Journal of the Korea Institute for Structural Maitenance and Inspection
Vol. 24, No. 3, June 2020, pp.63-69
https://doi.org/10.11112/jksmi.2020.24.3.63

pISSN 2234-6937
eISSN 2287-6979

건축기준 완화를 위한 순환골재 콘크리트 적용 시의 품질 특성 연구

우경섭[1*], 김정호[2], 이세현[3], 오중근[4]

A Study on the Quality Properties When Applying Recycled Aggregate Concrete for the Construction Standard Mitigation

Gyeong-Sub Woo[1*], Jung-Ho Kim[2], Sea-Hyun Lee[3], Jung-Keun Oh[4]

Abstract: The volume of construction waste material from the entire waste material volume in Korea is approximately 47.3% to take the biggest ratio, and from them, the waste concrete takes up approximately 62.8% that recycling is an urgent issue to address. Therefore, the government recommends more diverse and broader facilitation of the recycled aggregate in order to promote recycling the construction waste materials. In addition, when using concrete recycled aggregate in building, building standard such as floor area ratio and building height are being mitigation. The standard is a condition that mitigation the floor area ratio by up to 15% when using up to 25% of concrete recycled aggregate. Therefore, this study reviewed the relaxation of construction of construction standards when using concrete recycled aggregate in order to actively recommend the use of concrete recycled aggregate. And using the recycled coarse aggregate among the recycled aggregate, the appropriate mixing time in the batch plant according to the substitution rate was derived. In addition, using recycled aggregate admixture in order to improve the drying shrinkage, did comparative analysis about physical and mechanical property of concrete.

Keywords: Construction standard mitigation, Recycled aggregate, Recycled aggregate concrete, Drying shrinkage

1. 서 론

최근 몇 년간 노후주택의 증가로 재개발 및 재건축이 활발해지면서 전국 건설 폐기물 발생량은 증가되고 있으며, 앞으로 서울 및 수도권을 중심으로 더욱 더 증가될 것으로 예상된다. 또한 한국은 전체 폐기물 발생량 중 건설폐기물 발생량이 약 47.3%로 가장 많은 비중을 차지하고 있고 그 중 폐콘크리트가 약 62.8%로 재활용이 시급한 상황이다.

이에 정부는 '건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률' 제35조의 규정에 의거 건설폐기물의 재활용을 촉진하기 위한'순환골재 품질기준'을 통해 순환골재의 다양하고 폭넓은 활용을 권장하고 있다.

그러나 토목에서는 의무 사용으로 인해 활용이 되고 있으나 아직까지 건설 프로젝트의 대다수를 차지하고 있는 건축물의 경우 콘크리트용 순환골재는 의무사용이 아니므로 그 사용이 미미하고 또한 순환골재의 높은 흡수율, 낮은 밀도, 품질편차 등으로 인하여 기피되고 있는 실정이다.

이에 국토교통부는 순환골재의 콘크리트용으로 사용을 적극 권장하고자'순환골재 품질기준'에 콘크리트용 순환골재의 품질을 강화하고 사용량 및 적용범위를 확대하여 개정하였다. 또한 건설 프로젝트의 활용을 증대시키기 위해 콘크리트용 순환골재를 사용하는 건축물에 대해서는 건축물의 용적률 또는 높이 등과 같은 건축기준의 완화를 진행하고 있다.

건축물에 건축기준 완화를 받기 위해서는 해당 건축물의 골조 공사 중 27 MPa 이하 부분에 일반콘크리트가 아닌 순환골재 콘크리트로 타설 시 완화를 받을 수 있는데 콘크리트용 순환골재 사용 비율에 따라 용적률 및 건축물의 높이를 차등 완화할 수 있는 조건이다.

2019년까지 용적률 완화 승인을 받은 건설 프로젝트는 서울 2곳과 대구 1곳이 있으며, 순환골재 콘크리트 타설은 2020년 중반 이후부터 진행될 예정이다.

이에 본 연구에서는 현장에서의 안정적인 순환골재 콘크리트의 적용 및 순환골재의 콘크리트용으로의 사용을 적극 권장하고자 콘크리트용 순환골재 사용 시 건축기준의 완화 내용을 검토하고 기존에 문제 시 되고 있는 건조수축 개선을 위한 순환골재 콘크리트 특성에 대해 분석하고자 한다.

[1]정회원, 건국대학교 건축공학과 박사과정, 교신저자
[2]정회원, 한라엔컴(주) 기술연구소 수석연구원, 공학박사
[3]정회원, 한국건설기술연구원 선임연구위원, 공학박사
[4]정회원, 건국대학교 건축공학과 교수, 공학박사
***Corresponding author**: wooks9216@naver.com
Department of Architecture, Konkuk University, Seoul, 05029, Korea
•본 논문에 대한 토의를 2020년 7월 31일까지 학회로 보내주시면 2020년 8월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

Copyright Ⓒ 2020 by The Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection. 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.

2. 건축기준의 완화

2.1 적용 범위 및 완화 기준

건축물에 콘크리트용 순환골재 사용 시 건축기준의 완화 관련 법규는 국토교통부의 '재활용 건축자재의 활용기준'에 명시되어 있으며, 해당 적용 건축물 범위는 연면적 500㎡ 이상의 전용주거지역 또는 일반주거지역(제3종 일반주거지역 제외)이 아닌 지역에 건축하는 철근콘크리트조 건축물이다.

건축물의 용적률 및 높이 완화 적용 범위는 콘크리트용 순환골재의 용적 사용 비율이 15% 이상일 경우 5% 완화, 20% 이상일 경우 10% 완화, 25% 이상일 경우 15% 완화가 가능하다.

Table 1 Standard mitigation range according to volume ratio of recycled aggregate in concrete

Volume ratio of recycled aggregate in concrete	Standard mitigation range
Use more than 15%	5%
Use more than 20%	10%
Use more than 25%	15%

2.2 품질 기준 및 행정 절차

건축기준의 완화를 받기 위해서는 주요 구조부 및 기초에 순환골재 품질기준에 적합한 콘크리트용 순환골재를 사용하여야 하는데 이는 '건설기술관리법' 또는 '국가표준기본법'에서 정하는 품질검사 전문기관이나 공인시험기관에서 품질확인을 받아야 한다.

건축주는 해당 건축물의 순환골재 콘크리트 사용에 따른 건축기준의 완화를 받고자 할 때는 품질확인을 받은 사실을 증명하는 서류를 첨부하여 공사감리자의 확인을 받은 후 관할지자체에 제출하여야 한다.

3. 실험계획 및 방법

3.1 실험계획

본 연구에서는 레미콘사의 원활한 관리 차원으로 순환잔골재를 제외한 순환굵은골재만을 선택하였고 건축물의 용적률 및 건축물의 높이 완화 적용 범위를 기준으로 콘크리트용 순환골재를 총 골재용적비율 15%, 20%, 25%이므로 순환굵은골재를 배치당 30%, 40%, 50%로 계획하였다.

목표 압축강도는 27MPa이며, 목표슬럼프는 180±25mm로 설정하였다. 실내 배합실험을 통해 각 재료의 특성을 고려하여 치환율(또는 혼입율), 물시멘트비, 잔골재율을 결정하였으며, 본 연구에서의 실험인 배치플랜트 실험에서는 실내 배합실험을 통해 결정한 최적배합을 적용하고 순환굵은골재를 치환하여 그에 따른 특성을 분석하였다.

또한 순환골재를 사용하여 배치플랜트로 혼합 시 균질한 혼합여부를 판단하기 위해 혼합시간을 30, 45, 60, 90초로 구분하여 혼합 시 균질여부를 분석하였다. 그리고 콘크리트용 화학혼화제를 일반 고성능AE감수제와 순환골재용 고성능AE감수제 2종류로 구분하여 실험을 진행하였다.

Table 2 Factor and number of experiment

Factor	Number of experiment	
Target compressive strength(MPa)	1	27
Target slump(㎜)	1	180±25
Target air(%)	1	4.5±1.5
Type of admixture	2	Normal admixture, Recycled aggregate admixture
Percentage of recycled coarse aggregate(%)	3	30, 40, 50

Table 3 Experiment type

Division	Experiment type
Mixing performance	Batch plant mixing time
Fresh concrete	Slump, Air
Hardened concrete	Compressive strength Drying shrinkage

3.2 사용재료

본 실험에 사용한 시멘트는 일반적으로 사용되고 있는 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였다. 시멘트의 성질은 비중 3.15, 분말도 3,266㎠/g이다. 배합수는 수돗물을 사용하였으며, 골재 중 천연골재는 KS F 2527에 만족하는 쇄석과 쇄사를 사용하였고 순환골재는 순환골재 품질기준에 만족하는 충청북도 D사의 순환굵은골재를 사용하였다. 콘크리트용 화학혼화제는 G사의 일반 고성능AE감수제와 순환골재용으로 별도로 개발한 H사의 순환골재용 고성능AE감수제를 사용하였다.

Table 4 Physical property of cement

Density (g/cm^3)	Fineness (cm^2/g)	Setting time		Com. Strength (MPa)		
		Initial (min)	Final (min)	3age	7age	28age
3.15	3,273	86	485	22.0	29.1	48.4

Table 5 Chemical property of cement

Component	CaO	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Fe_2O_3	SO_3	Loss Ign.
Ratio (%)	67.1	20.4	4.2	2.3	1.4	2.4	2.2

Table 6 Physical property of natural aggregate

Types	Unit weight (kg/㎥)	Density (g/㎤)	24h Apsorption (%)	F.M	0.08mm sieve(%)
Natural Fine	1,561	2.60	1.05	2.73	2.18
Natural Course	1,564	2.62	0.62	7.15	0.56

Table 7 Physical property of recycle aggregate

Types	Unit weight (kg/㎥)	Density (g/㎤)	24h Apsorption (%)	F.M	0.08mm sieve(%)
Recycle Course	1,451	2.51	2.37	6.54	1.12

Table 8 Property of admixture

Types	Density (g/cm^3)	Residue ratio (%)	Water reducing ratio (%)	Color
Normal	1.021	18.5	16.5	Beige
Recyle	1.023	21.3	23.8	Brown

3.3 실험방법

순환골재를 사용하여 배치플랜트로 생산 시 혼합 신뢰도를 평가하기 위하여 KS F 2455의 굵은 골재량의 변화율 시험을 실시하였고 굳지 않은 콘크리트의 특성을 알아보기 위해 슬럼프, 공기량을 KS 기준에 따라 0, 30, 60분 측정하였다.

또한 경화된 콘크리트의 특성은 재령 3, 7, 28일에 압축강도 시험을 KS 규격에 따라 측정하였고 건조수축 평가를 위하여 KS F 2424에 따라 다이얼게이지 방법으로 측정하여 실험을 실시하였다. 다이얼 게이지는 KS B 5207의 규정에 맞는 것을 사용하였으며 시험체의 크기는 100×100×400㎜로 하였다. 공시체의 보존은 주변의 온도를 20±1℃, 습도를 60±5%로 유지하고 길이변화는 재령 1, 2, 4, 8주에서 10^{-3}㎜까지 측정하였다.

4. 실험결과 및 분석

4.1 슬럼프 및 공기량

슬럼프 시험결과는 Fig. 1과 같다. 초기 슬럼프는 일반 고성능AE감수제를 사용할 경우 순환굵은골재의 치환율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타냈고 순환골재용 고성능AE감수제 사용에서는 전체적으로 Plain과 동등한 슬럼프 결과를 나타내었다. 이는 순환골재용 고성능AE감수제가 일반 고성능AE감수제보다 유지제가 높게 배합되어 레미콘의 유동성을 유지시켜 준 것으로 판단된다.

경시변화에서는 Plain 배합의 경과시간에 따른 슬럼프 변화가 0분에서 205mm, 30분에 185mm, 60분에 165mm로 나타났으며, 일반 고성능AE감수제를 사용한 배합에서 순환굵은골재 30, 40% 치환 시 슬럼프 감소는 Plain과 유사하였으나 50% 치환에서는 급격한 슬럼프 감소를 나타내어 슬럼프 감소에 대한 대책이 필요한 것으로 판단되었다. 또한 순환골재용 고성능AE감수제 사용에서는 높은 유지제 사용으로 인해 슬럼프 감소가 20mm 미만으로 그 차이가 미미함을 알 수 있었다.

공기량 시험결과는 fig. 2와 같다. 초기 공기량 차이는 전 배합에서 차이를 보이지 않았으며, 경시변화에서는 일반 고성능AE감수제 사용 시 경시변화에 따라 공기량이 다소 감소하는 경향을 보였으나 60분 경과 시 최대 1.2% 감소로 레미콘 타설 시 큰 문제가 되지 않는 것으로 판단된다. 또한 순환골재용 고성능AE감수제 사용에서는 전 배합에서 경시변화에 따른 공기량 감소가 미미한 것으로 나타났다.

Table 9 Mix table of concrete

Types	W/B (%)	S/a (%)	Unit Weight(kg/㎥)						
			Water	Cement	Sand	Gravel		Admixture	
						Natural	Recycle	NA	RA
Plain	45.6	49.5	157.3	345	905	930.3	0	2.42	0
30NA						651.2	267.4	2.42	0
40NA						558.2	356.5	2.42	0
50NA						465.2	445.6	2.42	0
30RA						651.2	267.4	0	2.42
40RA						558.2	356.5	0	2.42
50RA						465.2	445.6	0	2.42

※ Example : 30NA → Recycle aggregate 30% + Normal high efficient AE water reducing agent

※ NA : Normal high efficient AE water reducing agent, RA : Recycle aggregate high efficient AE water reducing agent

Table 10 Concrete test result

Types	Slump(㎜)			Air(%)			Compressive strength(MPa)			Drying shrinkage(㎛)				
	0min	30min	60min	0min	30min	60min	3day	7day	28day	7day	14day	28day	56day	84day
Plain	205	185	165	5.2	4.9	4.3	10.8	19.4	28.7	134	407	627	761	859
30NA	195	170	145	4.8	4.3	3.6	10.2	20.6	28.5	269	634	911	1102	1235
40NA	195	175	150	5.3	5.0	4.2	11.4	19.9	29.6	248	673	935	1067	1167
50NA	190	160	135	5.5	4.7	3.9	9.3	17.4	26.1	342	759	1064	1270	1406
30RA	200	190	185	5.5	5.2	5.0	11.2	21.6	29.8	87	312	499	577	613
40RA	205	195	185	4.9	4.8	4.6	13.6	22.4	31.5	105	354	534	634	701
50RA	200	190	180	5.2	4.7	4.4	11.7	21.2	29.3	89	386	609	742	796

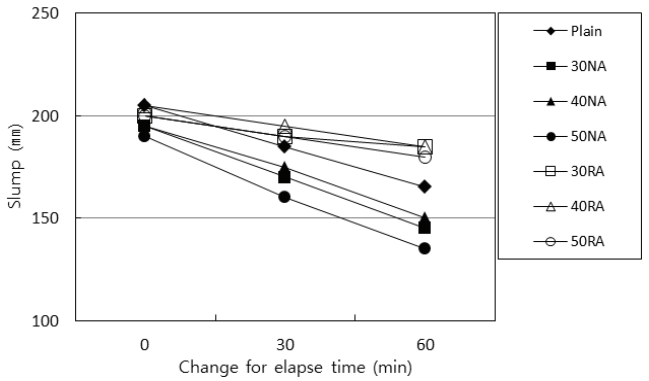

Fig. 1 Slump of concrete according to elapsed time

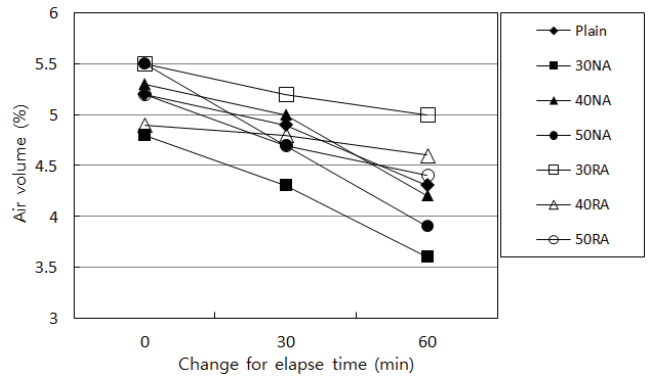

Fig. 2 Air contents of concrete according to elapsed time

4.2 압축강도

재령 별 압축강도 시험결과는 Fig. 3과 같다. Plain 배합의 압축강도는 재령 3일에 10.8MPa, 7일에 19.4MPa, 28일에 28.7MPa로 목표강도 27MPa를 상회하는 결과를 나타냈다. 일반 고성능AE감수제를 사용한 배합에서는 30NA, 40NA가 압축강도 차이가 Plain 배합과 큰 차이가 없이 미미한 결과를 나타내었으나 50NA에서는 재령 28일에서 Plain보다 2.6MPa 낮게 나타났다. 이에 일반 고성능AE감수제와 순환굵은골재 50% 사용할 경우에는 강도 저하에 대한 대비가 필요할 것으로 판단된다.

순환골재용 고성능AE감수제를 사용한 배합에서의 압축강도는 30RA, 40RA, 50RA가 재령 3일에 각각 11.2, 13.6, 11.7MPa, 재령 7일에는 각각 21.6, 22.4, 21.2MPa, 재령 28일에는 각각 29.8, 31.5, 29.3MPa로 전 배합에서 Plain보다 높은 압축강도를 나타내었고 30~50% 치환에서 서로 그 차이가 미미하게 나타났다.

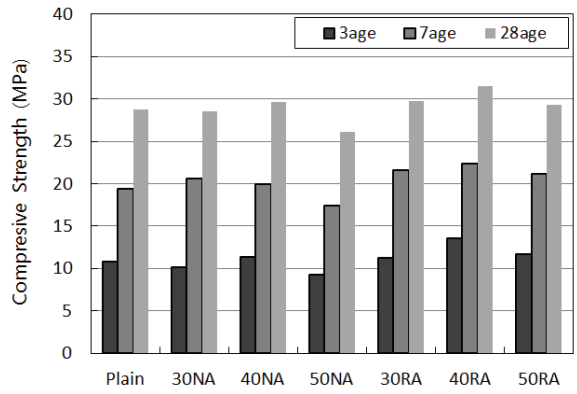

Fig. 3 Compressive strength test results

4.3 혼합시간

레미콘은 생산 시 원재료를 각각 계량하여 믹서기에 동시 투입되는 방식으로 생산을 한다. 일반적으로 천연골재를 사용하여 배치플랜트 믹서기로 혼합할 경우에는 30~45초로 혼합을 하는데 이는 KS F 2455 '굳지 않은 콘크리트 중의 모르타르와 굵은 골재량의 변화율 시험 방법'에 의거 기준에 맞게 혼합시간을 결정하였기 때문이다. 그러나 레미콘에서 약 70% 용적을 차지하고 있는 골재는 서로 다른 골재가 투입되어 혼합 시 KS F 2455의 기준에 합격하기 위해서는 전보다 많은 혼합시간이 필요할 것으로 판단된다.

이에 순환굵은골재를 30, 40, 50% 치환하여 30, 45, 60, 90초로 혼합 시 KS F 2455 기준인 콘크리트 중의 단위 굵은 골재량의 차 5% 이하가 되기 위한 적정 혼합시간을 도출하는데 그 목적이 있다.

배치플랜트로 혼합 시 천연골재만 사용할 경우에는 30, 45, 60, 90초 모두에서 굵은 골재량의 변화율 기준인 5%이하를 만족하는 결과를 나타내어 30초 혼합에서도 혼합성능이 양호함을 알 수 있었다. 순환굵은골재 30% 치환에서는 30, 45초에서 각각 6.37, 5.61%를 나타내어 혼합이 양호하지 않았으나 60, 90초에서는 각각 4.67, 4.32%로 혼합시간 60초 이상부터는 혼합이 양호하게 나타났다. 순환굵은골재 40% 치환에서는 30, 45초에서 30% 치환때보다 각각 2.13, 0.53% 높게 나타났다. 60, 90초에서는 5% 기준에 만족하였고 변화율도 30% 치환과 유사한 결과를 나타내었다. 또한 순환굵은골재 50% 치환에서는 30, 40% 치환과 동일하게 30, 45초에서는 5% 기준에 만족하지 못하였으나 60, 90초에서 만족한 결과를 나타내어 순환굵은골재 30, 40, 50% 치환을 할 경우에 양호한 혼합을 위해 최소 60초 이상의 혼합을 진행해야할 것으로 판단된다.

Table 11 Concrete mixing reliability test

Division		30sec	45sec	60sec	90sec
Plain	Front(kg)	2.754	2.609	2.634	2.664
	Back(kg)	2.639	2.733	2.743	2.778
	rate(%)	4.18	4.54	3.97	4.10
30%	Front(kg)	2.559	2.589	2.592	2.614
	Back(kg)	2.733	2.743	2.719	2.732
	rate(%)	6.37	5.61	4.67	4.32
40%	Front(kg)	2.753	2.737	2.591	2.721
	Back(kg)	2.519	2.569	2.713	2.595
	rate(%)	8.50	6.14	4.50	4.63
50%	Front(kg)	2.558	2.729	2.608	2.612
	Back(kg)	2.746	2.545	2.721	2.734
	rate(%)	6.85	6.74	4.15	4.46

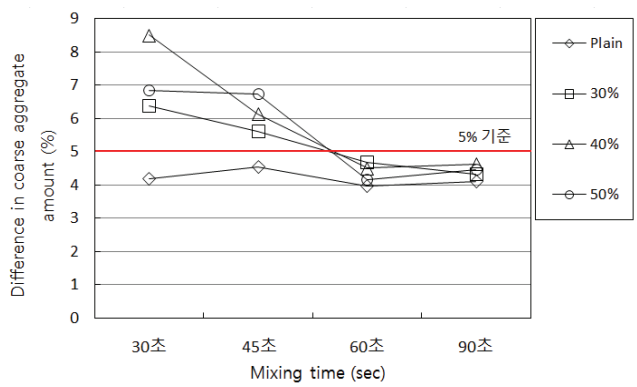

Fig. 4 Difference in coarse aggregate amount test results

4.4 건조수축

일반 고성능AE감수제와 순환골재용 고성능AE감수제를 사용하여 순환골재 콘크리트의 건조수축을 알아보기 위해 길이변화 시험을 하였다.

재령 1주에서 길이변화는 일반 고성능AE감수제 사용 시 순환굵은골재를 30% 치환하면 Plain 대비 101%, 40% 치환할 경우 85%, 50% 치환할 경우 155% 증가되었으며, 재령 2주에서는 30% 치환 시 56%, 40% 치환 시 65%, 50% 치환 시 86% 증가되었다. 또한 재령 4, 8주에서도 재령 2주와 유사한 증가율을 보였다. 재령 12주에서는 30% 치환 시 Plain 대비 44%, 40% 치환 시 36%, 50% 치환 시 64%의 증가율을 보였는데 순환굵은골재 30, 40% 치환에서는 약 40%의 증가율로 유사하였으나 50% 치환에서는 64%로 증가폭이 커지는 것을 알 수 있었다.

순환골재용 고성능AE감수제를 사용할 경우에는 재령 1주에서 순환굵은골재 30, 40, 50% 치환 시 Plain 대비 각각 35, 22, 34% 감소하였고 재령 2주에서는 각각 23, 13, 5% 감소하였으며, 재령 4, 8주는 재령 2주와 유사한 감소율을 보였다. 재령 12주에서는 30% 치환 시 Plain 대비 29%, 40% 치환 시 18%, 50% 치환 시 7%로 순환굵은골재 치환율이 증가할수록 감소율은 작아지는 것으로 나타났으나 50% 까지 Plain보다 건조수축이 개선되었음을 알 수 있었다. 이는 순환골재용 고성능AE감수제 내에 건조수축을 개선할 수 있는 수축저감제 즉, 팽창제가 콘크리트의 건조수축을 억제하였기 때문으로 판단된다.

이에 순환골재 콘크리트를 생산할 경우에는 건축물에서의 건조수축 균열을 억제하기 위해서 일반 고성능AE감수제가 아닌 수축저감제가 함유되어 있는 순환골재용 고성능AE감수제를 사용하여야 할 것으로 판단된다.

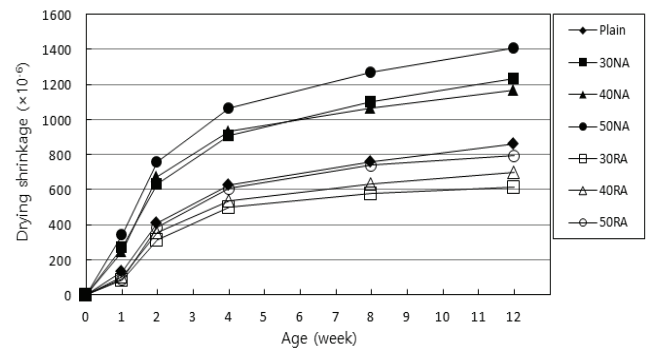

Fig. 5 Drying shrinkage test results

5. 결 론

본 연구는 용적률 및 건축높이 완화를 받고자 하는 현장에서 순환굵은골재를 30, 40, 50% 치환하였을 경우의 순환골재 콘크리트의 생산 시 혼합시간과 물리, 역학적 특성에 대해 분석하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1) 슬럼프에서는 일반 고성능AE감수제 사용 시 순환굵은골재의 치환율이 증가할수록 초기 슬럼프가 저하되는 것으로 나타났으며, 경시변화는 치환율이 증가할수록 Plain보다 슬럼프 감소가 높아지는 것으로 나타났다. 그러나 유지제가 높은 순환골재용 고성능AE감수제 사용할 경우에는 초기는 Plain과 유사하였으나 60분 경시변화에서는 Plain의 40mm 감소보다 오히려 개선된 15~20mm의 감소를 나타내어 순환골재 콘크리트 제조 시에는 유지제가 높은 혼화제 사용이 필요할 것으로 판단되었다. 또한 공기량에서는 혼화제의 종류에 상관없이 순환굵은골재를 50% 치환하여도 목표공기량을 만족하는 것으로 나타났다.
2) 압축강도는 순환골재용 고성능AE감수제 사용 시 순환굵은골재 30~50% 치환에서 Plain 대비 약 2~9% 강도가 증가하는 경향을 보였으나 일반 고성능AE감수제 사용 시에는 순환굵은골재 30, 40% 치환에서 압축강도 차이가 Plain과 유사하였으나 50% 치환에서는 강도가 약 10% 감소되어 향후 일반 고성능AE감수제와 순환굵은골재를 50% 사용할 경우에는 강도 저하에 대한 대비가 필요할 것으로 판단된다.
3) 순환굵은골재를 사용한 콘크리트의 균질한 혼합을 위해 실시한 KS F 2455의 실험에서 순환굵은골재를 30~50% 치환할 경우 최소 60초 이상은 혼합하여야 균질한 혼합의 기준이 되는 콘크리트 중의 단위 굵은 골재량의 차 5% 이하에 만족하는 값을 얻을 수 있을 것으로 판단되었다.
4) 건조수축에서는 일반 고성능AE감수제 사용에서 순환굵은골재 30~50% 치환 시 재령 12주에서 Plain 대비 각각 44, 36, 64% 길이변화가 증가하였으며, 순환골재용 고성능AE감수제 사용에서는 순환굵은골재 30~50% 치환 시 재령 12주에서 Plain 대비 각각 약 29, 18, 7%로 길이변화가 감소되어 건조수축이 개선되었다. 이는 순환골재용 고성능AE감수제 내에 건조수축을 개선할 수 있는 수축저감제가 콘크리트의 건조수축을 억제하였기 때문으로 판단된다.

상기와 같이 순환굵은골재 30, 40, 50% 치환한 콘크리트의 품질 제고를 위해서는 유지제가 높고 수축저감제가 함유되어 있는 순환골재용 고성능AE감수제를 사용하여야 할 것으로 판단되며, 향후 건축물의 주요 구조부에 고품질 순환골재 콘크리트의 안전한 적용이 가능할 것으로 판단된다.

References

1. Lee, J., Lee, B. C., Cho, Y. K., and Jung, S. H. (2016), Chloride diffusivity of concrete using recycled aggregate by strength levels, *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, 20(2), 102-109.
2. Ryou, J. S. (2003), An experimental study on the effect of recycled aggregate on concrete properties, *Magazine of concrete Research*, 54(1), 7-12.
3. Silva, R. V., de Brito, J., and Dhir, R. K. (2014), Properties and composition of recycled aggregates from construction and demolition waste suitable for concrete production, *Construction and Building Materials*, 65(29), 201-217.
4. Katz, A. (2003), Properties of concrete made with recycled aggregate from partially hydrated old concrete, *Cement and Concrete Research*, 33, 703-711.
5. Korean Ministry of Environment (2014), Basic plan for recycling construction waste (2nd).
6. Lee, W. S., Yun, H. D., Kim, S. W., Choi, K. S., You, Y. C., and Kim, K. H. (2007), The Effect of replacement ratio of recycled coarse aggregate on shear strength of reinforced concrete beams without shear reinforcement, *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 23(10), 3-10.
7. Nam, J. W., Kim, H. J., Kim, S. B., Kim, J. H. Jay and Byun, K. J. (2007), Evaluations of Structural Performance of Recycled Aggregate Concrete According to Replacement Ratios, *Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute*, (4), 54-64.

Received : 04/07/2020
Revised : 05/14/2020
Accepted : 05/21/2020

요 지 : 우리나라는 전체 폐기물 발생량 중 건설폐기물 발생량은 약 47.3%로 가장 많은 비중을 차지하고 있고 그 중 폐콘크리트가 약 62.8%로 재활용이 시급한 상황이다. 이에 정부는 건설폐기물의 재활용을 촉진하기 위해 순환골재의 다양하고 폭넓은 활용을 권장하고 있다. 또한 건축물에 콘크리트용 순환골재를 사용할 경우 용적률, 건축높이 등 건축기준을 완화해주고 있다. 그 기준은 콘크리트용 순환골재 최대 25% 사용 시 용적률을 최대 15% 완화해 주는 조건이다. 이에 본 연구는 순환골재의 콘크리트용으로의 사용을 적극 권장하고자 콘크리트용 순환골재 사용 시 건축기준의 완화 내용을 검토하였고 순환골재 중 순환굵은골재을 사용하여 치환율에 따른 배치플랜트에서의 적정 혼합시간을 도출하였다. 또한 건조수축 개선을 위해 순환골재용 혼화제를 사용하여 순환굵은골재 치환율별 콘크리트의 물리, 역학적 특성에 대해 비교 분석하여 건조수축 개선 효과를 나타내어 향후 현장에 안정적으로 적용이 가능할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 건축기준완화, 순환골재, 순환골재콘크리트, 건조수축