

순환골재의 부착 모르타르량이 콘크리트의 특성에 미치는 영향

Effect of the Amount of Attached Mortar of Recycled Aggregates on the Properties of Concrete

이원기¹ · 최종오² · 정용욱^{3*}Won-Ki Lee¹ · Jong-Oh Choi¹ · Yong-Wook Jung^{2*}

(Received June 19, 2015 / Revised June 26, 2015 / Accepted June 26, 2015)

In this study, the different unit cement content by the ratio of water absorption and water-cement ratio are applied to examine the properties of the concrete used the aggregate recycled by the crushing treatment. According to the experimental results, in the mix of low strength and high water-cement ratio, both of the compressive strength is almost equal in the concrete using the recycled aggregate by the crushing treatment and the concrete using broken stones. It means that the recycled aggregate has the low effect of the amount of bonded mortar. But, in the mix of high strength and low water-cement ratio, the concrete using the recycled aggregate by the crushing treatment has 40% less of the compressive strength than that using broken stones by the effect of the amount of bonded mortar. On the other hand, after 8 weeks, the dry shrinkage of the recycled aggregate with 7% of the ratio of water absorption doubles that of the broken stones with 1% (-350×10^{-6}), in other words -700×10^{-6} . Thus, the dry shrinkage should be prior to any other conditions in recycling waste concrete for the aggregate for concrete. When the recycled aggregate with 3% of the ratio of water absorption is used, the compressive strength of the rich mix concrete (450kg/m^3 of the unit cement content) is equivalent to that of the concrete using broken stones, while in using the recycled aggregate with 7% of the ratio of water absorption, the rich mix concrete has 7% lower compressive strength than the concrete using broken stones. But, the compressive strength of the ordinary mix concrete (350kg/m^3 of the unit cement content) is far lower than that using broken stones.

키워드 : 순환골재, 부착 모르타르, 흡수율, 밀도, 내구성**Keywords** : Recycled aggregates, Attached mortar, Absorption ratio, Density, Durability

1. 서론

최근 대도시 주변에서 도시 재개발과 건물의 노후화 및 기능저하에 의한 재개발 및 리모델링 사업 등의 활성화로 건설폐기물량이 급격히 증가하고 있다. 발생하는 건설폐기물 중 일부 폐콘크리트는 순환골재 등으로 재활용되고 있지만, 그 양은 미흡하며, 대부분이 매립 및 폐기됨으로써 환경오염 문제를 발생시키고 있다(Kim & Yang 2012).

반면, 건설수요의 급격한 증가는 콘크리트용 골재의 부족과 질적 문제를 발생시키고 있는 실정이며, 환경규제의 강화 등으로 인

하여 천연골재의 공급여건은 갈수록 악화되고 있다. 따라서 다량의 폐콘크리트를 재활용하기 위한 연구는 환경보전과 콘크리트용 골재 확보 측면에서 매우 중요하다. 이를 위해 정부에서도 2003년 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」의 제정 등 대책을 수립하였으며, 국내의 많은 연구진들이 순환골재의 활용증대를 위해 연구하였다(Park & Bae 2007). 그러나 건설현장에서 순환골재를 사용하기 위한 구체적인 설계·시방 및 골재 공급방법 등의 지침은 마련되어 있지 않으며, 기본적인 처리 및 재활용 방법 등도 불명확하여, 국내에서는 주로 각종 공사의 성토재, 도로기층재 등에는 많이 사용되고 있지만 구조물에서의 실제적인 적용은 사회적 인식

* Corresponding author E-mail: jyw@kmu.ac.kr¹대우건설 과장 (Daewoo E&C, Gyoung Nam, 670-914, Korea)²계명대학교 토목공학과 박사과정 (Department of Civil Engineering, Keimyung University, Daegu, 704-701, Korea)³계명대학교 첨단건설재료실�험센터 조교수 (Department of COMTEC, Keimyung University, Daegu, 704-701, Korea)

부족으로 인하여 활용성이 미흡한 실정이다(Kweon & Lee 2010).

반면, 선진국에서는 흡수율이 높은 순환골재를 처리하는 방법으로 파쇄횟수를 증가시켜 순환골재의 부착 모르타르량을 감소시키고 흡수율을 저감시킨 고품질 순환골재를 생산하여 콘크리트용 골재로 적용하고 있다(Kim et al. 2013). 국내에서도 파쇄횟수, 처리공정 개선 등으로 일부 고품질 순환골재를 생산하고 있으나, 순환골재 생산 시 파쇄횟수 증가로 인한 순환골재의 미세균열 발생과 제조설비 증가로 인한 경제적 부담 등으로 제조사별 순환골재 품질 차이는 매우 크다(Im et al. 2010).

이에 본 연구에서는 순환골재 품질에 미치는 가장 큰 영향 요인을 부착 모르타르량으로 판단하였으며, 순환골재 생산 공정이 상이한 3개사의 순환골재를 사용하여 순환골재의 기초물성과 콘크리트의 특성에 미치는 영향을 검토하였다. 이를 위해 순환골재 제조공정 별 순환골재의 흡수율과 밀도 등에 따른 모르타르 부착율을 검토하였으며, 순환골재 흡수율에 따른 콘크리트의 슬럼프 및 공기량 변화를 측정하였다. 또한, 순환골재가 경화콘크리트의 특성에 미치는 영향을 검토하기 위하여 물시멘트비, 단위시멘트량을 변화시켜 재령별 압축강도, 길이변화 및 동결융해저항성 등을 평가하였다.

2. 사용재료

실험에 사용한 시멘트는 분말도 3,169cm²/g, 밀도 3.15g/cm³, 화학조성 CaO 64.05%, SiO₂ 22.94%, Al₂O₃ 5.57%인 H사의 보통 포틀랜드 시멘트로 물리·화학적 조성은 Table 1과 같다.

잔골재는 조립율 2.63, 흡수율 1.15%인 경북 벽진산을 사용하였으며, 굵은 골재는 흡수율 1.03%인 경북 성주산 쇄석을 사용하였다. 또한, 순환골재는 흡수율 3.23%인 경북 구미시(RA1), 흡수율 5.73%인 경북 칠곡군(RA2)과 흡수율 6.97%인 경북 성주군(RA3)의 순환골재로 생산 공정이 다른 3개사 폐콘크리트로부터 제조한 것을 사용하였다. 사용 순환 굵은골재 최대치수는 25mm로, 이들의 물리적 성질을 Table 2에 나타내었다.

순환골재의 물성시험 결과 3종의 순환골재는 기존의 연구결과에서와 마찬가지로 흡수율, 마모율이 쇄석(CS)보다 높고, 밀도는 낮았다(Ryu & Song 2011). 이들 골재의 입도분포곡선을 Fig. 1에 나타내었다.

Fig. 1은 골재의 입도분포 곡선을 나타낸 것으로 잔골재, 쇄석 및 순환골재는 모두 KS 입도분포 곡선의 범위 내에 들지만 3종류의 순환골재는 KS 입도분포 곡선의 하한치에 집중되어 있다. Fig. 2는 본 실험에서 사용한 쇄석과 순환골재(RA1)를 나타낸 것으로

Table 1. Chemical composition and physical properties of cement

Fineness (cm ² /g)	Density (g/cm ³)	Ig.loss (%)	Chemical composition (wt,%)				
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
3,169	3.15	1.03	22.94	5.57	3.33	64.05	2.58

Table 2. Physical properties of aggregate

Classification	Density (g/cm ³)	absorption (%)	Fineness moduls	Unit volume weigh (kg/m ³)	Ratio of absolute volume (%)	Abrasion ratio (%)
Natural sand	2.61	1.15	2.63	1527	59.1	-
Crushed stone (CS)	2.69	1.03	7.01	1535	57.2	20.0
Recycled (RA1)	2.35	3.23	7.52	1396	59.4	30.9
Recycled (RA2)	2.24	5.73	7.18	1282	57.2	35.6
Recycled (RA3)	2.23	6.97	7.49	1310	58.7	39.4

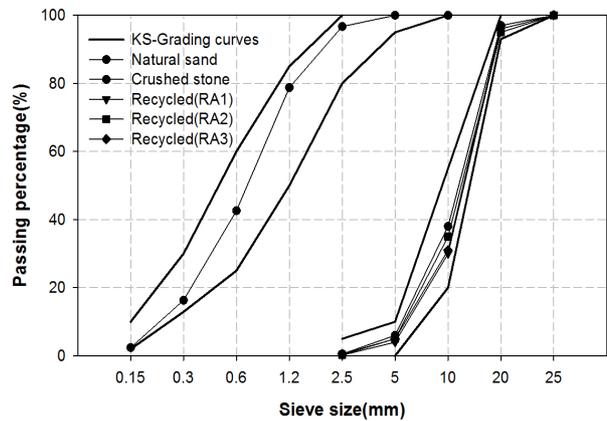


Fig. 1. Gradation curve of aggregate



(a) Crushed stone (b) Recycled aggregate

Fig. 2. Aggregate classification

순환골재(RA1)가 천연골재보다 입형이 양호한 것을 알 수 있다.

3. 실험계획 및 방법

3.1 실험계획

본 연구에서는 파쇄처리 순환골재의 부착모르타르에 따른 흡수율이 3, 5, 7%인 순환골재 3종을 사용하여 물시멘트비 40, 45, 50%, 단위시멘트량 350kg/m³, 450kg/m³ 로 변화시켜 순환골재 흡수율이 콘크리트의 특성에 미치는 영향을 검토한 것으로 실험계획을 Table 3에 나타내었다.

콘크리트 배합은 Fig. 3과 같이 60 L 강제식 믹서를 사용하여 시멘트, 잔골재와 함께 60초간 건비빔을 한 다음 1차수를 투입하고 90초간 믹싱을 한 후 2차수와 혼화제 및 굵은 골재를 투입하여 150초간 믹싱하여 배출하였다. 이때 배합수는 공기연행제를 0.5% 희석한 것을 사용하였다.

배합된 콘크리트는 공기량과 슬럼프 시험을 실시한 후, 압축강도, 길이변화 및 동결융해 시편을 제작하였다.

3.2 실험방법

3.2.1 순환골재의 모르타르 부착율

모르타르 부착율은 순환 굵은골재에 대하여 5mm체로 체가름하고, 남은 것을 염산 35% 수용액에 침지하여 모르타르가 떨어지는 것을 확인하고 물로 씻은 뒤 건조 후 감소한 중량비와 체적비를 측정하여 계산하였다.

3.2.2 슬럼프

굳지 않은 콘크리트의 슬럼프 시험은 워커빌리티(Workability)에 영향을 미치는 반죽질기를 측정하는 것으로 KS F 2402 「콘크리트의 슬럼프 시험 방법」에 준하여 실시하였다.

Table 3. Experimental design

Classification W/C (%)	C = 350 kg/m ³				C = 450 kg/m ³			
	CS	RA1	RA2	RA3	CS	RA1	RA2	RA3
40	○	○	○	○	-	-	-	-
45	○	○	○	○	○	○	○	○
50	○	○	○	○	-	-	-	-

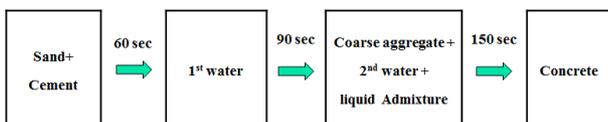


Fig. 3. Mix procedure

3.2.3 공기량

본 연구에서 목표 공기량은 5±1%로 하였으며, 굳지 않은 콘크리트의 공기량 측정은 KS F 2421 「압력법에 의한 굳지 않은 콘크리트의 공기량 시험방법」에 준하여 실시하였다.

3.2.4 압축강도

콘크리트의 압축강도는 φ100 × 200mm 공시체를 제작하여 재령 7일, 28일, 56일 강도를 측정하였다. 강도 측정은 Shimadzu의 1MN 압축시험기를 사용하였으며, 콘크리트 압축강도 측정은 KS F 2405 「콘크리트의 압축강도 시험」에 준하여 0.6±0.4 MPa (=N/mm²)의 재하속도로 측정하였다.

3.2.5 길이변화

길이변화의 측정은 KS F 2424 「모르타르 및 콘크리트의 길이변화 시험 방법」에 따라 다이얼게이지를 이용하여 재령 7일을 기준시점으로 온도 20±1℃, 상대습도 60±5%로 유지되는 항온항습조에 보관한 후 매주 측정하였다.

3.2.6 동결융해 저항성

콘크리트의 동결융해 저항 시험방법은 KS F 2456 「급속 동결융해에 대한 콘크리트의 저항 시험방법」에 준하여 실시하였으며, KS F 2403 「콘크리트의 강도시험용 공시체 제작방법」에 준하여 76 × 76 × 406mm의 공시체를 제작하였다. 제작된 공시체는 14일 표준 양생 후 동결융해 시험을 실시하였다. 시험의 종료는 300 Cycle로 하였으며, 동결융해 1 Cycle 소요시간은 3시간으로 공시체 중심온도가 4℃에서 -18℃로 떨어지고 -18℃에서 4℃로 상승하도록 하였다. 30 Cycle마다 1차 주파수 시험과 공시체 질량을 측정하여, 상대동탄성계수(P_r)를 계산하였다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1 순환골재의 특성

순환골재는 파쇄방법에 따라 부착 모르타르양이 서로 달라 품질에 큰 차이를 나타낸다. 일반적으로 순환골재는 보통골재에 비하여 밀도가 작고, 흡수율은 크며, 처리과정에서 부착모르타르의 제거율을 증가시킴으로써 보통골재의 품질에 근접하는 것으로 알려져 있다(Kim et al, 2008).

Fig. 4는 순환골재의 흡수율에 따른 모르타르 부착율을 중량비

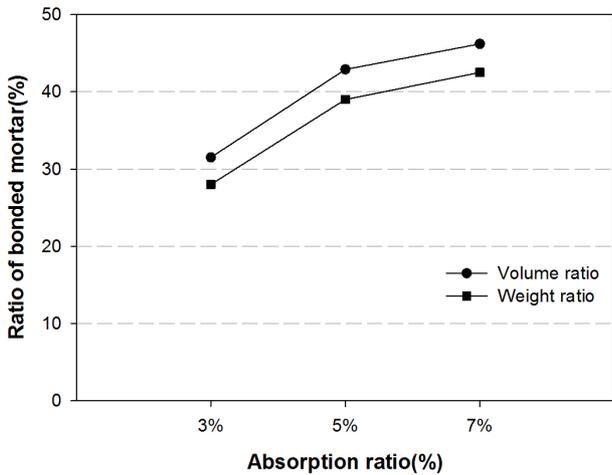


Fig. 4. Ratio of bonded mortar

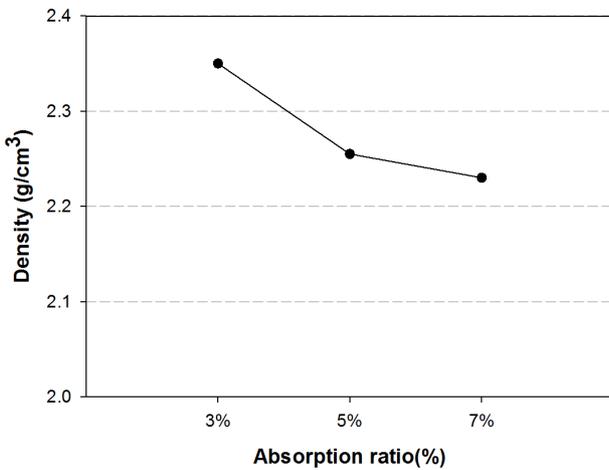


Fig. 5. Density with absorption ratio of recycled aggregate

와 체적비로 나타난 것으로 순환골재의 부착모르타르가 제거됨에 따라 순환골재의 흡수율이 달라지고 중량과 체적이 감소하기 때문에 중량감소율과 체적감소율로써 나타내었다.

Fig. 4에서 흡수율에 따른 모르타르 부착율은 중량비 및 체적비가 동등한 증감비율로 나타나 순환골재의 부착모르타르는 골재의 밀도 저하와 흡수율을 증대시키는 것으로 나타났다. 따라서, 순환골재를 콘크리트용 골재로 재활용하기 위해서는 순환골재의 모르타르를 제거하여 흡수율을 작게 하는 것이 필요하다. Fig. 5에 순환골재 흡수율에 따른 밀도를 나타내었다.

Fig. 4와 Fig. 5에서 순환골재의 흡수율이 증가함에 따라 모르타르 부착율 증가폭과 골재의 밀도 감소폭이 큰 차이를 나타내고 있는 것을 알 수 있으며, 이는 흡수율이 순환골재의 품질 결정에 매우 중요하다는 것을 알 수 있다.

4.2 슬럼프 및 공기량 특성

일반적으로 단위시멘트량이 많아질수록 콘크리트의 성형성(plasticity)은 증가하므로 부배합의 경우는 빈배합의 경우보다 워커빌리티가 좋다고 할 수 있다(Lee et al. 2014). 본 실험에서는 단위시멘트량이 순환골재 사용 콘크리트의 특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 물시멘트비 45%, 단위시멘트량 350kg/m³과 450kg/m³에서 순환 굵은골재의 흡수율에 따른 콘크리트의 슬럼프 및 공기량의 변화를 검토하였으며, 이들의 결과를 Fig. 6과 Fig. 7에 나타내었다.

Fig. 6에서 파쇄처리 순환골재를 사용한 콘크리트의 슬럼프는 흡수율이 증가할수록 슬럼프는 감소하였으나, 그 차이가 현저하게 나타나지 않았다. 또한, 단위시멘트 사용량에 따른 슬럼프의 차이는 약 10mm로 나타나 단위시멘트 사용량이 순환골재 콘크리트의

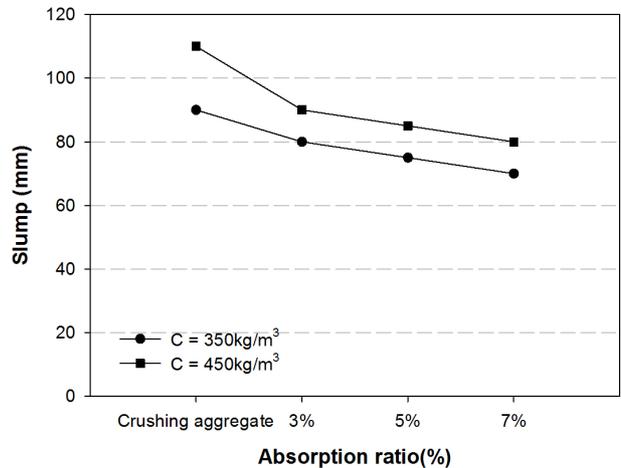


Fig. 6. Slump with absorption ratio of recycled aggregate

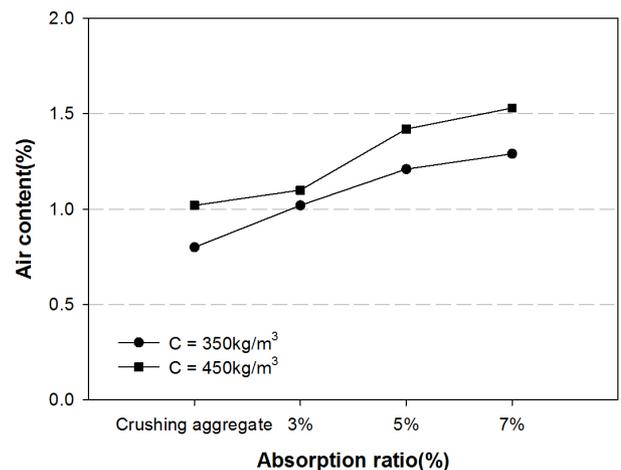


Fig. 7. Air with absorption ratio of recycled aggregate

워커빌리티에 미치는 영향은 크지 않았다. 이것은 일반적인 순환골재의 흡수율이 높을 경우 슬럼프의 감소폭이 증가하지만, 본 실험에서는 콘크리트를 제조할 때 순환골재를 충분히 함수시킨 다음 표면건조 상태로 실험을 하였기 때문인 것으로 판단된다.

또한, Fig. 7에서 콘크리트의 공기량은 순환골재의 흡수율이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났다. 이는 순환골재의 부착 모르타르부분에 잠재공극을 함유하고 있기 때문에 공기량은 쇄석에 비하여 공기량이 2%이상 증가하는 것으로 알려져 있지만(Lee 1999), 본 연구에서 사용된 순환골재는 쇄석에 비하여 골재의 입형이 양호하고 표면 건조상태로 사용하였기 때문에 기존의 연구보다 적은 공기량 변화가 나타났다.

4.3 압축강도 특성

4.3.1 물/시멘트의 영향

보통 콘크리트의 강도는 일반적으로 물시멘트비에 의해 결정되지만, 순환골재를 사용한 콘크리트는 순환골재의 모르타르 부착량에 따라 강도가 결정된다고 할 수 있다. 이것은 순환골재가 흡수율이 높고, 순환골재의 부착모르타르와 새로운 모르타르의 부착력이 낮아지기 때문이다.

본 연구에서는 흡수율 3, 5, 7%인 순환골재를 사용하여 물시멘트비를 40, 45, 50%로 변화시켜 콘크리트의 재령별 압축강도 특성을 측정하였으며, 그 결과를 Fig. 8~Fig. 10에 나타내었다.

Fig. 8~Fig. 10에서 재령 7일, 28일 및 56일 압축강도는 재령에 관계없이 순환골재의 흡수율이 증가함에 따라 감소하는 유사한 경향을 나타내었다. 그러나 높은 물시멘트비에서는 압축강도의 차이가 작게 나타나 저강도용 콘크리트 배합에서는 순환골재의 흡수율이 강도에 미치는 영향이 크지 않았다. 이는 물시멘트비의 증가로 인하여 새로운 모르타르의 강도가 저하되는 반면, 부착모르타르의 강도가 새로운 모르타르보다 높기 때문으로 사료된다. 또한, 흡수율이 7%인 순환골재는 높은 흡수율 및 다량의 부착모르타르와 미립분 함유로 인하여 새로운 모르타르와의 부착력이 감소하기 때문에 물시멘트비의 영향이 작은 것으로 나타났다.

4.3.2 단위시멘트량의 영향

단위시멘트량에 따른 순환골재 콘크리트의 강도변화를 알아보기 위하여 단위시멘트량 350kg/m³과 450kg/m³으로 변화시켜 재령별 콘크리트의 압축강도를 측정하였다. Fig. 11~Fig. 13에 쇄석과 흡수율 3, 5, 7%인 순환골재를 사용한 콘크리트의 재령 7, 28, 56일별 압축강도를 나타내었다.

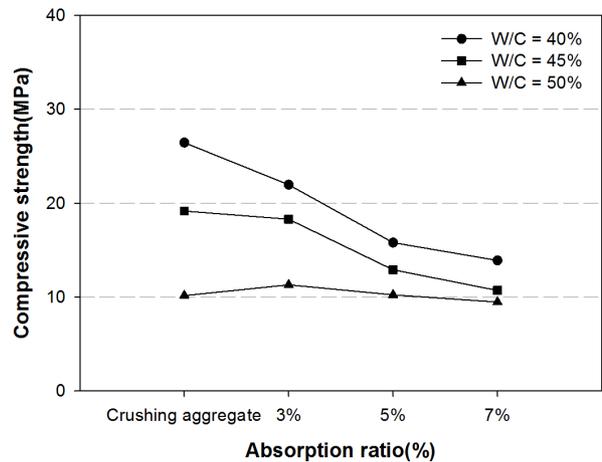


Fig. 8. Compressive strength with absorption ratio of recycled aggregate (age 7days)

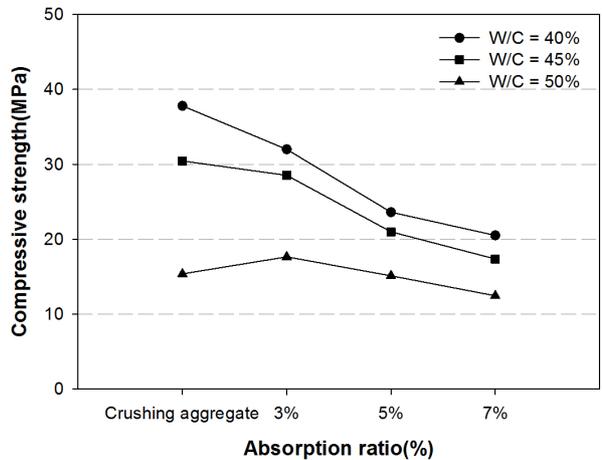


Fig. 9. Compressive strength with absorption ratio of recycled aggregate (age 28days)

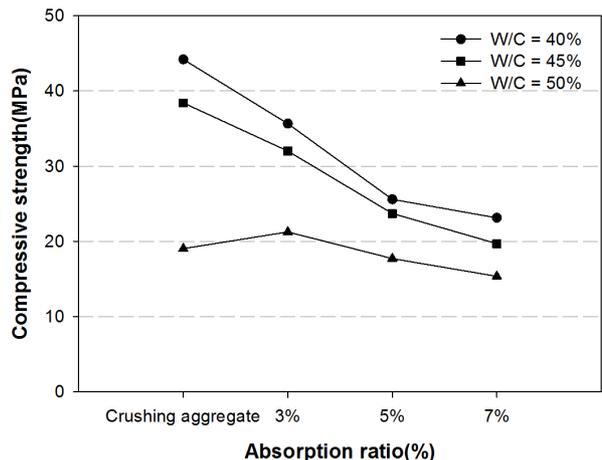


Fig. 10. Compressive strength with absorption ratio of recycled aggregate (age 56days)

기존연구에서는 일반적으로 순환골재를 사용한 콘크리트가 양생기간에 관계없이 순환골재의 흡수율이 높을수록 쇄석을 사용한 콘크리트보다 강도가 감소한다고 보고하고 있다. 그러나 단위시멘트

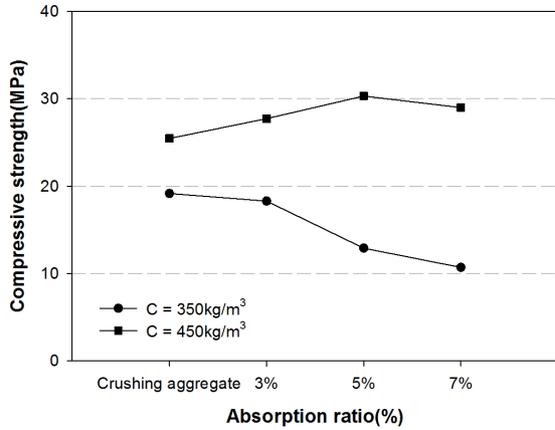


Fig. 11. Compressive strength with unit cement content (age 7days)

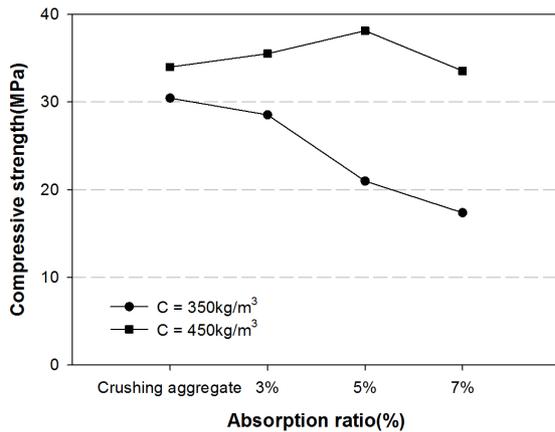


Fig. 12. Compressive strength with unit cement content (age 28days)

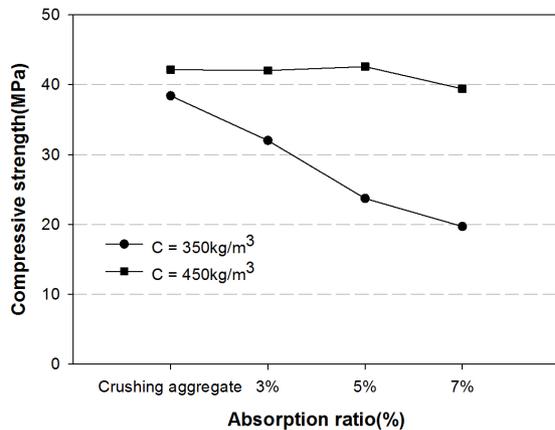


Fig. 13. Compressive strength with unit cement content (age 56days)

트량이 450kg/m³인 경우에는 쇄석을 사용한 콘크리트보다 순환골재를 사용한 콘크리트의 압축강도가 증가하였다. 따라서 단위시멘트량의 증가는 순환골재 콘크리트의 강도증진에 효과적이었고 특히, 흡수율 7%인 순환골재를 사용한 단위시멘트량 450kg/m³의 콘크리트의 재령 56일 압축강도는 단위시멘트량 350kg/m³을 사용한 강도 20MPa보다 2배 높은 40MPa를 나타내었다.

4.4 건조수축 특성

Fig. 14에 단위시멘트량과 순환골재 흡수율에 따른 콘크리트의 길이변화를 나타내었다.

순환골재를 사용한 콘크리트는 부착모르타르의 영향으로 쇄석을 사용한 경우보다 길이변화량이 증가하는 경향을 나타내고 있다. 순환골재의 흡수율이 3%인 경우 재령 10주에서 길이변화율이 쇄석을 사용한 경우보다 약 200×10^{-6} 정도 증가하였지만, 흡수율 7%인 경우에 쇄석의 -310×10^{-6} 보다 2배 증가된 -700×10^{-6} 를 나타내고 있다. 또한, 단위시멘트량에 따른 길이변화율은 단위시멘트량 450kg/m³인 부배합이 단위시멘트량 350kg/m³인 경우보다 재령별 길이변화율의 폭이 증가되어 단위시멘트 사용량이 증가할수록 콘크리트의 길이변화도 증가되었다.

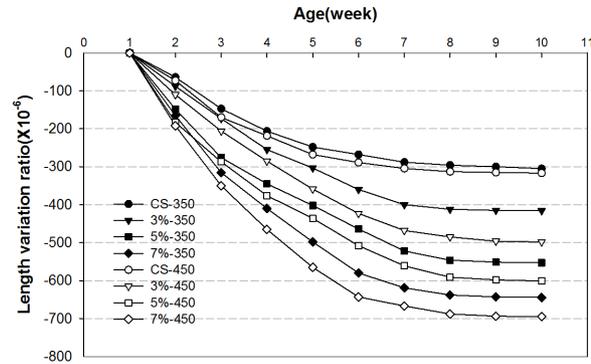


Fig. 14. Length change with absorption ratio of recycled aggregate

4.5 동결융해 특성

콘크리트의 동결융해 저항성은 물시멘트비, 공기량, 기포조직의 분포에 따라 크게 영향을 받으며 콘크리트의 강도와도 관련이 있다. 일반적으로 동결융해 저항성을 갖는 공기량의 범위는 4~7%이며, 압축강도 범위가 40MPa 이상이면 동해를 받지 않는다는 보고도 있다. 본 실험에서는 물시멘트비 45%에서 공기량을 5~6%로 하여 순환골재의 흡수율에 따른 동결융해 시험을 실시하였으며, 실험결과를 Fig. 15에 나타내었다.

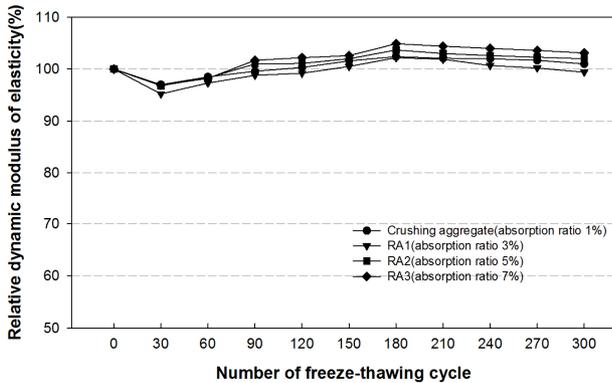


Fig. 15. Relative dynamic modulus of elasticity with absorption ratio of recycled aggregate

Fig. 15에서 골재의 흡수율에 따른 상대동탄성계수는 사용 순환 골재의 흡수율이 높을수록 낮게 나타났으나, 그 차이는 크지 않는 것을 알 수 있다. 이것은 순환골재 콘크리트 배합시 AE제 혼입에 의한 영향으로, AE제 혼입에 의한 적절한 공기포의 분포는 순환골재 사용 콘크리트의 내동해성을 증진시킬 수 있을 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구는 순환골재 모르타르 부착율로 흡수율을 변화시켜 물 시멘트비와 단위시멘트량 변화에 따른 콘크리트의 특성을 검토한 것으로 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 순환골재는 흡수율이 증가할수록 모르타르 부착율을 선형적으로 증가시키고, 밀도를 감소시키는 것으로 나타나 흡수율은 순환골재의 품질 판정에 매우 중요하며, 양질의 순환골재를 생산하기 위해서는 순환골재의 부착모르타르 제거가 선행되어야 한다.
2. 순환골재의 부착모르타르는 물시멘트비가 높은 배합에서 콘크리트의 압축강도에 미치는 영향이 작고, 물시멘트비가 낮은 배합에서 크게 나타났다. 즉, 파쇄처리 순환골재를 사용한 물시멘트비 40%인 콘크리트 배합에서는 압축강도가 쇄석을 사용한 콘크리트의 45MPa보다 40% 낮은 25MPa를 나타내었다.
3. 순환골재 흡수율과 단위시멘트량에 따른 압축강도는 단위시멘트량 450kg/m³인 부배합 콘크리트의 압축강도는 쇄석 사용 콘크리트에 비해 흡수율 3%인 순환골재 사용과 동등하고, 흡수율 7%인 순환골재 사용시에는 약 7%정도 낮게 나타났다. 반면, 단위시멘트량 350kg/m³인 일반배합 순환골재 콘크리트의 압축강도는 쇄석 사용 콘크리트에 비해 약 35% 저하되어 순환골재 흡수율이 압축강도에 미치는 영향은 부배합에서 작고 빈배합에

서는 크게 나타났다.

4. 순환골재를 사용한 콘크리트의 건조수축량은 흡수율 7%인 경우 재령 10주에서 흡수율 1%인 쇄석 사용 콘크리트의 -310×10^{-6} 보다 2배 증가된 -700×10^{-6} 을 나타내었다. 따라서 흡수율이 높은 순환골재는 콘크리트용 골재로 재활용시 건조수축에 대한 검토가 선행되어야 한다.
5. 순환골재를 사용한 콘크리트의 동결융해 저항성은 순환골재의 흡수율이 높을수록 낮게 나타났으나, AE제 혼입에 의한 적절한 공기량의 영향으로 그 차이는 크지 않는 것으로 나타났다.

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].

Park, R.S., & Bae, J.S. (2007). An Experimental Research on the Quality Improvement of Recycled Aggregates Using Surface Treatment Method. *Journal of Korean Society of Civil Engineers*, **27(3A)**, 421–426 [In Korean].

Kweon, G.C., & Lee, S.J. (2010). Engineering Property of the Recycled Aggregate. *The Research Institute Of Industrial Technology Development*, **24**, 15–22 [In Korean].

Kim, S.S., Lee, J.B., Go, J.S., & Kim, I.G. (2013). A Study on the Nano Silica-Sol Coating for Improving Performance of Recycled Aggregate. *Journal of The Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, **17(4)**, 84–90 [In Korean].

Im, W.S., Kwon, J.H., Kim, M.W., & Kim, Y.M. (2010). Characteristics of Shear Strength for Recycled Fine Aggregates Mixed Soil. *Journal of Korean Geo-Environmental Society*, **11(6)**, 47–55 [In Korean].

Ryu, J.S., & Song, I.H. (2011). An Experimental Study on Field Application of Self-Compacting Concrete Using Recycled Fine Aggregate. *Journal of The Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, **15(4)**, 193–203 [In Korean].

Kim, N.W., Kim, H.J., & Bae, J.S. (2008). A Study on the Property Estimation of Recycled Coarse Aggregate and Characteristic of Recycled Aggregate Concrete Using the Surface Coated Treatment Method. *Journal of Korean Society of Civil*

Engineers, **28(4)**, 603–609 [In Korean].
Lee, Y.T., Hong, S.W., Kim, S.H., Bag, S.K., & Jo, Y.S. (2014). Flexural Behavior of High Strength Reinforced Concrete Beams by Replacement Ratios of Recycled Coarse Aggregate. Journal of The Korea Institute for Structural Maintenance

and Inspection, **18(1)**, 1–9 [In Korean].
Lee, W.K. (1999). Influence of Treatment Method of Recycled Aggregate on the Properties of Concrete. Master's thesis, Keimyung University, Daegu.

순환골재의 부착 모르타르량이 콘크리트의 특성에 미치는 영향

본 연구는 파쇄처리 순환골재를 사용한 콘크리트의 특성을 검토하기 위하여 순환골재의 흡수율별 단위시멘트량 및 물시멘트비를 변화시켜 콘크리트의 특성에 미치는 영향을 검토하였다.

실험결과 물시멘트비가 높은 저강도 배합에서는 파쇄처리 순환골재를 사용한 콘크리트와 쇄석 콘크리트의 압축강도가 동등한 수준으로 나타나 순환골재의 부착모르타르 영향이 작은 것으로 나타났다. 그러나, 물시멘트비가 낮은 고강도 배합에서는 파쇄처리 순환골재를 사용한 콘크리트가 부착모르타르의 영향으로 쇄석을 사용한 콘크리트보다 약 40%의 압축강도저하를 나타내었다. 한편, 흡수율 7%인 순환골재의 건조수축량은 재령 10주에서 흡수율 1%인 쇄석의 -310×10^{-6} 보다 2배 증가된 -700×10^{-6} 을 나타내어 콘크리트용 골재로의 재활용시 건조수축에 대한 검토가 선행되어야 할 것으로 사료된다. 또한 단위시멘트량 $450\text{kg}/\text{m}^3$ 인 부배합 콘크리트의 압축강도는 흡수율 3%인 순환골재 사용시 쇄석 사용 콘크리트와 동등하게 나타난 반면, 흡수율 7%인 순환골재를 사용한 경우에는 쇄석 사용 콘크리트에 비해 약 7%정도 낮게 나타났다. 그러나, 단위시멘트량 $350\text{kg}/\text{m}^3$ 인 일반배합 콘크리트의 압축강도는 쇄석 사용 콘크리트에 비해 압축강도 저하가 현저하게 나타났다.