그 용도에 따라 [표 2]와 같이 구조용과 비구조용(단열, 방음이 목적)으로 분류할 수 있으며 생산과정에 의해서는 인공경량골재, 제철소

표 1 | 경량콘크리트의 종류

사용한골재에 의한 콘크리트의 종류	사 용 골 재		설계기준강도 (kg/cm ²)	기건단위 용적중량(t/m ³)
	굵은골재	잔골재		
경량콘크리트 1종	인공경량골재	강모래, 부순모래, 고로슬래그잔골재	180	1.7~2.0
			210	
			240	
경량콘크리트 2종	인공경량골재	인공경량골재나 혹은 인공경량골재의 일부를 강모래, 부순모래, 고로슬래그 잔골재로 대체한것	150	1.4~1.7
			180	
			210	

표 2 | 경량골재의 종류

분 류	종 류	주요원료	제 법	형 상	골재의 범위	
구 조 용	인공 경량 골재	비조립형	팽창혈암, 팽창점토	분쇄-소성-분류	하천모래형	굵은골재 / 잔골재
		조 립 형	팽창혈암, 팽창점토	미쇄분-조립-건조-소성-분류	구 형	굵은골재
		성 형 형	팽창혈암, 팽창점토	분쇄-성형-건조-소성-분류	고 치 형	-
		파 쇄 형	팽창혈암, 팽창점토	분쇄-소결-분쇄-분류	쇄 석 형	굵은골재
	부산 경량 골재	소성플라이애시	플라이애시점토	분쇄-조립-건조-소성-분류	구 형	굵은골재
		팽창슬래그	제철슬래그	수쇄-폭기팽창-분류	쇄 석 형	굵은골재
		팽창석탄	석탄, 팽창점토	분쇄-조립-건조-소성-분류	구 형	굵은골재
		가공석탄재	석 탄 재	분류-시멘트페이스트피복가공	쇄 석 형	굵은골재
	천연 경량 골재	화 산 력	화 산 력	굴삭-분쇄-분류	쇄 석 형	굵은골재
		가공화산력	화 산 력	화산력-시멘트페이스트피복가공	쇄 석 형	굵은골재
비 구 조 용	팽창진주암	진 주 암	분쇄-소성-분류	하천모래형	-	
	팽창질석	질 석	분쇄-소성-분류	쇄 사 형	굵은골재 / 잔골재	
	팽창구조토	구 조 토	분쇄-조립-건조-소성-분류	구 형	굵은골재	
	팽창흑요석	흑 요 석	분쇄-소성-분류	쇄 사 형	굵은골재 / 잔골재	
	발포합성수지	합성수지	폴리스틸렌을 증기팽창제조	구 형	-	
	미네랄을	슬래그을 향성수지	합성수지로 동글게 제조	-	-	
	석 탄 재	석 탄 계	분류-수세	-	-	
	화 산 사	화 산 계	채굴-수세-분류	쇄 사 형	굵은골재	
	갱 화 석	갱 화 석	채굴-가공성형	블 록 형	-	

등에서 산출되는 부산경량골재와 천연경량골재 등으로 분류할 수 있다.

3 | 경량골재 콘크리트의 적용현황

최근에는 각종 산업폐기물인 하수슬러지, 소각재, 정수장 슬러지 등을 활용하여 경량골재를 제조하려는 연구노력이 진행되고 있으며 실용화를 위해 현장적용 실험을 실시하고 있다.

하지만 아직까지 경량골재를 사용한 경량콘크리트를 구조용으로 사용한 예는 거의 없으며 주로 다공질의 경량골재를 사용하여 제조된 경량콘크리트 방음벽 등이 사용되고 있고 아직까지 활용이 미비하지만 향후 PC로의 사용이 안정화되고 레미콘용으로 사용이 확대된다면 그 사용량이 한층 증가될 것으로 예상된다.

또한 Deck Plate Topping시 사용되는 콘크리트의 타설시 콘크리트의 자중과 경제성의 문제를 야기시킬 수 있다.

이를 해결하기 위해 Deck Plate Topping을 경량골재 콘크리트를 이용하므로 자중이 낮아지고 경제적인 시공이 이루어질 수 있도록 하는 연구가 필요하며, 교량의 적

용시에는 콘크리트 타설시 콘크리트의 자중으로 인한 문제가 발생된다.

이는 콘크리트의 무게로 인한 현상으로 경량골재콘크리트를 사용하므로 교량의 자중문제를 해결해 줄 수 있으므로 강도 등에 대한 검토가 확보될 경우 좋은 자재로서 활용할 수 있다고 판단된다.

그밖에 인공경량골재는 건축주자재, 콘크리트 제품의 벽돌, 블록, 패널 및 건물 옥상 및 지층의 단열 및 방수, 방습용, 단열(방화) 및 각종 방음벽, 롱자갈 대응 온돌시공, 동파로 인한 노면균열 방지 및 진동방지, 지하매설수도관 동파방지 등에 이용될 수 있다. 기타 인공경량골재의 응용분야는 [표 3]과 같다.

4 | 인공경량골재 대상폐기물 현황

(1) 연간국내 총 발생량 (현재 및 향후 5년에 대한 예측)

① 석 탄 회

- 2000년 기준 무연탄 103만톤, 유연탄 340만톤으로 약 440만톤이 발생됨

② EAF dust (전기로 분진)

- 1999년 기준 27만톤 발생 이중 28.5%가 재활용됨

| 표 3 | 인공경량골재의 응용분야

구 분	응 용 분 야	장 점
Structural	고층건물, 교량, 해상구조물	자 중 감 소
Masonry	경량벽돌, 경량벽재, 경락바닥재	흡음, 단열, 내화성
Geotechnical	옹벽, 지하관망, 압기 등의 채움재, 도로기층재, 연약지반 보강재	자중감소(50%), 배수성, 낮은 운송비
Asphalt	아스팔트의 골재 대응	낮은 운송비, 미끄럼방지, 유지비 감소
Horticulture	옥상정원용, 원예용	높은보수력, 에너지 절약, 물과비료 사용료감소

③ 석 분 토 (석분오니)

- 2001년 현재 약 280만톤의 석분토가 발생됨

④ 하수오니 소각재

- 1999년 기준 약 3만3천톤의 하수오니 소각재가 발생됨

(2) 현 처리현황 (처리비, 예치금, 타 용도로의 사용, 매립, 소각 등)

① 석 탄 회

- 주로 시멘트 부원료로 사용됨
- 정제 후 톤당 30,000원에 거래됨 (채움재, 시멘트 원료 등)

② EAF dust (전기로 분진)

- 일부는 아스콘 채움재로 재활용됨
- 나머지는 80,000원/톤으로 처리됨

③ 석 분 토 (석분오니)

- 재활용되지 못하고 그대로 방치되어 있는 실정임

④ 하수오니 소각재

- 시멘트 부원료
- 매 립

5 | 결 론

앞에서 언급한 바와 같이 경량골재의 사용을 통한 경량콘크리트의 사용은 천연골재의 고갈, 건설비용의 상승이 심각한 문제가 되고있는 현 상황에서 인공경량골재를 활용한 구조용 경량콘크리트의 필요성은 더욱 부각될 전망이다.

그러나 지금의 경량골재는 내부에 무수한 공극이 형성되어 있어서 가벼운 반면 높은 흡수율을 가지고 있으므로 배합 직후에는 슬럼프가 저하되는 단점을 갖고 있다. 이러한 경량골재의 다공구조는 펌프 압송시 작용하는 압력에 의하여 굳지 않은 콘크리트의 수분을 흡수하기 때문에 압송 전후의 콘크리트 품질이 차이나는 문제점도 지니고 있다.

또한 경량골재 내부의 열린 공극에 흡수된 수분은 동결융해에 의하여 경량콘크리트의 내구성을 약화시킬 수 있는 우려가 있기 때문에 기술적으로 경량콘크리트의 사용에 부정적 요소로 작용하고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 다양한 공법이 시도되고 있고 이러한 시도로서 유럽지역에서는 흡수율이 매우 작은 경량골재를 사용하는 경우가 많으며 우리나라와 미국, 일본 등지에서는 흡수율이 높은 경량골재를 하루에서 3일정도 사전흡수 과정을 거친 후 경량콘크리트를 생산하는 방법을 사용하고 있다.

이러한 사전흡수는 경량골재의 흡수율을 낮춤으로써 펌프압송 중에서 매트릭스 부분에서 수분이 경량골재로 이동하여 발생하는 슬럼프 지하를 최소화시키는 반면 콘크리트의 단위용적 중량을 증가시킨다.

그러나 장기적으로는 양생과정 중에 경량골재에서 수분을 조금씩 방출하여 내부 양생을 지원하는 효과와 함께 기건 단위용적 중량이 낮아지는 효과가 있는 것으로 연구되고 있다.