

## 순환골재 사용 혼합골재의 품질 개선을 위한 실험적 연구

# An Experimental Study on the Improvement of Quality of Mixed Aggregate Using Recycled Aggregate

김정호<sup>1</sup> · 성종현<sup>2\*</sup> · 김충겸<sup>3</sup> · 이세현<sup>4</sup> · 김한수<sup>5</sup>

Jung-Ho Kim<sup>1</sup> · Jong-Hyun Sung<sup>2\*</sup> · Choong-Gyum Kim<sup>3</sup> · Sea-Hyun Lee<sup>4</sup> · Han-Soo Kim<sup>5</sup>

(Received September 17, 2018 / Revised November 28, 2018 / Accepted December 6, 2018)

In this study, recycled aggregate and natural aggregate were mixed in advance using an aggregate mixing facility that was developed to improve the quality of recycled aggregate concrete. Then the mixed aggregate was applied and concrete characteristics before and after a mix were considered. Based on the findings extracted, this study aimed to suggest a new direction for quality stabilization and application activation of recycled aggregate. The test results of change rates of mortars and coarse aggregates in fresh concrete mixed by a concrete mixer, before and after mixing aggregates showed that the variations of the mortars and coarse aggregates in the concrete mixed with the aggregates beforehand were decreased than those in the concrete before mixing them. The variation of compressive strength and the mean compressive strength at the ages of 3 and 7 days showed similar results before and after the aggregates were mixed, and the strength at the age of 28 days before and after mixing them showed larger deviation than that at the ages of 3 and 7 days. The use of the mixed aggregates after mixing aggregates beforehand reduced the variation in strength and is believed that it is advantageous for long-age strength development. The above results show that the variations of coarse aggregates and compressive strength in the concrete using the mixed aggregates produced by mixing recycled aggregates and natural aggregates beforehand are reduced so it will be possible to produce the homogeneous concrete by mixing aggregates beforehand.

**키워드** : 순환골재, 순환잔골재, 순환골재 콘크리트, 재활용, 혼합골재

**Keywords** : Recycled aggregate, Recycled fine aggregate, Recycled aggregates concrete, Recycling, Mixed aggregate

## 1. 서론

최근 건설구조물의 노후화로 인한 재건축, 재개발로 천연골재의 수요가 증가되고 있으며, 골재는 민간부분과 공공부분의 사회간접자본시설 확충으로 인하여 향후에도 지속적인 골재 수요 증가가 예상되고 있다. 그러나 골재자원의 경우 유한한 자원으로서는 부존량의 지속적인 감소 및 바다모래의 채취 총량제 등과 같은 환경보호 관련 채취 규제가 더욱 강화됨으로서 골재의 안정적 수급 및 품질 확보의 어려움이 점차 증가될 것으로 전망되고 있다(Yang

and Jeong 2016). 이에 천연골재를 대체 할 수 있는 순환골재의 필요성이 증대되고 이를 활용하는 연구가 다수 진행되고 있다. 국내의 폐콘크리트는 연간 약 1,400만 톤 이상이 발생되고 있으며, 폐콘크리트를 순환골재로 재활용하여 토목용 도로포장 및 보조재 료로 사용되어지고 있으나 저조한 품질로 인해 콘크리트용으로는 사용이 기피되고 있고 재활용되지 못한 많은 폐콘크리트가 매립 등으로 처리되어 환경적 문제와 처리비용 부담 증대 등 사회적 문제로 대두되고 있다.

현재 국내 천연골재 부족 현상으로 인한 문제점이 커지게 됨에

\* Corresponding author E-mail: [jonghyun.sung@hallaencom.com](mailto:jonghyun.sung@hallaencom.com)

<sup>1</sup>하라엔컴 기술연구소 선임연구원 (Technology Research Center, Halla Encom, Gyeonggi-do 18572, Korea)

<sup>2</sup>하라엔컴 기술연구소 주임연구원 (Technology Research Center, Halla Encom, Gyeonggi-do 18572, Korea)

<sup>3</sup>하라엔컴 기술연구소 책임연구원 (Technology Research Center, Halla Encom, Gyeonggi-do 18572, Korea)

<sup>4</sup>한국건설기술연구원 건축도시연구원 선임연구위원 (Dept. of Living and Built Environment Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Gyeonggi-do 10223, Korea)

<sup>5</sup>건국대학교 건축공학과 교수 (Dept. of Architectural Engineering, Konkuk University, Seoul 05029, Korea)

Copyright © 2018 by Korean Recycled Construction Resources Institute

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

따라 골재 수급 안정화를 위한 대체골재로서 순환골재 활성화 방안이 모색되고 있지만(Lee and Shim 2010), 순환골재를 활용한 콘크리트의 경우 품질안정화 및 지속적인 품질유지가 어려워 그에 따른 기술 및 연구가 필요하며, 특히 레미콘 생산 시 골재는 천연골재와 순환골재가 동시에 믹서 내로 투입되어 믹싱되므로 믹서기 성능효율 및 골재 밀도차에 의해 콘크리트 품질 및 편차에 영향을 미치게 된다. 이에 품질 및 편차를 개선하고 양질의 레미콘을 생산하기 위해서는 배치플랜트 믹서 내 투입 전 골재 프리믹싱을 하여야 한다. 선행 연구문헌에서는 혼합재료를 약 70% 이상 다량 치환 시 시멘트와 고로슬래그 미분말, 플라이애시의 밀도가 다르므로 품질편차가 심하였으나 사전 프리믹싱을 통한 레미콘 생산 시 혼합가능성이 향상되고 품질편차가 완화되는 결과를 나타내었다(Kim 2011).

순환골재는 비균질한 물리적 특성과 골재 표면에 존재하는 모르타르에 의해 밀도가 천연골재 보다 낮다는 특징을 갖고 있다(Seo and Kim 2005). 따라서 순환골재를 레미콘에 사용하기 위해서는 순환골재의 특성을 파악한 후 천연골재와 적절한 비율로 사전에 혼합하여 레미콘의 믹서에 투입하여야 균질한 혼합골재(천연골재 + 순환골재) 콘크리트를 생산할 수 있다.

이에 본 연구에서는 순환골재를 사용한 혼합골재 콘크리트의 품질안정화를 위해 골재 혼합설비를 개발하고 이를 활용하여 생산된 혼합골재를 콘크리트에 적용하였으며, 골재 혼합 전·후의 콘크리트 특성을 검토하였다. 이렇게 도출된 결과를 토대로 순환골재의 품질안정화 및 사용 활성화를 위한 검토적 자료를 제시하고자 한다.

## 2. 골재 혼합설비 기술 개발

### 2.1 기존 골재 혼합설비 현상 분석

종래의 골재 혼합 설비는 대부분 중력방식을 이용하는데 원통형상 혼합기의 경우, 투입된 각각의 골재들이 원통 회전방향에 따라 돌고 최고 높이에서 중력으로 인해 자유낙하를 하게 되는 원리를 가진다. 이 과정에서 골재들이 원심력에 의해 원통형상 믹서의 내벽면에 밀착되어 있다가 덩어리 형태로 뭉쳐진 채 낙하하기 때문에 큰 혼합성능을 발휘하기 어렵다는 한계가 있다. 이에 순환골재 품질 안정화를 위해서는 천연골재와의 사전 혼합을 통해 품질 균질성을 확보할 필요성이 있으며, 종래의 골재 혼합설비의 한계를 극복하기 위한 기술개발이 필요하다.

### 2.2 골재 혼합설비 개발

본 연구에서 사용된 혼합설비는 종래 기술의 한계를 극복하기

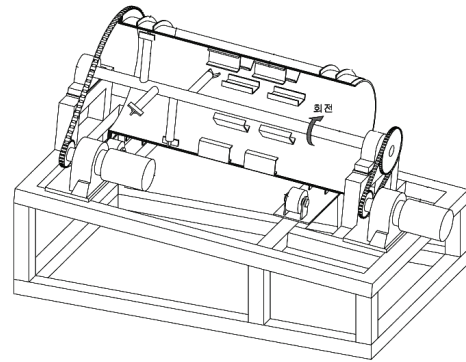


Fig. 1. Aggregate mixing facility

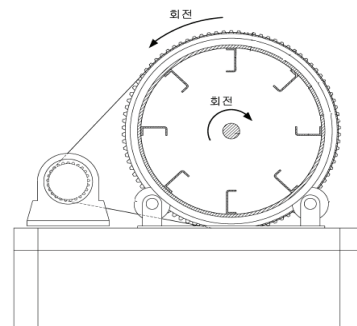


Fig. 2. Method of aggregate mixing

위하여 개발된 것으로 폐콘크리트로부터 생산된 순환골재와 천연골재를 고르게 혼합시킬 수 있는 골재 혼합기 및 이를 이용한 천연골재와 순환골재의 혼합방법을 제공하는 것을 목적으로 했다. 중력방식과 강제식 혼합을 겸비한 설비로 투입구 부근에 믹싱 암을 설치하여 초기 투입 시 1차 혼합을 실시하고 2차로 믹싱 플레이트를 ㄷ자 형태로 회전드럼의 내면에 각각 90도로 설치하였으며, 중력에 의한 자유낙하 시 뭉쳐진 채로 낙하되지 않고 혼합되면서 낙하되도록 하였다. 또한 ㄷ자 플레이트는 4개 이상 설치 시 믹싱 효율이 동일하게 나타나 최적 믹싱 효율을 고려하여 1줄에 4개씩 2줄을 설치하였다. 골재 혼합설비 회전방향의 경우 원통은 시계반대방향으로, 중심축은 시계방향으로 작동된다. 골재 혼합설비의 투시도 및 혼합방법은 Fig. 1, Fig. 2와 같다.

## 3. 콘크리트 배합실험

### 3.1 실험계획

본 연구에서는 순환골재 및 천연골재의 혼합 전·후 골재를 사용한 콘크리트의 품질 특성을 평가하기 위하여 혼합설비를 통해 순

환잔골재, 순환굵은골재를 천연골재와 사전 혼합을 실시하였다. 치환율은 천연골재의 50% 각각 치환하였으며, 혼합시간은 5분으로 진행하였다.

위와 같이 생산된 혼합 전·후 골재를 통해 콘크리트 실험을 진행 하였으며, 실험 항목으로는 경화 전 콘크리트 실험으로 믹서로 비빈 굳지 않은 콘크리트 중의 모르타르와 굵은 골재량의 변화율 시험을 실시하였다. 경화 후 콘크리트 실험으로 골재 혼합 전·후에 따른 3일, 7일, 28일 압축강도 특성 평가를 실시하였으며, 혼합 전·후에 따른 강도특성을 비교 검토하였다. 실험계획은 Table 1과 같다.

### 3.2 사용재료

#### 3.2.1 시멘트

본 연구에서는 순환골재 및 천연골재 혼합 전·후 골재를 사용한 콘크리트 시험체 제작을 위해 KS L 5201 포틀랜드 시멘트에서 규정하고 있는 밀도 3.15g/cm<sup>3</sup>, 분말도 3,724cm<sup>2</sup>/g인 1종 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

#### 3.2.2 골재

본 연구에 사용된 골재는 잔골재로 육사와 순환잔골재를 50% 치환하여 사용하였으며, 굵은 골재는 20mm 부순자갈 및 순환굵은골재를 50% 치환하여 사용하였다. 또한 혼합골재제작을 위해 사용된 순환골재의 경우 KS F 2573 콘크리트용 순환 골재에서 규정하고 있는 기준에 적합한 H사 순환골재를 사용하였으며, 천연골재 및 순환골재 함수상태는 표건상태로 실험을 진행하였다.

Table 1. Plan of experiment

Mixture case	Replacement ratio of recycled aggregate	Experimental factors	Levels
Before mixing	50%	Measuring mortar and coarse aggregate contents(%)	Mixing before
After mixing		Compressive strength (MPa)	after
			3, 7, 28day

Table 2. Properties of cement

Physical properties							Chemical properties							
Density (g/cm <sup>3</sup> )	Fineness (cm <sup>2</sup> /g)	Setting time(hour)		Compressive strength(MPa)			CaO (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	MgO (%)	Ig. loss (%)	etc. (%)	Total (%)
		Initial	Final	3day	7day	28day								
3.15	3,724	4.5	7.15	23.7	29.9	44.5	61.35	22.12	4.20	3.39	3.30	3.16	2.48	100

실험에 사용된 골재의 물리적 특성은 Table 3과 같으며, 표준입도는 Fig. 3, 4와 같다.

Table 3. Physical properties of aggregate

Type	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Bulk density (kg/L)	Absorption (%)	Fineness modulus
Fine aggregate	2.61	1.55	1.03	2.95
Coarse aggregate	2.59	1.51	1.01	7.02
Recycled fine aggregate	2.33	1.38	4.62	2.74
Recycled coarse aggregate	2.51	1.48	2.85	6.26
Mixed fine aggregate	2.45	1.48	3.41	2.90
Mixed coarse aggregate	2.57	1.49	1.75	6.84

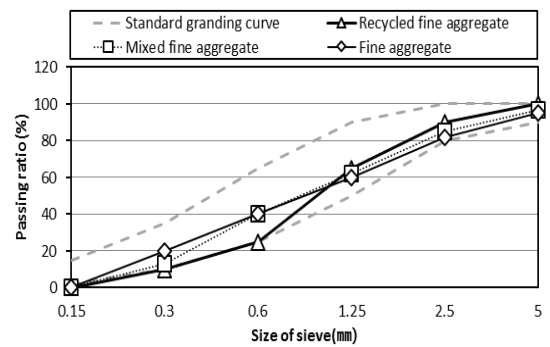


Fig. 3. Grain size distribution ratio of fine aggregate

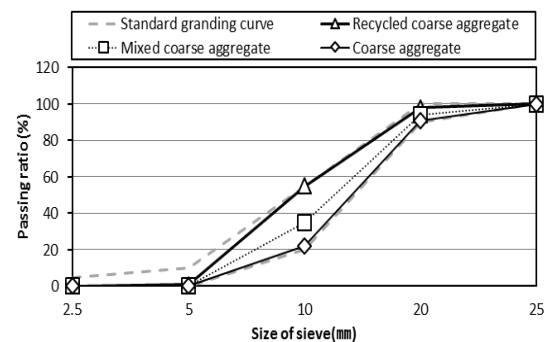


Fig. 4. Grain size distribution ratio of coarse aggregate

### 3.2.3 혼화제

본 실험에 사용된 혼화제는 AE 감수제 표준형을 사용하였으며, 혼화제 특성은 Table 4와 같다.

### 3.2.4 배합

본 연구에 사용된 배합은 Table 5와 같다. 목표 강도는 24MPa로 선정하였으며, 물시멘트비 48.6%, 잔골재율 48.4%로 선정하였다. 분체는 시멘트 100%를 사용하였고 잔골재는 육사와 순환잔골재를 사용하였으며, 굵은골재는 부순자갈과 순환 굵은골재를 사용하였다. 혼화제 사용량은 기존 현장에서 평균적으로 사용하고 있는 0.7%를 적용하였다.

## 3.3 실험방법

골재 프리믹싱 여부의 콘크리트 품질을 평가하기 위해 프리믹싱하지 않은 골재(혼합 전)와 프리믹싱을 진행한 골재(혼합 후)를 사용하여 콘크리트 비교실험을 하였다. 순환굵은골재와 순환잔골재는 전체 골재량의 50%씩 치환하였고 콘크리트 믹싱시간은 45초로 실시하였다.

### 3.3.1 굳지 않은 콘크리트 중의 모르타르와 굵은 골재량의 변화율

경화 전 콘크리트 측정항목으로 <KS F 2455 믹서로 비빈 굳지 않은 콘크리트 중의 모르타르와 굵은 골재량의 변화율 시험 방법>에 준하여 실시하였다.

### 3.3.2 압축강도

경화 후 콘크리트 측정항목으로 <KS F 2405 콘크리트의 압축

Table 4. Properties of plasticizer

Type	Shape	Color	pH	Specific gravity	Solid content (%)
Polycarboxylate	Liquid	Dark brown	4.5	1.102	20

Table 5. Mixing proportion

Mixture case	W/C (%)	S/A (%)	Unit weight(kg/m <sup>3</sup> )					Plasticizer (%)	
			Cement	Fine aggregate	Coarse aggregate	Recycled fine aggregate	Recycled coarse aggregate		Water
Mixed aggregate concrete	48.6	48.4	330	437	463	387	422	160	0.7

강도 시험 방법)에 준하여 3, 7, 28일 압축강도를 측정하였다.

## 4. 실험결과 및 고찰

### 4.1 굳지 않은 콘크리트 중의 모르타르와 굵은 골재량의 변화율

순환골재 및 천연골재의 혼합 전·후의 변화율을 평가하기 위해 <KS F 2455 믹서로 비빈 굳지 않은 콘크리트 중의 모르타르와 굵은 골재량의 변화율 시험 방법>에 준하여 콘크리트 믹싱 후 배출 전·후로 나누어 측정하였다. 실험 결과는 Table 6과 같으며, 모르타르의 단위 용적 질량의 변화율 그래프는 Fig. 5, 굵은 골재량의 변화율 그래프는 Fig. 6에 나타냈다.

#### 4.1.1 모르타르의 단위 용적 질량의 변화율

골재 혼합 전·후의 모르타르 단위 용적 질량의 변화율은 혼합 전의 경우 앞부분이 16.17kg, 뒷부분이 15.84kg으로 약 1.03%의 변화율이 나타났으며, 혼합 후의 경우에는 앞부분이 16.15kg, 뒷부분이 16.07kg으로 약 0.25%의 변화율이 나타났다. 이는 사전 천연골재 + 순환골재의 혼합을 통해 배출된 혼합골재의 혼합 균질성이 높기 때문인 것으로 사료되며, 믹서의 효율에 따라 믹싱 시 원재료의 혼합성능 차이가 발생하기 때문에 사전 혼합에 따른 혼합골재의 사용이 최종적으로 배출되는 콘크리트의 균질성 확보가 가능할 것으로 사료된다.

#### 4.1.2 굵은 골재량의 변화율

굵은 골재량의 변화율은 혼합 전의 경우 앞부분이 2.89kg, 뒷부분이 2.69kg로 약 3.58%의 변화율이 나타났으며, 혼합 후의 경우에는 앞부분이 2.87kg, 뒷부분이 2.75kg로 2.14%의 변화율이 나타났다. 이와 같이 혼합골재를 사용한 콘크리트의 골재량 변화율이 낮은 것으로 나타났으며, 이는 모르타르의 단위 용적 질량의 변화율과 동일하게 사전 혼합을 통한 혼합골재의 혼합 균질성 향상으로 기인한 것으로 사료된다. 또한 최종적으로 배출되는 콘크리트의 균질성 확보가 가능할 것으로 사료된다.

Table 6. Result of fresh concrete

Type	Change rate in unit volume weight of the mortar			Change rate of coarse aggregate		
	Initial discharge (kg)	Final discharge (kg)	Rate of change (%)	Initial discharge (kg)	Final discharge (kg)	Rate of change (%)
Before mixing	16.17	15.84	1.03	2.89	2.69	3.58
After mixing	16.15	16.07	0.25	2.87	2.75	2.14

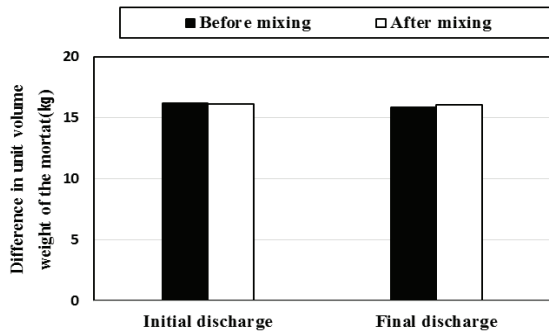


Fig. 5. Difference in unit volume weight of the mortar

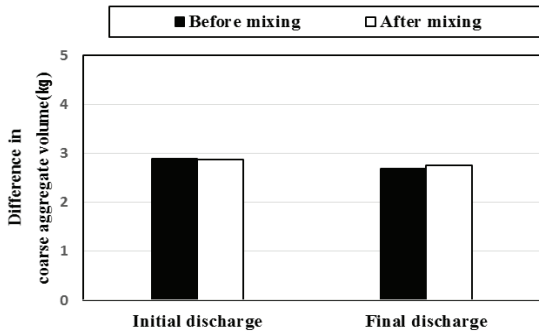


Fig. 6. Difference in coarse aggregate volume

## 4.2 압축강도

본 콘크리트 압축강도 시험은 혼합 전·후의 압축강도 편차와 평균 결과치의 차이를 알아보기 위한 목적으로 실시하였다.

재령 3일에서는 혼합 전의 경우 앞부분에서 11.1 ~ 12.5MPa의 1.4MPa 범위로 평균 11.8MPa를 나타냈고 뒷부분에서는 10.4 ~ 11.7MPa의 1.3MPa 범위로 평균 11.0MPa로 나타나 앞뒤에서 0.8MPa의 압축강도 차이가 발생했다. 혼합 후의 경우에는 앞부분에서 11.5 ~ 12.4MPa의 0.9MPa 범위로 평균 11.9MPa, 뒷부분에서는 11.9 ~ 12.4MPa의 0.5MPa

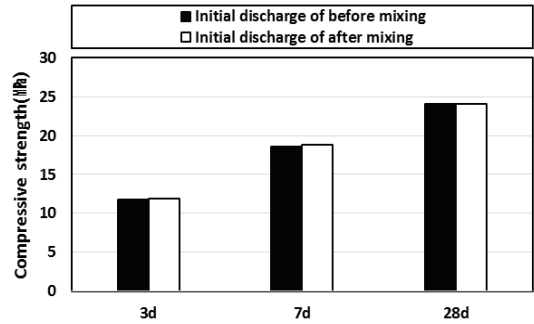


Fig. 7. Compressive strength of initial discharge

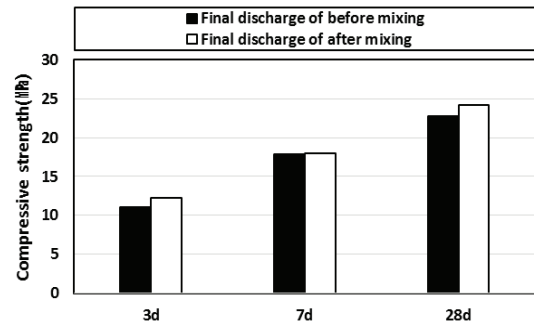


Fig. 8. Compressive strength of final discharge

범위로 평균 12.2MPa로 나타나 앞·뒤에서 0.3MPa의 압축강도 차이가 발생했다.

재령 7일에서는 혼합 전의 경우 앞부분에서 18.1 ~ 19.3MPa의 1.2MPa 범위로 평균 18.6MPa의 압축강도를 나타냈고 뒷부분에서는 17.1 ~ 18.2MPa의 1.1MPa 범위로 평균 17.8MPa로 나타나 앞뒤에서 0.8MPa의 압축강도 차이가 발생했다. 혼합 후의 경우에는 앞부분에서 18.4 ~ 19.2MPa의 0.8MPa 범위로 평균 18.8MPa, 뒷부분에서 17.0 ~ 19.2MPa의 2.2MPa 범위로 평균 18.0MPa로 나타나 앞뒤에서 0.8MPa의 압축강도 차이가 발생했다.

재령 28일에서는 혼합 전의 경우 앞부분에서 23.3 ~ 25.3MPa의 2.0MPa 범위로 평균 24.1MPa의 압축강도를 나타냈고 뒷부분에서는 21.9 ~ 23.3MPa의 1.4MPa 범위로 평균 22.7MPa로 나타나 앞뒤에서 1.4MPa의 압축강도 차이가 발생했다. 혼합 후의 경우에는 앞부분에서 23.5 ~ 24.4MPa의 0.9MPa 범위로 평균 24.1MPa로 나타났고 뒷부분에서 23.8 ~ 24.8MPa의 1.0MPa 범위로 평균 24.2MPa로 나타나 앞뒤에서 0.1MPa의 압축강도 차이가 발생했다.

이는 순환골재, 천연골재를 각각 믹서에 투입하여 믹싱 시 믹서의 효율에 따라 원재료 혼합을 차이가 발생하게 되고, 이로 인해 최종적으로 배출되는 콘크리트의 강도 균질성에 영향을 미치게

Table 7. Result of compressive strength

Type		Compressive strength(MPa)			
		3d	7d	28d	
Before mixing	Initial discharge	1	11.1	18.5	23.6
		2	12.2	18.4	25.3
		3	11.3	19.3	23.6
		4	11.8	18.8	24.5
		5	12.5	18.1	23.3
		Average	11.8	18.6	24.1
	Final discharge	1	10.4	18.2	22.9
		2	10.7	17.8	22.4
		3	11.7	17.1	23.3
		4	11.2	18.2	21.9
		5	10.9	17.7	23.0
		Average	11.0	17.8	22.7
	Average		11.3	18.2	23.3
	After mixing	Initial discharge	1	11.5	18.7
2			12.2	19.0	24.2
3			11.8	18.6	23.5
4			11.8	19.2	24.2
5			12.4	18.4	24.0
Average			11.9	18.8	24.1
Final discharge		1	12.4	17.2	24.8
		2	12.2	18.3	23.9
		3	12.0	18.5	24.2
		4	11.9	17.0	24.5
		5	12.3	19.2	23.8
		Average	12.2	18.0	24.2
Average		12.1	18.4	24.2	

되는 것으로 사료된다. 한편 순환골재 + 천연골재를 골재 혼합설비를 통해 사전 혼합을 하게 되면 혼합골재의 혼합율이 향상되며, 굵은 골재량의 변화율에 나타난 바와 같이 순환골재와 천연골재의 균질한 분포로 인해 콘크리트의 압축강도 편차 역시 감소한 것으로 사료된다.

## 5. 결론

본 연구에서는 순환골재 및 천연골재의 혼합을 통해 순환골재의 품질편차 문제를 해결하고 콘크리트 적용 시 혼합 전·후의 특성을 비교 검토하여 순환골재의 사용 활성화를 위한 자료를 제공하고자 하였다. 이에 혼합 전·후의 모르타르의 질량 변화율, 단위 굵은 골재 변화율, 압축강도를 측정하였으며, 위의 실험 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 골재 혼합 전·후의 순환골재 콘크리트의 모르타르 단위 용적 질량의 변화율 실험 결과, 혼합 전 1.03%의 변화율이 나타

났고 혼합 후 0.25%의 변화율이 나타나 혼합 설비를 통해 배출된 혼합골재를 적용한 콘크리트에서 KS F 2455 기준인 0.8% 이하에 적합한 것으로 확인되었다.

- 2) 골재 혼합 전·후의 굵은 골재량의 변화를 실험 결과, 혼합 전 3.58%의 변화율이 나타났고 혼합 후 2.14%의 변화율이 나타나 혼합 전·후 모두 KS F 2455 기준 5%이하에 만족하는 것으로 나타났다. 반면 혼합 전 대비 혼합 후의 굵은 골재량의 변화율이 약 1.44% 낮게 나타나 사전 골재 혼합을 통해 생산된 콘크리트의 굵은 골재량이 균질한 것으로 확인되었다.
- 3) 재령 3일과 재령 7일에서의 압축강도 편차 및 평균압축강도는 비슷한 결과가 나타났다. 그러나 재령 28일에서는 압축강도 편차가 혼합 전이 약 1.4 ~ 2.0MPa 범위, 혼합 후가 약 0.9 ~ 1.0MPa 범위로 그 차이가 컸으며, 압축강도 또한 혼합 전이 약 1.4MPa, 혼합 후가 약 0.1MPa로 재령 28일에서는 재령 3일과 7일보다 강도 차이가 더 크게 발생하는 것이 확인되었다.

위의 결과를 토대로 순환골재 및 천연골재 사전혼합 통해 생산된 혼합골재를 사용한 콘크리트는 혼합 전 콘크리트 대비 압축강도의 편차가 적게 발생하여, 사전 골재혼합을 통해 균질한 콘크리트 생산이 가능한 것으로 사료된다. 또한 생산되는 순환골재 품질에 따라 천연골재와 사전 혼합을 통해 균질한 혼합골재를 생산할 수 있으며, 순환골재의 문제점 중 하나인 품질편차를 해결할 방안으로 고려된다. 또한 후속 연구로 순환골재의 사용 활성화를 위해 현재 생산되고 있는 순환골재의 품질특성에 대한 연구가 필요하며, 이와 같은 연구 데이터를 통계로 순환골재의 품질안정화 및 순환혼합골재를 사용한 실 건축물 적용에 대한 특성 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부 건설기술연구사업의 연구비지원(18SCIP-C128126-03-000000)에 의해 수행되었습니다.

## References

Kim, J.H. (2011). An experimental study on the concrete performance improvement using pre-mixer, Korea Concrete Institute, 287-288 [in Korean].  
 Lee, S.H., Shim, J.W. (2010). Enactment Provision of Recycled Aggregate Concrete, Journal of the Korea concrete Institute,

22(1), 33–35 [in Korean].

Seo, C.H., Kim, B.Y. (2005). An experimental study on the durability of recycled aggregate concrete, Journal of the Korea concrete Institute, 17(3), 385–392 [in Korean].

Yang, I.H., Jeong, J.Y. (2016). Effect of recycled coarse aggregate on compressive strength and mechanical properties of concrete, Journal of the Korea concrete Institute, 28(1), 105–113 [in Korean].

#### 순환골재 사용 혼합골재의 품질 개선을 위한 실험적 연구

본 연구에서는 순환골재 콘크리트의 품질안정화를 목표로 기술 개발한 골재 혼합설비를 활용하여 순환골재 및 천연골재를 사전 혼합하였으며, 생산된 혼합골재를 적용하여 혼합 전과 혼합 후의 콘크리트 특성을 검토하였다. 이렇게 도출된 결과를 토대로 순환골재의 품질 안정화 및 사용 활성화를 위한 새로운 방향을 제시하고자 하였다. 골재 혼합 전·후에 따른 믹서로 비빈 균지 않은 콘크리트 중의 모르타르와 굵은 골재량의 변화율 시험 결과 사전 골재 혼합 시 혼합 전 콘크리트 대비 모르타르 및 굵은 골재량의 편차가 줄어드는 것으로 확인되었다. 재령 3일과 재령 7일에서의 압축강도 편차 및 평균압축강도는 혼합 전·후 비슷한 결과를 나타냈으며, 28일 강도에서는 재령 3, 7일보다 혼합 전·후 강도 편차가 크게 발생했다. 사전 골재 혼합을 통한 혼합골재 사용 시 강도 편차가 줄어드는 것으로 확인되었으며, 사전 골재 혼합을 통한 혼합골재 사용 시 장기강도 발현이 유리할 것으로 사료된다. 위의 결과를 토대로 순환골재 및 천연골재 사전 혼합을 통해 생산된 혼합골재를 사용한 콘크리트 결과 굵은골재량, 압축강도 편차가 줄어드는 것으로 나타나 사전 골재혼합을 통해 균질한 콘크리트를 생산할 수 있는 것으로 판단된다. 이는 생산되는 순환골재 특성에 따라 천연골재와 사전 혼합을 통해 균질한 골재 특성을 맞춰 생산할 수 있으며, 순환골재의 문제점 중 하나인 품질편차를 해결할 방안으로 고려된다.