

현장파쇄 재생골재를 사용한 부체도로 콘크리트 포장

Concrete Pavement for the Access Road using Recycled Concrete Aggregate Crushed in-situ

심재원*
Shim, Jae Won

김진철*
Kim, Jin Cheol

조규성**
Jo, Kyu Seong

최강식***
Choi, Kang Sick

ABSTRACT

In this study, the recycled concrete aggregates crushed in-situ were used for the access road pcc (portland cement concrete) pavement. Based on laboratory results, the properties of materials, mixture proportioning, blend rates, and application conditions were investigated prior to trial application, and the various problems on recycled concrete aggregate under construction have been comprehensively checked.

1. 서론

건설폐기물은 높지 않은 기술수준으로 쉽게 재활용할 수 있고 다른 산업폐기물에 비하여 상대적으로 적은 유해성 때문에 자원을 재활용하려는 많은 사람들의 관심의 대상이 되어왔다. 그러나, 발생시기가 편중되는 특성과 재활용 처리와 사용상의 어려움으로 대부분의 재활용이 건설공사의 성토, 복구용 저급재료와 같은 단순용도로 그 활용이 국한되어 있다. 또한, 재활용에 대한 기술적 관심도 재생콘크리트의 생산이나 역학적 특성에 편중되어 대용량 취급이 필요한 도로용 재료로의 활용사례는 미미한 실정이다.

그동안 정부는 건설폐기물의 재활용을 촉진시키기 위하여 '폐기물 관리법,' '자원의 절약 및 재활용 촉진에 관한 법률' 등을 제정하여 많은 시행착오를 거치며 재활용 품도의 정착에 일조하고 있으며, 특히 2003년 12월에는 '건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률'을 통과시켜, 그동안 논란을 일으켰던 분리발주, 용도별 품질 및 설계시공 지침과 품질인증제도 도입 등에 대한 제도적 장치를 마련하여 건설폐기물의 특성을 고려하고 있다. 그러나, 적합한 재활용시스템이 뒷받침되지 못하는 제도로는 허울뿐인 통계만을 산출하는 한계에 봉착할 수밖에 없다.

따라서, 본 연구에서는 고속도로에서 발생하는 폐콘크리트를 현장에서 파쇄하여 도로용 재료로 활용하는 연구의 일환으로 용도를 부체도로 콘크리트 포장으로 확장하여 실내실험 결과를 토대로 적용에 필요한 재료특성, 재료 혼합비 및 최적 배합비를 도출하였고, 시험시공에 선행하여 현장조건을 확인한 뒤, 시공을 통해 폐콘크리트 재생골재의 경제성, 시공성 및 재령별 구조성능을 확인하였다.

* 정회원, 한국도로공사 도로교통기술원 책임 연구원

** 정회원, 한국도로공사 도로교통기술원 과장

*** 정회원, 한국도로공사 도로교통기술원 연구원

2. 시험시공

2.1 시험시공 조건

포장층은 시공조건에 따라 지배인자가 다양하므로 천연골재와 임팩트 크러셔로 현장·파쇄한 재생골재를 부체도로 포장 콘크리트에 재료의 혼합비율(3:7,5:5,7:3의 3종류)을 변수로 단순화시켜 적용성을 평가하였다(그림1). 품질특성은 현장에서 제작한 공시체의 휨강도, 할렬인장강도 및 압축강도를 측정하여 천연골재만으로 제작한 공시체와 비교하였으며, 각각의 시공단계마다 슬럼프, 공기량을 확인하고, 각 배합마다 코어채취용 소형 슬래브를 제작하여 배합별 강도를 비교하고자 하였다.

표층 (T=20cm B=3m)	천연-재생비율 3:7		천연-재생비율 5:5		천연-재생비율 7:3	
선택층 (T=20cm B=4m)	Φ 100mm	Φ 75mm	Φ 40mm		Φ 100mm	
노상 (VAR)	3 @ 70m (표층) = 210m					

그림 1. 시공단면

2.2 시험시공 내용

(1) 시공재료

사용된 재료의 기초물성은 표1과 같으며, 재생골재의 입도분포는 그림2와 같다. 재생골재의 흡수량이 9배까지 큰 차이를 보여 수량조절의 어려움이 예상되었지만 시공상의 문제는 없을 것으로 판단되며 재생골재의 최대치수가 작은 것은 6mm와 40mm의 스크리닝 때문이다.

본 시험시공의 시방배합과 현장배합표는 각각 표2와 표3과 같다. 재생골재의 사용수량이 상당히 많을 것이라는 예상과는 달리 약간의 수량조절만으로도 배합이 가능하였다.

표2에 휨강도 결과만을 정리하였지만, 압축강도 및 할렬 인장강도에서도 혼합비 5:5의 경우가 가장 높은 값을 보여 재생골재 혼합비율은 강도에 지배적인 영향인자가 아님을 확인하였다.

표 1 재생골재의 비중, 흡수율, 단위용적중량 및 마모율

분쇄기	비중	흡수율(%)	단위용중(kg/m ³)	마모율(%)	비고
재생골재	2.41	6.3	1,423	30	
천연 (19mm)	2.66	0.7	1,540	19.7	
천연 (32mm)	2.64	0.6	1,586	16.1	
강사	2.59	1.1	1,482	-	조립율 2.9

표 2. 포장 콘크리트 시방배합

	w/c (%)	s/a (%)	unit weight(kg/m ³)						AE제 (%)	Slump (cm)	Air (%)	B.S
			W	C	S	G ₁₉	G ₃₂	RCA				
Plain	45	41	167	371	699	431	641	0	0.3C	6	5.2	49
3 : 7	45	41	170	378	711	294	438	286	0.3C	6	6.0	43
5 : 5	45	41	170	378	711	210	313	476	0.3C	6	4.0	55
7 : 3	45	41	170	378	711	126	188	667	0.3C	6	7.0	52

표 3. 포장 콘크리트 시험시공에 사용된 현장배합

	w/c (%)	s/a (%)	unit weight(kg/m ³)						AE제 (%)	Slump (cm)	Air (%)
			W	C	S	G ₁₉	G ₃₂	RCA			
Plain	45	41	156	347	731	427	673	0	0.3C	15	3
3 : 7	45	41	160	356	725	299	446	291	0.3C	12.5	2.5
5 : 5	45	41	154	342	718	221	329	500	0.3C	12	2
7 : 3	45	41	154	342	718	132	197	700	0.3C	16	1

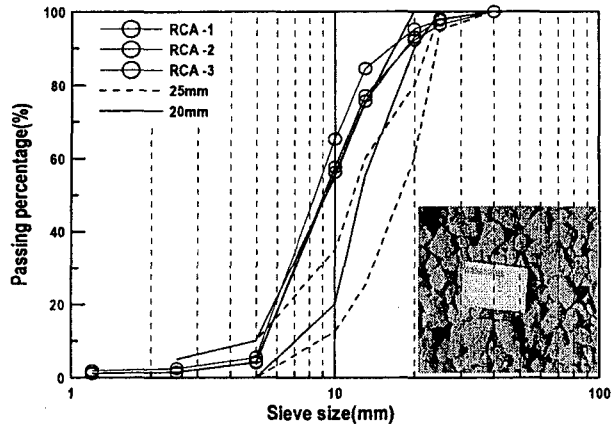


그림 2 시험시공에 사용된 재생굼은골재 입도분포

(2) 포장 콘크리트 시험시공

포장 콘크리트의 시공은 그림 4와 같이 거꾸집을 설치하고 15분 거리에 위치한 배치플랜트에서 레미콘 트럭으로 콘크리트를 운반하여 인력작업으로 완성하였다. 현장시험은 생산된 콘크리트의 물성을 확인하기 위해서 골재 혼합비별로 슬럼프와 공기량을 측정하고, 현장에서 소형 슬래브와 공시체를 제작하여 재령 7일, 28일 강도를 측정하였다(그림3).

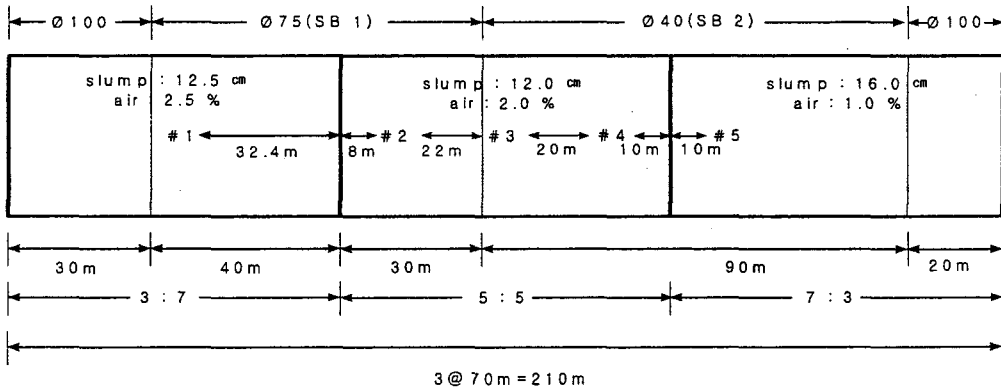


그림 3 골재 비율별 부체도로 포장 콘크리트 시공도

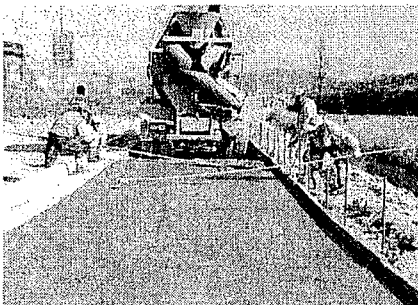


그림 4 포장콘크리트 시공

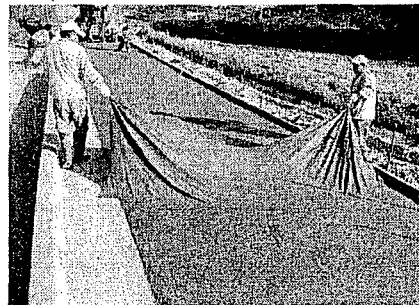


그림 5 포장콘크리트 면 마감

3. 시험시공 결과 및 고찰

재생콘크리트의 압축 및 휨 강도의 경우 재령 7일에서는 재생골재를 혼합한 콘크리트가 오히려 높은 강도를 나타내었으나 재령경과에 따라 혼합률에 관계없이 유사한 결과를 보였다(그림6). 이것은 재생콘크리트에 관련한 기존 연구결과와 상반되는 결과로서 굵은 골재의 입도가 그 원인으로 판단된다.

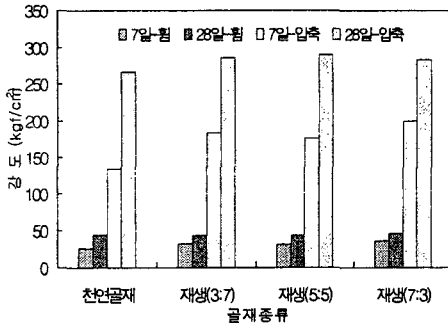


그림 6 재생골재 혼합률별 압축강도

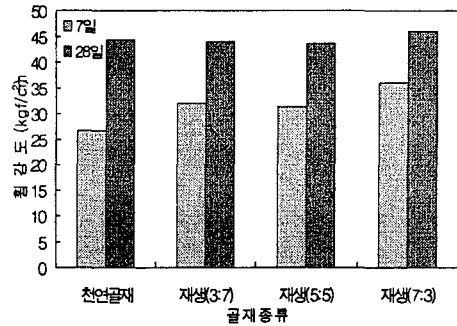


그림 7 재생골재 혼합률별 할열인장강도

할열 인장강도는 초기에는 큰 차이가 없으나 재령 28일 인장강도는 재생골재 혼합률 증가에 따라 인장강도가 다소 증가하였지만, 결론적으로는 본 시험시공에서 사용된 재생골재 혼합률에 따른 제 강도변화는 큰 차이가 없음을 알 수 있다.

4. 결론

재생골재를 부체도로 포장콘크리트에 적용하여 시공성 및 강도특성 등을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 부체도로 포장콘크리트에 재생골재의 혼합률을 변화시키면서 시공성 및 제 강도를 측정된 결과, 혼합률에 따른 유의성은 발견할 수 없었다. 임팩트 크러셔의 파쇄효과로 오히려 골재 최대치수가 작아져 강도에는 유리하게 작용하는 것으로 판단된다.
2. 재생골재의 높은 흡수율로 인한 배합수량 조절문제도 실제 적용상에는 큰 무리가 없었으나, 골재 혼합율이 높아질수록 인력 타설시의 작업성은 다소 떨어지는 것을 확인할 수 있었다.

상기 결과를 토대로 부체도로는 교통량이 적고 특히 중차량 통행빈도가 낮으므로 소요물성만 확보된다면 현장파쇄 재생골재의 적용이 가능한 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Hansen, T.C., Narud, H. (1983). "Strength of Recycled Concrete made Crushed Concrete Aggregate" Concrete International p.79~83
2. Yrjanson, W.A. (1989). Recycling of Portland Cement Concrete Pavements. NCHRP
3. 이진용 (2000), 노후된 시멘트 콘크리트 포장재료의 재활용, 도로포장공학회, 제2권, 4호, p13~19
4. 최민수 (1998), 건설폐기물의 처리현황 및 재활용 정책, 대한토목학회지, 제46권, 제12호, p5~10