

# 부순 굵은골재의 입도에 따른 콘크리트의 특성에 관한 연구

## A Study on the Properties of Concrete according to the Grading of Crushed Stone

최 세 진\*  
Choi, Se Jin

이 성 연\*\*  
Lee, Seong Yeon

여 병 철\*\*\*  
Yeo, Byung-Chul

김 무 한\*\*\*\*  
Kim, Moo Han

### ABSTRACT

Aggregate occupies about 70 to 80 percent by volume in concrete as skeleton of concrete, but recently, it has been insufficient in quantity to collect good natural aggregate because of exhaustion of aggregate resources.

In case of Korea, in 2002, the using ratio of crushed stone occupies about 97% of whole coarse aggregate, and ratio of crushed sand occupies about 18.3% of whole fine aggregate.

This is an experimental study to compare and analyze the properties of concrete according to the grading of crushed stone to improve quality and mix design of concrete using crushed stone.

According to results, it was found that grading level of crushed stone in the range of G42 to G60 was better than any other grading level in terms of fluidity and compressive strength. And it is considered to be in the range of 6.52 to 6.85 in terms of FM.

### 1. 서론

최근 골재자원의 고갈화에 따라 양질의 천연골재 채취가 부족해지고 이에 따라 골재의 저품질화에 의한 굳지않은 콘크리트에서의 성능저하, 단위수량의 증대, 경화콘크리트의 강도저하 등이 지적되고 있다.

골재는 말그대로 콘크리트의 뼈대를 이루는 것으로 콘크리트용적의 70~80%를 차지하고 있으나, 현재와 같이 자원의 고갈화, 환경보전에 의한 채취제한 구역의 확대 등 골재업계를 둘러싼 환경의 변화에 의해 양적관점에서의 안정공급이 어려워지고 있다. 또한 골재의 품질면을 보아도 하천골재로 대표되는 양질의 골재가 총체적으로 감소하고 전체적인 품질저하, 골재입도의 불량 등이 발생하고 있다.

표 1은 지역별 골재품종별 소비구조를 나타낸 것으로 현재, 국내의 골재 소비구조를 살펴보면 2002년을 기준으로 굵은골재의 경우 부순골재가 97%로서 거의 대부분을 차지하고 있으며, 잔골재의 경우에도 부순골재가 18.3%로서 부순잔골재의 사용량도 점차 증가하고 있는 추세이다.<sup>1)</sup>

본 연구는 부순 굵은골재의 입도에 따른 콘크리트의 특성을 비교·검토함으로써 부순 굵은골재를 사용한 콘크리트의 배합설계 및 품질향상을 위한 참고자료를 제시하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

- \* 정희원, (주)삼표 기술연구소 선임연구원, 공박
- \*\* 정희원, (주)삼표 기술연구소 소장, 공박
- \*\*\* 정희원, (주)삼표 레미콘사업본부장, 공박
- \*\*\*\* 정희원, 충남대학교 건축공학과, 교수·공박

## 2.1 실험계획 및 배합

사진 1은 국내 부순 굵은골재 생산업체에서 부순 굵은골재가 생산되는 전경을 나타낸 것으로서 사진에서 알 수 있듯이 생산되는 굵은골재의 낙하높이에 따라 다소 입도분리가 발생할 수 있으며, 동일 석산이라도 위치에 따라 부순골재의 입도가 상이하게 나타날 수도 있다.

즉, 그림 1은 수도권 37개 업체에서 생산·판매되는 부순 굵은골재의 조립을 변화를 나타낸 것으로서 조립율이 최대 7.30에서 최소 6.39까지 다양한 값을 나타내고 있음을 알 수 있다.

특히, 굵은골재의 입도곡선을 나타내는 체치수 중 하나인 13mm 통과율과 조립율의 변화를 나타낸 그림 2에서 볼 수 있는 바와 같이, 13mm 통과율과 조립율의 상관성이 높게 나타나고 있음을 알 수 있다.

본 연구에서는 표 2에서 보는 바와 같이 수차례의 예비실험 및 국내 레미콘 공장에서 사용되는 배합을 참고로 W/B 51.5%, 단위수량 170kg/m<sup>3</sup>인 배합에 대하여 부순 굵은골재의 입도를 13mm 통과율을 기준으로 G10, G25, G42, G60, G80의 5수준으로 변화시켜 제조한 콘크리트에 대하여 공기량, 슬럼프, 압축강도를 측정하였다.

표 3 및 그림 3은 본 연구에 사용된 부순 굵은골재의 입도를 나타낸 것이다.

## 2.2 사용재료 및 비법, 시험방법

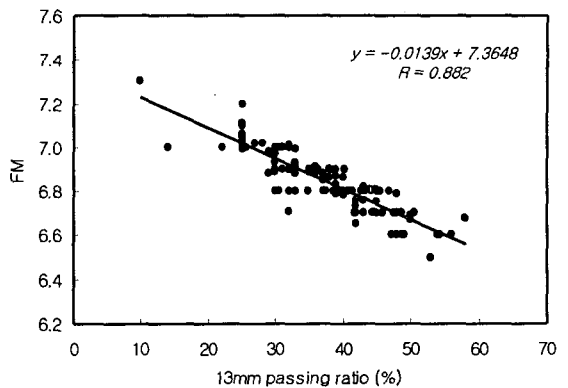
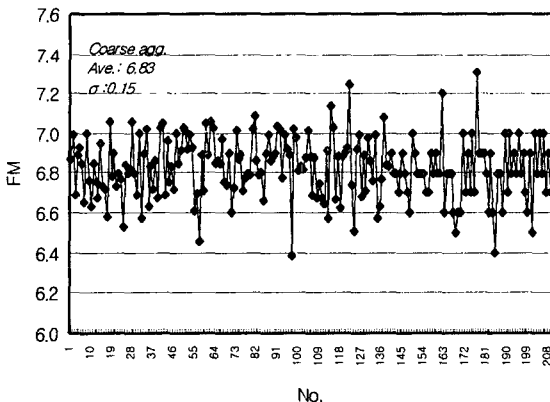
본 연구에 사용된 재료의 물리적 특성은 표 4에서 보는 바와 같이 시멘트는 비중 3.15의 1종 보통

표 1. 지역별 골재 품종별 소비비율<sup>1)</sup> (단위 : %)

권역별	잔골재				굵은골재		
	강모래	부순모래	바다모래	육모래	강자갈	부순자갈	육자갈
전국	32.2	18.3	30.6	18.8	1.3	97.0	1.6
서울·경기	10.2	24.7	62.2	2.9	-	99.3	0.7
강원	51.7	17.1	1.3	29.8	4.6	91.2	4.3
충북	17.7	11.5	11.9	59.0	1.1	98.5	0.4
대전·충남	45.4	3.8	47.8	3.0	6.9	93.1	-
전북	6.1	8.5	12.6	72.8	-	100.0	-
광주·전남	-	7.5	48.3	44.2	1.5	98.5	-
대구·경북	67.0	12.4	6.8	13.9	2.4	92.2	5.4
부산·경남	52.8	30.7	11.1	5.5	-	100.0	-
제주	-	-	100.0	-	-	100.0	-



사진 1 부순 굵은골재 생산 전경 예



포틀랜드시멘트, 플라이애시는 분말도 3,610cm/m<sup>2</sup>, 가열감량 3.5%의 당진산을 사용하였고, 25mm 부순 굵은골재 및 조립을 2.80의 세척사를 사용하였다. 또한 혼화제는 AE감수제를 사용하였다.

표 2. 실험계획 및 배합

부순굵은골재입도	W/B (%)	단위수량 (kg/m <sup>3</sup> )	FA (%)	S/a (%)	공기량 (&)	측정항목
G10 G25 G42 G60 G80	51.5	170	15	49.0	4.5±1.5	· 공기량(%) · 슬럼프(cm) · 압축강도(MPa) -3, 7, 28일

표 3. 부순 굵은골재 입도

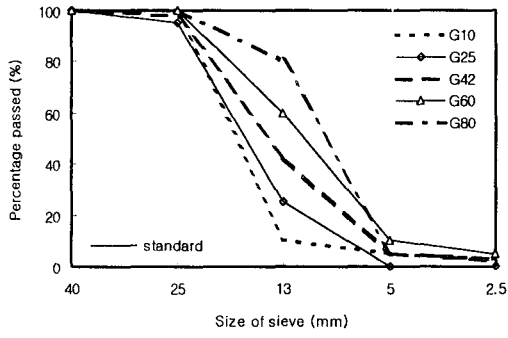


그림 3 입도분포곡선

콘크리트의 비빔은 강제식 팬타입 믹서를 사용하여 시멘트, 모래, 잔골재, 굵은골재를 30초간 건비빔한 후, 단위수량 및 혼화제를 첨가하여 90초간 비빔을 실시하였으며, 콘크리트 시험은 각종 KS기준에 준하여 실시하였다.

3. 시험결과 및 고찰

표 5는 부순 굵은골재의 입도에 따른 콘크리트 실험결과를 나타낸 것이다.

부순 굵은골재의 입도에 따른 콘크리트 공기량의 변화를 나타낸 그림 4에서 알 수 있듯이, 공기량의 경우 3.9~5.8%로서 부순 굵은골재의 입도에 따른 유의할 만한 경향은 보이지 않고 있다.

또한, 그림 5는 부순 굵은골재의 입도에 따른 슬럼프 및 28일 압축강도의 변화를 나타낸 것으로서, 슬럼프의 경우 G10~G60의 수준에서 상대적으로 크게 나타났으며, 압축강도는 G42~G80의 수준에서 상대적으로 높게 나타났다. 따라서, 본 실험결과 부순 굵은골재 입도 G42~G60의 수준이 다른 입도범위에 비해 유동성과 압축강도 항상 측면에서 유리한 것으로 나타났으며, 이 범위에서의 조립율은 6.52~6.85의 수준을 나타내었다.

입도	체 통과율 (%)					FM	실적율 (%)
	40mm	25mm	13mm	5mm	2.5mm		
G10	100	100	10	5	3	7.02	59.1
G25	100	95	25	0	0	7.08	57.4
G42	100	97.5	42.5	5	2.5	6.85	59.1
G60	100	100	60	10	5	6.52	60.5
G80	100	100	80	5	3	6.46	58.1

표 4. 사용재료의 물리적 특성

재 료	물리적 특성
시멘트	1종 보통 포틀랜드시멘트 비 중: 3.15 분말도 : 3,372(cm <sup>2</sup> /g)
플라이애시	분말도: 3,610cm <sup>2</sup> /g 가열감량: 3.5%, SiO <sub>2</sub> : 53.2% 비중: 2.26
잔골재	세척사, 비중 : 2.58, FM: 2.80 최대크기: 5mm
굵은골재	부순 굵은골재, 비중: 2.60 최대치수: 25mm
혼화제	AE감수제

표 5. 콘크리트 실험결과

입도	공기량 (%)	슬럼프 (mm)	압축강도 (MPa)		
			3일	7일	28일
G10	5.7	195	17.2	24.3	34.9
G25	4.5	182	15.9	24.0	33.6
G42	3.9	187	18.0	25.7	38.2
G60	5.8	176	17.3	25.6	36.1
G80	4.5	139	17.9	26.3	36.8

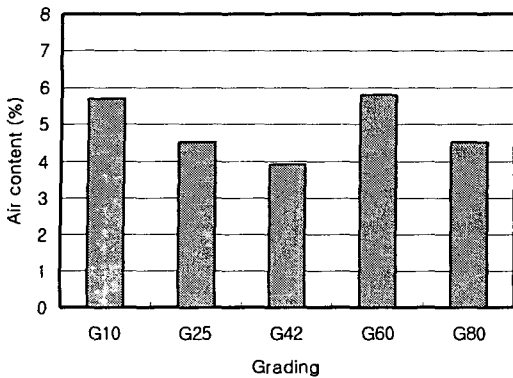


그림 4. 부순 굵은골재의 입도에 따른 콘크리트공기량의 변화

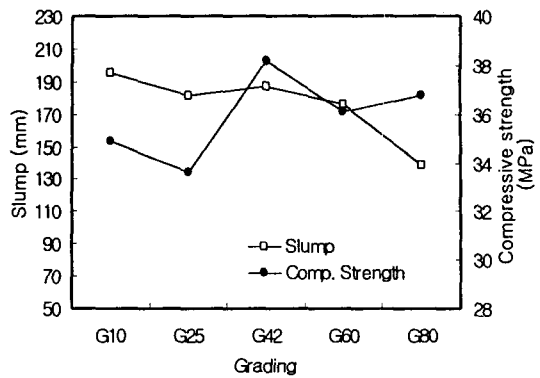


그림 5. 부순 굵은골재 입도에 따른 슬럼프 및 28일 압축강도의 변화

그림 6은 부순 굵은골재 조립율에 따른 슬럼프 및 압축강도의 변화를 나타낸 것으로서, 그림에서 알 수 있듯이 부순 굵은골재의 조립율이 증가할수록 슬럼프는 증가하고 있으며, 압축강도는 감소하는 경향을 보이고 있다.

#### 4. 결론

부순 굵은골재의 입도에 따른 콘크리트의 특성을 비교·검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 수도권 37개 업체에서 생산·판매되는 부순 굵은골재의 조립율을 측정된 결과, 조립율이 최대 7.30에서 최소 6.39까지 다양한 값을 나타내었다.
- 2) 부순 굵은골재의 입도에 따른 슬럼프 및 28일 압축강도의 변화를 살펴본 결과, 슬럼프의 경우 G10~G60의 수준에서 상대적으로 크게 나타났으며, 압축강도는 G42~G80의 수준에서 상대적으로 높게 나타났다. 따라서, 본 실험결과 G42~G60의 수준이 다른 입도 범위에 비해 유동성과 압축강도 향상 측면에서 유리한 것으로 나타났으며, 이 범위에서의 조립율은 6.52~6.85의 수준을 나타내었다.
- 3) 부순 굵은골재의 조립율이 증가할수록 콘크리트의 슬럼프는 증가하는 것으로 나타났으며, 압축강도는 감소하는 경향을 나타내었다.

#### 참고문헌

1. 최민수, 지역별 골재 소비구조 분석 및 수급 안정방안, 한국건설산업연구원, 2003.
2. 長攏重義, 友擇史紀, 生コン工場品質管理ガイドブック, 全国生コンクリート工業組合連合会