

# 폐콘크리트를 재활용한 소도로 포장에 관한 연구

## Recycling Waste Concrete for Low-Volume Road Pavement

김 광 우\* · 류 능 환\* · 최 영 규\*\*  
Kim, Kwang Woo · Ryu, Neung Hwan · Choi, Young Kyu

### Summary

This paper presents the results of field experience from an experimental pavement construction on a low volume road using recycled concrete. The recycled concrete was prepared by replacing a half of coarse aggregate with recycled aggregate. Virgin natural sand was used as fine aggregate together a plasticizer and a fly ash (0.8% and 5% by wt. of cement, respectively). The load bearing capacity of the subbase made of recycled aggregate was acceptable. The length, thickness and width of the pavement were 100m, 20cm and 3m, respectively. From construction experience, it was found that workability and finishability of the recycled concrete mixture were relatively poor, but strengths were satisfactory. Flexural strength, compressive strength and elastic modulus at 28 days were 54Kg/cm<sup>2</sup>, over 250Kg/cm<sup>2</sup>, and 220,000Kg/cm<sup>2</sup>, respectively. The construction could be performed by hand without much difficulty. The surface was finished smoothly by wet fabric and only minor cracks were found on the surface.

### I. 서 론

경제 성장에 따른 소득의 향상은 우리 국민 생활 수준을 크게 향상시켰다. 하지만 이러한 성장은 그간의 중앙 집중적인 사회 체제 안에서 도시 지역의 발전과 도시화를 촉진시켜 왔다. 따라서 많은 대도시의 형성과 그곳으로의 인구의 집중은 사회 간접 자본인 도로의 확충

및 포장 사업을 도시 지역에 우선 배정하게 하여 왔다. 하지만 국민소득의 향상은 도시뿐 아니라 농어촌 지역의 생활 수준도 향상을 가져와 농촌 주민들도 차량 및 대형 영농 장비를 소유하고 선진국형의 생활을 추구하고 있다. 따라서 農路 및 경작도 등도 모두 포장을 필요로 하나 농산업의 斜陽과 인구의 감소로 투자 우선 순위에서 제외되므로 써 점차 황폐

\* 강원대학교 농과대학

\*\* 강원대학교 대학원

키워드 : 폐콘크리트, 재생골재, 소도로재활용, 농촌도로, 포장

화되고 있다.

또한 경제 성장과 소득 증대는 각종 폐기물을 크게 증가시켜 환경문제를 유발하게 되었고, 이러한 폐기물의 투기 및 적체는 국민들로 하여금 재활용의 중요성을 인식하게 하였다. 특히 근년에 들어 노후 구조물의 재개발 및 재건축을 위한 철거는 막대한 건설폐기물을 발생시켜 이의 처분이 큰 문제로 대두되고 있다. 한편 이러한 건설물량의 증가는 또한 전국적으로 골재의 부족 현상을 초래하여 새로운 골재 대체 자원의 개발을 필요로 하게 되었다.

사계절이 뚜렷하고 장마철 강수량이 큰 우리 나라에서 비포장 도로는 매우 큰 문제거리가 되어 왔다. 장마 직후는 파손과 세굴 등으로 노면이 크게 거칠어져 차량소통이 거의 어려운 상태가 되며, 이른봄 해빙기는 질어서 걸터다니기도 힘든 상태가 된다. 이는 골목길까지 다 포장된 도시 지역에 비하여 상대적으로 落後된 농촌 지역에 더 심각하다. 또한 이는 산악 지역의 각종 소도로까지 거의 다 포장된 선진국들에 비하여 아직 우리 나라의 낙후성을 나타내는 증거이기도 하다.

이의 해결책의 하나로 농촌을 도시 배후 주거지역으로 개발하고 그 지역의 소도로를 보다 경제적인 재료로 포장하여 자동차가 들어갈 수 있도록 하는 것이 필요하다. 이에 본 연구는 폐콘크리트를 재활용하여 제조한 재생 콘크리트가 소도로 포장에 이용될 수 있는지를 평가하기 위한 연구의 일환으로 수행되었다. 특히 본 연구는 그간의 연구<sup>4-10)</sup>를 경험으로 하여 농촌지역의 소도로에 시험포장을 수행하고 그 결과로부터 실용성을 확인하는데 목적이 있으며 시험 포장으로부터의 재활용 경험을 본 논문에 제시하였다. 특히 국내에서 막대한 량의 발생으로 그 처분에 문제가 되고 있는 폐콘크리트의 농촌도로에의 재활용은 골재 대체 자원의 확보와 환경보호는 물론 경제

적인 포장을 건설하는 일거양득의 효과를 가져올 수 있을 것으로 기대된다.

## II. 외국의 재활용

유럽에서는 2차대전후 복구사업에 콘크리트를 재활용 하였으나 구체적인 자료가 제시된 것은 1970년대 초부터이다. 여기에서는 그중 중요한 실예 몇 가지만을 제시하고자 한다.

1970년 미국 캘리포니아의 한 도로 건설현장에서는 기존 도로의 콘크리트 구조물을 철거하고 이를 다시 노반 재료로 사용하였다<sup>2)</sup>. 그후 1973년 미국의 Pits & Quarry지<sup>15)</sup> Roads and Streets지<sup>13)</sup> 그리고 Public Works 지<sup>16)</sup>들은 각기 폐콘크리트를 파쇄하여 골재로 재활용한 현장기사를 소개하고 있다. 1975년 로스앤젤리스의 한 도로 건설현장에서는 노화된 콘크리트 및 아스팔트 포장을 파쇄하여 새로 건설되는 도로의 Lean Concrete에 사용하였다<sup>11)</sup>. 이는 린콘크리트 재료로 폐콘크리트가 사용된 첫번째 기록으로 알려져 있고 이 사업 후 캘리포니아는 린콘크리트에 관한 추가 연구를 통해 지방서를 개발·제정하였다<sup>12)</sup>.

1976년 Iowa 교통국은 아스팔트로 3인치 덧씌우기 된 US-75(41년 된) 콘크리트 도로를 재활용하였다. 그들은 먼저 아스팔트 층을 걷어 내고 콘크리트 층을 철거하여 두 재료 모두 재활용하였다<sup>1)</sup>. 1978-1979년에는 Iowa 주의 남서쪽 지방에 1929년 건설된 약 16마일의 도로를 재활용하면서 특수 제작한 디젤 엔진 파일 햄머를 적재한 포장 파쇄기를 사용하였는데 이것이 이 장비의 최초 기원으로 알려지고 있다<sup>19)</sup>. Florida주의 잭슨빌 공항은 활주로를 재건설하면서 기존의 노화된 28cm 두께 활주로를 철거하여 일부는 지반의 막석으로, 일부는 새로운 포장의 기층 콘크리트용 골재로 사용하였다<sup>14)</sup>. 그들은 천연골재를

Miami로부터 구입하는 비용이 톤당 \$7인데 비해 폐콘크리트 재생골재 생산 비용은 \$4 미만이어서 경제적인을 보여주고 있다.

1976-1977년 여름 불란서 파리의 두 고속 도로에서 철거된 폐콘크리트를 새로운 린콘크리트 기층과 로건의 투수 콘크리트에 사용하였다. 이 도로 남쪽 행 8.53km의 재건설은 7주만에 완성되었다. 린콘크리트는 재생골재에 162Kg/m<sup>3</sup>의 시멘트와 71Kg/m<sup>3</sup> Fly Ash를 사용하여 만들어졌고, 노건의 투수 콘크리트는 5mm 이상의 재생골재를 사용하여 건설되었다<sup>19)</sup>.

1980년대에 들어오면서 미국은 시범사업<sup>17)</sup>을 통하여 폐콘크리트를 표층 콘크리트로 재활용할 수 있도록 발전시켰으며, 유사한 연구가 동양<sup>18)</sup> 등 많은 국가에서 대대적으로 시행되었다. 특히 이 사업은 기존 콘크리트 포장을 재건설하면서 많이 시행되었으며 이것은 이제 일반인에게도 낯설지 않은 단어가 되었다.

### III. 재료 및 방법

#### 1. 재 료

재생골재(Recycled Aggregate)는 대전 지역의 폐콘크리트 중간 처리장에서 생산된 것을 사용하였다. 재생골재란 폐콘크리트(Waste Concrete)를 일정 크기 이하로 파쇄한 입자들로 각종 물성은 Table-1에 제시되었으며, 기타 특성은 문헌 7에 상세히 제시되었다.

사용된 재생골재는 표준입도규정에 맞도록 40mm와 25mm(Fig. 1)를 적절한 비율로 혼합한 것이며 본 연구의 시험포장에 사용된 재생콘크리트(Recycled Concrete)는 콘크리트

Table-1. Properties of Recycled Aggregates

Aggregate	Max. Size	SSD S. G.	Absorption (%)	Abrasion (%)
Recycled	25mm	2.29	7.48	45.70
Coarse Agg.	40mm	2.31	6.99	44.10



A



B

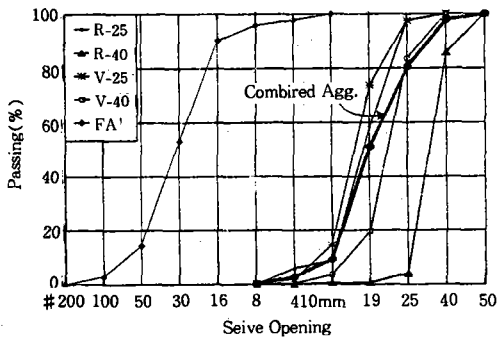
Fig. 1. Recycled aggregates A : 40mm, B : 25mm

내의 굵은골재를 50%는 재생골재로, 50%는 천연 쇄석골재(Virgin Crushed Aggregate)로 대체하고 잔골재는 모두 천연 모래로 사용한 것이다. 재생콘크리트는 배합설계시 천연 굵은골재를 사용하였는데 이는 재생콘크리트 제조를 협조해 준 레미콘사에서 사용하는 화강암 쇄석으로 최대 치수 40mm와 25mm를 사용하였고, 천연 잔골재는 자연산 모래를 사용하였다. 천연 잔골재 및 굵은골재에 대한 물리적 성질은 Table-2와 같고, 입도 분포는 재생 굵은골재와 함께 Fig. 2에 제시되었다.

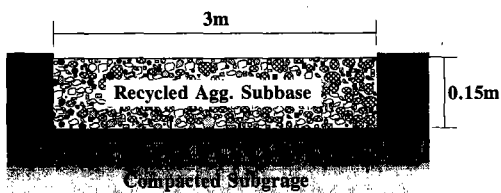
재생콘크리트의 제조를 위한 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다. 혼화제로는

**Table-2. Physical Properties of Virgin Aggregate**

Aggregate	Max. Size	SSD SG	Absorption (%)	Abrasion (%)	F. M.
Virgin Sand	-	2.59	1.94	-	2.80
Virgin Coarse Agg.	40mm	2.62	1.03	30.14	-
	25mm	2.60	0.70	32.03	-



**Fig. 2. Gradation of aggregates**



**Fig. 3. Experimental pit for subbase**

우선 가장 값이 싸고 취급이 용이하며 선진국의 연구에서 많이 이용된 Fly Ash를 사용키로 선정하였다. Fly Ash를 사용한 콘크리트는 내구성 향상과 적절한 양생시 수밀성을 증진시키고 일정량의 시멘트 대신 결합재로 사용될 때 수화열을 감소시키는 효과도 가져오는 것으로 알려져 있다. 또한 Workability의 증진을 위하여 유동화제(Plasticizer)를 사용하였는데 이 유동화제는 국내 S사 제품으로 액상의 수용성 혼화제 이었다.

## 2. 방법

### 가. 보조 기층위치 및 구역의 개황

폐콘크리트로부터 얻어진 재생골재를 보조 기층(Subbase) 재료로 재활용키 위한 입상 재료 분석을 위해 마모 감량 시험을 KSF 2508, 소성지수 시험을 KS F 2304, CBR 시험을 KS F 2320의 방법에 따라 수행하였다. 또한 Fig. 3과 같이 시험용 보조기층을 교내 4평 정도의 Pit에 15cm 두께로 40mm이하 폐콘크리트 재생골재로 시공하였다. 다져진 성능 평가를 위하여 평판재하 시험으로 K값을 구하였고 이를 기존의 연구결과치와 비교하였다.

### 나. 포장 설계

재생콘크리트를 이용한 포장의 설계는 건설부 도로포장 설계·시공 지침(1991)을 기준으로 하고 이에 현장 조건과 현지 실정을 감안하여 수행하였다. 시험 포장의 폭은 3m로 기존 도로포장의 폭에 맞추어 시행하였다. 포장의 두께는 20cm로 하였는데 이는 현장의 지반상태, 교통량, 재료의 불확실성 등을 고려하여 충분한 공용성을 낼 수 있도록 설계된 값이다. 또한 보조기층은 현장 조사 결과 지지력이 매우 높고 물 빠짐도 양호하여 바닥 고르기를 하는 차원에서 폐콘크리트 재생골재를 노상의 패인 부분에 넣고 다져 표층 시공전

Table-3. Mix-design of recycled concrete

$\frac{W}{C+Fly\ Ash}$	Slump before/ after adding plasticizer (Cm)	Unit Weight(Kg/m <sup>3</sup> )								
		W	C	Fly Ash	Plasticizer	Natural Sand	Virgin Coarse Agg.		Recycled Coarse Agg.	
							25mm	40mm	25mm	40mm
0.40	6.5/16 ± 2	163	388	20	3.10	605	398.0	137.0	349.0	190.0
Note	1. Designed Flexural Strength=40Kg/cm <sup>2</sup> 2. Mix Flexural Strength=46Kg/cm <sup>2</sup> 3. Mix Compressive Strength=250Kg/cm <sup>2</sup> 4. Cement=Normal Portland Cement 5. FM of Fine Aggregate=2.80 6. Coarse Aggregates=Recycled(50%) + Virgin(50%) 7. Air Void of Coarse Agg.=7.23% (Recycled), below 1% (Virgin) 8. Admixtures=Fly Ash, Plasticizer (LIGACE-F) 9. Time of Transportation=15 min. 10. Time and Date of Construction=8:00~12:00AM, 1995. 9. 15. 11. Plasticized added to the mix in truck 2-3min before casting									

마무리하였다. 이에 대한 상세한 내용과 각종 설계서 및 계산 방법, 시험 결과 등은 문헌 7에 제시되었다.

다. 시험 포장 시공

강원도 춘천시 신동면 의암리 마을 안길 100m를 재생콘크리트를 이용하여 시험 포장하였다. 이 도로는 하천 변의 막석다짐 형태의 비포장으로 개설된지 십수년 이상된 도로로서 영농 장비 및 마을에서 생산되는 농산물을 운반하기 위한 소형 트럭 등이 다닌다. 포장을 시공할 현장을 측량하고 고르기와 다지기를 한 후 거푸집을 설치하였다. 재생콘크리트는 배합설계로부터 결정된 Table-3에 따라 한 레미콘 회사의 협조로 플랜트에서 제조하였다.

Fig. 4, 5는 각각 시공전 현장의 모습과 현장의 포장 형태를 보여주는 개략도이다. 시험 포장 총 100m 구간 중 6m는 일반 콘크리트를 사용하였으며 폐콘크리트를 사용한 재활용 콘크리트를 타설한 구간은 94m이었다. 이는 재생콘크리트의 성능을 평가함에 있어서 일반 콘크리트와의 특성을 비교하기 위한 목적으로 시

행된 것이다. 따라서 6m구간의 일반 콘크리트는 일반적으로 많이 사용되는  $\sigma_{28}=180\text{Kg/cm}^2$  콘크리트를 사용하였다.

재생콘크리트 제조시 플랜트에는 플라이애쉬를 공급할 수 있는 라인이 없어 잔골재 운반 컨베이어 벨트 위에 플라이애쉬 소정량을 수작업으로 공급하였다. 콘크리트 운반 거리는 약 10km(10분 소요)이었으며 트럭이 현장에 도착 후 대기(약 5분이내) 하는 동안 레미콘 트럭에 소정량의 유동화제를 첨가하여 1~2분간 강제 혼합하였다.



Fig. 4. Condition of road-bed before paving

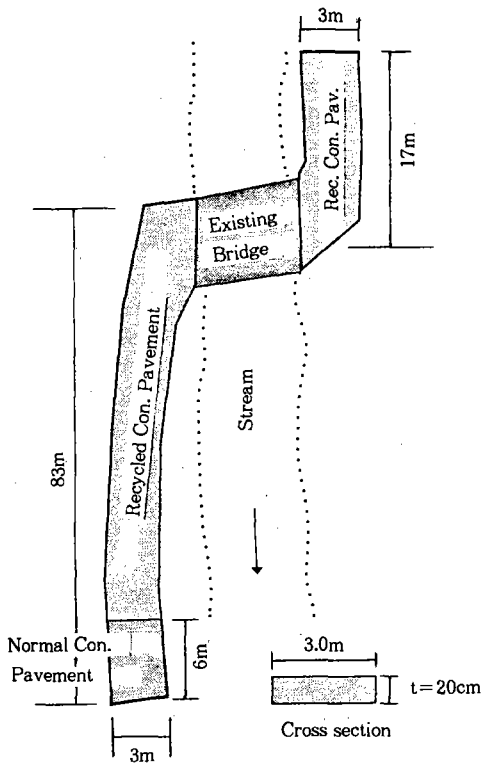


Fig. 5. Schematic illustration of designed experimental pavement

#### IV. 결과 및 고찰

##### 1. 보조기층

사용된 재료는 표준입도규정에 적합하도록 40mm와 25mm 재생골재를 적절한 비율로 혼합한 것이며, Table-4에서와 같이 시험 결과 재생골재는 소성지수, 마모 감량, CBR, 단위 중량 등이 보조기층 재료로 사용키 위한 품질 규정에 모두 적합한 것으로 나타났다.

또한, 시험 Pit에 재생골재 보조기층을 다짐한 상태에서 지반 계수 K값을 구한 결과 16.4Kg/cm<sup>3</sup>으로 도로 보조기층 최대치인 15Kg/cm<sup>3</sup> 이상이 되어 매우 안정한 것으로 나타났다. 따라서 폐콘크리트로부터 생산된 재생골재는 도로의 보조기층 재료로 양호한 것이

Table-4. Test Results of Recycled Aggregate for Subbase Materials

Test	Plastic Index	Abrasion (%)	CBR(%)	Unit Weight (ton/m <sup>3</sup> )
Specification limit	<6	<50	>30	-
Recycled Aggregate	N. P.	41.10	35.89	1.43

N.P. : Non-Plastic

며 이를 사용한 보조기층은 국내 일반 도로 규정에 합격되는 것으로 나타났으므로 이를 농촌 도로의 보조기층에 사용함은 물론 일반 도로에 사용해도 무방할 것으로 사료되었다.

##### 2. 재생콘크리트 시험 포장

###### 가. 현장 시공성

혼합된 콘크리트는 준비된 현장에 타설 되었으며 하단부에 8번선 메쉬 (철망)를 깔고 수작업으로 다지고(Fig. 6) 표면 마무리를 짓은 형식으로 수행하였다(Fig. 7). 작업 당시 인부들의 평가에 의하면 재생콘크리트는 같은 반죽 질기라도 더 작업하기 어려웠으며, 특히 표면 마무리는 어려웠던 것으로 나타났다. 즉, 재활용 콘크리트는 Workability 및 Finishability가 일반 콘크리트보다 더 나쁜 것으로 판명되었는데 이는 외국의 연구<sup>1,11-13</sup>)와 유사한 결과이며, 흡수율이 크고 표면이 거친 재



Fig. 6. Casting recycled concrete by hands in the field

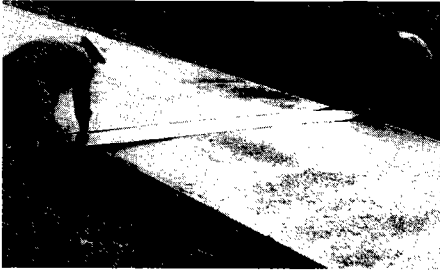


Fig. 7. Finishing surface by wet fabric

생골재의 존재와 비중이 낮은 유기물이 섞인 때문인 것으로 보여졌다. 특히 반죽이 질면 Fig. 8에서 같이 비중이 가벼운 물질들이 타설 후 위로 떠오르는 현상을 보여 적절한 반죽질기를 확보하는 것이 매우 중요하게 보여졌다.

하지만 이는 부분적인 현상이며 전반적으로는 일반 콘크리트를 수작업으로 타설할 수 있는 사람이면 누구나 시공은 가능하였다. 즉, 시공상 공법의 어려움보다는 사용할 재료의 특성 시험과 그에 근거한 배합 설계만 적절히 이루어지면 큰 문제는 없는 것으로 보여졌다.

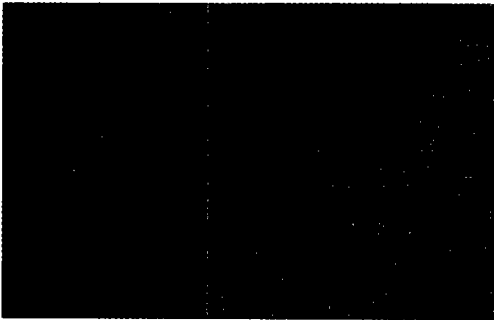


Fig. 8. Pieces of Wood and Polystyrene form on the surface of Recycled Pavement at which the mixture was slushy during casting

#### 나. 양생 및 코어 채취

시공 후 7일간 양생을 거쳐 양생의 거푸집을 제거하였다. 경사진 구간에서 미세한 횡방

향 균열이 부분적으로 나타났고 재생골재가 충분히 묻히지 않은 곳에 다소의 요철이 있었을 뿐 표면의 상태는 전반적으로 양호하였다. 전 구간에 걸쳐 8m 간격으로 신축 조인트를 8mm 두께의 콘크리트 컷터로 횡방향으로 절단하였다.

타설 다음날부터 5일간 매일 1회씩 오후에 양수기로 개울 물을 끌어올려 충분히 뿌려 주었다. 또한 완성된 포장에서 4주 후에 전 구간에 걸쳐 직경 10cm의 코어를 12개 채취하였다(Fig. 9). 채취된 코어 중 몇개에는 콘크리트의 내부에 붉은 벽돌, 아스콘, 발포 폴리스타이렌폼 등이 포함되어 있음을 확인 할 수 있었다.



Fig. 9. Completed recycled pavement and field coring

#### 다. 현장 타설 콘크리트의 강도

재생콘크리트 시험포장을 타설 하는 현장에 서 무작위로 원통형 공시체(15×30cm)와 휨 강도용 빔 공시체(15×15×53cm)를 제조하여 25℃에서 수중 양생 시켰다. 이들을 제조

**Table-5. Comparison of Strength of Recycled and Normal Concretes (Unit: Kg/cm<sup>2</sup>)**

Type	Normal Concrete	Recycled Concrete			
	Compressive Strength	Compressive Strength	Split Tensile Strength	Flexural Strength	Elastic Modulus
Casted Specimen	189.9	303.3	30.2	54	2.41 × 10 <sup>5</sup>
Core Specimen	174.1	252.0	21.0	-	2.20 × 10 <sup>5</sup>

공시체(Casted Specimen)라 명명하고, 또한 시공 25일후에 현장에서 공시체를 채취하여 이를 코아공시체(Core Specimen)라 명명하였다. 이들 공시체에 대한 28일 압축강도측정 결과 코아공시체의 경우 250Kg/cm<sup>2</sup> 이상, 제조 공시체의 경우 300Kg/cm<sup>2</sup> 이상으로 나타났다(Table-5). 특히 도로포장 콘크리트에 있어서 중요한 특성인 휨강도의 경우 54Kg/cm<sup>2</sup>으로 매우 우수하게 나타났다. 코어공시체의 압축강도는 배합설계에서의 배합강도와 일치하고 있어 시공이 양호하게 되었음을 알 수 있었다.

제조 공시체가 코어 공시체보다 강도가 높았는데, 이는 제조 공시체의 경우 규정에 따라 충분히 다졌고 실험실에서 양생한데 비해, 코어 공시체는 채취하는 과정에서 콘크리트의 원통형 면에 다소 훼손이 있는 점과 재생콘크리트의 현장 시공성이 나쁜 점과 등 때문인 것으로 추정되었다. 압축강도 대 인장강도 및 휨강도의 비율은 각각 평균 9% 및 18%였으며, 탄성계수는 220,000Kg/cm<sup>2</sup> 이상인 것으로 나타나 매우 양호한 상태였다.

한편 공사 구간 중 일반 콘크리트(설계 강도 180Kg/cm<sup>2</sup>) 타설 구간에서 채취한 코어에 대한 압축강도는 재생콘크리트에 비하여 매우 낮았다. 이는 물-시멘트 비를 0.55이상으로 설정하여 목표슬럼프치를 15cm로 타설한 일반 콘크리트인데 레미콘 회사의 설계강도와 유사한 값으로 나타났다.

### 3. 실용성 및 경제성 평가

지금까지의 실험실 및 현장 타설 재활용 콘

크리트에 대한 시험 성과를 종합해 본 결과 재생콘크리트는 농어촌 및 도시 이면 도로의 포장 재료로서 충분한 이용 가치가 있는 것으로 판명되었다. 한편 시공법은 기존의 콘크리트 재료를 사용한 공법을 거의 그대로 적용할 수 있어 일반적으로 쉽게 시공할 수 있었다. 다만 배합 설계시 플라이애쉬 및 유동화제를 첨가·배합하는 과정만 본 연구에서 제시한대로 수행하면 가능할 것으로 사료된다.

또한, 그간 문제로 대두되었던 재생골재의 확보 및 유기 불순물의 선별 문제는 각 지방자치단체에서의 자구 노력에 힘입어 전국적으로 많은 재활용 플랜트가 설치되었다. 또한 중간처리업의 등장으로 재생골재 생산이 늘어나고 있어 그 해결 가능성이 매우 밝다 하겠다.

경제적으로 재활용 재료의 사용은 저렴한 가격으로 포장을 건설하여 같은 예산이라도 보다 많은 도로를 포장할 수 있다는 이점이 있다. 골재의 구입 가격이 해마다 상승함은 물론 전국적으로 볼 때 막대한 량의 골재가 소도로 포장에 필요한 실정임에 재활용 재료의 사용은 천혜의 부존자원이 빈약한 우리 실정을 감안할 때 분명한 해결책의 하나가 될 수 있다.

실제 가격 면에서 본 연구에 사용된 천연골재와 재생골재를 비교해 보면 '95년말 현재 천연쇄석 굵은골재는 톤당 8,000~10,000원(춘천지역 산지)인데 비하여 재생골재는 톤당 2,000원(춘천, 대전)으로 쇄석골재의 20~25% 수준이다. 이를 이용하여 재생콘크리트를 제조할 경우 본 연구의 배합설계 기준에 의한



다면 1m<sup>3</sup>의 콘크리트 제조에 약 4,000원 정도의 원가 하락 요인이 되며 레미콘 한 트럭을 사용할 경우 약 25,000원 정도의 원가가 저해된다.

하지만 이는 단지 현재의 연구 결과인 굵은 골재의 50%를 재생골재로 대체하는 경우일 뿐 앞으로 재활용 비율을 더 높여 70~80%로 한다면 그 차이는 더 클 것이다. 또한 이는 골재 사용량에 따른 단순 비교이나 재생콘크리트가 동결-융해에 따른 강도 유지성이 더 우수한 점을 고려하고<sup>5,7,9)</sup>, 외국에서도 언급하고 있듯이 환경 보호 및 자원 절약 효과를 고려한다면 그 이득은 더 클 것이다<sup>3)</sup>.

## V. 결 론

재생콘크리트에 의한 시험 포장의 시공과 그로부터 얻어진 결과로부터 결론을 요약하면 다음과 같다.

1. 본 연구에 사용된 재생골재는 국내의 보조기층 재료에 관한 품질 규격에 모두 합당하며, 이를 이용해 설치된 보조기층도 도로 규정에서 요구한 충분한 지지력을 내어 소도로에는 물론 일반 도로에 사용 가능성도 충분하였다.

2. 제조된 재생콘크리트는 같은 슬럼프라도 일반 콘크리트보다 작업성이 나쁘긴 하였으나 전반적으로 일반 콘크리트를 수작업으로 타설할 수 있는 사람이면 시공이 가능하였다.

3. 경화후 표면의 상태는 전반적으로 양호하였으며 경사진 구간에서 약간의 균열이 횡방향으로 부분적으로 나타났는데 이는 타설시 혼화제량의 미세 조정으로 유동성을 조절하면 제어 할 수 있을 것으로 판단되었다.

4. 채취한 코어 공시체와 현장에서 제조한 공시체의 압축강도를 측정한 결과 코어 공시체는 250Kg/cm<sup>2</sup> 이상으로 배합강도와 유사하게 나타났으며, 현장 제조 공시체는 300Kg/cm<sup>2</sup>

이상 탄성계수는 모두 220,000Kg/cm<sup>2</sup> 이상인 것으로 나타나 매우 양호한 상태였다.

5. 한편 시공 측면에서도 시공법은 기존의 콘크리트 재료를 사용한 공법을 거의 그대로 적용 할 수 있어 일반적으로 쉽게 시공 할 수 있음을 알 수 있었고 경제적으로도 이점이 있음을 알 수 있었다.

6. 이상의 결과를 종합해 볼 때 품질상으로 재생콘크리트는 소도로의 포장 재료로서 충분한 이용 가치가 있는 것으로 판명되었다. 따라서 이를 중앙 정부나 지자체별로 시험시공을 통한 실용화를 추진하면 환경보호, 자원 절약 및 경제적 이득 등 큰 효과를 거둘 수 있을 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. Bergren, J. V. and Britson, R. A., "Portland Cement Concrete Utilizing Recycled Pavement," Iowa Department of Transportation, Division of Highways, Office of Materials, January 1977
2. "Crushing converts rubble into subbase aggregate," Roads and Streets, May 1971.
3. Frondistou-Yannas, S. and Itoh, T., "Economic Feasibility of Concrete Recycling," Journal of Structural Engineering Div., ASCE, pp. 885-899, April 1977
4. 김광우, 김주인, 김기성, "재생콘크리트의 휨변형과 파괴 특성," 한국농공학회 논문집 제37권 4호, 1995. 8.
5. 김광우, 도영수, 김진영, 박용철, "콘크리트 폐기물을 재활용한 콘크리트의 제조 및 품질 특성 연구," 동아그룹 창립 50주년 기념 동아 건설논문상 수상 논문집, 1995. 9.
6. 김광우, 류능환, 박용철, "농촌도로 포장

- 재료로써 재생콘크리트의 특성” 한국농공학회 논문집에 제출, 1996. 3.
7. 김광우 외 9인, “폐콘크리트 및 아스팔트를 재활용한 농어촌 도로 포장 공법의 개발,” 농림수산부 연구 보고서, 강원대학교, 1995. 12.
  8. 김광우, 이봉학, 도영수, “재생콘크리트의 동결 용해 저항성과 변형 특성,” 콘크리트학회 논문집, 제4권 4호, 1992
  9. Kim, K. W., Lee, B. H., Park, J. S. and Doh, Y. S.. “Performance of Crushed Waste Concrete as Aggregate in Structural Concrete,” Utilization of Waste Materials in Civil Engineering Construction, ASCE, New York, 1992
  10. 이봉학, 김광우, 박계선, 김진영, “재생폐콘크리트의 성능 향상에 관한 연구,” 콘크리트학회지, 제7권 2호, pp. 136-145, 1995.
  11. “Old pavement recycled into new subbas,” Concrete Construction, pp. 441-442., Oct. 1975
  12. Ray, G. K., “Recycling Portland Cement Concrete Pavement,” Paper for Worldwide Air Force Pavement Conf., Panama City Beach, Oct. 1978
  13. “Recycled rubble saves contractors money,” Roads & Streets, pp. 80 and 83, April 1973.
  14. “Recycled Slab is New Runway Base,” Highway & Heavy Construction, pp. 30-33, July 1977
  15. “Recycling roads and buildings with portable plants,” Pits & Quarry, pp. 90-91, 106, Feb. 1973
  16. Sadler, T. B., “A Crushing Success : aggregate from concrete,” Public Works, pp. 72- 73, April 1973
  17. “Recycling portland cement Concrete,” Demonstration Project Program : DP# 47, FHWA, US Department of Transportation, 1985
  18. Sri Ravindraiah, and Tam, C. T., “Method Improving the Quality of Recycled Aggregate Concrete,” Proc., 2nd International Symposium by RILEM, Kasai, Y. Ed., Chapman and Hall, pp. 575-584, 1988
  19. Yrjanson, W. A., “Recycling of Portland Cement Concrete Pavements,” NCHRP Syn. 154, TRB, Dec. 1989.

(접수일자 : 1996년 5월 2일)