

콘크리트 재생골재를 사용한 아스팔트 혼합물의 내구성능에 관한 실험적 연구

박승범, 서대석, 권혁준, 김경훈, 장영일, 김형석,
충남대학교 토목공학과, 충남대학교 토목공학과

An Experimental Study on the Durability of Asphalt Mixture Using Recycled Waste Concrete

Park, Seong Bum, Seo, Dae seuk*, Kwon, Hyuk Joon*,
Kim Kyong Hun*, Jang, Young Ill*, Kim, Hyung seok*,
Dept. of Civil Engineering Chungnam Nat. Univ. Daejeon Korea

1. 서론

경제성장과 더불어 국민생활의 향상과 함께 지속적인 폐기물의 증가는 21세기의 가장 큰 환경문제로 대두되고 있는 실정이다. 특히, 산업의 발달과 사회간접자본시설의 확충 및 대량 건설사업의 진행과 과거 건설된 각종구조물의 노후화로 폐기 및 재시공되어 이에 따른 막대한 양의 건설폐기물이 발생되고 있고, 이중 건설폐기물의 약 90%를 차지하는 폐콘크리트는 2001년에는 전체 산업폐기물 발생량의 34%를 차지하고 있는 실정이나, 아직까지 국내에서는 이에 대한 연구 및 설비투자가 제대로 이루어지지 못하여 폐콘크리트의 재활용에 막대한 장애가 초래되고 있다. 따라서 건설폐기물에 대한 정부차원의 제도적인 뒷받침과 행정적인 적절한 대책과 더불어 건설폐기물의 유효처리기술 및 재활용 기술에 관한 심도있는 연구와 건설폐기물의 재활용 기법의 개발 및 정비를 위해 정부, 건설산업계, 건설폐기물처리 및 해체업계의 협조가 범국가적으로 시급히 요구되고 있다.

따라서 본 연구에서는 폐콘크리트를 사용한 아스팔트 혼합물의 동결융해저항성과 피로시험, 내마모성, 내유동성 시험 등의 내구성시험을 통해 유해폐기물을 재활용한 아스팔트 콘크리트의 내구성능을 평가하였다.

2. 사용재료 및 실험방법

가. 사용재료

1) 아스팔트

본 연구에서 사용된 가열아스팔트혼합물용의 아스팔트는 국내 H사에서 생산된 침입도 67인 제품을 사용하였고, 상온아스팔트혼합물의 아스팔트는 음이온계의 유화아스팔트를 사용하였다. 가열아스팔트 혼합물용 아스팔트와 상온아스팔트 혼합물의 아스팔트의 일반적인 특성은 Table 1과 같다.

Table 1 Physical properties of asphalt

항목	침입도 (1/10mm)	신도 (cm)	인화점 (℃)	비중	박막가열후		트리클로르에탄 가용분 (%)
					침입도 (1/10mm)	신도 (cm)	
결과	67	142	340	1.024	71.5	101	99.7
규정	60~80	>100	>230℃	>1.01	>52	>75	>99

2) 폐콘크리트 재생골재

폐콘크리트 재생골재는 ○○지역에서 입도별로 파쇄 제조된 20mm, 13mm, 5mm 골재를 사용하였으며, 각 골재의 물리적성질과 입도분포는 다음 Table 2 및 3과 같다.

Table 2. Physical Properties of recycled waste concrete

구 분	비 중	흡수율(%)	실적률 (%)	단위용적중량 (kgf/m3)
20mm	2.24	5.68	59.2	1,485
13mm	2.18	5.56	64.4	1,502
5mm	2.25	6.23	70.3	1,550

Table 3. Gradation of Recycled Waste Concrete

	골재입도(mm) / 통과중량백분율								
	19	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075	0.0
20mm	100.0	2.2	1.3	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0
13mm	100.0	99.7	4.0	2.8	2.0	1.5	0.6	0.5	0.1
5mm	100.0	100.0	79.0	53.6	38.5	29.9	12.2	3.8	0.1

3) 신재골재

사용된 골재는 대전지역에서 생산되는 쇄석으로 그 품질 특성을 Table 2와 같다.

Table 2. Quality properties of Aggregates

Aggregate \ Item	Unit Weight(kgf/m ³)	Absorption (%)	Abrasion (%)	Fineness Modulus	Specific Gravity	Soundness (%)
19 mm	1,575	0.70	20.7	6.52	2.71	3.3
13 mm	1,580	0.72	22.1	6.28	2.71	3.3
Crushed sand	1,670	2.39	—	3.12	2.72	—

4) 채움재

채움재는 충남 K사에서 생산된 것으로 비중 2.72, 수분함량이 0.74%의 석회석분을 사용하였다.

나. 실험방법

1) 배합방법 및 공시체의 제작

내구성능평가에 공시체는 아스팔트 콘크리트의 배합은 재생골재 혼입률(0, 30, 50, 70, 100%)로 변화시키면서, 신재골재로 Fig 1과 같은 합성입도를 구성하여 배합하였으며, Marshall 안정도시험방법에 준하여 최적아스팔트 함량을 결정하고, 최적아스팔트 함량에서 각각의 아스팔트 내구성 시험방법에 준하여 공시체를 제작하였다.

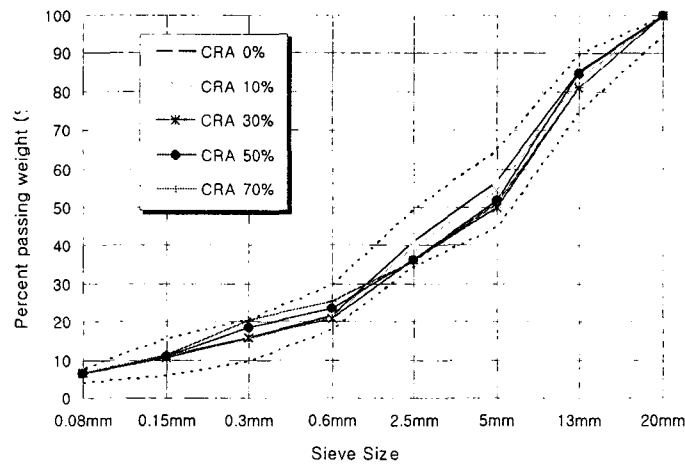


Fig. 1. Gradation of composition aggregates.

2) 동결융해저항성 시험

동결융해시험은 각 사이클별 공시체의 중량변화율을 측정하였다. 공시체는 높이가 63.5mm, 직경 102mm가 되도록 혼합물의 중량을 1,200g으로 제조하였으며, 동결융해시험을 위해 미국 Evanston사의 Soiltest기를 사용하여 수중급속 동결융해방법을 사용하였다.

3) 내마모성 시험

Ravelling 시험은 40cm×15cm×5cm인 공시체를 규정된 제작방법으로 제작하여 24시간동안 냉동실에서 냉동시켜 -10±1℃인 Ravelling 시험기의 냉각실에서 타이어체인을 회전시켜 그 마모량을 측정하는데 타이어의 규격은 직경 250mm, 폭 100mm이며, 체인은 장내경 26mm, 단내경 6mm, 폭 4mm, 1마디의 중량이 7g으로서 10마디로 구성되는 체인 12개를 타이어에 장착하여 표면과 차륜을 4cm의 간격으로 띄우고 수평방향으로 분당 60번 왕복하고 타이어 체인을 200 r.p.m으로 회전하면서 낙하하여 차륜에 장치한 체인이 공시체의 표면을 때리도록 하여 1시간 30분 동안 마모량을 다이얼게이지를 사용하여 전면에 대해 마모량을 측정하여 그 평균을 평균마모량으로 나타내었다.

4) 휠트래킹 시험

내유동성 시험은 KS F 2374(역청 포장 혼합물의 휠 트래킹 시험방법)에 준하여 340×240×65 mm의 슬래브 공시체를 휠 트래킹 시험기를 사용하여 시험 온도 60℃에서 실시하였고, 적용된 윤하중은 70kg으로 왕복 2500 cycle 동안의 변형량을 측정하여 이로부터 동적안정도를 구하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 동결융해저항성

폐콘크리트 골재를 사용한 아스팔트 혼합물의 동결융해시험에 따른 중량 변화율을 나타내면 Fig. 1과 같다. 폐콘크리트 재생골재의 혼입률이 증가함에 따라 중량변화율은 다소 증가하는 경향을 나타냈다. 이러한 경향은 폐콘리트의 혼입률이 증가할수록 아스팔트와 폐콘크리트 골재사이의 결합력이 일반 골재에 비하여 낮기 때문으로 판단된다.

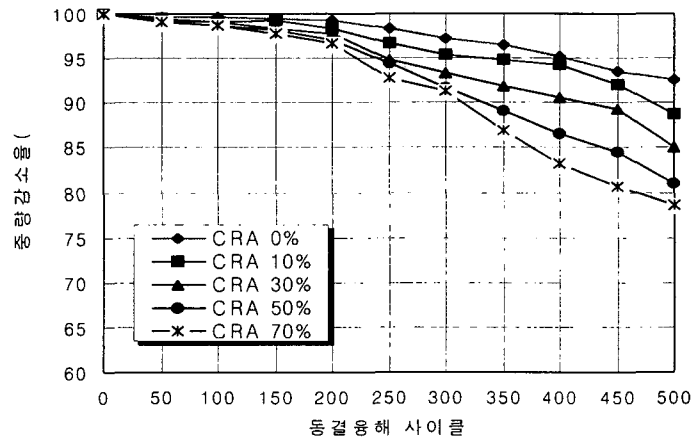


Fig. 1 Weight Change Ratio according to Freeze-Thaw resistance

나. 내마모성

최적아스팔트 함량에 대한 폐콘크리트 재생골재의 혼입률에 대한 아스팔트 혼합물의 라벨링시험을 통해 얻어진 마모량을 나타내면 Fig.2와 같다. 이를 고찰하며 보면 재생골재의 혼입률이 증가함에 따라 마모량도 점차 증가하는 경향을 나타냈다. 이러한 원인은 폐콘크리트의 표면에 부착된 모르타르의 마모저항성이 신재골재에 비하여 작게 나타나기 때문이라고 사료된다.

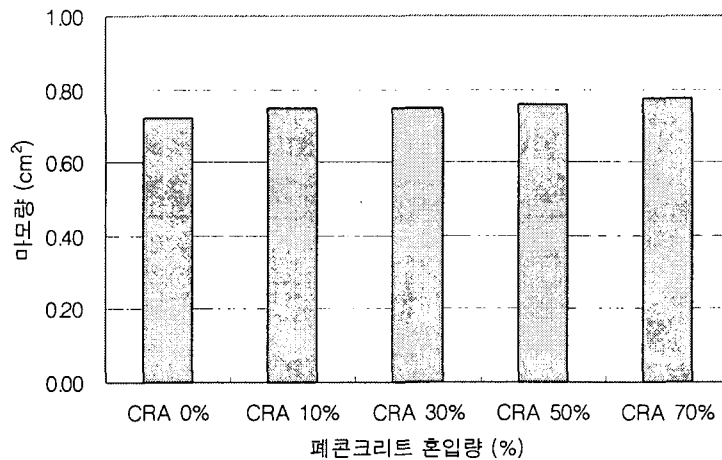


Fig. 3. Abrasion Portion of Asphalt Mixture

다. 동적안정도

최적아스팔트 함량에서의 폐콘크리트재생골재의 혼입률에 대한 아스팔트 혼합물의 휠 트래킹시험을 통해 얻어진 동적안정도를 나타내면 Fig. 4와 같다. 이를 고찰하여 보면, 폐콘크리트 재생골재를 사용한 아스팔트 혼합물의 동적안정도는 재생골재의 혼입률이 증가할수록 크게 나타나는 경향을 나타냈다. 이러한 경향은 폐콘크리트 재생골재의 표면에서 신재골재에 비하여 맞물림 현상이 크게 나타나기 때문인 것으로 판단된다.

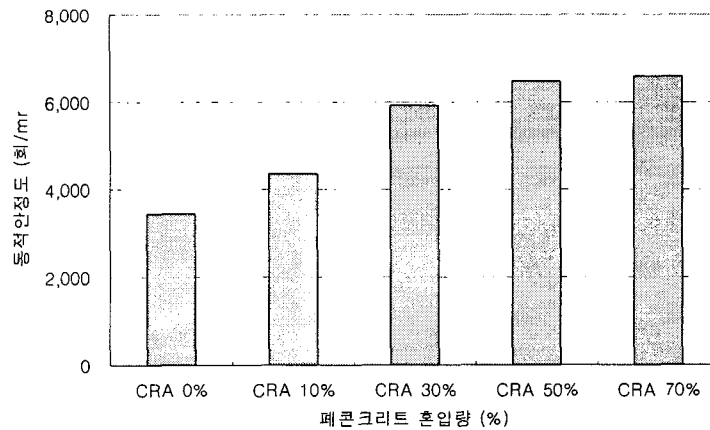


Fig. 4 Dynamic Stability of Asphalt Mixture

4. 결론

폐콘크리트 재생골재를 혼입한 아스팔트 혼합물의 적용성 검토를 위한 내구성 시험결과를 요약하면 다음과 같다.

- 가. 폐콘크리트 재생골재를 사용한 아스팔트 혼합물의 동결융해저항성은 폐콘크리트재생골재의 혼입률이 증가할수록 크게 나타났다.
- 나. 라벨링시험에 의한 내마모성은 폐콘크리트의 혼입률이 증가함에 따라 약간 증가하는 것으로 나타나 폐콘크리트의 혼입률에 따른 영향이 적은 것으로 판단된다.
- 다. 휠트래킹시험에 의한 내유동성은 재생골재의 혼입률이 증가할수록 고온에서의 유동특성이 우수한 것으로 나타났다.
- 라. 위의 결과를 종합해 볼 때, 아스팔트 혼합물에서의 폐콘크리트재생골재의 사용은 30%에서 50% 범위에서 개질재와 함께 사용하는 것이 바람직하다고 판단된다.

5. 참고문헌

- 1) 박승범 외 : “건설폐기물의 재활용 및 처리기술개발”, 건설교통부, (2000)
- 2) Bucsch, C., “Crushed Concrete used as Base course Material on Runway 04R-22L at Copenhagen Airport”, Proceeding Second International, RILEM Symposium, Ed. by Kasai, Chapman and Hall, pp. 766~774, 1988
- 3) Ahmed, I., “Use of Waste Materials in Highway Construction,” Report No. FHWA/IN/JHRP-91/3, School of Civil Engineering, Purdue University, W.Lafayette, Indiana, 1991