

# 국내 콘크리트용 부순골재의 품질특성에 관한 연구

## A Study on the Properties of Crushed Aggregate for Concrete produced in Korea

최 세 진\*  
Choi, Se Jin

정 용\*\*  
Jeong, Yong

오 복 진\*\*\*  
Oh, Bok Jin

김 무 한\*\*\*\*  
Kim, Moo Han

### ABSTRACT

Aggregate may limit the strength of concrete, and aggregate with undesirable properties cannot produce strong concrete. Also, the properties of aggregate greatly affect the durability and structural performance of concrete.

Recently, it has increased the using of crushed aggregate for concrete due to the exhaustion of good natural aggregate. 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 a study to compare and analyze the properties of crushed aggregate for concrete to do mix proportion and improve the concrete quality. According to results, it was found that nearly all the properties of crushed aggregate satisfied with the value recommended by KS.

### 1. 서론

골재는 건설공사에 필수적인 건설자재로서 연간 50만호에 달하는 주택건설과 도로·지하철·항만·공항 등의 사회간접자본 건설에 크게 기여해 왔으며, 현재의 주택보급률이나 사회간접자본 충족률을 감안할 때 향후에도 지속적으로 2억<sup>3</sup>m<sup>3</sup> 수준의 골재 수요가 발생할 것으로 예상되고 있다.<sup>1)</sup> 그러나, 최근 골재자원의 고갈화에 따라 양질의 천연골재 채취가 부족해지고 이에 따라 골재의 저품질화에 의한 굳지 않은 콘크리트에서의 성능저하, 단위수량의 증대, 경화콘크리트의 강도저하 등이 지적되고 있다.<sup>2)</sup>

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>3)</sup>

본 연구는 수도권에서 생산·공급되고 있는 콘크리트용 부순골재의 각종 품질특성을 약 2년간에 걸쳐 조사·분석하여 비교·검토함으로써 콘크리트의 배합설계 및 품질향상을 위한 참고자료를 제시하고자 한다.

\* 정회원, 삼표산업(주) 환경기술연구소 주임연구원, 공박  
\*\* 정회원, 삼표산업(주) 환경기술연구소 콘크리트팀장  
\*\*\* 정회원, 삼표산업(주) 환경기술연구소 소장, 공박  
\*\*\*\* 정회원, 충남대학교 건축공학과, 교수·공박

## 2. 실험계획 및 방법

콘크리트용 부순골재는 깨끗하고, 강하고, 내구적이며, 먼지, 흙 등 해로운 물질의 함유량을 일정량 이하로 해야 한다. 표 2는 국내·외 콘크리트용 골재 규격을 나타낸 것으로 각국마다 골재규격이 상이하나 대체로 우리나라의 경우 일본과 유사하다.

본 연구에서는 표 3에서 보는바와 같이 수도권의 굵은골재 37개 업체, 잔골재 15개 업체에서 생산되는 부순골재에 대하여 각각 139회 및 82회 품질특성 시험을 실시하였다.

또한 부순골재의 품질 특성 시험방법은 각종 KS방법에 준하여 실시하였다.

## 3. 시험결과 및 고찰

### 3.1 비중 및 흡수율

표 4 및 그림 1은 국내에서 생산되는 부순골재의 비중(절건)을 측정하여 평균한 것으로 굵은골재의 경우 2.63, 잔골재의 경우 2.58로서 KS F 2527에서 규정하고 있는 부순골재의 비중값인 2.50이상을 모두 만족하고 있다.

또한, 흡수율의 변화를 나타낸 그림 2에서 알 수 있는 바와 같이 골재마다 다소 품질편차는 있으나 흡수율의 경우에도 굵은골재 및 잔골재에서 각각 0.91, 1.07로서 KS 규정값을 만족하며 양호한 품질을 나타내고 있다.

### 3.2 조립율

표 4 및 그림 3은 본 연구대상으로 시험한 콘크리트용 부순골재의 조립율 변화를 나타낸 것이다.

표 1. 지역별 골재 품종별 소비비율<sup>3)</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	-

표 2. 국내·외 콘크리트용 골재 규격

항 목	규 격	KSF 2526	KSF 2527	JISA 5306	JISA 5005	ASTM C 33	BSEN 12330
		콘크리트용 골재	콘크리트용 부순 골재	레미콘용 골재	콘크리트용 쇄석·쇄사	콘크리트용 골재	콘크리트용 골재
규격 개정년도 (년)		66-93-97-02	67-93-97-02	53-98	61-93	21-93	97-02
절대건조밀도(g/cm <sup>3</sup> )		2.5이상	2.5이상	2.5이상	2.5이상	-	-
흡수율 (%)		3.0이하	3.0이하	3.0이하	3.0이하	-	1.0이하
안정성 (%)		12이하	12이하	-	12이하	18이하	18이하
마모율 (%)		40이하	40이하	-	40이하	50이하	50이하
점토덩어리 (%)		0.25이하	-	0.25이하	-	-	-
연한석편 (%)		5.0이하	-	5.0이하	-	-	-
0.08mm 체통과량 (%)		1.0이하	1.0이하	1.0이하	1.0이하	1.0이하	1.5이하
-con'c표면이 마모받는 경우		1.0이하	-	-	-	-	-
-기타의 경우		1.0이하	-	-	-	-	-
석탄 및 갈탄 (%)		0.5이하	-	0.5이하	-	0.5이하	0.05이하
-con'c표면이 중요한 부분		1.0이하	-	-	-	1.0이하	0.1이하
-기타의 경우		1.0이하	-	-	-	-	-
입형(입자모양)판정실적율 (%)		-	55이상	55이상	55이상	-	-
점토덩어리와 연한석편(%)		-	-	-	-	3.0이하	-
표건비중2.4이하 규결암(%)		-	-	-	-	3.0이하	-
규격 개정년도 (년)		66-93-97-02	83-93-97-02	53-98	61-93	21-93	97-02
절대건조밀도(g/cm <sup>3</sup> )		2.5이상	2.5이상	2.5이상	2.5이상	-	-
흡수율 (%)		3.0이하	3.0이하	3.5이하	3.0이하	-	1.0이하
조립율		2.3~3.1	-	-	-	2.3~3.1	-
안정성 (%)		10이하	10이하	-	10이하	10이하	-
점토덩어리 (%)		1.0이하	-	1.0이하	-	-	-
0.08mm 체통과량 (%)		3.0이하	7.0이하	3.0이하	7.0이하	3.0이하	3.0이하
-con'c표면이 마모받는 경우		5.0이하	-	-	-	5.0이하	-
-기타의 경우		5.0이하	-	-	-	-	-
석탄 및 갈탄 (%)		0.5이하	-	0.5이하	-	0.5이하	0.25이하
-con'c표면이 중요한 부분		1.0이하	-	-	-	1.0이하	0.5이하
-기타의 경우		1.0이하	-	-	-	-	-
염화물(NaCl, %)		0.04이하	-	0.04이하	-	-	0.01이하
입형(입자모양)판정실적율 (%)		-	53이상	53이상	53이상	-	-
점토덩어리와 연한석편(%)		-	-	-	-	3.0이하	-

1) Moderate weathering regions, exposed architectural concrete 경우

표 3. 실험요인 및 수준

골재종류	업체수	측정횟수	측정항목
굵은골재	37	139	- 비중(절건) - 흡수율 - 조립율
잔골재	15	82	- 단위용적증량 - 실적율 - 입형판정실적율 - 0.08mm 통과량

우선 굵은골재의 조립율을 살펴보면, 골재마다 다소 차이는 있으나 6.6~7.0에 대부분이 분포하고 있으며, 평균 조립율값은 6.84를 나타내고 있다.

또한, 잔골재의 경우 관련시방서에는 콘크리트의 유동성에 미치는 영향 및 경제성 등을 고려하여 2.3~3.1의 잔골재를 권장하고 있으나, 본 조사결과 부순잔골재의 조립율은 평균 3.05로 나타났는데 이는 비교적 큰 입자가 강모래 및 세척사에 비해 많이 포함되어 있기 때문으로 판단된다.

따라서, 부순잔골재 제조공정의 개선에 의해 조립율을 낮추거나, 조립율이 3.1을 넘는 부순잔골재의 경우 조립율이 낮은 잔골재와 혼합하여 입도조정을 하여 사용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

### 3.3 단위용적중량

그림 4는 부순골재의 단위용적중량의 변화를 나타낸 것으로 굵은골재의 경우 1,529kg/m<sup>3</sup>, 잔골재의 경우 1,682kg/m<sup>3</sup>로 부순잔골재의 경우가 부순굵은골재에 비하여 상대적으로 단위용적중량이 높게 나타나고 있는데, 이는 부순골재의 입도분포 및 부순잔골재에 함유된 미립분이 골재입자사이를 밀실하게 채웠기 때문으로 판단된다.

### 3.4 실적율 및 입형판정실적율

표 4는 부순골재의 실적율 및 입형판정실적율을 나타낸 것으로, 부순굵은골재의 경우 실적율과 입형판정실적율값이 각각 58.3 및 56.9로서 KS에서 제안하고 있는 부순굵은골재의 입형판정실적율값인 55.0 이상을 대체로 만족하고 있으며, 부순잔골재의 경우에도 각각 65.3 및 54.9로 부순잔골재의 입형판정실적율을 제안치인 53.0 이상을 만족하고 있다.

특히, 부순골재의 실적율과 입형판정실적율의 관계를 나타낸 그림 5에서 알 수 있는 바와 같이, 부순굵은골재는 상관계수 R값이 0.70으로서 어느정도의 상관성을 보이고 있으나, 부순잔골재의 경우에는 부순굵은골재에 비해 상관성이 낮게 나타났는데, 이는 부순잔골재에 미립분이 상대적으로 많이 함유되어 있어 미립분을 제거한 입형판정실적율값이 실적율값과 크게 다르게 나타난 것으로 사료된다.

### 3.5 0.08mm체 통과량

표 4 및 그림 6은 본 연구범위인 부순골재에서의 0.08mm체 통과량값을 나타낸 것으로 굵은골재 및 잔골재에서 각각 0.86 및 3.07로서 KS 제안값인 1.0 및 7.0 이하를 만족하고 있다.

표 4 부순골재의 각종 시험결과

측정항목	KS F 2527		굵은골재	잔골재
	굵은골재	잔골재		
(절건)비중	2.5 이상		2.63	2.58
흡수율 (%)	3.0 이하		0.91	1.07
조립율	-		6.84	3.05
단위용적중량 (kg/m <sup>3</sup> )	-		1,529	1,682
실적율 (%)	-		58.3	65.3
입형판정실적율 (%)	55 이상	53 이상	56.9	54.9
0.08mm체 통과량 (%)	1.0 이하	7.0 이하	0.86	3.07

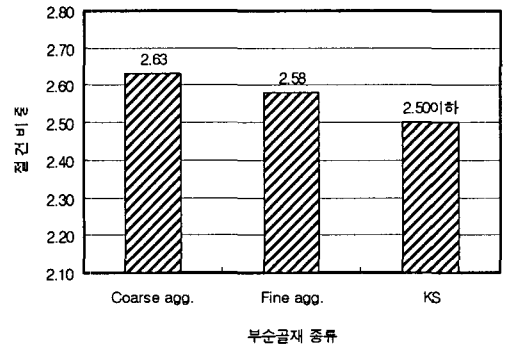


그림 1 부순골재 비중의 변화

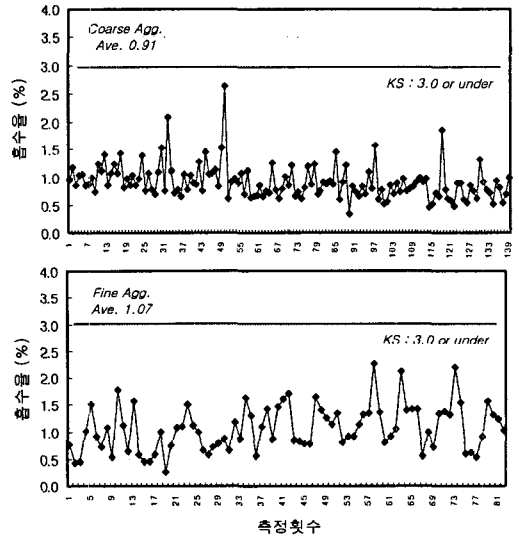


그림 2 부순골재 흡수율의 변화

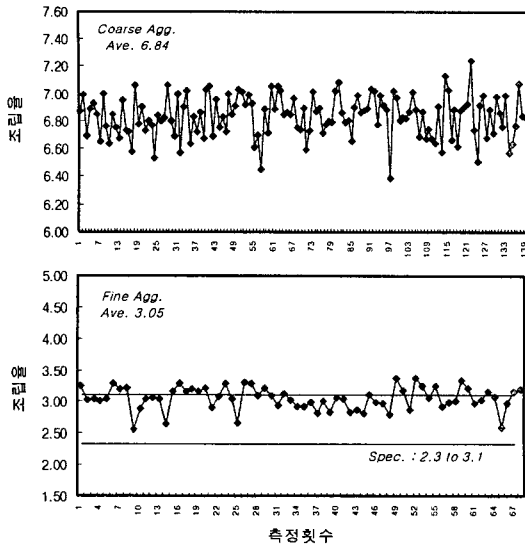


그림 3 부순골재 조립율의 변화

#### 4. 결론

국내 수도권에서 생산되는 콘크리트용 부순골재의 품질특성을 비교·검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 비중, 흡수율, 입형판정실적율 등 부순골재 대부분의 측정항목에서 KS F 2527 「콘크리트용 부순골재」에서 제안하고 있는 값을 만족시키며 양호한 품질을 나타내었다.
- 2) 부순골재의 경우 조립율이 다소 높게 나타나 제조공정의 개선에 의해 조립율을 낮추거나, 조립율이 낮은 잔골재와의 혼합·사용 및 이를 사용한 콘크리트의 품질을 확인한 후 사용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 3) 부순골재의 실적율과 입형판정실적율의 관계는 부순골재가 부순콘크리트보다 상관성이 낮게 나타났는데, 이는 부순골재에 미립분이 다량 함유되어 있어 미립분을 제거한 입형판정실적율값이 실적율값과 다르게 나타난 것으로 판단된다.

#### 참고문헌

1. 최민수, 骨材産業의 中·長期 育成 方案, 한국건설산업연구원, 2001.12
2. 長擁重義, 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
3. 최민수, 지역별 골재 소비구조 분석 및 수급 안정방안, 한국건설산업연구원, 2003.4

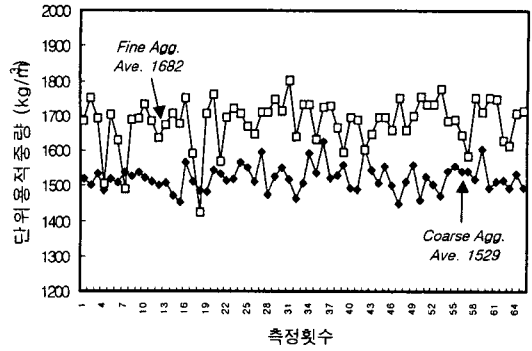


그림 4 부순골재 단위용적중량의 변화

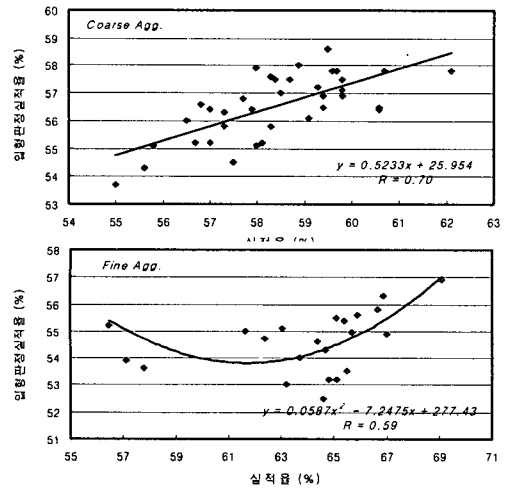


그림 5 부순골재 실적율과 입형판정실적율의 관계

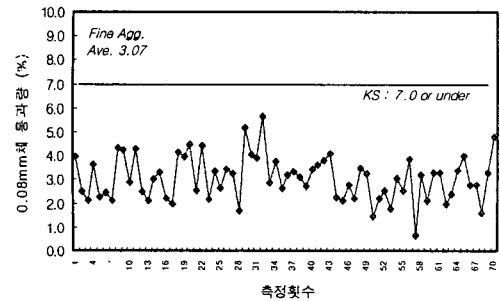


그림 6 부순모래 미립분량의 변화