

순환잔골재를 활용한 콘크리트의 물리·역학적 특성에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Physical and Mechanical Properties of Concrete Using Recycled Sand

김정호¹ · 성종현^{1*} · 이승엽¹ · 권구혁¹ · 이세현²

Jung-Ho Kim¹ · Jong-Hyun Sung^{1*} · Seung-Yeop Lee¹ · Gu-Hyuk Kwon¹ · Sea-Hyun Lee²

(Received August 17, 2017 / Revised November 9, 2017 / Accepted November 21, 2017)

This study examined concrete characteristics depending on the replacement ratio of recycled fine aggregates, which suits the KS F 2573 concrete recycled aggregate standard. As physical properties, slump, air content, changes in the elapse of time and compressive strength were studied in order to provide basic data for activation of recycled fine aggregate recycling. As a result of experimenting recycled fine aggregate concrete, the increase in the replacement ratio of recycled aggregates led to the increase in slump and air content. Also, when the replacement ratio of recycled fine aggregates was 30%, it was judged that there was no problem with constructability. When the replacement ratio was 30%, recycled fine aggregate concrete had a similar tendency to natural aggregate concrete at a compressive strength of 24MPa. When the replacement ratio was 30%, at a target strength of 24MPa, recycled fine aggregate concrete had the same physical characteristics as natural aggregate concrete. This means that a replacement ratio of 30% is appropriate for replacement of recycled fine aggregates. In future, there will be a need to improve the quality of recycled fine aggregates for activating the use of recycled fine aggregates and further research will have to evaluate physical properties of recycled fine aggregate concrete using improved recycled fine aggregates.

키워드 : 순환골재, 순환잔골재, 순환골재콘크리트, 재활용

Keywords : Recycled aggregate, Recycled sand, Recycled aggregates concrete, Recycling

1. 서론

최근 국내 건설구조물의 노후화에 따른 기능성 저하로 인하여 리모델링 및 재개발 사업은 꾸준히 증가하고 있고 이에 따라 건설 폐기물 양은 기하급수적으로 증가하고 있다(Kim and Yang 2012).

「전국 폐기물 발생 및 처리현황」에 의하면 건설폐기물은 2010년 이후 평균 15%의 급격한 증가율을 보이고 있으며, 총 폐기물에 대한 점유율 또한 49%를 차지하고 있다. 이에 매년 증가되고 있는 건설 폐기물의 환경적, 사회적 문제를 해결하기 위한 대안 마련으로 건설 및 산업용 재료로 재활용 할 수 있는 관련 분야 기술이 다수 연구되고 있다. 이 중 폐콘크리트를 파쇄 및 가공하여 생산되는 순환골재를 활용한 연구가 활발히 진행되고 있는데 국내에서

폐콘크리트를 이용하여 생산되고 있는 순환골재의 경우 높은 흡수율과 낮은 밀도로 인해 순환골재 품질 기준 안에 제시되어 있는 콘크리트용 골재로서 사용하지 못하고 성토, 복토용 등으로 대부분 사용되어 지고 있다. 또한 1km이상 도로 신설·확장 공사와 15만m²이상 산업단지 조성 그리고 30만m²이상 택지개발사업 등에 순환골재를 40%이상 사용하도록 의무화 하였으나 건축물에는 순환골재 품질편차로 인해 사용을 기피하고 있는 상황이다.

이와 같이 건축용으로 순환골재를 사용한 콘크리트의 생산비율이 낮은 이유는 순환골재의 비균질한 품질로 인하여 콘크리트 물성 및 압축강도 저하 발생 가능성이 높아 콘크리트 제조사에서는 순환골재를 사용한 콘크리트 제조를 기피하고 있기 때문이다.

선행 연구문헌에 따르면 순환골재의 품질편차의 원인으로 골재

* Corresponding author E-mail: jonghyun.sung@halla.com

¹한라엔컴 기술연구소 (Halla Encom, 15F, Luther Center, 42, Olympic-ro, 35da-gil, Songpa-gu, 138-240, Seoul, Korea)

²한국건설기술연구원 건축도시연구소 (Korea Institute of Civil engineering and Building Technology, Kyonggi-do, 10223, Korea)

표면에 부착되어 있는 시멘트 페이스트에 의한 흡수율과 밀도의 편차, 유·무기 이물질의 과다함량 등 다양한 원인에 의해 품질편차가 발생되어진다고 보고되고 있다. 이러한 이유로 인해 골재 자체의 흡수율이 높아지고, 배합 시 단위수량이 많이 소요됨으로서 강도와 탄성계수가 낮아지게 된다. 이와 같은 과정을 통해 콘크리트의 품질 저하 문제가 발생함에 따라 순환골재 사용 콘크리트를 건축용으로 활용하는 것을 기피하고 있다(Xuan et al. 2015).

순환골재 품질기준에서는 21~27MPa의 구조용 콘크리트 제조 시 순환굵은골재와 일반 잔골재를 혼합 사용하도록 하며 이때 순환굵은골재 치환율은 총 굵은골재 용적의 30% 이하로 사용하도록 규정되어 있다. 21MPa 미만의 비구조용 콘크리트를 제조할 경우 순환잔골재도 사용이 가능하나 총 골재 용적의 30%이하로 규정하고 있다(Lee and Shim 2009). 그러나 순환골재 사용 활성화를 위해서는 순환잔골재 또한 구조용 콘크리트에 사용되어야 하고 이에 대한 연구가 활발히 진행되어야 한다.

이에 본 연구에서는 KS F 2573 기준에 만족하는 순환잔골재를 활용한 콘크리트의 치환율별 특성 평가를 진행하였으며, 이에 따른 결과를 토대로 순환잔골재의 활성화를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 실험개요

2.1 실험계획

본 연구에서는 순환잔골재를 활용한 콘크리트의 경화 전·후 특성을 평가하기 위하여 순환잔골재 치환율을 0, 30, 60, 100% 수준으로 하였고 목표강도는 2수준(24, 40MPa)으로 하였다. 실험 항목으로는 굳지 않은 순환잔골재콘크리트 유동 특성 파악을 위하여 공기량, 슬럼프, 경시변화 실험을 실시하였으며, 경화 콘크리트

Table 1. Plan of experiment

Mixture case	Replacement ratio of recycled sand(%)	Experimental factors	Levels
24MPa	0	Slump (mm)	190±15
	30		
	60		
	100		
40MPa	0	Air content (%)	5.5±1.5
	30	Compressive strength (MPa)	3, 7, 28Day
	60		
	100		

의 특성으로 순환잔골재 콘크리트의 재령 3, 7, 28일의 압축강도 실험을 진행하였다. 실험계획은 Table 1과 같다.

2.2 사용재료

2.2.1 시멘트

본 연구에서는 순환잔골재 콘크리트 시험체 제작을 위해 KS L 5201 포틀랜드 시멘트에서 규정하고 있는 밀도 3.15g/cm³, 분말도 3,602cm²/g인 1종 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 시멘트의 물리적, 화학적 특성은 Table 2, 3과 같다.

2.2.2 골재

본 연구에 사용된 잔골재는 쇄사와 세척사를 각각 50%씩 치환하여 사용하였으며, 굵은 골재는 20mm 부순자갈을 사용하였다. 또한 순환골재의 경우 KS F 2573 콘크리트용 순환 골재에서 규정하고 있는 기준에 적합한 H사 순환잔골재를 사용하였다. 천연골재

Table 2. Physical properties of cement

Density (g/cm ³)	Fineness (cm ² /g)	Setting time(hour)		Compressive strength(MPa)		
		Initial	Final	3day	7day	28day
3.15	3,602	4.5	7.15	23.0	29.3	43.8

Table 3. Chemical properties of cement

CaO (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	Ig. loss (%)	etc. (%)	Total (%)
62.44	21.12	4.40	3.19	3.10	3.36	2.39	100

Table 4. Physical properties of recycled sand

Type	KS Standard	Recycled sand
Density(g/cm ³)	More than 2.2	2.51
Absorption(%)	Less than 5.0	2.68
Alkali aggregate reaction	Harmless	Harmless
Amount of clay mass(%)	Less than 1.0	0.1
Stability(%)	Less than 10	7.8
Impurity contents	Organic matter(%)	Less than 1.0
	Inorganic matter(%)	Less than 1.0

Table 5. Physical properties of aggregate

Type	Density(g/cm ³)	Bulk density(kg/L)	Absorption(%)
Crushed sand	2.58	1.69	0.92
Wash sand	2.56	1.64	0.74
Aggregate	2.6	1.52	0.67

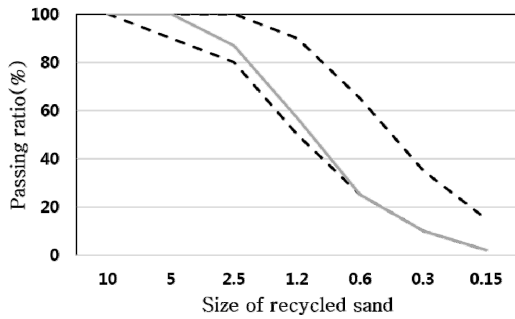


Fig. 1. Grain size distribution ratio of recycled sand

및 순환골재 함유상태는 표건상태로 실험을 진행하였다.

실험에 사용된 잔골재, 굵은 골재의 물리적 특성은 Table 5와 같으며, H사의 순환잔골재의 물리적 특성은 Table 4와 같다. 순환 잔골재의 표준입도 곡선은 Fig. 1과 같다.

2.2.3 혼화제

본 실험에 사용된 혼화제는 AE 감수제 표준형을 사용하였으며, 혼화제 특성은 Table 6과 같다.

2.2.4 배합

본 연구에 사용된 배합은 Table 7과 같다. 목표강도 24MPa 배

Table 6. Properties of plasticizer

Type	Shape	Color	pH	Specific gravity	Solid content(%)
Polycarboxylate	Liquid	Dark brown	4.6	1.105	20

Table 7. Mixing proportions

Mixture case	Replacement ratio of recycled sand(%)	W/C (%)	S/A (%)	Unit weight(kg/m ³)					Plasticizer (%)	
				Cement	Sand		Aggregate	Recycled sand		Water
					Crush	Wash				
24S100	0	46.1	48.6	321.3	458.5	458.5	962.0	0.0	148.0	0.64
24RS30S70 ⁽¹⁾	30				321.0	321.0	962.0	252.0		0.47
24RS60S40	60				183.4	183.4	962.0	504.0		0.29
24RS100	100				0.0	0.0	962.0	840.0		0.15
40S100	0	33.9	49.0	390.0	458.5	458.5	946.4	0.0	132.2	0.70
40RS30S70	30				321.0	321.0	946.4	252.0		0.52
40RS60S40	60				183.4	183.4	946.4	504.0		0.34
40RS100	100				0.0	0.0	946.4	840.0		0.24

(1) 24 RS30 S70
 ↳ Replacement ratio of sand(%)
 ↳ Replacement ratio of recycled sand(%)
 ↳ Design strength(MPa)

합은 물시멘트비 46.1%, 잔골재율 48.6%로 설정하였으며, 40MPa 배합은 물시멘트비 33.9%, 잔골재율 49.0%로 설정하였다. 또한 배합표내에 S는 천연골재를 RS는 순환잔골재로 정의하였다.

2.3 실험방법

2.3.1 슬럼프

슬럼프 실험은 <KS F 2402 포틀랜드 시멘트 콘크리트의 슬럼프 시험방법>에 의거하여 기준치 190±15mm로 설정 후 실시하였으며, 30분 및 60분 경시변화를 측정하였다.

2.3.2 공기량

공기량은 <KS F 2421 압력법에 의한 굳지 않은 콘크리트의 공기량 시험 방법>에 준하여 실시하였으며, 기준으로 순환잔골재 사용에 따라 5.5±1.5%로 설정하였다. 또한 30, 60분 경시변화를 측정하였다.

2.3.3 압축강도

경화 콘크리트 측정항목으로 <KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험 방법>에 준하여 3, 7, 28일 압축강도를 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 슬럼프

본 연구에서는 순환잔골재 치환에 따른 유동특성을 평가하였다. 기준으로 슬럼프 190±15mm로 설정하였으며, 30, 60분 경시

Table 8. Test results of recycled aggregates concrete

Mixture case	Slump and air content						Compressive strength(MPa)		
	0min		30min		60min		3day	7day	28day
	Slump (mm)	Air content (%)	Slump (mm)	Air content (%)	Slump (mm)	Air content (%)			
24S100	200	3.4	180	1.9	150	2.7	17.32	24.26	30.74
24RS30S70	190	4.1	120	4.0	105	3.4	16.38	23.40	29.20
24RS60S40	200	5.4	95	5.8	70	4.6	13.35	19.31	26.23
24RS100	195	6.4	45	5.5	20	5.8	12.20	17.79	22.79
40S100	195	3.3	180	2.3	130	2.4	22.70	30.91	39.34
40RS30S70	195	3.9	145	4.0	110	1.9	19.68	27.04	32.34
40RS60S40	200	3.5	135	4.4	95	2.6	18.10	24.90	29.87
40RS100	200	6.9	105	4.2	90	3.4	15.40	20.56	25.94

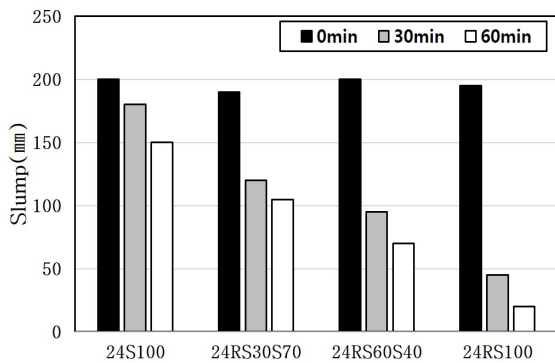


Fig. 2. Slump-24MPa

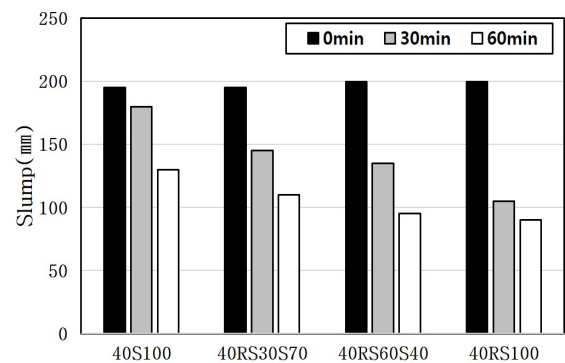


Fig. 3. Slump-40MPa

변화를 측정하여 순환잔골재의 사용에 따른 슬럼프 유지성을 평가하였다. 실험데이터는 Table 8에 나타난 바와 같다.

실험 결과 초기 슬럼프의 경우 순환잔골재의 치환율 증가에 따라 혼화제의 사용량은 감소하였으며, 혼화제 사용량 조절을 통해 기준 190±15mm에 모두 만족하는 것으로 나타났다. 이는 순환잔골재 표면 모르타르에 존재하는 수분으로 인해 순환잔골재의 치환율이 증가할수록 수분량이 증가하게 되며, 혼합 시 단계적으로 W/C가 높아져 순환잔골재의 치환율 증가에 따라 혼화제 사용량은 감소된 것으로 사료된다. 경시변화의 경우 Fig. 2에서 나타난 바와 같이 순환잔골재의 치환율이 증가할수록 슬럼프 저감율은 높게 나타났다. 24S100 배합 60분 경시변화 결과 초기 슬럼프와 비교 시 50mm 슬럼프 저감이 나타났으며, 24RS30S70은 85mm, 24RS60S40은 130mm, 24RS100은 175mm 슬럼프 저감이 나타났다. 40MPa 배합 또한 순환잔골재 치환율 증가에 따라 슬럼프 저감율은 높아졌으며, 초기슬럼프와 비교 시 40S100은 65mm, 40RS30S70은 85mm, 40RS60S40은 130mm, 40RS100은 110mm 슬럼프 저감이 나타났다. 이와 같은 이유는 순환잔골재 치환율 증가에 따라 혼화

제 사용량이 감소되어 순환잔골재 콘크리트의 슬럼프 유지력이 감소되었으며, 슬럼프 경시변화 저감이 크게 발생하는 것으로 사료된다.

한편 콘크리트의 경우 제조부터 현장배출까지 최대 90분 이내로 완료되어야 하며, 이에 따라 콘크리트 제조 시 최대 90분까지는 슬럼프를 유지해야 한다. 반면 현장 배출 시 슬럼프 저감이 발생된다면 시공성이 낮아져 사용이 불가능하다. 이와 관련하여 순환잔골재콘크리트의 60분 슬럼프 값을 보면 24RS60S40 경우 70mm, 24RS100에서 20mm 나타나 순환잔골재콘크리트의 시공성이 낮아져 사용이 어려울 것으로 사료된다. 반면 24RS30S70 배합의 경우 105mm로 나타났으며, KS F 4009 레디믹스트 콘크리트에서 규정하고 있는 보통콘크리트 최저 슬럼프 값인 80mm이상의 슬럼프를 나타내 KS F 2573 콘크리트용 순환골재 기준에 만족하는 순환잔골재 사용 시 30% 치환에 따른 슬럼프에 대한 문제는 없을 것으로 사료된다. 또한 현재 KS 기준에 만족하는 순환잔골재의 60% 치환은 어려울 것으로 보이지만 추후 순환잔골재 품질 개선 후 추가적인 실험을 통해 60% 치환에 따른 특성 검토가 필요할

것으로 판단된다.

3.2 공기량

일반적으로 공기량은 콘크리트의 내구성 증진 효과가 있다고 알려져 있다. 반면 공기량 1% 증가에 따라 압축강도는 4~6% 감소가 나타나기 때문에 콘크리트의 적정 공기량을 선정하는 것이 중요하다(Kim 2008). 이와 같이 공기량에 의해 콘크리트의 물리적 특성에 대한 변화가 나타나게 되며, 시멘트 페이스트에 의해 공기량 편차가 나타나는 순환잔골재콘크리트의 경우 공기량의 검토가 필수적이다. 이에 본 연구에서는 순환잔골재 치환율에 따른 공기량 특성을 검토하였으며, 실험데이터는 Table 8과 같다.

Fig. 4와 5에 나타낸 바와 같이 24S100의 공기량은 3.4%, 40S100은 3.3%로 나타났다. 반면 순환잔골재 치환율 증가에 따른 공기량 측정결과 24RS30S70은 4.1%, 24RS60S40은 5.4%, 24RS100은 6.4%로 나타났으며, 40RS30S70은 3.9%, 40RS60S40은 3.5%, 40RS100은 6.9%로 나타났다. 이와 같이 순환잔골재 치환율 증가에 따라 공기량 또한 증가하는 것으로 나타났으며, 40S100 대비 40RS100은 최대 2배 이상 공기량이 증가하였다. 경시변화 측정결과

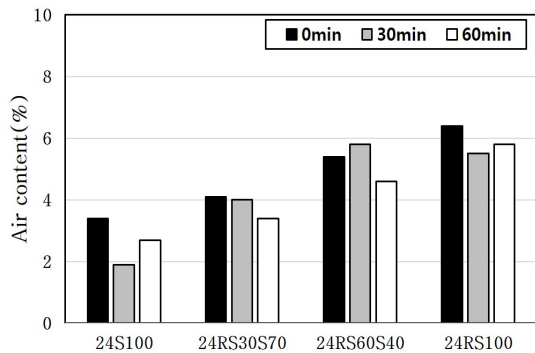


Fig. 4. Air content-24MPa

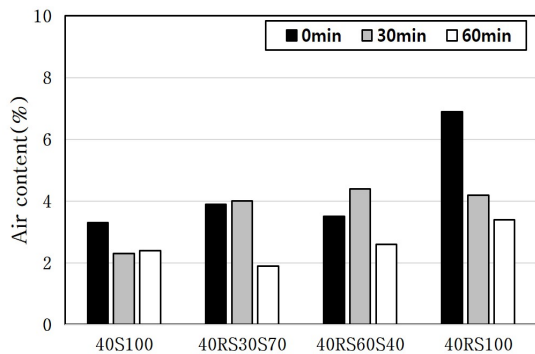


Fig. 5. Air content-40MPa

과 24S100 배합의 경우 60분 측정 시 2.7%로 나타나 초기 슬럼프와 비교 시 0.7%의 공기량 저감이 나타났다. 또한 순환잔골재 치환에 따라 24RS30S70은 3.4%로 0.7%, 24RS60S40은 4.6%로 0.8%, 24RS100은 5.8%로 0.6%의 공기량 저감이 나타났다. 위의 결과를 토대로 순환잔골재 치환율 증가에 따라 공기량 또한 증가하는 것으로 나타났으며, 60분 경시변화의 경우 초기 공기량 대비 감소율은 낮아졌다. 이는 순환잔골재의 치환율이 증가할수록 다공성인 시멘트 페이스트 또한 증가하기 때문에 공기량이 상승하는 것으로 나타났으며, 이로 인해 공기량 감소율 역시 낮아지는 것으로 사료된다(Lee 1999). 이와 같이 공기량의 증가는 내구성 증진에 효과가 있지만 높은 공기량으로 인해 강도에 영향을 미칠 것으로 판단된다. 반면 목표강도 24, 40MPa의 RS30S70 배합은 S100과 비슷한 공기량으로 나타나 KS F 2573 콘크리트용 순환골재 기준을 만족하는 순환잔골재 30% 치환에 따른 문제는 없을 것으로 사료된다. 한편 순환잔골재를 60% 치환한 24RS60S40의 경우 5.5±1.5% 기준에 만족하는 것으로 나타났지만 24S100과 비교 시 공기량이 최대 2% 높게 나타나 압축강도의 저하가 발생할 것으로 보인다. 하지만 추후 순환잔골재의 개질을 통해 표면에 존재하는 시멘트 페이스트의 제거율을 높일 수 있다면, 이로 인한 순환잔골재의 품질 향상 및 공극의 감소로 추가적인 실험을 통해 60% 치환에 따른 특성검토가 필요할 것으로 판단된다.

3.3 압축강도

본 연구에서는 순환잔골재 치환에 따른 압축강도 특성을 평가하였으며, 압축강도 데이터는 Table 8과 같다. 24S100의 28일 강도는 Fig. 6과 같이 약 31MPa 정도이며, 순환잔골재의 치환율 증가에 따라 강도가 감소하는 경향이 나타났다. 또한 40S100의 28일 강도는 Fig. 7과 같이 약 40MPa로 나타났으며, 24MPa과 비슷하

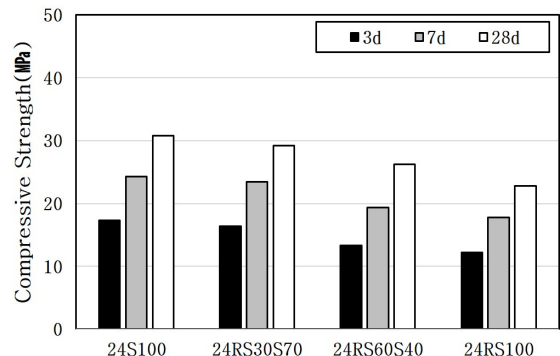


Fig. 6. Compressive strength-24MPa

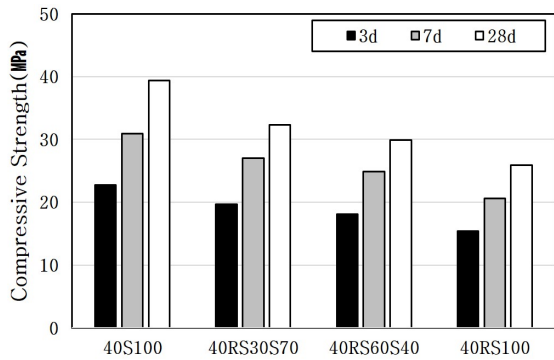


Fig. 7. Compressive strength-40MPa

게 순환잔골재 치환율 증가에 따라 강도가 저하하는 것으로 나타났다. 또한 24MPa 배합에서 순환잔골재 30% 치환 시 30.74MPa에서 29.20MPa로 1.54MPa의 강도저하가 나타난 반면 100% 치환한 24RS100의 경우 22.79MPa로 7.95MPa의 강도저하가 있었다. 이와 같이 순환잔골재의 치환을 30%로 할 경우 천연골재콘크리트와 비슷한 강도발현이 가능하나 60% 이상 치환할 경우 강도 저하율이 높아지기 때문에 순환잔골재의 치환은 30%가 가장 적합하다고 사료된다. 반면 40RS30S70 배합은 39.34MPa에서 32.34MPa로 7MPa의 강도 저하가 나타나 24MPa 배합보다 높은 강도 감소가 나타났다. 또한 순환잔골재의 치환율이 증가할수록 최대 13.4MPa의 강도저하가 나타나 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

위의 결과를 토대로 목표강도 24, 40MPa 배합에서 순환잔골재 치환율이 60% 이상일 경우 감소율이 증가하였다. 이는 폐콘크리트 골재의 순환처리 시 완전히 제거되지 않은 시멘트 페이스트 등의 영향으로 판단되며, 이러한 시멘트 페이스트는 다공성이며 흡수력이 상대적으로 크기 때문에 시멘트의 수화 반응에 필요한 유효수량의 감소 및 골재와 시멘트풀 사이의 치밀한 결합을 저하시키는 것으로 사료된다(Sim 2005). 한편 KS F 2573 기준에 만족하는 순환잔골재를 목표강도 24MPa 배합에 30% 치환 시 천연골재 사용 콘크리트와 동등한 강도 발현이 나타나 사용 가능할 것으로 보이며, 추후 순환잔골재의 개질을 통한 품질개선 후 추가적인 실험을 통해 60% 치환에 따른 특성 검토가 필요할 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 KS F 2573 기준에 만족하는 순환잔골재의 대량 활용을 위해 콘크리트 적용성을 평가하였으며, 순환잔골재 치환율 및 목표강도에 따른 콘크리트의 슬럼프, 공기량, 압축강도 실험을

진행하였다. 위의 실험 결과를 토대로 순환잔골재콘크리트 특성 검토를 하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 순환잔골재콘크리트 슬럼프 실험 결과 초기 슬럼프는 기준 $190 \pm 15\text{mm}$ 에 만족했다. 경시변화의 경우 순환잔골재 치환율이 증가할수록 슬럼프 저감율은 증가하였으며, 순환잔골재콘크리트의 시공성을 고려하였을 경우 순환잔골재의 치환율은 30%가 적합한 것으로 확인되었다.
2. 순환잔골재콘크리트 공기량 실험 결과 순환잔골재의 치환율이 증가할수록 공기량은 증가하는 것으로 나타났다. 경시변화의 경우 순환잔골재 치환율 증가에 따라 공기량 감소율은 낮아졌으나 천연골재콘크리트 24S100과 비교 시 24RS60S40, 24RS100 배합은 높은 공기량으로 인해 압축강도의 저하가 발생할 것으로 사료된다. 반면 24RS30S70 배합은 천연골재콘크리트와 비슷한 공기량을 나타내 30% 치환이 가장 적합한 것으로 확인되었다.
3. 순환잔골재콘크리트 압축강도 실험 결과 순환잔골재의 치환율이 증가할수록 압축강도가 저하되는 경향이 나타났다. 이는 순환잔골재 60% 이상 치환한 경우 강도 저하가 높게 나타났으며, 24RS30S70 배합은 천연골재콘크리트 24S100과 동등한 강도 발현이 나타나 30% 치환이 가장 적합한 것으로 확인되었다. 위의 결과를 토대로 KS F 2573 기준에 만족하는 순환잔골재를 콘크리트에 치환할 경우 목표강도 24MPa배합에서 30% 치환 시 천연골재콘크리트와 동등한 특성을 나타내 가장 적합한 것으로 판단된다. 또한 후속 연구로 순환골재 사용 활성화를 위해 순환잔골재 개질을 통한 품질 개선이 필요하며, 개질된 순환잔골재를 이용한 순환잔골재콘크리트의 특성 및 고강도 콘크리트 적용에 대한 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 건설기술연구사업의 연구비지원(17SCIP-C128126-02-000000)에 의해 수행되었습니다.

References

Kim, N.H., Yang, S.C. (2012). Evaluation of impurity content criteria of recycled aggregate for lean concrete base, Journal of Korean Society of Road Engineers, **14(3)**, 69-76 [in Korean].
 Xuan, D., Zhan, B., Poon, C.S. (2015). Assessment of mechanical properties of concrete incorporating carbonated recycled

- concrete aggregates, Cement and Concrete Composites, **65**, 67-74.
- Lee, S.H., Shim, J.W. (2010). Enactment provision of recycled aggregate concrete, Korea Concrete Institute Concrete Magazine, **22(1)**, 33-35 [in Korean].
- Kim, S.B. (2008). Experimental Study on the Estimation of the Compressive Strength and the Influence of Air-contents of Concrete Using Nondestructive Tests based on Stress Waves, Ph.D Thesis, Hanyang University, 31-32 [in Korean].
- Lee, W.K. (1999). Influence of Treatment Method of Recycled Aggregate on the Properties of Concrete, Master's Thesis, Keimyung University [in Korean].
- Sim, J.S. (2005). Fundamental performance evaluation of recycled aggregate concrete with varying amount of fly ash and recycled fine aggregate, Journal of the Korea Concrete Institute, **17(5)**, 796-797 [in Korean].

순환잔골재를 활용한 콘크리트의 물리·역학적 특성에 관한 실험적 연구

본 연구에서는 KS F 2573 콘크리트용 순환골재 기준에 적합한 순환잔골재의 치환율에 따른 콘크리트 특성을 검토하였다. 물리적 특성으로 슬럼프, 공기량, 경시변화, 압축강도에 대한 연구를 수행하였으며, 순환잔골재 재활용 활성화를 위한 기초자료를 제공하고자 한다. 슬럼프 경시변화 실험 결과 순환잔골재의 치환율 증가에 따라 슬럼프 경시변화 감소율은 커지는 것으로 나타났다. 공기량 측정 결과 순환잔골재의 치환율 증가에 따라 공기량 또한 증가하는 것으로 나타났으며, 경시변화의 경우 공기량 감소율은 낮아지는 것을 확인하였다. 반면 100% 치환 시 천연골재콘크리트보다 높은 공기량을 나타내 강도저하가 발생할 것으로 사료된다. 압축강도의 실험 결과 순환잔골재 치환율 증가에 따라 강도저감이 발생했으며, 24MPa 배합 결과 30% 치환 시 천연골재콘크리트와 동등한 강도발현을 나타냈다. 위의 결과를 토대로 순환잔골재 30%치환 시 천연골재콘크리트와 동등한 물리적 특성을 나타내 KS F 2573 콘크리트용 순환골재 기준에 적합한 순환잔골재 치환 시 목표강도 24MPa의 30%가 적합한 것으로 판단된다. 추후 순환골재의 사용 활성화를 위해 순환잔골재 개질을 통한 품질개선이 필요하며, 후속연구로서 개질된 순환잔골재를 이용한 순환잔골재콘크리트의 물리적 특성 평가가 수행되어야 할 것으로 판단된다.