

재생골재 입형이 재생골재콘크리트의 압축강도와 슬럼프에 미치는 영향

The Effects of Recycled Aggregate Shape on Compressive Strength and Slump of Recycled Concrete

정지용*
Jeong, Ji Yong

심종우*
Shim, Jong Woo

이세현**
Lee, Sea Hyun

ABSTRACT

The efforts have improved the absorption that in order to high the quality of recycled aggregates, and the shape. For the shape of recycled aggregates, the shape of usually aggregates can affect the strength of concrete in an indirect way. So that, in the study, effects is investigated the shape of recycled aggregates that affects the compressive strength and slump.

In the result, the a improved shape have a beneficial effect on compressive strength and slump for of a high quality recycled aggregate, and these appear a larger effects in unit water ; 175kg/m³ or specified strength ; 24MPa.

1. 서론

재생골재 품질을 높이기 위한 노력으로 폐콘크리트의 파쇄장비 및 방식이 발달되고 있다. 또한 파쇄장비 및 방식의 차이는 있으나 공통적으로 파쇄횟수도 증가되고 있는 추세이다. 이와 같이 폐콘크리트를 처리하는 방법의 변화는 재생골재의 흡수율을 낮추고, 동시에 골재의 입형을 개선시켜 품질이 향상되는 결과를 나타내고 있다. 이와 같이 품질이 향상된 재생골재를 콘크리트에 적용한 경우 천연 골재가 사용된 경우보다 높은 압축강도가 나타나는 것으로 보고되고 있다.¹⁾²⁾

골재의 입형이 콘크리트에 미치는 영향을 살펴보면, 굵지않은 콘크리트에서는 유동성과³⁾ 골재 하부에 발생하는 내부 블리딩수에 영향을 미치며, 경화된 콘크리트에서는 하중이 가해졌을 때 골재에 발생하는 응력분포에 영향을 주어 콘크리트의 강도에 관여하는 것으로 나타난다.⁴⁾ 이러한 특성은 품질 향상으로 얻어지는 재생골재의 입형이 콘크리트의 유동성과 압축강도에 영향을 줄 것으로 예상된다.

이에 본 연구는 개선된 재생골재의 입형이 콘크리트의 압축강도에 영향을 미치는지 파악하기 위하여 골재의 평편율을 측정하여 그에 따라 나타나는 콘크리트의 압축강도와 슬럼프를 검토하였다.

2. 실험 계획 및 방법

2.1 실험 계획

재생골재 품질 및 치환율, 단위수량, 설계기준강도에 따라 나타나는 특성을 검토하기 위해 표 1과 같이 실험을 실시하였다. 실험 배합은 표 4와 같고, AE 감수제는 입형에 따라 나타나는 슬럼프를 측정하기 위해 시멘트 중량 비율로 0.5% 동일하게 첨가하였다.

* 정회원, 한국건설기술연구원 연구원

** 정회원, 한국건설기술연구원 수석연구원

2.2 평편율

표 2는 골재의 평편율을 나타낸 것이다. 입형에 따른 특성을 검토하기 위한 골재의 평편율은 다음 식(1)과 같이 측정하였다. 평편율 시험결과, 쇄석이 평균 3.55로서 가장 높은 결과치를 보였고 1종 재생굵은골재는 평균 3.14, 2종 재생굵은골재는 평균 2.44로 나타나 쇄석이 가장 평편한 입형을 가지고 있고, 2종 재생굵은골재가 가장 둥근 입형을 가지고 있는 것으로 나타나고 있다. 사진 1은 골재의 정면, 평면, 측면의 길이 측정 방법을 나타낸 것이다.

$$\text{평편율}(f) = \frac{ab}{c} \dots\dots\dots(1)$$

여기서, f = 평편율,
 a = 정면(cm),
 b = 평면(cm),
 c = 측면(cm)

2.3 사용 재료

표 3은 실험에 사용된 재료의 물리적 특성을 나타낸 것이다. 1종 재생굵은골재의 흡수율이 1.14%로 부순굵은골재와 품질이 동일하게 나타나고, 2종 재생굵은골재는 흡수율이 3.12%로 품질이 부순 굵은골재에 비하여 낮게 나타나고 있다.

표 1 실험 계획

실험 인자	실험 수준	측정 항목
재생굵은 골재 품질	1, 2 (종)	슬럼프 (mm) 압축강도 (MPa)
재생굵은 골재 치환율	0, 30, 60 (%)	
단위수량	175, 185 (kg/m ³)	
설계기준강도	18, 24 (MPa)	

표 2 굵은 골재의 평편율

구분	치수			평편율
	a	b	c	
1종 재생 굵은골재	2.50	1.84	1.47	3.13
2종 재생 굵은골재	2.14	1.77	1.55	2.44
부순 굵은골재	2.59	2.03	1.48	3.55

표 3 골재의 물리적 특성

골 재	단위용적질량 (kg/m ³)	밀도(g/cm ³)	흡수율 (%)
부순 굵은골재	1,509	2.64	1.13
1종 재생 굵은골재	1,579	2.61	1.14
2종 재생 굵은골재	1,406	2.43	3.12
잔골재	1.816	2.59	0.90



사진 1 평편율 측정

표 4 실험 배합

설계 기준 강도 (MPa)	재생굵은 골재품질	재생 굵은 골재 치환율 (%)	단위 수량 (kg/m ³)	용적배합 (ℓ/m ³)				중량 배합 (kg/m ³)				AE 감수계
				C ¹⁾	S ²⁾	NA ³⁾	RA ⁴⁾	C	S	N	RA	
18	1종	0	175	99	315	370	0	313	817	981	0	1.56
			185	105	308	362	0	330	798	959	0	1.65
		30	175	99	315	259	111	313	817	687	291	1.56
			185	105	308	253	109	330	798	671	284	1.65
		60	175	99	315	148	222	313	817	393	582	1.56
			185	105	308	145	217	330	798	384	569	1.65
	2종	0	175	99	315	370	0	313	817	981	0	1.56
			185	105	308	362	0	330	798	959	0	1.65
		30	175	99	315	259	111	313	817	687	270	1.56
			185	105	308	253	109	330	798	671	264	1.65
		60	175	99	315	148	222	313	817	393	540	1.56
			185	105	308	145	217	330	798	384	528	1.65
24	1종	0	175	118	293	373	0	372	760	990	0	1.86
			185	125	286	364	0	394	741	965	0	1.97
		30	175	118	293	261	112	372	760	693	294	1.86
			185	125	286	255	109	394	741	675	286	1.97
		60	175	118	293	149	224	372	760	396	587	1.86
			185	125	286	146	218	394	741	386	572	1.97
	2종	0	175	118	293	373	0	372	760	990	0	1.86
			185	125	286	364	0	394	741	965	0	1.97
		30	175	118	293	261	112	372	760	693	272	1.86
			185	125	286	255	109	394	741	675	265	1.97
		60	175	118	293	149	224	372	760	396	544	1.86
			185	125	286	146	218	394	741	386	531	1.97

1) C : Cement, 2) S : Sand, 3) NA : Natural coarse Aggregate, 4) RA : Recycled coarse Aggregate

3. 결과

3.1 슬럼프

그림 1은 재생굵은골재 치환율과 단위수량에 따른 슬럼프 실험 결과를 나타낸 것이다. 단위수량 175kg/m³, 185kg/m³에서 재생굵은골재 치환율에 따른 슬럼프는 각각 11~13cm, 17~19cm로 유사하게 나타나고 있다. 또한 각각의 단위수량 조건에서에서 설계기준강도별로 나타나는 슬럼프 값도 유사한 경향을 보이고 있다.

그림 2, 3은 실험에 사용된 굵은골재의 입형을 나타내는 평편율과 슬럼프의 상관관계를 나타낸 것이다. 단위수량 175kg/m³일 때가 185kg/m³인 경우 보다 평편율이 슬럼프에 크게 영향을 주어 굵은골재의 입형이 빈배합 콘크리트에서 영향을 주는 것으로 나타나고 있다. 재생굵은골재 품질에 따른 관계는 1종에서 평편율이 영향을 주고, 흡수율이 높은 2종은 입형이 둥글더라도 콘크리트의 슬럼프에 영향을 주지 못하는 것으로 나타나고 있다. 설계기준강도에 따른 평편율과 슬럼프의 관계는 18, 24MPa에서 서로 유사한 경향을 나타내고 있다.

3.2 압축강도

그림 4, 5는 재생굵은골재 치환율에 따른 압축강도를 나타낸 것이다. 설계기준강도 18MPa에서 치환율이 증가할수록 압축강도가 작아지는 경향이 나타나고 있다. 설계기준강도 24MPa에서 1종 재생굵은골재의 경우 치환율이 증가할수록 압축강도가 증가되며, 2종의 경우 치환율이 증가할수록 다소 증가하거나 유사한 경향이 나타나고 있다.

그림 6, 7과 그림 8, 9는 각각 설계기준강도 18MPa과 24MPa일 때 굵은골재의 평편율과 압축강도의 상관관계를 나타낸 것이다.

설계기준강도 18MPa의 저강도 영역에서 골재의 입형이 압축강도에 미치는 영향은 재령7일에서 작게 나타나고 재령28일에서는 재생굵은골재의 품질과 상관없이 입형이 나뉠수록 압축강도가 증가되는 것으로 나타나고 있다.

설계기준강도 24MPa에서는 재령 7일에서 1종 재생굵은골재의 경우 평편율에 따른 압축강도는 2종 재생굵은골재보다 반비례적인 기울기가 크게 나타나고 있으며 2종의 경우 기울기가 거의 1에 가까워 흡수율이 높은 재생골재의 입형은 압축강도에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타나고 있다. 재령28에서는 1종 재생굵은골재의 경우 초기 재령7일과 동일한 경향을 보이고 있으며, 2종의 경우 평편율과 압축강도의 관계가 비례적 관계를 갖는 것으로 나타나고 있다.

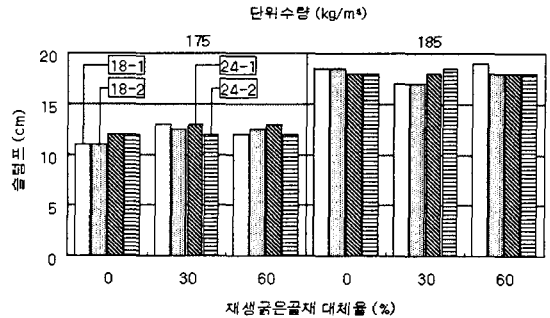


그림 1 재생굵은골재 대체율과 단위량에 따른 슬럼프 (18-1 : 설계기준강도-재생굵은골재 품질)

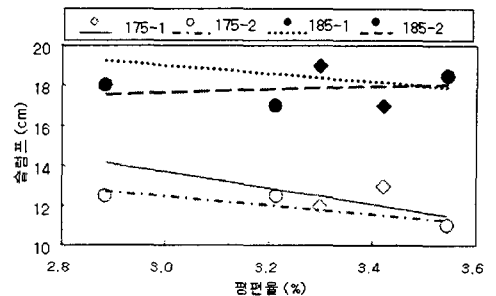


그림 2 평편율과 슬럼프의 상관관계 (설계기준강도 18MPa)

(175-1 : 단위수량-재생굵은골재 품질)

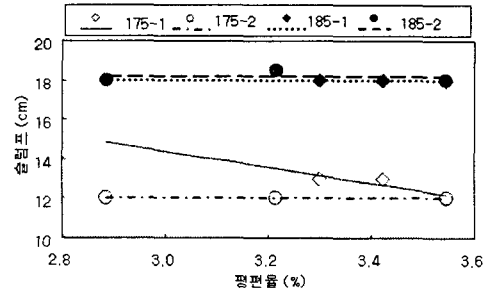


그림 3 평편율과 슬럼프의 상관관계 (설계기준강도 24MPa)

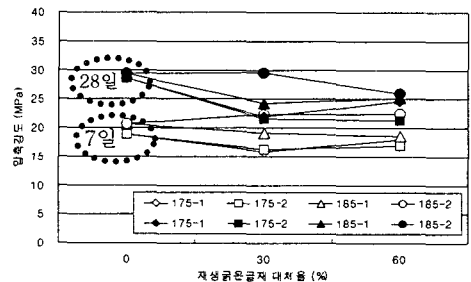


그림 4 재생굵은골재 대체율에 따른 압축강도 (설계기준강도 18MPa)

이는 1종 재생굵은골재의 경우 품질이 부순굵은 골재와 유사하여, 골재의 입형이 콘크리트에 직접적으로 나타나는 반면, 2종 재생굵은골재는 입형이 좋더라도 골재의 흡수율이 높아 콘크리트에 영향을 주지 못하고, 오히려 부순굵은골재가 직접적으로 영향을 주어 평편율과 압축강도가 비례적 관계를 갖게 되는 것으로 사료된다.

4. 결론

- (1) 재생굵은골재 품질 및 치환율에 따른 슬럼프는 유사한 경향을 나타내고 있다. 압축강도의 경우는 설계기준강도 18MPa에서 치환율이 증가할수록 작아지고, 24MPa에서 1종은 치환율이 증가할수록 압축강도가 높아지며, 2종은 유사하거나 다소 증가하는 것으로 나타나고 있다.
- (2) 골재의 평편율과 슬럼프의 관계는 빈배합에서 크게 영향을 미치고, 재생굵은골재의 품질이 높을수록 영향을 많이 받는 것으로 나타나고 있다.
- (3) 골재의 평편율과 압축강도의 관계는 설계기준강도 18MPa에서 골재의 품질과 관계없이 영향이 없거나 비례적 관계를 나타내고, 24MPa에서 골재의 품질이 높은 1종의 경우는 평편율이 반비례적 관계로 압축강도에 영향을 주는 반면, 품질이 낮은 2종의 경우 영향이 없거나 비례적 관계를 갖는 것으로 나타나고 있다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 05건설핵심기술연구개발사업(과제번호:05건설핵심D02)의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고 문헌

- 1) 정지용, 강철 최선미, 곽은구, 김진만, 재생골재 품질에 따른 콘크리트의 공학적 특성, 한국콘크리트학회 가을 학술발표 논문집, 2004, pp.197~200
- 2) 김병윤, 서치호, 재생골재 콘크리트의 건조수축 및 크리프에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집, No. 21, Vol. 2, 2005, pp.87~94
- 3) P. Kumar Mehta, Paulo J. M. Monteiro, Concrete Microstructure, Properties, and Materials Third Edition, Department of Civil and Environmental Engineering University of California at Berkeley, 2006, p.273~276
- 4) P. Kumar Mehta, Paulo J. M. Monteiro, Concrete Microstructure, Properties, and Materials Third Edition, Department of Civil and Environmental Engineering University of California at Berkeley, 2006, p.24~26

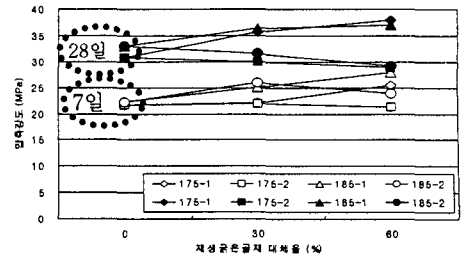


그림 5 재생굵은골재 대체율에 따른 압축강도 (설계기준강도 24MPa)

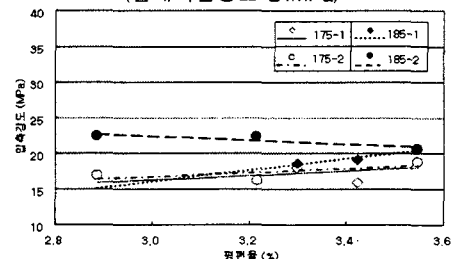


그림 6 평편율과 압축강도의 상관관계 (설계기준강도 18MPa, 재령 7일)

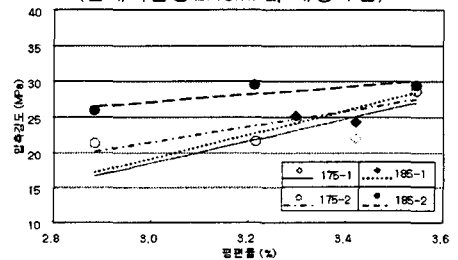


그림 7 평편율과 압축강도의 상관관계 (설계기준강도 18MPa, 재령 28일)

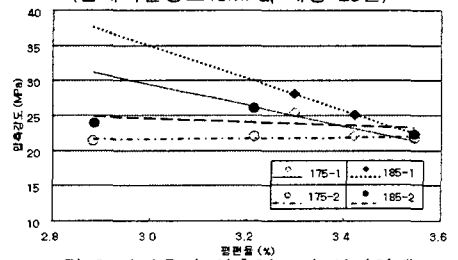


그림 8 평편율과 압축강도의 상관관계 (설계기준강도 24MPa, 재령 7일)

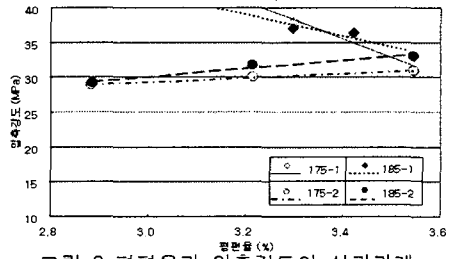


그림 9 평편율과 압축강도의 상관관계 (설계기준강도 24MPa, 재령 28일)