

국내 순환 중온 아스팔트 혼합물 생산기술과 산업부의 GR 인증제도

Production technology of warm mix recycled asphalt in Korea and GR certification system of Ministry of Trade, Industry and Energy



박성호 Sung-Ho Park
자원순환산업인증원
사무국장
E-mail : webmaster@gr.or.kr



곽대열 Dae-Yeol Kwak
자원순환산업인증원
선임연구원
E-mail : bigten@gr.or.kr

1. 머리글

정부는 2020년 12월, UN에 제출한 ‘2050 장기저탄소발전전략(LED S Long-term low greenhouse gas Emission Development Strategies)’을 통해 탄소중립 비전을 선언한 바 있으며, 전 세계에서 14번째로 ‘2050년 탄소중립’을 달성하기 위한 장기 비전과 국가 전략을 법제화¹⁾ 하였다. 이로써 앞으로 모든 분야에서 2050년 탄소중립을 지향하는 탄소중립 시대가 개막하게 되었으며, 법률에 정해진 범위 내에서 사회적 논의를 거쳐 저탄소 경제로 전환하는 다양한 정책 수단들이 도입 및 확산될 것이다.

특히, 산업부문은 국가 탄소 배출량의 비중이 높아 적극적·획기적으로 줄일 수 있는 혁신기술 개발, 온실가스 저감 설비 교체, 재생 원료 사용 확대 등 탈탄소 기술 연구개발(R&D)에 박차를 가해야 하나, 해당 기술의 공공재적 특성에 따른 현장 적용과 표준화의 어려움, 기후변화 대응에 대한 기업의 시급성 미흡, 공공조달시장 미반영 등 아직은 전적으로 정부에 의존하고 있는 상황이다. 이에 산업통상자원부의 우수재활용제품 인증(Good Recycled Products, 이하 ‘GR 인증’) 제도에서는 재생 원료 사용의 확대와 더불어 자원순환을 통해 탄소중립을 추구하는 ‘순환경제’ 사회 전환을 위하여, 기존 산업과 新산업에서 GR 품질인증제도의 인증 대상품목을 지속적으로 발굴하여 우수한 재활용제품을 표준화하여 초기 판로를 지원하고 있다.

도로포장 분야에서도 에너지 절감, 자원순환 및 탄소 배출을 최소화하는 환경친화적인 포장 재료 개발과 탈탄소화 기술개발 연구가 수행되고 있는데, 이는 기존 도로포장은 아스팔트와 골재를 160~180℃로 가열하면서 다량의 이산화탄소와 대기오염 물질 등을 배출하기 때문이다. 이에 GR 인증제도에서는 폐아스콘을 「건설폐기물 재활용 촉진에 관

1) 2050 탄소중립이라는 목표를 달성하기 위한 법정 절차와 정책 수단을 담은 ‘탄소중립 녹색성장기본법(약칭 탄소중립기본법)’은 ‘21년 9월 24일 제정되어 ‘22년 3월 시행되었으며, 이 법률을 제정함으로써 우리나라는 2050 탄소 중립 비전을 법제화한 14번째 국가가 되었음.

한 법률」에서 규정한 25% 이상으로 사용하고 기존 가열 아스팔트 혼합물(Hot Mix Asphalt, HMA) 대비 생산과 시공온도를 30℃ 낮춤으로써, 온실가스(약 35%) 및 석유계 연료(약 30%)를 저감하는 ‘순환 중은 아스팔트 혼합물(GR F 4043)’과 ‘순환 중은 폼드 아스팔트 혼합물(GR F 4044)’을 GR 품질인증제도의 대상품목으로 지정하고 혼합물의 품질기준과 제조방식 등을 표준화하였다.

이에 본 특집 원고에서는 첫째, 산업부 GR 인증제도에 대한 소개, 둘째, 어떤 수준의 ‘순환 중은(폼드) 아스팔트 혼합물’(이하 ‘순환 중은 아스콘’) 제품을 만들어야 할지에 대한 품질기준 제시의 필요성, 셋째, GR 인증제도의 순환 중은 아스콘의 표준화 내용과 표준 제정 중 핵심 쟁점 사항, 마지막으로 국내 공공시장 확대를 위한 정책적 지원 및 제도적 개선 방안을 제시하고자 한다.

2. 산업통상자원부 우수재활용제품(GR) 인증제도

다양한 정부 인증제도 중 재활용제품에 특화된 GR 인증제

도는 '97년 5월 산업계의 자원재활용촉진 종합대책 수립 이후, 산업통상자원부에서 재활용제품의 품질향상을 유도하고 소비자 인식 제고 및 수요기반을 확충하기 위하여 품질이 우수한 재활용제품에 대해 국가가 품질을 보증하는 법정임의인증제도이다.

GR 인증제도는 국내에서 발생한 재활용 가능한 자원을 활용하여 기술개발 및 실용화된 재활용 제품 중에서 품질·환경친화성이 우수하여 에너지 및 자원절약 등 재활용 파급효과가 큰 제품을 대상으로 제품별 규격 품질과 공장 기준을 제정(표준화)하고 동 기준에 따라 제품의 품질을 평가하여 인증을 부여하고 있다. 이를 통해 자원순환과 에너지 절감을 도모하여 산업계의 지속가능한 성장에 일조하고 있으며, GR 인증을 획득한 제품은 「저탄소 녹색성장 기본법」 제2조제5호에 따른 녹색제품에 해당되어, 「녹색제품 구매촉진에 관한 법률」 및 「건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률」에서 공공기관의 구매를 의무화하고 있으며, GR 제품 구매실적을 공공기관 업무평가에 반영하고, GR 규격을 조달청 구매규격으로 활용하는 등 국가의 지속가능한 성장을 견인하는 자원순환 제품의 대표적인 인증제도로 인식되고 있다.

개요	인증을 통해 수요기반을 마련하고 기술개발을 유도하여 자원생산성 개선 및 지속가능발전에 기여하는 제도
근거	「산업기술혁신촉진법」 제15조제2항제6호 및 동법 시행령 제17조제1항제2호, 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」 제33조
인센티브	「녹색제품 구매촉진에 관한 법률」 제6조에 따른 공공기관 의무구매 대상제품
인증주체	산업통상자원부
인증기관	자원순환산업인증원
인증기간	3년
인증요건	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>국내에서 발생한 재활용 가능 자원 사용</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>실용화되어 판매실적이 있는 제품</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>GR품질인증기준에 적합하게 관리가 되는 제품</p> </div> </div>

그림 1. 우수재활용제품(GR) 인증제도의 개요

[표 1] 순환 아스콘 관련 GR 인증현황

순번	제정일자	품 목 명	품질인증기준 번호	인증기업 수
1	2015.3.2.	순환 가열 아스팔트 혼합물	GR F 4005	120
2	2015.3.2.	순환 상온 아스팔트 혼합물	GR F 4026	15
3	2019.7.3.	순환 중온 아스팔트 혼합물	GR F 4043	4
4	2021.9.2.	순환 중온 폼드 아스팔트 혼합물	GR F 4044	2

[표 2] 아스팔트 혼합물 1톤 생산 시 연료 및 배출 유해가스 발생량 비교 (국토부, 2012)

구분	연료 (L/ton)	먼지 및 유해가스			
		이산화탄소 (%)	질소산화물 NOx(ppm)	황산화물 SOx(ppm)	일산화탄소 (ppm)
가열 아스팔트 포장	7.7	6.3	38	8	1,300
중온 아스팔트 포장	5.0	4.2	34	7	1,200
절감비율	35.0 %	33.3 %	10.5 %	12.5 %	7.7 %

현재 GR 인증제도에서는 페아스콘의 재활용을 촉진하기 위하여, 순환 아스콘 제품의 관리 기준을 확립하여 품질향상 도모 및 사용처의 안전성을 확보하고자, ‘순환 가열 아스팔트 혼합물’, ‘순환 상온 아스팔트 혼합물’, ‘순환 중온 아스팔트 혼합물’, ‘순환 중온 폼드 아스팔트 혼합물’ 등 총 4종에 대해 품질인증기준을 제정하여 평가를 통해 인증을 부여하고 있다.

3. 순환 중온 아스콘의 GR 품질인증기준 제정 배경

순환 중온 아스콘은 기존 가열 아스콘과 동등한 품질을 유지하면서 생산 온도를 약 30℃ 낮추어 제조함으로써, 생산 과정에서 가열 에너지(화석 연료)가 적게 소비되어 상대적으로 질소산화물 등 오염물질 발생을 줄이고 탄소 발생을 감

축시키는 친환경적인 도로포장 기술로, 유럽, 미국은 '97년 교토의정서²⁾에 따라 '90년대부터 중온 아스콘 생산 기술을 개발하여 현재 도로 아스팔트 포장의 약 40% 이상에 적용하는 등 정착 단계에 있으나, 국내에서는 실효성 있는 정책 수단³⁾이 동반되지 못하여 현재까지 시공실적은 매우 미비한 실정이다.

일반적으로 중온 아스콘은 가열 아스콘과 비교하여, 생산 및 시공 온도를 약 30℃ 낮춤으로서 ① 이산화탄소 등 온실가스 배출 약 35% 감소 ② 생산 중 소요되는 석유계 연료 30~35% 저감 ③ 포장도로 유지보수 공사에 따른 차량지·정체 시간 약 25% 감소 ④ 공용온도에서 유사하거나 높은 강도 특성 확보 등의 효과가 이미 검증⁴⁾된 바 있다.

국내의 경우, 2010년도에 “저탄소 중온 아스팔트 혼합물 생산 및 시공 잠정지침”을 제정한 이후, 시험포장을 통해 친

2) 교토 의정서란, 온실가스 배출을 줄이기 위해 기후 변화 협약에 따라 맺은 의정서로서 지구 온난화 규제 및 방지의 국제 협약인 기후 변화 협약의 구체적 이행 방안으로, 선진국의 온실가스 감축 목표치를 규정하였음.

3) 2019.10.14. 관계부처 합동 ‘현장밀착형 규제혁신 방안’을 위한 혁신성장 전략회의에서 친환경 도로포장 확대 등을 위해 중온 아스팔트 혼합물용 우수재활용제품(GR) 인증 및 공공기관 녹색제품의무구매 대상에 포함하는 정책을 수립

4) ‘온실가스 저감으로 쾌적한 도로 환경 조성(저탄소 아스팔트 포장 활성화로 탄소배출, 정체시간 줄여)’ (2012.2.14. 국토교통부 보도자료) 부분 인용

환경적 효과를 확인하고, 시험 시공 시 나타난 내구성 및 품질관리 문제가 해소되면서 공공건설사업 뿐만 아니라 노후포장 등 도로 정비 공사에도 중은 아스팔트 혼합물의 사용확대를 추진중에 있으며, 국토교통부 “아스팔트 콘크리트 포장 시공 지침(이하 ‘시공지침’)”을 통해 중은 아스팔트 혼합물의 정의, 중은화 첨가제의 품질기준 등을 제시하고 있다.

이에 GR 인증제도에서는 탄소중립과 순환경제 등 핵심 환경정책 목표를 지원하고, 순환 중은 아스콘 시장 확대에 따른 기준 미달 제품의 난립 방지 및 현장 적용 가능한 제조자의 품질 가이드라인으로써 수요자에게 순환 중은 아스콘 제품의 신뢰를 형성하기 위해, 국토부 시공지침 및 순환 가열 아스팔트 혼합물의 GR 품질인증기준(GR F 4005)을 준용하여 2019년 7월 순환 중은 아스콘 GR 품질인증기준을 제정하였다. 또한 기존 화학첨가제 방식과 비교하여 기계(Foaming) 장치를 활용해 고압의 물을 분사하여 기포 형성 및 아스팔트의 부피를 팽창시키고 점도를 감소시켜 가열 아스콘 대비 약 30℃ 낮은 온도에서 생산 및 시공이 가능하고, 화학첨가제 사용 시 우려되는 2차 환경 유해성을 저감 가능한 이점이 있는 순환 중은 폼드 아스팔트 혼합물의 GR 품질인증기준을 2021년 9월 제정하였다.

3.1 순환 중은 아스콘의 GR 품질인증기준 제정

중은 아스팔트 혼합물도 국토부 시공 지침에 따라 가열 아스팔트 혼합물과 동등한 품질을 유지해야 함에 따라, 순환 중은 아스팔트 혼합물(GR F 4044)도 순환 가열 아스팔트 혼합물(GR F 4005)의 품질기준을 준용하였다. 다만, GR 품질인증기준을 제정하는 과정에서 제품표준 내 공용성능 평가 기준(피로균열, 소성변형 등)을 품질의 성능항목으로 추가할 필요성에 대하여 검토하였으나, 포장 성능의 적부 및 정도를 가늠할 수 있는 평가 항목(기준) 및 시험 방법이 불명확한 점, 플랜트에서 생산 및 혼합물 제조 시 지속적으로 관리가 가능한 품질 성능항목으로 보기 어려운 점, 순환 중은 아스콘 시장 형성 초기에 있어 제품표준 내 강제사항으로 규제하기보다는 수요자의 요구에 의한 선택사항으로 공장심사 관리 기준으로 적용함이 적합하다고 판단하였다.

또한 순환 중은 아스콘의 종류는 기층용, 중간층용, 표층용으로 구분하여 입도 분포에 따라 각각 BB-1~4(기층), MC-1(중간층), WC-1~6(표층)으로 세부 분류하지만 혼합물의 세부 규격이 현행 순환 가열 아스콘과 같아 사용자의 혼란이 발생할 수 있는 바, 각각의 호칭에 WR(Warm Recycled)을 붙

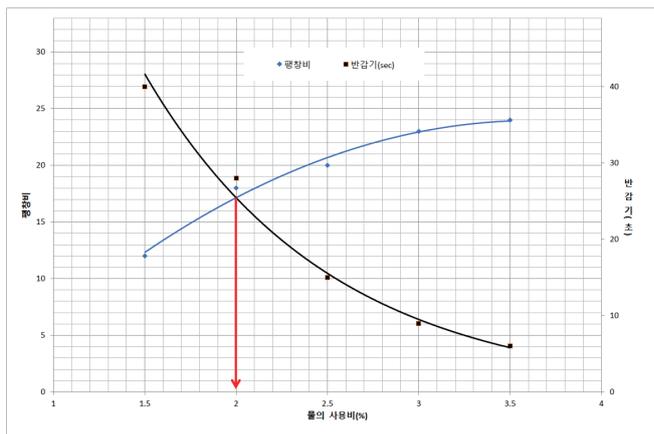


그림 2. 최적물 사용량 결정 그래프 (GR F 4044)

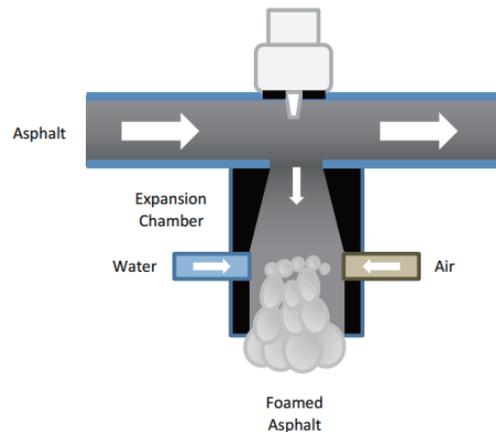


그림 3. 포밍 과정의 개념도

여 표기상 구분하도록 하였다. 해당 GR 품질인증기준의 공장 심사 및 제품의 표준은 GR 정보시스템(www.buygr.or.kr)에서 무료로 확인할 수 있다.

3.2 순환 중온 폼드 아스콘의 GR 품질인증기준 제정

일반적으로 순환 중온 폼드 아스콘에서의 폼드 아스팔트 발생장치(기포발생장치)는 기계적 혼합방법(Mechanical Mixing Type), 벤츨리 혼합방법(Venturi Mixing Type), 팽창 챔버 방법(Expansion Chamber Type), 전단/콜로이드 혼합 방법(Shear/Colloid Mill Mixing Type), 공기-물 분무 방법(Air-Atomized Water Type), 고압 물 분무 방법(High Pressure Atomized Water Type) 등의 방법을 각각 또는 조합하여 사용하고 있으며, 장치별 노즐의 압력이 상이하여 기준값을 최적화하여 설정하는 것은 불가능하였으나, 아스팔트의 최대 팽창력(팽창비), 유지력(반감기) 등을 고려하여, 순환 중온 폼드 아스콘 제품의 품질에 최적인 물 사용량을 결정하는 그래프를 제품표준에 추가하여 생산기업에서 참고할 수 있도록 하였다.

또한, 중온 아스팔트 혼합물도 국토부 시공 지침에 따라 가열 아스팔트 혼합물과 동등한 품질을 유지해야 함에 따라 순환 가열 아스팔트 혼합물(GR F 4005) 및 순환 중온 아스팔트 혼합물(GR F 4043)의 품질기준을 준용하였다. 다만, 제정안 검토 과정에서 품질기준 내 공용성능 평가 기준(피로균열 및 소성변형 관련 - 삼축압축반복하중시험, 직접인장 또는 간접인장 피로시험, 동탄성계수시험 등)의 추가 필요성에 대하여 검토하였으나, 플랜트 생산 및 혼합물 제조에 있어 지속적으로 관리가 가능한 품질 항목으로 보기 어려운 점, 순환 중온 폼드 아스콘 시장 형성 초기에 있어 표준 내 강제사항으로 규제하기보다 수요자의 요구에 의한 선택사항으로 공장심사 관리 기준으로 적용함이 적합하다고 판단하였다.

아울러, 순환 중온 폼드 아스콘에서 개질 아스팔트를 포함하지 않으므로 아스팔트 품질기준은 W64 등급의 아스팔트만을 명시하였으며, 중온화 첨가제(습식, 건식) 또는 중온화 아스팔트의 품질기준은 순환 중온 아스팔트 혼합물 표준(GR F

4043)에 수록되어 있으므로 구분을 위해 삭제하였다. 또한 기존 생산방식과 다르게 순환 중온 폼드 아스콘에서는 포밍된 아스팔트의 시간에 따른 변화를 고려하기 위해 플랜트 생산에서 현장포설까지의 과정을 모사할 수 있는 공시체 제작방법이 쟁점사항이었으나, 플랜트 생산 혼합물의 공시체 제작방법과 현장 도착 혼합물의 공시체 제작방법을 병행하도록 구분해서 명시하였다.

순환 중온 아스콘도 세부 규격이 현행 순환 가열 아스팔트 혼합물과 같아 사용자의 혼란이 발생할 수 있는 바, 각각의 호칭에 WR(Warm Recycled)을 붙여 표기상 구분하도록 하였다. 해당 GR 품질인증기준의 공장심사 및 제품의 표준은 GR 정보시스템(www.buygr.or.kr)에서 무료로 확인할 수 있다.

4. 국내 공공시장 확대를 위한 정책적 지원 및 제도적 개선 방안

인증원은 온실가스와 미세먼지를 획기적으로 줄이는 순환 중온 아스콘으로 기업들의 생산방식 전환을 지원하고자, 품목 추가 절차를 통해 인증 절차를 간소화(기존 90일→60일)하였으며, 해당 규격을 조달청 다수공급자계약에 반영하는 등 아스콘 업계가 탄소저감에 체계적으로 대응할 수 있도록 관련 제도를 정비한 바 있다. 또한 인증원에서 '순환아스콘 품질실패 방지 향상을 위한 GR 교실'을 통해 업계의 탄소중립 이행을



그림 4. '순환아스콘 품질실패 방지 향상을 위한 GR 교실'

위한 순환 중온 아스콘 전환 및 품질개선 방안, 인증사례와 국내외 최신 기술동향 등을 공유하는 기술적 실무교육을 실시하고 있다.

최근 환경부도 연료 투입량과 전력 사용량을 약 70% 수준으로 낮추는 중온 아스콘에 대하여 외부사업 방법론으로 승인하는 등⁵⁾ 도로포장의 탄소중립 추진이 가속화될 것으로 기대된다.

다가오는 미래에 한국을 포함한 자원빈국들은 탄소중립을 위한 순환경제 역할이 더욱 중요하게 작용될 것으로 여러 학자들은 전망하고 있다. 이에 우리나라도 국가 차원으로 폐아스콘 및 중온 생산 기술을 관리하고, 관련된 재활용기술 개발과 표준화 작업이 함께 앙상블되어 국가 자원순환형 사회 형성에 한발 더 다가설 수 있는 기반을 위한 산·학·연·관의 협력적인 실증 연구가 지속적으로 진행되길 기대한다.

참고문헌

1. 관계부처 합동, 지속가능한 녹색사회 실현을 위한 대한민국 2050 탄소중립 전략, 2020
2. 국토해양부, 온실가스 저감으로 쾌적한 도로 환경 조성(보도자료), 2012
3. 국가기술표준원, 순환 중온 아스팔트 혼합물(GR F 4043), 2019
4. 국가기술표준원, 순환 중온 폼드 아스팔트 혼합물(GR F 4044), 2021
5. David E. Newcomb et al., "NCHRP REPORT 807 : Properties of Foamed Asphalt for Warm Mix Asphalt Applications", Transportation Research Board, Washington DC, 2015

담당 편집위원 : 노성환(한국골재산업연구원)

5) 국내 중온 아스팔트 혼합물 생산을 통한 연료 및 온실가스 저감 사업의 방법론(06A-001-Ver01), (2021.12)