

폐콘크리트로부터 골재재생에 관한 연구(II)

서형남* · 구상서 · 최영기 · 강승규 · 민경소 <라파즈한라시멘트 기술연구소>

문규돈 · 안석현 · 조재우 · 신정엽 · 김조웅 <한국전자재시험연구원>

1. 서 론

최근 세계 각국은 산업화의 진행에 따라 관련 산업 폐기물이 급격히 증가하고 있으며, 폐기물의 처리 및 활용에 대한 관심이 높아지고 있다. 국내에서도 1960~1970년대 이후 산업발전과 더불어 급격히 증가되기 시작한 콘크리트 구조물의 노후화로 도시 재개발, 재건축 및 환경정비 등이 진행되고 있으며, 이에 따라 건설폐기물의 양이 급증하고 있는 추세이다.

폐콘크리트는 전체 건설폐기물 발생량의 60% 이상을 차지하고 있으며 수집·운반 과정을 통하여 중간처리업체에서 재생골재로 생산되고 있다. 하지만 건설 폐기물 재활용에 대한 사회적 인식부족과 이에 대한 처리방법 및 기술연구의 미비로 인하여 품질향상에 많은 어려움을 겪고 있다. 또한 생산된 재생골재는 모르타르분 제거가 충분치 않아 흡수율이 높고, 결국 콘크리트용 골재로서는 부적합하며 재활용 실적 또한 낮아지고 있다. 국내 골재 자원의 경우 천연 강자갈 및 하천 모래는 이미 대량으로 개발되어 거의 고갈 단계에 도달하였으며, 많은 대형 골재채취장은 잇따라 허가 만료되어 현재 심각한 골재부족 현상을 초래하고 있다. 부족골재 충당을 위해 중국산 수입, 배타적 경제수역(EEZ)내에서의 골재채취 허가 등의 대책이 나오고는 있으나, 근본적인 해결책이 되지는 못하고 있는 실정이다.

따라서 공사현장에서 발생하는 폐콘크리트를 재생하여 콘크리트용 골재로 재활용 할 경우, 신규 골재의 반입량과 위탁 처리에 따른 비용을 줄일 수 있어 자원 재활용 및 원가절감 효과를

동시에 이룰 수 있다. 본 연구는 이러한 사회적 needs에 부응하고자, 1차 년도 연구에서 콘크리트용 골재 기준에 적합한 재생 굵은골재 제조 조건을 도출하였고 일반 재생골재를 이용한 콘크리트의 물성을 확인하였다. 본 내용에서는 금번 연구의 결과인 잔골재 재생 조건의 도출, 열처리 재생 굵은골재 및 잔골재를 사용한 콘크리트의 특성 등을 중심으로 서술하고자 한다.

2. 실험 방법

2.1 잔골재 재생 실험

본 실험에서 원 폐콘크리트로 사용된 것은 굵은 골재 재생시 사용하였던 제품과 동일한 건설 폐기물 수거업체인 W환경(청주소재)로부터 수집하였으며, 시료 중 포함되어 있는 적벽돌, 스폰지, 플라스틱, 고철 등의 이물질은 인위적으로 제거한 후 사용하였다.

잔골재 재생 처리 과정은 굵은 골재 재생 처리와 동일하게 먼저 Jaw crusher를 이용한 1차 기계적 처리 후, 자체 제작한 터널식 전기로로 열처리 하였으며, Ball mill을 이용하여 2차 기계적 처리를 행하였다. 이러한 처리 과정 후 5mm이하 0.15mm이상의 입도를 취해 재생 잔골재로 취했으며, 각 조건별 회수율, 입도분포, 조립율, 비중 및 흡수율 등의 특성을 분석하였다.

여러 가지 제조 조건 중에서 Ball charge는 재생 굵은 골재 제조 시 최적 조건으로 선정된 A type(table.1 참조)으로 고정하면서 실험을 진행하였고, 열처리 온도는 200~350℃, 볼밀의 회전

Table 1. Ball charge type A의 ball 구성 비율
(단위 : 개)

Ball Size	60mm	50mm	40mm	30mm
Number	10	20	30	60

수는 100~400, 볼밀의 RPM은 30~50 으로 변화시켜 보았다.

2.2 재생 골재를 이용한 콘크리트의 물성 실험

가. 실험 재료

본 실험에 사용된 시멘트와 골재의 특성은 각각 table. 2 및 table. 3과 같다. 시멘트는 A사의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였고, 천연 굵은 골재는 국내산 쇄석을, 천연 잔골재는 하천사를 사용하였다. 일반 재생 골재는 현재 골재 재생 업체에서 생산되고 있는 골재를, 열처리 재생 굵은골재는 「열처리온도 350℃-회전수200-RPM30」 그리고 열처리 재생 잔골재는 「열처리온도 200℃-회전수100-RPM50」의 조건으로 제조된 것을 사용하였다.

나. 콘크리트 배합

재생 골재 사용 콘크리트의 물성과 천연 골재 사용 콘크리트와의 물성 비교를 위한 콘크리트 배합비 다음 table. 4와 같다. 우선, 굵은 골재 비교 배합에서 잔골재는 모두 천연 잔골재를 굵은골재는 천연 굵은골재, 일반 재생 굵은골재, 열처리 굵은골재 등 3가지를 사용하였다. 잔골재 비교 배합의 경우, 굵은 골재는 모두 천연 골재를 사용하였고, 잔골재는 일반 천연 잔골재와 재생 잔골재를 치환(20%, 100%)한 골재를 사용하였다. 각 조합에서 물/시멘트비는 50%로 하였고, 콘크리트의 비빔은 강제식 콘크리트믹서를 이용하여 시멘트, 잔골재, 굵은 골재를 믹서에 넣고 건비빔을 약 30초간 실시한 후 물을 가하여 혼합하였다.

다. Fresh 콘크리트의 특성

콘크리트의 굳기전 특성은, 슬럼프 시험, 공기량 측정, 단위용적 중량 등의 실험을 KS F 2401(굳지 않은 콘크리트의 시료채취방법), KS F 2402(포틀랜드 시멘트 콘크리트의 슬럼프 시험방법), KS F 2421 그리고 KS F 2409 등 관련 규격을 참조하여 시행하였다.

Table 2. OPC의 물리특성 및 화학성분

물리특성					화학성분 (%)									
비중	분말도 (cm ² /g)	용결도(분)		안정도 (%)	압축강도 (kgf/cm ²)			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	lg.loss
		초결	종결		3일	7일	28일							
3.15	3,235	293	384	0.09	202	273	361	21.91	6.29	3.02	61.73	2.86	2.26	1.37

Table 3. 사용 골재의 특성

잔 골 재				굵 은 골 재			
분 류	비중	흡수율 (%)	단위용적중량 (kg/m ³)	분 류	비중	흡수율 (%)	단위용적중량 (kg/m ³)
일반 천연	2.51	0.94	1,686	일반 천연(쇄석)	2.60	1.5	1,650
열처리 재생	2.37	4.40	1,391	열처리 재생	2.57	1.75	1,630
-	-	-	-	일반재생	2.20	5.5	1,501

Table 4. 재생골재 사용 콘크리트 배합비

굵은 골재	W/C(%)	S/A	단위중량(kg/m ³)			
			물	시멘트	굵은골재	잔골재
일반 천연 골재(쇄석)	50	43	175	350	969	781
열처리 재생 굵은 골재	50	43	175	350	937	781
재생 굵은 골재	50	43	175	350	833	781

잔 골재	W/C(%)	S/A	단위중량(kg/m ³)				
			물	시멘트	굵은골재	일반잔골재	재생잔골재
일반 천연 잔골재	50	43	175	350	1013	764	-
재생 잔골재 20% 치환	50	43	175	350	1013	599	149
재생 잔골재 100% 치환	50	43	175	350	1013	-	705

라. 경화 콘크리트의 특성

콘크리트의 굳은 후의 특성은 압축강도, 동결융해 저항성 시험, 길이변화 및 중성화 시험 등에 대하여 실시하였다. 압축강도 측정은 KS F 2405(콘크리트의 압축강도 시험방법)에 따라 측정하였고, 동결융해저항성 시험은 KS F 2456(급속동결에 대한 콘크리트의 저항 시험방법)에 규정하고 있는 기준동결 수중융해의 B법에 따라 측정하였다. 동결융해 시험용 시험체는 14일간 수중양생 후 동탄성계수를 측정하고, 길이와 중량을 측정하여 이를 시험의 기준 시점으로 하고 50, 90, 120, 160, 230 cycle 간격으로 측정하였다. 230 cycle이 되거나 상대동탄성계수가 60% 이하가 되는 경우에는 시험을 종료하였다.

콘크리트 길이변화 시험은 KS F 2424(모르타르 및 콘크리트의 길이변화 시험방법)에 의하여 10×10×40cm의 콘크리트 시험체를 제작, 탈형 후 주 1회 9주 동안 실험하였다. 콘크리트의 중성화 저항성을 조기에 판단하기 위하여 탄산가스의 농도를 높여 행한 촉진 중성화시험 방법은 10×10×40cm 콘크리트 시험체를 제작하여 중성화 반응기 안에서 25±3°C, 상대습도 80%, 탄산가스 농도 5%의 분위기하에 골재별 콘크리트의 1주, 2주, 4주, 5주 간 중성화 시험을 행한 후, 페놀프탈레인 1% 용액을 분무하고, 콘크리트 표면에서 착색부분까지의 깊이를 3개소에서 버니어캘리퍼스 로 측정하여 그 평균값을 중성화 깊이로 하였다.

3. 실험 결과

3.1 잔골재 재생 실험 결과

가. 잔골재 회수율

잔골재 재생을 위한 원콘크리트의 열처리 온도별, 볼밀의 RPM 및 회전수(Count) 변화에 따른 회수율 측정 결과는 다음 table.5와 같다.

열처리 온도 (200~350°C) 변화에 따른 회수율 변화는, 상대적으로 낮은 150 이하의 회전수 조건에서는 온도가 높을수록 잔골재 회수율이 높아지는 경향을 보이지만, 회전수 200 이상의 높은 조건에서는 일정한 경향을 단정 짓기 힘들지만, 오히려 감소하는 경향을 약간 보이고 있다. 상대적으로 낮은 회전수에서 열처리 온도가 높을수록 회수율이 높아지는 것은 굵은 골재 재생에서의 회수율과 연관되는 원인 즉, 열처리 온도가 높을수록 원콘크리트에 부착되어 있는 시멘트 모르타르의 탈락이 용이해 지기 때문으로 사료된다. 또, 회전수 200이상의 높은 조건에서 열처리 온도가 높을수록 회수율이 오히려 감소하는 이유는 회전수가 높아질수록 볼밀에서의 기계적 마찰과 충격량이 커지고 동시에 열처리 온도 상승에 의해 골재 표면 모르타르의 물리적 구조가 약해져서 0.15mm이하의 미립분이 증가하면서 잔골재의 회수율이 감소하는 것으로 사료된다.

Table 5. 잔골재 회수율 변화

(Unit : %)

Temp. (℃)	RPM	Count					Temp. (℃)	RPM	Count				
		100	150	200	300	400			100	150	200	300	400
200	30	32.8	40.9	44.2	42.4	49.6	300	30	27.0	29.0	37.5	26.4	31.4
	40	34.8	43.8	43.6	50.2	57.6		40	39.0	51.3	44.6	46.7	40.9
	50	36.1	48.4	40.3	46.9	57.5		50	46.6	47.9	35.4	30.4	27.8
250	30	35.2	45.6	42.9	50.9	50.2	350	30	36.8	46.7	50.4		
	40	39.1	48.3	36.7	47.4	53.7		40	43.9	51.1	56.6		
	50	38.1	44.8	44.5	46.3	52.9		50	44.5	50.0	51.1		

볼밀의 RPM 변화시, 30RPM 보다는 40과 50RPM의 조건에서 회수율이 높아지는 것을 확인할 수가 있었다. 그러나 RPM의 증가대로 회수율이 순차적으로 증가하지는 않는다.

나. 입도분포와 조립율

재생 잔골재의 조립율 측정결과는 table.6에, 열처리 온도 250℃에서 회전수와 RPM 변화에 따른 입도분포 변화는 fig.1에 나타내었다.

조립율 변화를 보면, 낮은 회전수에서는 온도가 높을수록 낮아지는 경향을 그리고 높은 회전수에서는 특별한 경향을 보이지는 않으며 전반적으로 열처리 온도에 따른 조립율의 변화는 크게 관찰할 수가 없었다. 낮은 회전수에서 약하게나마 열처리 온도 상승에 따라 잔골재의 조립율이 감소하는 것은 열처리 온도 상승과 함께 부착 페이스트 조직의 손상이 커져 결국 미립분 생성이 용이해지기 때문이라 생각되며, 높은 회전수에서 열처리 온도가 높아질수록 이러한 경향이 없어지는 것은 회수율에서의 경향과 마찬

가지로 볼밀에서의 기계적 마찰과 충격량이 커져, 0.15mm이하의 미립분 생성이 많아지기 때문으로 사료된다.

볼밀의 RPM 변화시, 일부의 결과를 제외하고 전체적으로 RPM이 증가할수록 조립율이 증가하는 뚜렷한 경향을 발견할 수가 있다. 이것은 볼밀의 RPM이 증가할수록 마찰에 의한 분쇄보다는 볼의 충격작용에 의한 분쇄 정도가 커지기 때문에 미립분 보다는 상대적으로 큰입자의 생성이 용이해지기 때문으로 판단된다.

잔골재 재생을 위한 각 조건 변화별 재생 잔골재의 입도분포와 조립율은 열처리 온도 보다는 밀링 회전수와 회전속도의 영향이 상대적으로 더 컸다.

다. 잔골재의 비중 및 흡수율

재생 잔골재의 비중과 흡수율 모두 열처리 온도 및 분쇄 조건에 따른 차이를 발견하기가 힘들었다. 특히 비중의 경우에는 각 조건 변화별로 큰 차이 없이 거의 유사한 값을 나타내는 것

Table 6. 잔골재 조립율 변화

(Unit : %)

Temp. (℃)	RPM	Count					Temp. (℃)	RPM	Count				
		100	150	200	300	400			100	150	200	300	400
200	30	2.27	2.09	1.88	1.50	1.38	300	30	2.13	2.10	2.06	1.51	1.80
	40	2.37	2.18	1.95	1.72	1.56		40	2.47	2.22	1.99	1.37	1.74
	50	2.58	2.40	2.00	1.83	1.71		50	2.50	2.34	2.10	1.10	1.46
250	30	2.24	2.10	1.87	1.67	1.42	350	30	2.20	2.02	1.89	-	-
	40	2.42	2.22	1.65	1.77	1.55		40	2.34	2.15	2.12	-	-
	50	2.52	2.35	2.17	1.83	1.70		50	2.55	2.32	2.09	-	-

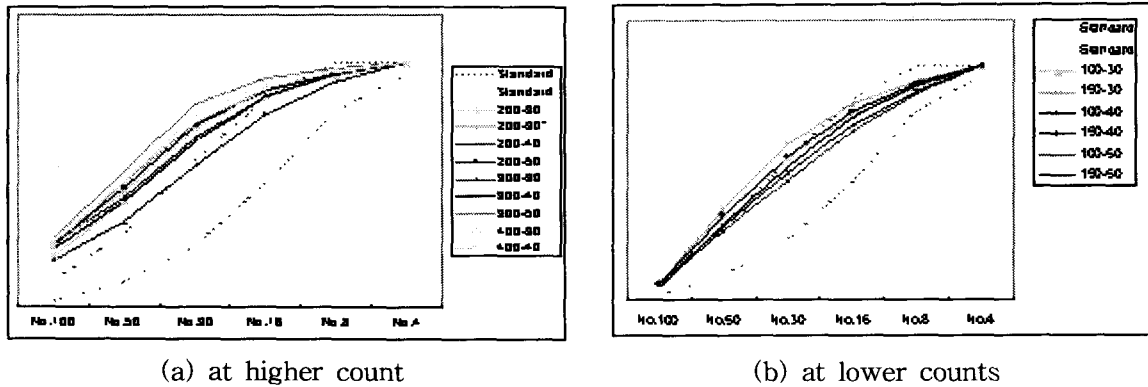


Fig. 1 열처리 온도 250℃에서 회전수, rpm 변화별 잔골재의 입도분포 변화

Table 7. 잔골재의 비중, 흡수율 변화

Count	100				100				150			
	40				50				50			
RPM												
온도 (℃)	200	250	300	350	200	250	300	350	200	250	300	350
비중	2.31	2.27	2.29	2.28	2.24	2.26	2.25	2.24	2.31	2.28	2.29	2.34
흡수율(%)	5.94	6.19	5.89	5.38	7.10	6.46	6.89	7.21	5.08	5.79	5.19	4.52

을 확인할 수가 있었는데, 이는 원 콘크리트를 구성하고 있는 굵은 골재와 모르타르 중 잔골재로 재생되는 성분은 주로 모르타르의 탈락에 의한 것으로 각 재생 조건 변화에 의해서는 모르타르의 성분 변화보다는 양의 증감이 더 크기 때문으로 판단된다.

흡수율의 경우 각 재생 조건별로 차이는 나타나고 있지만, 본 실험 data상만으로는 확실한 경향을 판단내리기가 어려웠다. 재생 잔골재의 흡수율은 그 구성 성분 중 시멘트 페이스트의 함량에 따라 크게 변하게 되는데 본 실험의 조건에서는 영향 인자를 파악하기 힘들었다. 다만, 조립율과 입도분포의 결과로부터 높은 열처리 온도와 높은 회전수 조건에서 0.15mm이하의 미립분이 많아지는 것을 참조해 볼 때, 이러한 조

건이 흡수율에는 유리할 것으로 예상된다. 잔골재 재생 조건의 변화에 따른 비중과 흡수율 변화는 다음 table.7에 나타내었다.

3.2 콘크리트의 물성

가. 공기량

굳지 않은 콘크리트의 공기량 측정 결과를 아래 table.8에 나타내었다. 재생 굵은 골재의 경우 두 종류 모두 일반 천연 골재를 이용한 콘크리트에 비하여 높은 공기량을 나타내는 것을 알 수 있다. 잔골재의 경우 잔골재 치환율이 20%에서 100%로 증가함에 따라 일반 천연 잔골재를 사용한 콘크리트에 비하여 공기량이 증가함을 알 수 있다. 이러한 결과는 재생 골재 콘크리

Table 8. 굳지 않은 콘크리트 공기량

굵은 골재 사용			잔골재 사용		
일반 천연	열처리 재생	일반 재생	일반 천연	20% 치환	100% 치환
5.9	6.2	7.0	5.8	6.7	7.9

Table 9. 굳지 않은 콘크리트의 단위용적중량

구분	일반쇄석	열처리 재생골재	일반 재생골재
단위용적중량 (kg/m ³)	2,215	2,174	2,107

트의 굳지 않은 콘크리트에서 보이는 일반적인 경향으로 재생 골재의 부착 모르타르 영향과 골재 파쇄에 따른 균열 등에 기인한 것으로 사료된다.

나. 단위용적중량

일반 재생골재의 단위용적중량이 일반 천연 골재와 열처리 재생 골재보다 작게 나온 것을 볼 수 있는데, 이는 일반 재생 굵은골재는 비중이 2.20로 낮지만, 일반 천연골재와 열처리 재생 골재는 2.57-2.6정도로 상대적으로 높기 때문이다. 굳지 않은 콘크리트의 단위용적중량은 콘크리트를 구성하는 골재의 비중에 많은 영향을 받

는다. 다음 table9.에 단위용적중량 측정 결과를 나타내었다.

다. 슬럼프

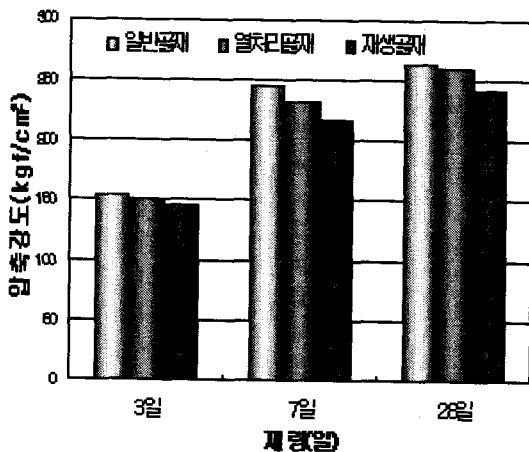
다음 table.10에 재생 골재 적용에 따른 굳지 않은 콘크리트의 슬럼프 결과를 나타내었다. 재생 콘크리트의 슬럼프 값은 일반 천연 골재를 사용한 콘크리트와 비교해서 약간 작게 되는 경향이며, 이는 흡수율이 높은 재생 잔골재의 사용량의 증가에 따른 단위수량의 감소에 의한 것으로 생각된다. 재생골재를 사용 할 경우에 쇄석 콘크리트와 동일한 컨시스턴시를 얻기 위해서는 단위수량을 3~8kg/m³정도 증가할 필요가 있을 것이다.

라. 압축강도

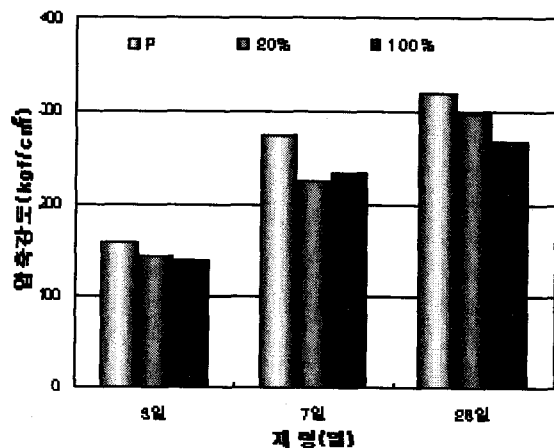
재생 골재를 이용한 콘크리트의 압축강도의 경우 먼저 굵은 골재에서 일반 천연 골재를 이용한 콘크리트와 열처리 재생 골재의 경우 Fig.2 (a)에 보이는 것처럼 28일 강도에서 263 kgf/

Table 10. 굳지 않은 콘크리트의 슬럼프

굵은 골재 사용			잔골재 사용		
일반 천연	열처리 재생	일반 재생	일반 천연	20% 치환	100% 치환
15	14	11	16	14	11.5



(a) Coarse aggregate



(b) Fine aggregate

Fig. 2 콘크리트의 압축강도

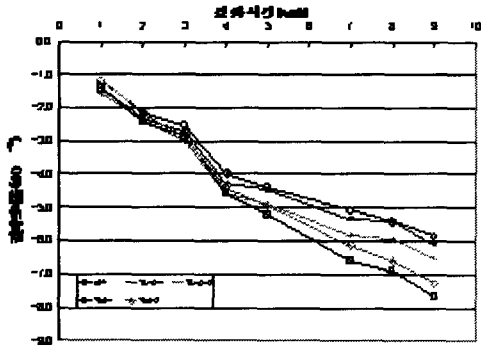


Fig. 3 콘크리트의 길이변화율

cm², 259 kgf/cm² 으로 비슷한 압축강도 값을 나타냈다. 하지만 일반 재생 골재 콘크리트의 경우 241 kgf/cm²로 다른 콘크리트에 비하여 낮은 경향을 나타냈다. 재생 잔골재 치환율에 따른 콘크리트의 압축강도는 치환율과 상관없이 일반 천연 잔골재를 이용한 콘크리트 보다 모두 낮은 값을 나타냈다. 재생 잔골재 치환율에 따른 콘크리트의 압축강도는 치환율이 20%에서 100% 증가함에 따라 Fig.2 (b)에 보이는 것처럼 일반 골재 319 kgf/cm²에 비하여 약 7%, 17% 정도 감소하였다.

마. 건조수축에 의한 길이 변화

콘크리트의 건조수축에 영향을 미치는 주요 인자로는 시멘트, 골재의 입형, 함수비 및 배합 성분 등이 있고, 또한 건조수축은 콘크리트의 수분손실률, 부재의 크기 및 형상, 환경요인 및 건조에 노출된 시간 등에 따라서 많은 영향을 받는다. Fig.3에서 알 수 있듯이 모든 종류의 시료에서 3주 이후 많은 수축이 발생하고, 2 종류의 재생 골재 콘크리트의 경우 일반 천연 골재를 이용한 콘크리트에 비하여 조금 많은 수축을 보이고 있다. 특히 일반 재생골재의 경우에는 상대적으로 많은 수축이 발생하는걸 알 수 있다.

바. 동결융해에 대한 특성

동결융해 사이클의 변화에 따라 콘크리트는 표면에 균열 이외에 부풀어 오르는 현상(swelling)이 나타나거나 부분적으로 껍질이 벗겨지는 현

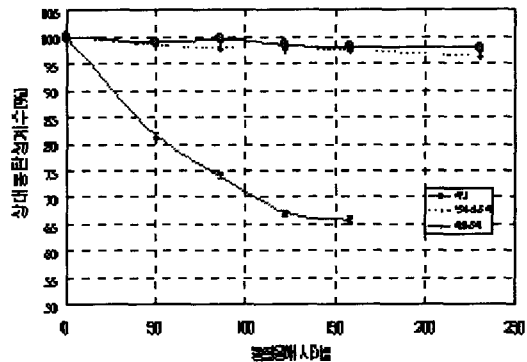


Fig. 4 콘크리트의 상대 동탄성 계수

상(scaling) 등의 상태 변화가 나타난다. 동결융해 작용에 의해 콘크리트 중의 자유수가 동결되어 약 9%의 체적이 팽창되므로 콘크리트 내부에 큰 팽창압이 발생되어 조직을 파괴시킨다. 본 실험에서 일반 천연 골재를 사용한 콘크리트와 열처리 재생 골재 콘크리트의 경우 fig.4와 같이 약 230 cycle 후의 상대동탄성계수가 약 96%이상으로 비슷한 결과를 나타내고 있다. 그러나 일반 재생 골재를 사용한 콘크리트의 경우 초기부터 급속히 감소하는 경향을 보여, 약 160 cycle 이후 콘크리트가 파괴되는 현상을 관찰할 수가 있었다. 이것은 일반 재생 골재 표면에 있는 상대적으로 많은 양의 모르타르에 기인한 것으로 사료된다.

사. 중성화에 대한 특성

재생골재를 이용한 콘크리트의 중성화 시험 결과는 fig.5와 같다. 일반 골재 콘크리트와 열

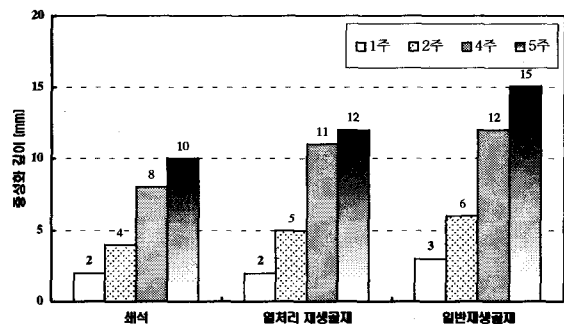


Fig. 5 중성화에 의한 침투 깊이

처리 재생 골재 콘크리트의 경우 비슷한 침투 깊이를 보였으나, 일반 재생 골재를 사용한 콘크리트의 경우 다른 종류의 콘크리트에 비하여 높은 값을 나타내고 있다. 이는 일반 재생 골재 콘크리트의 경우 재생 골재에 붙어 있는 모르타르에 알칼리양이 상대적으로 많아 중성화가 촉진된 것으로 사료된다.

4. 결 론

폐콘크리트로부터 잔골재를 재생하기 위해 여러 가지 조건 변화에 따른 잔골재의 특성 실험과 본 연구를 통해 제조된 열처리 재생 굵은골재 및 잔골재의 콘크리트 성능에의 영향을 파악하기 위해 행한 실험 결과, 아래와 같은 결론을 얻을 수 있었다.

■ 잔골재 재생 실험 결과,

- 재생 잔골재의 회수율은 열처리 온도 및 볼밀의 회전수와 RPM등에 영향을 받지만, 모든 조건에서 30% 이상의 높은 회수율을 얻을 수 있었다.
- 재생 잔골재의 비중은 각 재생 조건변화에 큰 영향을 받지 않는다.
- 재생 잔골재의 조립율과 입도분포는 열처리 온도보다는 볼밀의 회전수와 RPM 변화에 더 큰 영향을 받는다.
- 재생 잔골재의 흡수율은 본 실험의 조건에서 는 영향 인자를 파악하기 힘들었지만, 높은 열처리 온도와 높은 회전수 조건에서 낮아 질 것으로 예상된다

■ 열처리 재생 잔골재의 콘크리트 특성 실험 결과,

- 열처리 재생 굵은 골재의 경우 비중 2.57, 흡수율 1.75%, 마모율 31.9% 등 모든 부분에서 일반 천연 골재와 거의 동등한 성능을 보였다.

- 열처리 재생 굵은골재를 사용한 콘크리트의 경우, 일반천연 굵은 골재를 사용한 콘크리트에 비해 공기량 증가, 슬럼프 감소, 단위용적 중량 감소 등의 경향을 나타내지만 그 차이는 크지 않았다.

- 재생 잔골재의 경우 잔골재 치환율이 20%에서 100%로 증가함에 따라, 공기량이 증가하고 슬럼프는 감소하는 경향을 나타내었다.

- 압축강도 측정 결과, 일반 굵은골재를 사용한 콘크리트와 열처리 재생 굵은골재 콘크리트의 경우 28일 압축 강도에서 263 kgf/cm², 259 kgf/cm² 으로 비슷한 압축강도 값을 나타내어, 일반 재생골재 콘크리트의 241 kgf/cm²에 비하여 양호한 결과를 나타냈다. 재생 잔골재 치환율에 따른 콘크리트의 28일 압축강도는 치환율이 20%에서 100% 증가함에 따라 일반 골재 319 kgf/cm²에 비하여 약 7%, 17% 정도 감소하였다.

- 길이변화 실험 결과, 재생 골재 콘크리트의 경우 일반 천연 골재를 이용한 콘크리트에 비하여 조금 많은 수축을 보이고 있다. 특히 일반 재생골재의 경우에는 상대적으로 많은 수축이 발생하였다.

- 동결융해저항성 실험 결과, 일반 천연 골재를 사용한 콘크리트와 열처리 재생 골재 콘크리트의 경우 약 230 cycle 후 상대동탄성계수가 약 96% 이상으로 비슷한 결과를 나타내고 있다.

- 중성화 침투 깊이 측정 결과 재생 골재를 이용한 콘크리트의 경우 일반 골재 콘크리트에 비하여 상대적으로 침투 깊이가 깊었다.

이상의 결과를 바탕으로 금번 연구결과를 종합해 보면, 열처리를 통한 재생 굵은 골재는 일반 천연와 동등한 물성을 나타냄을 확인하였고, 재생 잔골재의 경우 천연골재에 20% 혼합 사용 시 콘크리트용 골재로의 사용 적용 가능성을 확인할 수가 있었다.

< 참고 문헌 >

- 1) 김동환, 폐콘크리트용 고강도 시멘트질 모르타르의 개발에 관한 연구, 중앙대학교 건설대학원, 1996
- 2) 배규웅, "폐콘크리트의 재생 및 재활용방안", 레미콘, 25, pp. 26-35, 1993
- 3) 김무한, 재생골재의현황 및 재활용방안, 콘크리트학회지, Vol.9, No.6, 1997
- 4) 정재동 외 1, 폐기물의 유효 이용과 콘크리트, 콘크리트 학회지, Vol.12, No. 5, 2000
- 5) 폐콘크리트의 재활용기술 개발방안에 관한 연구, 한국자원재생공사, 1996
- 6) T. Ishikura 외, Development of production techniques on high quality recycled aggregate, 콘크리트공학, Vol.37, No.7, 1999
- 7) M. Tamura 외, Development of Recyclable concrete based on material conservation, Vol.38, No.11, 2000.
- 8) 월간 폐기물 편집부, 건설폐기물의 발생 및 재활용, 월간폐기물, Vol.3, No.3, 2002