

잔골재 조립을 및 굵은골재 입형이 콘크리트의 특성에 미치는 영향

The Effect on the Properties of Concrete by Fine Aggregate Fineness Modulus and Grain Shape of Coarse Aggregate

정 용 옥* 윤 용 호* 이 승 한**
Jung, Yong Wook Yun, Yong Ho Lee, Seung Han

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the influence of the flowability and the compressive strength of concrete after the improving of grain shape of the coarse aggregate and fine aggregate fineness modulus .

According to the experimental results, the coarse aggregate after improvement of grain shape it lead to be down by 6% fine aggregate ratio, from 47% to 41%. The 0.5% increase of fine aggregate fineness modulus lead to 3% increase of concrete slump, and 1% reduction of concrete air content.

While compressive strength on fine aggregate fineness modulus, it was increased until fineness modulus 3.0, but after it reached by 3.5 it was decreased.

The compressive strength of the coarse aggregate after improving the grain shape was decreased by 6% due to loss of the adhesion of cement paste.

1. 서 론

콘크리트는 하나의 재료로 구성된 단일체가 아닌 복합체의 일종으로 시멘트, 잔골재, 굵은골재, 물 및 혼화재료로 구성되어 있다. 이 중 골재는 콘크리트의 재료 구성비율중 용적으로 약 70%이상을 차지하고 있어 콘크리트의 경화전 및 경화 후 특성에 미치는 영향이 크므로 사용시 충분한 물성 검토가 필요하다. 더욱이 현재 굵은 골재는 이미 강자갈의 부족으로 부순골재를 오래 전부터 사용하고 있으며, 잔골재는 아직까지는 강모래에 의존하고 있으나 대구 인근지역의 경우 낙동강의 하류지역에 위치해 있어 채취되고 있는 천연 잔골재의 조립율이 낮고 입도분포가 불량¹⁾하여 이를 보완하기 위한 대책으로 일부 부순모래를 치환사용하고 있는 실정이다.

이와 같이 부순골재의 사용에 따른 입형불량과 천연 잔골재 사용에 따른 조립율의 저하는 굳지 않은 콘크리트의 슬럼프, 공기량 등의 유동특성과 굳은 후 압축강도 등에 영향을 주므로 배합설계시 이들의 영향을 검토할 필요가 있다.

따라서, 본 연구에서는 잔골재의 조립율을 2.0, 2.5, 3.0, 3.5로 변화시키고, 굵은골재는 입형개선전 골

* 정희원, 계명대학교 토목공학과 박사과정

** 정희원, 계명대학교 토목공학과 교수

재와 임팩트크랏샤로 입형을 개선한 후의 골재를 사용하여 잔골재 조립율별 및 굵은골재 입형개선 유무에 따른 콘크리트의 유동 및 압축강도 특성을 검토함으로써 콘크리트 배합설계시 기초자료를 제시하고자 하였다.

2. 실험 개요

2.1 사용재료의 특성

2.1.1 시멘트

실험에 사용한 시멘트는 분말도 $3000\text{cm}^2/\text{g}$ 인 A사의 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 물리·화학적 성질은 표 1과 같다.

표 1. 시멘트의 물리·화학적 성질

구분	분말도 (cm^2/g)	비중	강열감량 (lgloss)	화 학 성 분 (%)					
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
시멘트	3169	3.15	1.03	22.94	5.57	3.33	64.05	2.58	0.61

2.1.2 골재

잔골재는 경북 고령산을 사용하였으며 조립율은 약 2.0, 2.5, 3.0, 3.5인 4종류를 사용하였다. 또한 굵은 골재는 잔골재와 마찬가지로 경북 고령산을 사용하였으며 입형 개선 효과에 따른 영향을 검토하기 위하여 입형개선전과 후의 채석을 사용하였다.

이들의 물리적 성질을 표 2에 나타내었으며, 입도 분포곡선을 그림 1에 나타내었다.

표 2. 골재의 물리적 성질

종 류	비중	흡수율 (%)	조립율	실적율 (%)
잔골재	S1(2.0)	2.60	1.45	62.04
	S2(2.5)	2.60	1.44	63.72
	S3(3.0)	2.58	1.90	66.26
	S4(3.5)	2.58	1.90	64.51
굵은골재	G1 (입형개선전)	2.68	1.03	58.13
	G2 (입형개선후)	2.68	0.94	66.26

2.2 실험방법

2.2.1 골재의 입형 실험

본 실험에서는 입형개선 전후 골재의 입형 판정을 위하여 굵은골재의 제일 긴 쪽의 직경 a, 측면의 높이인 제일 짧은 직경 c와 a에 직교하는 중간경 b를 측정하였다. 각각 측정된 a, b, c에서 형상계수의 계산식²⁾에 따라 표 3과 같이 구형율, 세장율, 방형율, 편평율을 구하였다.

표 3에서 입형개선후 굵은골재의 구형율은 입형개선전 골재보다 높으며 세장율, 방형율, 편평율은 낮게 나타났다. 또한 굵은골재의 입형은 입형개선전 원반상에서 표면형상을 개선함으로써 입형이 구상으로 분류되었다.

2.2.2 골재의 공극률 실험

잔골재와 굵은골재를 혼합하여 KS F 2505 「골재의 단위 용적 중량 및 공극률 시험방법」에 준하여 잔골재율 변화에 따른 공극률을 측정하였다.

표 3. 골재의 형상계수

구분	구형율	세장율	방형율	편평율	c/b	골재의 형상	
							종 류
굵은골재	G1	0.69	2.15	1.37	45.64	0.64	원반상
	G2	0.78	1.66	1.32	31.37	0.80	구상

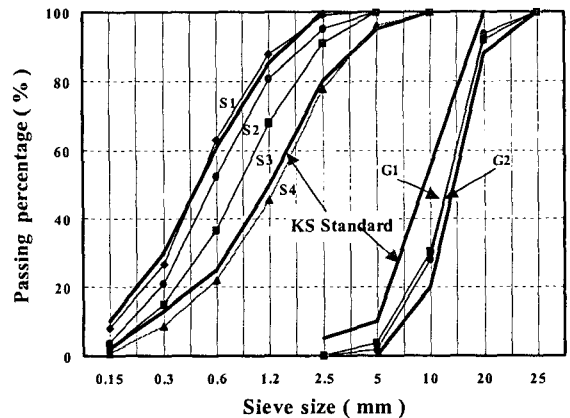


그림 1. 골재의 입도분포 곡선

3. 실험결과 및 고찰

3.1 잔골재 조립율 및 굵은골재 입형이 혼합골재의 공극률에 미치는 영향

다음 그림 2와 그림 3에 조립율 2.0, 2.5, 3.0, 3.5인 잔골재에 입형개선전과 후의 굵은골재를 혼합하여 잔골재율 변화에 따른 공극률을 나타내었다.

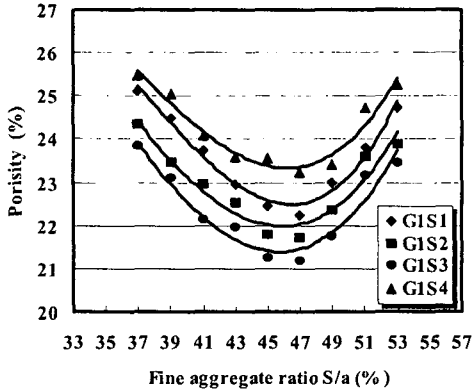


그림 2. 잔골재율에 따른 공극률 변화(입형개선전)

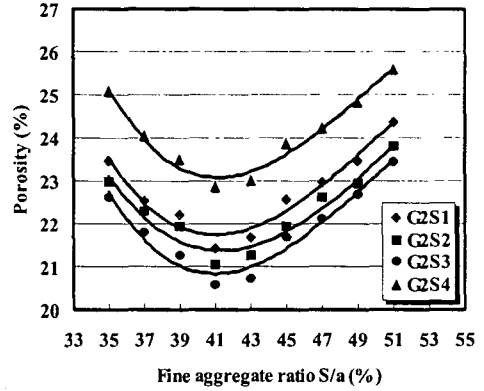


그림 3. 잔골재율에 따른 공극률 변화(입형개선후)

이 그림에서 입형을 개선하지 않은 굵은골재를 사용하였을 경우 공극률이 가장 작은 잔골재율은 잔골재 조립율에 관계없이 47%로 나타났으며, 입형개선 굵은골재를 사용한 경우 잔골재율 41%에서 공극률이 가장 작게 나타났다. 또한 굵은골재의 입형개선은 최소공극률을 약 0.5%정도 저하시켰으며, 굵은골재 입형개선 유무에 관계없이 최소공극률이 낮은 순서로는 3.0, 2.5, 2.0, 3.5 순으로 나타났다.

이와 같이 굵은골재의 입형개선은 잔골재율을 6% 정도 감소시킬 수 있어 동일한 워커빌리티를 얻는데 사용되는 단위시멘트량을 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

3.2 잔골재 조립율 및 굵은골재 입형이 콘크리트의 슬럼프 및 공기량에 미치는 영향

그림 4는 W/C 45%, 입형개선전 굵은골재 및 잔골재 조립율 2.5를 기준으로 슬럼프 12±0.5cm, 공기량 5±0.5%에서 잔골재 조립율 변화에 따른 슬럼프 값을 측정하여 나타낸 것이다. 이 그림에서 잔골재 조립율 약 0.5 증가는 콘크리트 슬럼프를 약 2.7~3.4cm 증가시키는 것으로 나타났다. 또한, 굵은골재의 입형개선은 슬럼프를 약 2cm정도 향상시켜 입형개선시 유동성 향상에 효과적으로 나타났다.

그림 5는 잔골재 조립율에 따른 공기량 변화를 나타낸 것으로 잔골재 조립율 약 0.5의 증가는 공기량을 약 1.0%정도 감소시켰다. 이것은 콘크리트 슬럼프의 증가로 인한 공기량이 감소된 것으로 사료된다.

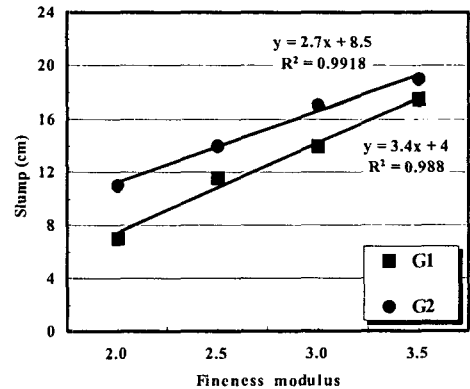


그림 4. 잔골재 조립율에 따른 슬럼프변화

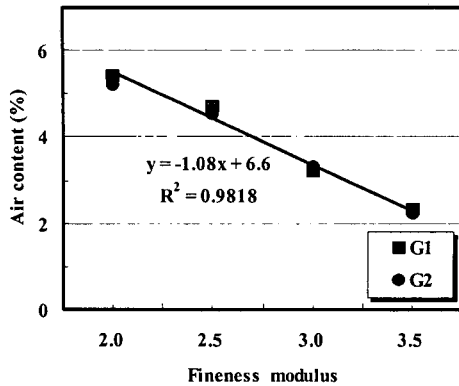


그림 5. 잔골재 조립율에 따른 공기량 변화

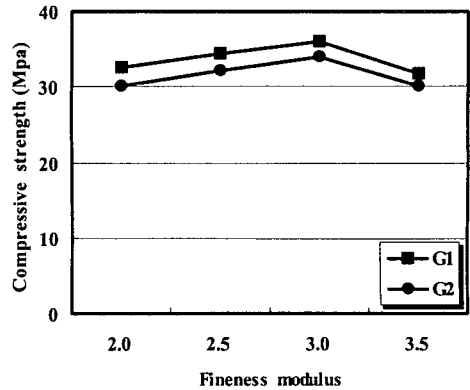


그림 6. 잔골재 조립율에 따른 압축강도 특성

3.3 잔골재 조립율 및 굵은골재 입형이 콘크리트의 압축강도에 미치는 영향

그림 6은 잔골재 조립율과 굵은골재 입형개선에 따른 28일 압축강도 특성을 나타낸 것으로 잔골재 조립율이 2.0에서 2.5, 3.0으로 증가할수록 압축강도가 약 2 MPa씩 증가하는 것으로 나타났으나, 잔골재 조립율 KS 범위인 2.3~3.1을 벗어나는 3.5에서는 조립율 3.0에 비해 압축강도가 약 4 MPa정도 감소하였다. 또한 압축강도는 잔골재 조립율에 관계없이 입형개선전인 입형개선후 보다 약 6%정도 크게 나타나 있다. 이것은 굵은골재 입형개선으로 페이스트와의 부착력이 떨어져 강도가 저하된 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 연구는 잔골재 조립율 및 굵은골재 입형개선이 콘크리트의 유동성 및 압축강도 특성에 미치는 영향을 검토한 것으로 본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

- 1) 굵은골재의 입형개선은 최소공극을 갖는 잔골재율을 약 47%에서 41%로 6% 정도 감소시킬 수 있어 동일한 워커빌리티를 얻는데 사용되는 단위시멘트량을 줄일 수 있을 것으로 사료된다.
- 2) 잔골재 조립율에 따른 최소공극률은 굵은골재 입형개선 유무에 관계없이 3.0, 2.5, 2.0, 3.5 순으로 높게 나타났다.
- 3) 잔골재 조립율 0.5정도 증가는 콘크리트 슬럼프를 3cm 증가시키는 것으로 나타났으며, 공기량을 1.0%정도 감소시키는 것으로 나타났다.
- 4) 잔골재 조립율이 2.0에서 2.5, 3.0으로 0.5씩 증가시마다 압축강도가 약 2 MPa씩 증가하였으며, 잔골재 조립율 3.5에서는 3.0에 비해 약 4 MPa 정도 감소하는 것으로 나타났다. 또한 압축강도는 잔골재 조립율에 관계없이 굵은골재 입형개선시 시멘트페이스트와의 부착력 감소로 약 6%정도 감소하였다.

참 고 문 헌

1. 이승한, 윤용호, “대구·경북지역 생산 부순모래의 특성에 관한 연구”, 계명대학교 산업기술연구소 논문집, Vol. 26-1, 2003, pp.303~312.
2. 이승한, 김희중, 정용욱, “굵은골재 입형개선이 고성능콘크리트의 충전특성에 미치는 영향”, 콘크리트학회논문집, 제 12권 4호, 2000. 8, pp.103.~111.