

아스팔트 포장용 순환골재의 적용 기술 개발 현황

Status of Application Technologies of Recycling Aggregate for Asphalt Pavement.

글 | 윤태영* / 한국건설기술연구원 Post-Doctor
 최녕락** / 중앙대학교 토목공학과 석사과정
 조윤호*** / 중앙대학교 건설환경공학과 교수

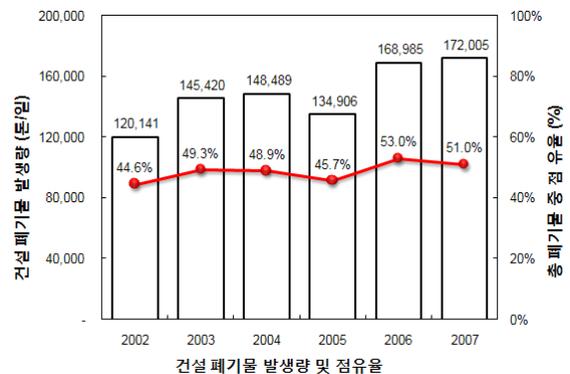
(Yun, Taeyoung / Korea Institute of Construction Technology, 2311 Daewha-Dong Ilsan-Gu Gyeonggi-Do, Korea.
 Choi, Nyong Rak / Dept. of Civil Engineering, Chung-Ang University, 221 Heukseok-Dong, Dongjak-Gu, Seoul, Korea.
 Cho, Yoon-Ho / Dept. of Civil & Environmental Engineering, Chung-Ang University, 221 Heukseok-Dong, Dongjak-Gu, Seoul, Korea.)

1. 서 언

2009년 2월 16일 현 정부는 녹색성장(Green Growth)위원회의 제1차 회의를 개최하고 공식 출범하였다. 녹색성장위원회는 “2020년까지 세계 7대, 2050년까지 세계 5대 녹색 강국 진입”의 비전 아래, 기후변화 적응 및 에너지 자립, 신성장 동력 창출, 삶의 질 개선과 국가위상 강화의 3대 전략을 내세우고 「저탄소 녹색성장」을 국가적 아젠다(Agenda)로 추진하기 위해 대통령 직속기관으로 설치되었다. 본 연구에서는 이와 같은 국가 정책에 주목하고, 녹색성장위원회의 10대 정책방향 중 “산업의 녹색화 및 녹색산업육성 - 자원 순환형 경제·산업 구조 구축”의 일환으로 진행중인 “건설폐기물에서 생산한 순환골재 및 순환골재 재활용품 보급 확대 및 고품질 순환골재 생산·사용 인프라 구축”에 기여하고자 하였다.

국내에는 1960년대 이후 급속한 경제발전 및 도시 개발로 대단위의 상업지구 및 주거단지가 건설되었으나 시간이 지남에 따라 건물이 노후화 되고 기능을 상실하게 되었으며, 최근에는 이들에 대한 재개발 및 재건축이 활발하게 진행되어 건설폐기물의 발생량은 꾸준히 증가되었다. [그림 1]에서 2002년에는 120,141ton/일로 전체 폐기물 중 건설폐기물이 44.6%를 차지한 반면, 계속 증가하는 추이를 보여 2007년에는 약 1.4배인 172,005ton/일로 전체 폐기물의 51.0%를 차지하고 있다(환경부, 2008). 또한 전국 폐기

물 통계 조사(환경부, 2007)에서 발표한 건설폐기물 성상별 발생량·처리방법별 처리현황 보고에 따르면, 연간 건설폐기물(61,679,471ton) 발생량 중 가연성 폐기물은 998,937ton으로 1.6%, 불연성 폐기물은 60,680,534ton으로 98.4%를 차지하고, 불연성 폐기물 중 66.3%(40,257,906ton)는 폐콘크리트, 13.0%(7,910,951ton)는 페아스팔트 콘크리트로 전체 건설폐기물 중 78.1%(48,168,857ton)인 것으로 보고되었다.



[그림 1] 환경부, 2007 전국 폐기물 발생 및 처리 현황

또한 <표 1>과 <표 2>에 나타난 바와 같이, 건설폐기물 중 연간 97%에 해당하는 59,812,838ton이 재활용되는 것으로 조사되었다. 재활용되는 건설폐기물 중 순환골재로 생산되는 양은 연간 38,270,000ton이나 이 중 약 90%가량은 성토·복토용이나 도로 보조기층용, 디메우기 및 뒷채움용으로 사용되고 약 8%가량의 순환골재만이 콘크리트 제품

* E-mail : taeyoungyun08@gmail.com

** E-mail : olagi82@nate.com

*** E-mail : yhcho@cau.ac.kr

<표 1> 건설폐기물 처리방법별 처리현황(환경부, 2007)

(단위:ton/년)

구분	발생량	처리방법			
		계	매립	소각	재활용
건설폐기물	61,679,471	61,679,471	1,436,159	430,474	59,812,838
	백분율	100%	2.3%	0.7%	97%

<표 2> 순환골재 생산현황(환경부, 2007)

(단위:천ton/년)

구분	계	성토·복토용	도로보조기층용	퇴메우기 및 뒷채움용	콘크리트제품용	콘크리트용	아스팔트 콘크리트용	노체용	기타
생산량	38,270	25,026	6,498	2,627	1,665	617	737	299	801
백분율	100%	65.4%	17.0%	6.9%	4.4%	1.6%	1.9%	0.8%	2.1%

용이나 콘크리트, 아스팔트 콘크리트용으로 사용되는 것으로 보고되었다. “순환골재 인증제도”를 도입하면서 골재의 품질은 일반 천연골재의 것과 유사한 수준으로 향상되었으나 순환골재에 대한 부정적인 시각과 선입견 때문에 사용의 범위가 매우 제한적인 것으로 판단된다.

총 도로연장 81,145km 중 시멘트 콘크리트 도로는 13.6%(11,053km)를 차지하는 반면, 아스팔트 콘크리트 도로는 86.4%(70,092km)로 도로 포장 재료의 대부분을 차지한다고 볼 수 있다. 포장에서 많은 비율을 차지하는 아스팔트 콘크리트 포장에 순환골재의 대부분을 차지하는 폐콘크리트를 적용함으로써 건설폐기물의 효과적인 고부가가치적인 재활용이 가능할 것이라고 판단한다. 그러나 국내에서는 <폐콘크리트를 재활용한 콘크리트 도로포장>과 <폐아스콘을 재활용한 아스팔트 콘크리트 도로포장>에 관한 시방기준이 규정되어 있고, 연구도 활성화 되어있는 반면, <폐콘크리트를 이용한 아스팔트 콘크리트 도로포장>에 관한 시방규정은 수립되어있지 않는데, 이는 과거에 생산되던 폐콘크리트 순환골재는 부착 모르타르의 영향으로 골재의 흡수율이 높아져 혼합에 필요한 아스팔트의 양이 기존의 혼합물보다 많이 필요하기 때문에 경제성이 저하된다는 평가를 받았기 때문이다. 그러나 최근 “순환골재 품질인증” 제도의 도입과 활성화로 인하여 골재의 흡수율은 천연골재의 흡수율과 유사한 수준으로 감소되었고, 골재가격과 운반비를 따져본다면, 천연골재보다 경제적인 것으로 판단된다.

본 연구에서는 실내실험을 통해 순환골재와 천연골재를 비교하고, 현장의 상황을 고려하여 천연골재와 순환골재를 혼합한 아스팔트 혼합물과 순환골재를 이용하여 생산된 아스팔트 혼합물에 대한 다양한 구조적인 평가와 실내 공

용성 평가를 통해 현장 적용성에 대한 공학적인 근거를 마련하고자 하였다. 이를 위하여 본고에서는 건설폐기물 관련규정의 품질기준을 만족하는 순환골재를 “순환골재”라고 정의하였으며, 그렇지 않은 골재를 “재생골재”라고 정의하여 천연골재와 함께 그 상대적 성능을 평가하였다.

2. 폐콘크리트를 이용한 아스팔트 혼합물 연구

폐콘크리트 순환골재(RCA, Recycled Concrete Aggregate)는 아스팔트 포장에 적용하기에 비경제적이고, 안정성이 우려된다는 평가가 일관적인 것이었으나, 현재 생산되고 있는 순환골재의 품질은 천연골재의 품질과 유사한 수준으로 향상되었다. 국외의 상황도 이와 유사하여 최근 다음과 같은 연구들이 진행되었다.

Ahmad H. Aljassar 등(2005)¹⁾은 쿠웨이트에서 폐기물의 주를 이루는 빌딩 해체 폐기물인 폐콘크리트를 이용하여 아스팔트 콘크리트의 현장 적용 실행 가능성에 대하여 연구하였다. 쿠웨이트는 건설과 유지보수가 활발하여 천연골재는 감소하나 요구는 증가하고 있어 현재 국내와 유사한 실정으로, 이 연구는 빌딩 해체 시에 얻어지는 순환골재를 아스팔트 콘크리트에 사용할 수 있는 기술적 실현 가능성에 대하여 보고하였다. 순환골재를 이용한 아스팔트 혼합물의 성능을 마샬안정도 시험, 수분민감성 시험, 강도손실 시험, 반복주행시험으로 평가한 결과, 순환골재를 이용하여 제작한 아스팔트 혼합물은 규정에 만족하는 결과를 보였다.

Sumeda Paranavithana 등(2006)²⁾은 천연 굵은골재와 순환 굵은골재, 천연 굵은골재와 순환 굵은골재를 혼합한 혼합 굵은골재를 이용하여 아스팔트 혼합물을 제작하고 골



[그림 2] 사용 골재 (A : 천연골재, B : 순환골재, C : 재생골재)

제가 혼합물에 미치는 영향에 관한 연구를 수행하였다. 순환골재를 이용한 시편의 밀도, VMA, VFB, 피막 두께 등은 천연골재 시편보다 낮은 값을 보였고, 공극률은 천연골재 시편 보다 높은 값을 보였다. 또한 회복탄성계수는 아스팔트 함량이 높아짐에 따라 감소하는 경향을 보였으나 전체적으로 천연골재 시편보다 낮은 값을 나타내었다.

순환골재를 사용한 아스팔트 혼합물의 부가가치에 대한 연구를 싱가포르의 Yiik Diew Wong 등(2006)³⁾이 보고하였다. 폐기물 중 굵은골재는 많이 활용되고 있으나, 5mm 이하의 잔골재 활용이 되지 못하는 실정을 개선하기 위하여 아스팔트 혼합물에 순환골재를 6%, 45%치환, 열처리 후 45%치환하여 혼합하고 성능을 비교하였다. 혼합골재의 마찰 특성값은 싱가포르 교통국의 기준에 만족하였고, 회복탄성계수는 싱가포르의 일반적인 배합인 W3B보다 좋은 성능을 보였다. 연구결과, 순환골재를 아스팔트 혼합물용 골재의 일부로 대체가 가능하다고 판단되나, 장기적인 성능 평가가 필요하다고 하였다.

위와 같이 국외에서는 페콘크리트를 아스팔트 혼합물에 적용하는 것에 대하여 긍정적인 연구 결과들이 보고되었다. 그렇다면 국내의 경우에는 어떨까라는 의문을 던질 수 있을 것이다. 국내에서 생산되는 순환골재를 국외의 경우와 같이 적용이 가능한지에 대하여 공학적인 판단이 필요할 것이다. 언급한 바와 같이 “순환골재 품질인증”제도의 활성화로 인하여 순환골재의 품질은 향상되었고, 아스팔트 혼합물로서의 성능이 검증된다면 도로 포장용 재료로 사용이 가능할 것이다.

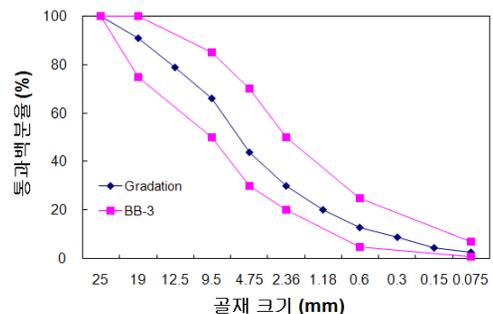
3. 페콘크리트 순환골재의 품질

순환골재는 여러 특성 중 흡수율이 품질에 가장 큰 영향을 미치는 인자로 흡수율은 골재에 부착되어 부착 불순물인 모르타르(Mortar)의 양에 따라 결정된다. [그림 2]는

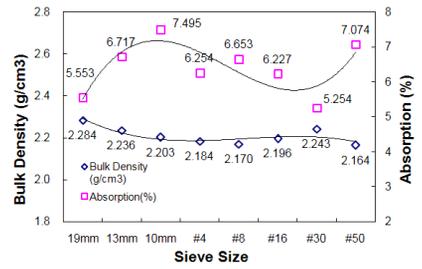
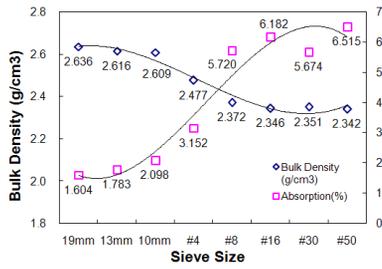
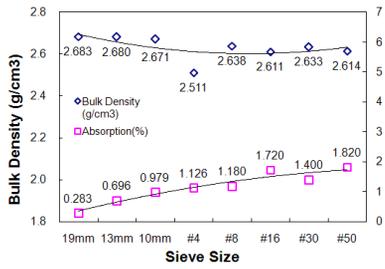
시험에 사용된 골재의 모습이다. A는 경기도 Y플랜트의 아스팔트 혼합물용 25mm 천연 쇄석골재이고, B는 품질인증 받은 경기도 I사의 도로공사용 40mm 순환골재, C는 도로공사용으로 인증 받지 못한 충청남도 D사의 순환골재의 모습이다. 사진에서 보이는 바와 같이 순환골재의 경우 천연골재와 같이 부착불순물의 양이 적으나 골재의 입경이 둥근 타입의 골재형상을 띄고 있고, 재생골재의 경우 골재의 형상은 각이진 형태이나 부착불순물이 많아 골재의 흡수율이 높은 것으로 판단된다. 골재의 품질 비교 기준을 목표로 대표적인 물성인 밀도 및 흡수율, 마모감량, 편장석유, 이물질(유기, 무기)함유량(순환골재 생산 특성상 평가되어야 함)을 동일한 입도에서 비교하였다.

3.1 입 도

골재의 기초 물성 시험을 위하여 기층용 입도기준인 BB-3를 만족하는 입도를 결정하였다. 실제 시공에 사용되는 골재는 목적에 부합한 입도를 얻기 위해서 3~4종류의 다른 입도의 골재를 합성하여 혼합한다. 실내 실험 시에는 다른 입도의 골재를 혼합하기 보다는 골재를 크기별로 분류하고 입도에 알맞은 양을 계량하여 합성하였다. [그림 3]은 BB-3와 골재 기초물성 평가에 사용된 입도이다.



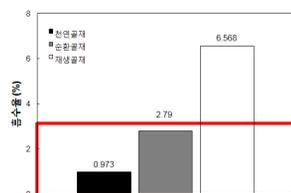
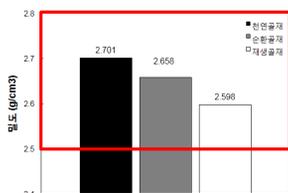
[그림 3] 도로기층용 BB-3와 시험입도



[그림 4] 천연골재의 밀도와 흡수율 [그림 5] 순환골재의 밀도와 흡수율 [그림 6] 재생골재의 밀도와 흡수율

3.2 밀도 및 흡수율

[그림 4]는 천연골재, [그림 5]는 순환골재, [그림 6]은 재생골재의 단위도별 밀도 및 흡수율 시험의 결과이다. 도로공사용 골재의 밀도는 2.5g/cm³ 이상, 흡수율은 3% 이하를 만족하여야 한다. 시험결과, 천연골재의 밀도는 2.511~2.683g/cm³로 기준을 만족하였고, 흡수율은 0.283~1.820%로 기준을 만족하였다. 순환골재의 밀도는 2.342~2.636g/cm³로 10mm 이상의 굵은골재만이 기준을 만족하였고, 흡수율은 1.604~6.515%로 밀도의 경우와 같이 10mm 이상의 굵은 골재만이 기준을 만족하였다. 재생골재의 밀도와 흡수율은 각각 2.164~2.284g/cm³와 5.254~7.495로 기준을 만족하지 못하였다. 순환골재와 재생골재가 생산되는 과정 중 완전히 제거되지 않은 시멘트 페이스트의 영향으로 순환골재와 재생골재의 밀도와 흡수율이 천연골재와 다른 경향을 보이고 있는데, 이는 순환골재 표면에 부착되어 있는 시멘트 페이스트가 골재의 밀도를 낮추는 동시에 흡수율을 높이기 때문이다. 또한 폐콘크리트 모암을 파쇄하여 골재를 생산하기 때문에 잔골재에는 더욱 많은 시멘트 페이스트가 유입 되어 위와 같은 특성을 나타내게 된다. 재생골재는 순환골재로 생산되기 이전 단계의 골재로 굵은골재와 잔골재 모두 시멘트 페이스트의 함유량이 많아 밀도는 낮고, 흡수율은 높은 값을 나타내고 있다.



[그림 7] 합성입도 밀도 (g/cm³) [그림 8] 합성입도 흡수율 (%)

[그림 7]과 [그림 8]은 골재 합성 후 골재의 밀도와 흡수율을 나타낸 결과이다. 합성 후, 흡수율의 경우 천연골

재는 0.973%, 순환골재는 2.790%, 재생골재는 6.568%로 국내 시방인 3% 이하의 기준을 천연골재와 순환골재는 만족하였지만, 재생골재의 경우 크게 벗어나는 결과를 나타내었다. 밀도의 경우 천연골재는 2.701g/cm³, 순환골재는 2.658g/cm³, 재생골재는 2.598g/cm³로 국내 기준 (2.5g/cm³ 이상)을 모두 충족하였다. 흡수율이 높아질 수록 AP의 소요량이 증가되어 경제성이 떨어지기 때문에 골재의 품질이 우수하여도 사용과 정책적인 장려가 어렵게 된다. 그러나 순환골재의 저렴한 가격과 운반비를 고려한다면, 소요 AP량이 높아져 생산가격이 상승하는 것이 상쇄되어 경제성에 관한 우려가 해소될 수 있을 것이라 판단된다.

3.3 마모감량

<표 3>에 나타난 바와 같이, 마모감량에 대한 국내 기준은 40% 이하이다. 시험결과 천연골재는 21.88%, 순환골재는 19.90%, 재생골재는 36.80%로, 순환골재의 경우 천연골재보다 적은 수치를 나타내었는데, 순환골재를 생산하는 공정 중, 골재의 취약한 부분이 골재로부터 떨어져 나간 까닭으로 판단된다.

<표 3> 각 재료의 LA 마모시험 결과

시험 항목	기준	천연골재	순환골재	재생골재
마모감량	40% 이하	21.88%	19.90%	36.80%

3.4 이물질 함유량

<표 4>는 시험 결과이다. 순환골재와 재생골재는 건설 폐기물을 수거하여 생산되기 때문에 수거하는 과정에서 순수한 폐콘크리트가 아닌 이질적인 재료들이 혼입되게 된다. 이물질은 소각이 가능한 유기이물질(나뭇조각, 천, 종이 등)과 소각이 불가능한 무기이물질(타일, 적벽돌 등)

로 구분되며, 시험에서도 두 가지로 구분하여 수행하였다. 순환 굵은골재의 경우 유기이물질은 0.08%, 무기이물질은 0.59%로 측정되었고, 순환 잔골재의 경우 유기이물질은 0.02%, 무기이물질은 0.09%로 순환 굵은골재와 순환 잔골재는 국내 기준을 모두 통과하였다. 재생 굵은골재의 경우 유기이물질은 0.03%, 무기이물질은 0.43%로 측정되었고, 재생 잔골재의 경우 유기이물질은 0.44%, 무기이물질은 0.78%로 국내 기준을 모두 통과하였다.

<표 4> 이물질 함유량 시험 결과

시험 항목	기준	순환골재		재생골재	
		굵은	잔	굵은	잔
유기이물질 함유량 부피(%)	1이하	0.08	0.02	0.03	0.44
무기이물질 함유량 질량(%)	5이하	0.59	0.09	0.43	0.78

3.5 순환골재의 품질

골재의 품질비교 결과, 흡수율을 제외한 모든 부분에서는 사용에 무리가 없는 것으로 나타났다. 그러나 흡수율은 순환골재의 생산 특성상 불가피한 부분으로 혼합물이 아스팔트 콘크리트 재료로서의 성능이 검증될 경우, 경제성을 고려하여 흡수율에 관련된 기준을 조정할 필요가 있는 것으로 판단된다.

4. 혼합물의 성능 평가

4.1 선회다짐기를 이용한 배합설계



[그림 9] 골재의 혼합 및 명칭

본 연구는 재활용되는 순환골재와 재생골재 중에서 경제성이 낮은 재생골재를 제외하고 순환골재의 재활용을 목표로 하였다. 또한 현장의 상황을 고려하여 순환골재와 천연골재를 혼합할 수 있는 가능성을 고려하여 천연골재와 순환골재, 천연골재와 순환골재를 혼합한 경우의 혼합

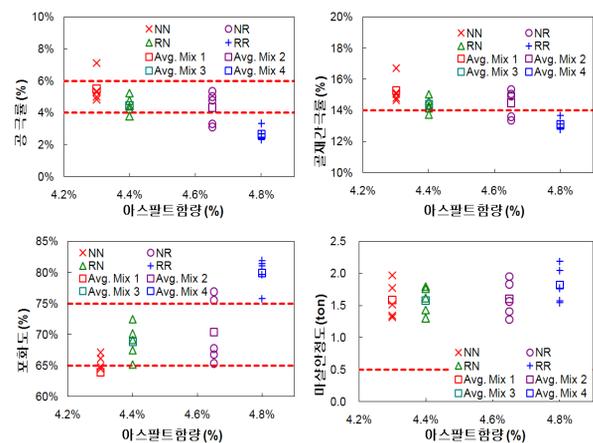
물로서의 사용 타당성 및 구조적 안정성에 대하여 분석하였다. [그림 9]는 골재의 혼합과 배합의 이름을 도식화한 것이다. 혼합비율을 다르게 혼합한 것이 아닌 굵은골재와 잔골재를 구분하여 혼합하였고, 명칭은 N(Natural)과 R(Recycle)로 구분하여 앞의 철자는 굵은 골재를 의미하고, 뒤의 철자는 잔골재를 의미한다.

4.2 선회다짐기를 이용한 배합설계

미 연방도로국(FHWA, Federal Highway Administration)에서 연구의 일환으로 진행된 전략적 도로 연구사업(SHRP, Strategic Highway Research Program)에서 제안한 “체적구성비율 배합설계법(Volumetric Portion of the mix design procedure)”인 슈퍼페이브(Superpave, Superior Performing Asphalt Pavement System) 배합설계로 성능평가에 필요한 혼합물의 최적 아스팔트 함량(OAC, Optimum Asphalt Content)을 결정하였다(NAPA, 1996)^{4,5)}.

국내 규격인 KS F 2377와 SHRP의 슈퍼페이브 Level 1 배합설계에 따라 NN은 4.30%, NR은 4.65%, RN은 4.40%, RR은 4.80%로 최적 아스팔트 함량을 결정하였다. 골재의 흡수율이 높아짐에 따라 아스팔트의 흡수율이 높아지는 경향을 보였고, 최적 아스팔트 함량과 골재 흡수율의 관계는 $R^2=0.995$ 의 선형관계를 보이고 있었다.

4.3 마샬안정도 시험



[그림 10] 마샬안정도 시험 결과

본 연구에서는 슈퍼페이브 배합설계를 이용하여 최적 아스팔트 함량을 결정하였지만, 현재 국내에서는 마샬안정도 시험을 기준으로 혼합물이 제작되고, 평가되고 있다. 혼합물의 국내 기준을 만족하는지 확인하기 위하여 결정

된 최적 아스팔트 함량으로 시편을 제작하여 마찰안정도 시험을 수행하였다. 위의 [그림 10]은 시험결과이다.

마찰안정도 실험결과에 따르면, 순환골재만을 사용하거나 천연골재와 순환골재를 혼합하여도 사용이 가능할 것으로 판단된다. 그러나 안정도를 제외하고, 골재의 흡수율과 골재에 흡수되는 아스팔트의 양이 영향을 미치는 공극률, 골재간극률, 포화도 등의 측면에서는 순환골재만을 사용한 혼합물을 기층재료로 사용하기에는 무리가 있으나, 천연골재와 순환골재를 혼합할 경우에는 기층재료로서 충분히 사용이 가능하다고 판단된다.

4.4 현장시험시공

새로운 혼합물을 개발함에 있어 최종 목표는 실제 현장에 새로운 혼합물을 시공하였을 때 만족할 만한 공용성을 가지는 혼합물을 개발하는데 있다. 이에 현장시험시공은 새로운 혼합물의 공용성을 평가하는데 있어 필수적인 과정이라 할 수 있다. 기층을 각각 천연골재 혼합물과 순환골재 혼합물로 하여 다음과 같은 3곳에 현장시험시공을 실시하였다.

- ① 서울시 중랑구 신내동에 위치한 아파트 진출입로 주변 (2007년 11월 23일) - 신설 도로 건설 현장
- ② 인천시 서구 금곡동 355번 국도(2009년 4월 14일) - 연장 120m, 폭 4.3m로, 서인천과 인천 김단지구에서 강화 방향으로 향하는 삼거리로 교통량이 매우 많은 지점
- ③ 경기도 의왕시 내손2동 내손로 삼거리(2009년 4월 29일) - 인천시 서구 현장보다 교통량이 적은 지점으로 골재의 입도는 인천 서구 현장과 동일하고, 아스팔트 함량을 5.3%로 시공

4.5 FWD를 이용한 현장 공용성 평가

현장시험시공 후 포장체의 공용서의 평가하기 위하여 FWD(Falling Weight Deflectometer)를 이용하였다. 천연골재 혼합물구간과 순환골재 혼합물 구간을 상대 비교하여 공용성을 평가하고자 하였다.

중랑구 신내동 현장의 육안조사 시 두 구간 모두 균열, 파손, 침하 등의 구조적 파손은 발견할 수 없었으나, 천연골재를 포설한 곳의 표면에 약간의 파손이 발견되었다. 그러나 이는 표층 재료의 문제로 인하여 발생된 것으로 기층의 재료와 무관한 것으로 확인되었다. FWD 시험 결과, 순환골재 기층이 천연골재 기층보다 약 10% 처짐 차이 발

생하였고, 두 개의 시험시공 섹션에서 모두 차륜통과지점의 처짐이 차륜비통과지점에서의 처짐보다 평균 5% 정도 낮게 측정 되었다. 중랑구 신내동 현장에서 순환골재 구간이 천연골재 구간보다 처짐이 조금 더 발생하긴 하였으나, 실제 공용에 영향을 미치지거나, 구조적, 공학적으로 문제가 되지 않았기 때문에, 순환골재를 기층재료로 사용해도 문제가 없을 것으로 판단된다.

인천시 서구 현장 역시 육안조사 시 문제점은 발견되지 않았고, FWD 시험 결과 중앙부의 경우 순환골재 구간이 천연골재 구간보다 처짐이 많게는 $53\mu\text{m}$ 많게 측정되었다. 차륜통과지점의 경우 천연골재 구간의 처짐량이 순환골재 구간보다 $20\mu\text{m}$ 많은 지점도 있었고, $26\mu\text{m}$ 적은 구간도 있었다. 대체적으로 순환골재가 천연골재보다 많은 처짐을 보였으나 차이는 매우 적은 것으로 나타났다.

경기도 의왕시 현장도 육안조사 시 문제점은 발견되지 않았고, FWD 시험 결과 타격점의 처짐만이 순환골재 구간이 $152\mu\text{m}$ 많게 측정되었고, 나머지 구간들은 천연골재 구간이 순환골재 구간보다 적게는 $29\mu\text{m}$ 에서 많게는 $262\mu\text{m}$ 의 처짐이 발생하였다. 이 구간의 경우 순환골재 구간이 천연골재 구간보다 우수한 공용성을 나타내었다.

5. 결 론

순환골재를 아스팔트 콘크리트(기층용)에 적용하기 위하여 골재의 품질과 혼합물의 성능에 대하여 살펴보았다. 골재 품질로서는 폐콘크리트에서 재활용되어 생산된 순환골재는 생산 특성상 다소 높은 흡수율을 보였으나 다른 기준들은 모두 만족하여 공용성에는 문제가 없을 것으로 판단되었다. 현장 플랜트의 여건을 고려하여 천연골재와 순환골재를 혼합한 배합의 성능 비교 결과, 천연 굵은골재와 순환잔골재를 혼합한 배합이 천연골재보다 나은 성능을 보였고, 순환 굵은골재와 천연 잔골재를 혼합한 배합은 천연골재와 유사한 수준의 성능을 보였다. 비록 단기 공용성이기는 하지만, 현장시험시공 후 천연골재 혼합물 기층과 순환골재 혼합물 기층의 공용성능은 매우 유사하며 재료에 대한 처짐량의 편차가 시공품질에 대한 편차보다 작은 것 또한 확인되었다.

참고문헌

1. Ahmad H. Aljassar 등, "Recycling building demolition waste in hot-mix asphalt concrete : a case study in Kuwait", J Mater Cycles Waste Manag, pp112~115, 2005.

2. Sumeda Paranavithana 등, “Effects of recycled concrete aggregates on properties of asphalt concrete”, Resources, Conservation and Recycling 48, pp1~12, 2006.
3. Yiik Diew Wong 등, “Value-added utilization of recycled concrete in hot-mix asphalt”, Waste Management 27, pp294~301, 2007.
4. Asphalt Institute Executive Offices and Research Center, “ Superpave Level 1 Mix Design”, Asphalt Institute Engineering Offices, 1995.
5. NAPA, “Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design, and Construction”, NAPA(National Asphalt Pavement Association), 1996.