

재생아스팔트 혼합물 기준 및 품질확보 방안

Specification and Quality Control of Recycled Asphalt Mixtures



권 수 안*
Soo-Ahn Kwon



정 규 동**
Kyu-Dong Jeong

1. 서 론

아스팔트 포장은 소음이 적고, 쉽고 빠르게 시공 및 유지보수가 가능하기 때문에 외국은 물론 국내 대부분의 일반국도 및 지방도에서 사용되고 있다. 이에 따라 유지보수 시에 발생하는 건설폐자재인 폐아스팔트 콘크리트의 발생량도 점증하고 있어 이의 재활용이 국가적으로 중요한 과제로 대두되었다.

도로에서 발생된 폐아스팔트 콘크리트(이후 아스콘 발생재라고 함)는 재활용시 원재료인 아스팔트와 골재를 그 기능 그대로 활용할 수 있기 때문에 환경보전 효과와 경제성 등을 충족시키기 때문에 외국에서는 1910년대부터 재활용이 시작되었다. 그리고, 1950년대에 노화된 아스팔트를 회복시킬 수 있는 재생첨가제 및 사용기술의 개발되고, 1970년대 중반에 간접가열 방식의 재활용 장비가 개발된 후에 범용적으로 사용되고 있다.

국내에서는 1980년대에 현장가열표층재생장비를 해외에서 도입함으로써 최초로 시작되었으나 성능이 미흡하여 거의 사용되지 않았으며, 1999년에 아스팔트 콘크리트 순환골재의 KS 규격 제정하고, 2000년에 재활용 가열 아스

팔트 혼합물에 대한 GR 인증 등으로 활용이 증가하기 시작하였다. 또한, 2005년에는 국토해양부에서 ‘건설폐자재 재활용 도로포장 지침’을 통해 일반국도에서 재생아스팔트 혼합물을 사용할 수 있는 기준이 마련되었고, 2010년에는 신규아스팔트 혼합물 기준인 KS F 2349에 재생아스팔트 혼합물을 활용할 수 있도록 개정하였다. 특히, 2010년 7월부터는 ‘건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률’이 개정되어 의무적으로 사용하여야 한다.

이에 따라 본 기사에서는 관련 법률 및 기준 현황을 살펴보고 품질관리 방법을 제시하고자 한다.

2. 국내의 관련 법률 및 기준 현황

2.1 분류

건설폐자재는 건축 폐기물, 건설부산물, 건축 폐재류, 건축물 폐재, 건축쓰레기 등 다양한 의미로 나타내고 있으며, 범위 및 정의도 정확하게 분리되어 있지 않은 실정이다.

우리나라에서 폐기물에 대한 정의를 살펴보면, 『폐기물관리법』에 의하면 “폐기물”이라 함은 쓰레기연소재, 오니, 폐유, 폐산, 폐알카리, 동물의 사체 등으로서 사람의 생활이나 사업활동에 필요하지 아니하게 된 물질로 정의하고 있다. 동 법에서는 폐기물을 “생활폐기물”과 “사업장폐기물” 등 크게 2가지로 구분하며, 폐아스팔트 콘크리트(이후 폐아스콘이라고 함)는 그림 1에서 사업장폐기물

* 한국건설기술연구원 도로연구실 연구위원
Research Fellow / Highway Research Division /
Korea Institute of Construction Technology
E-mail : sakwon@kict.re.kr

** 한국건설기술연구원 도로연구실 연구위원
Research Specialist / Highway Research Division /
Korea Institute of Construction Technology
E-mail : kdjeong@kict.re.kr

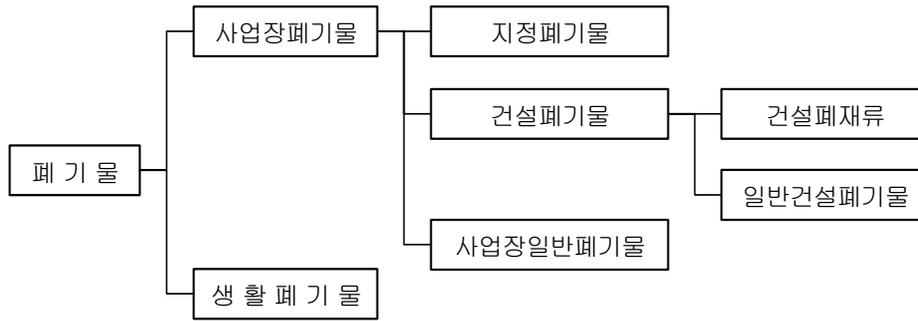


그림 1. 폐기물관리법의 폐기물 구분

의 건설폐기물 중 건설폐재류에 해당하며, 이의 정의는 표 1과 같다.

1.2. 법률 현황

폐아스콘과 관련한 법규 및 지침은 표 2와 같이 상위법인 『폐기물관리법』을 비롯하여 5종이 있다. 특히, 2010년 7월부터 환경부가 고시한 『순환골재 등 의무사용건설공사의 순환골재·순환골재 재활용제품 사용용도 및 의무사용량에 관한 고시』에 따라 아스팔트 콘크리트 순환골재(이후 아스콘 순환골재라고 함)는 거의 대부분의 건설공사의 아스팔트 콘크리트 포장에서 15% 이상을 재활용하도록 하였다.

(1) 폐기물관리법

『폐기물관리법』은 폐기물을 적정하게 처리하여 자연환경 및 생활환경을 청결히 함으로써 환경보전과 국민생활의 질적 향상에 이바지함을 목적으로 제정되었으며, 폐기물의 수집, 운반, 보관, 처리 등의 방법을 규정하고 있다.

(2) 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률

『자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률』에서는 연간 시공금액 150억원 이상인 건설업자를 ‘중점관리 대상업자’로 지정, 건설폐기물 중 ‘지정부산물’의 일정량을 재활용하도록 의무화(50~75%)함으로써 중점관리 대상업자에 대한 재활용 의무를 규정하고 있으며 공공기관의 재활용제품

표 1. 폐기물 구분에 따른 정의

폐기물	쓰레기·연소재, 오니, 폐유, 폐산, 폐알카리, 동물의 사체 등으로서 사람의 생활이나 사업활동에 필요하지 아니하게 된 물질
사업장폐기물	대기환경보전법·수질환경보호법 또는 소음·진동 규제법의 규정에 의하여 배출시설을 설치·운영하는 사업장 기타 대통령령이 정하는 사업장에서 발생하는 폐기물
생활폐기물	사업장 폐기물 외의 폐기물
지정폐기물	사업장 폐기물 중 폐유·폐산 등 주변환경을 오염시킬 수 있거나 감염성 폐기물 등 인체에 유해를 줄 수 있는 물질로서 대통령령이 정하는 폐기물
건설폐기물	토목, 건설공사 등과 관련하여 배출되는 사업장폐기물로서 지정폐기물과 성상이 다른 폐기물
사업장일반폐기물	사업장폐기물로서 지정폐기물 및 건설폐기물을 제외한 폐기물
건설폐재류	폐토사, 폐벽돌, 폐콘크리트 및 폐아스팔트콘크리트

표 2 폐아스팔트 콘크리트 재활용 관련 법령

법률	<ul style="list-style-type: none"> ○ 폐기물관리법·시행령·시행규칙 ○ 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률·시행령·시행규칙 ○ 건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률
지침, 고시	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건설폐기물 처리기준 및 방법 등에 관한 업무처리지침 ○ 순환골재 등 의무사용건설공사의 순환골재·순환골재 재활용제품 사용용도 및 의무사용량에 관한 고시

우선구매 계획 수립으로 재생제품의 우선사용에 대해 제시하고 있다. 또한, 지정부산물을 배출하는 사업자는 지정부산물의 용도에 따른 재활용 방법, 지정부산물의 이용 촉진에 관한 계획의 작성 및 실시, 지정부산물의 분리·과쇄 등에 관한 사항에 대하여 지침에 따라 준수하도록 하며, 이에 따르지 않을 때 이에 대한 내용을 공개하거나 필요한 조치를 명하도록 하고 있다. 또한 자원 재활용에 필요한 시설 설치, 연구, 재활용 사업 등의 자원재활용에 자금이 필요할 경우 정부에서 보조하거나 융자할 수 있으며, 필요한 경우에는 차관을 알선할 수 있다고 하였다. 현재 폐기물 재활용업을 허가제로 통일하고, 체계화 및 세분화하여 개정하였으며, 2011년 7월 시행 예정이다.

(3) 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률

이 법률은 건설폐기물을 친환경적으로 적절하게 처리하고 그 재활용을 촉진하여 국가 자원을 효율적으로 이용하기 위해 2003년에 제정되었으며, 2009년에 개정되어 2010년 7월부터 개정된 기준이 시행중이다.

주요 내용으로는 ‘순환골재 의무사용건설공사’에 대하여 국가, 지방자치단체, 공공기관 등에서 순환골재를 의무사용하도록 하였으며, 아스콘 순환골재는 도로공사용이나 아스콘 순환골재를 25%이상 사용한 제품으로 재활용하는 경우에만 적용하도록 하였다.

(4) 건설폐기물 처리기준 및 방법 등에 관한 업무처리 지침

『건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률』 및 『폐기물관리법』에 따른 건설폐기물의 배출자신고, 수집·운반·보관 및 처리 등 건설폐기물의 친환경적 적정 처리 및 재활용 촉진을 위한 업무를 처리함에 있어 행정의 일관성 및 신뢰성을 확보하기 위하여 필요한 구체적인 사항을 정한 것이다. 건설폐기물 배출자 신고, 설폐기물처리업 허가관련 사항 등이 규정되어 있다.

(5) 순환골재 등 의무사용건설공사의 순환골재·순환골재 재활용제품 사용용도 및 의무사용량에 관한 고시

2010년부터 순환골재 의무사용 건설공사에 대한 기준으로 아스콘 순환골재 재활용제품은 아스팔트 콘크리트 포장용으로만 사용하며, 순환골재는 제품 소요량의 15% 이상을 의무사용하도록 하였다.

의무사용 용도는 다음과 같다.

- 도로법에 따른 1km 이상의 신설공사, 1km 이상인 연속된 구간의 1차로 이상 확장공사

- 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령에 의한 도로 중 1km 이상인 일반도로, 자동차전용도로, 보행자전용도로, 자전거전용도로 등의 신설 또는 확장공사
- 산업입지 및 개발에 관한 법률에 의한 산업단지개발사업 중 면적이 15만 제곱미터 이상인 용지조서사업
- 하수도법에 의한 공공하수처리시설 및 분뇨처리시설의 설치공사
- 가축분뇨의 관리 및 이용에 관한 법률에 의한 공공처리시설의 설치공사
- 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률에 의한 폐수종말처리시설의 설치공사
- 택지개발촉진법에 의한 면적이 30만 제곱미터 이상인 용지조성사업
- 물류시설의 개발 및 운영에 관한 법률에 의한 물류터미널의 건설공사 및 물류단지의 개발공사
- 주차장법에 의한 노상주차장 및 노외주차장 설치공사

1.3. 품질기준 현황

아스콘 순환골재와 재생아스팔트 혼합물 관련한 품질기준 현황은 표 3과 같다. 현재 국토해양부의 건설폐자재 재활용 도로 포장 지침이 2005년 제정 후에 개정이 없었으며, 그 외 GR이나 KS 기준 등은 최근에 제정되거나 개정되어 재생 아스팔트 혼합물의 적용 결과를 반영한 다양한 품질기준이 포함되어 있다. 따라서, 국토해양부의 관련 지침의 개정이 필요한 시점이다.

표 3. 페아스팔트 콘크리트 재활용 관련 법령

순환골재	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국토해양부, 순환골재 품질인증 ◦ KS 2572 아스팔트 콘크리트용 순환골재 ◦ 국토해양부, 건설폐자재 재활용 도로 포장 지침(2005)
재생아스팔트 혼합물	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 국토해양부, 건설폐자재 재활용 도로 포장 지침(2005) ◦ GR F 4005 재활용 가열 아스팔트 혼합물(2009) ◦ KS F 2349 가열 아스팔트 혼합물(2010)

아스콘 순환골재의 품질기준에서 주요차이점은 표 4와 같이 이물질 함량비율이며, 현재 KS F2572도 국토부의 품질인증 기준에 부합되도록 개정 중에 있다.

표 4. 아스콘 순환골재의 품질기준 현황

구 분		KS F2572	국토부 품질인증	국토부 지침
구재 아스팔트 함량(%)		3.8 이상	3.8 이상	3.8 이상
구재 아스팔트 침입도(25℃,1/10mm)		20 이상	20 이상	20 이상
씻기 시험에서 손실되는 양(%)		5 이하	5 이하	5 이하
최대 입경(mm)		20 이하	20~13mm, 13mm 이하	20~13mm, 13mm 이하
이물질함량비율 (%)	유기이물질	1)참조	1 이하(체적기준) 2)	1)참조
	무기이물질		1 이하(질량기준)	
저장 장소		3)참조	3)참조	3)참조
저장 높이(m)		5 이하	4 이하	5 이하
저장 기간(년)		1 이하	1 이하	1 이하

주 1) 저장 중 다른 골재와 섞이거나 나무조각, 금속편 등 이물질이 섞이지 않아야 한다.

주 2) 유기이물질량은 체적기준이며, 구재 아스팔트 함량을 제외한다.

주 3) 빗물에 노출되지 않도록 천막이나 덮개 시설에 보관

재생아스팔트 혼합물의 종류 및 품질기준에서 주요 차이점은 표 5에서 아스콘 순환골재를 국토부 지침에서는 표층용은 30% 이하, 기층용은 50% 이하 사용하는데 비하여, GR 기준은 25% 이상, KS F 2349는 관련 기준이 없다. 또한, KS 기준에서는 아스팔트 혼합물 종류를 국토부 지침 기준과 부합되게 조정하였다.

표 6에서 아스팔트 혼합물 기준은 KS F 2349 의 기준 이 기존에는 신규 아스팔트 혼합물만 대상으로 하였으나, 재생 아스팔트 혼합물의 사용 의무화에 따른 순환골재 재활용 기준 추가 및 품질 확보를 위해 아스팔트 혼합물용 사용골재에 순환골재 포함하였다. 또한, 이와 관련하여 균

열과 수분 저항성 향상 기준을 재생 아스팔트 혼합물의 품질기준에 추가하였다.

2. 주요 품질관리 방법

2.1 페이아스팔트 콘크리트

아스콘 발생재를 아스팔트 혼합물의 재료로 사용하기 위해서는 아스콘 발생재에 포함되는 이물질 함량과 입도 및 아스팔트의 노화 정도가 매우 중요하다.

표 5. 재생아스팔트 혼합물의 종류 현황

구 분		KS F 2349	GR F 4008	국토부 지침
순환골재 품질기준		KS F 2357	KS F 2357	3.8 이상
사용율(%)	기층용	-	25%이상	50 이하
	표층용			30 이하
혼합물 종류	기층용	BB-1 ~ BB-4 (40~25mm)	BB-1 ~ BB-3 (40~25mm)	BB-1R ~ BB-4R (40~25mm)
	중간층용	BC-1 (20mm)	표층용과 동일	WC-5, MC-1
	표층용	WC-1 ~ WC-5 (13, 20mm)	조립도, 밀입도, 세립도, 밀입도꺾등 (13, 20mm)	WC-1R~WC-6R (13, 20mm)

표 6. 재생 아스팔트 혼합물의 품질기준

구 분	KS F 2349	GR F 4008	국토부 지침
안정도(N)	(5000,6000,7500)이상	(6000, 7500) 이상	(5000,5880,7350) 이상
흐름값(1/100cm)	(15, 20) ~ 40	20 ~ 40	(15, 20) ~ 40
공극률(%)	3 ~ (5, 6)	3 ~ (5, 6, 7)	3 ~ (5, 6)
포화도(%)	(65, 70) ~ (80, 85)	(65, 70, 75) ~ (80, 85)	(65, 70) ~ (80, 85)
골재간극률(%)	(12,13,14,15,16) 이상	-	(12,13,14,15,16) 이상
간접인장강도(N/mm ²)	0.8 이상	0.8 이상	-
터프니스(N•mm)	8,000 이상	8,000 이상	-
인장 강도비(TSR)1)	0.75 이상	0.7 이상	-
동적안정도(회/mm)1)	(750, 1000) 이상	-	-
아스팔트 추출 후 침입도(1/10mm)1)	55 이상	-	-

주) 인장 강도비, 동적안정도, 아스팔트 추출 후 침입도 시험은 반기별 1회

아스콘 발생제는 아스팔트 콘크리트 포장을 제거하는 과정에서 발생하며, 철근이나 각목 등의 이물질이 없기 때문에 수집 및 운반시에 흙이나 기타 건설폐기물과 혼합되지 않는다면 이물질이 함유되지 않은 매우 우수한 재료를 확보할 수 있다. 따라서, 아스콘 발생제는 전용의 운반장비를 이용하여 타 이물질과 혼입없이 별도로 처리하도록 하고 있다.

아스콘 발생제의 입도는 절삭방법 또는 굴착방법에 따라 성상에 차이가 있다. 포장의 이상 원인이 표층에 한정될 경우 절삭방법이 일반적으로 적용되며, 아스콘 발생제가 비교적 잘게 파쇄된 형태다. 굴착방법은 지하매설물 공사 또는 포장의 이상 원인이 표층 및 그 이하 포장층의 노후화에 의한 경우에 적용하며, 아스콘 발생제는 크기와 형상이 일정치 않은 덩어리 형태로 발생된다. 따라서, 아스팔트 콘크리트 포장의 제거방법에 따라 폐아스콘을 구분하여 운반 및 처리하여야 재활용의 효율성을 높일 수 있다.

아스팔트의 노화 정도는 재생 아스팔트 혼합물의 품질과 관련된 매우 중요한 특성이다. 도로에 포장된 아스팔트 콘크리트는 표층에서의 노화가 크지만, 수분의 침투가 적기 때문에 전반적으로 심한 노화가 발생하지 않는다. 그러나, 아스콘 발생제의 상태에서는 공기 중에 노출되고, 특히 우천시에 급격한 산화와 노화가 일어난다. 따라서 아스콘 발생제를 지붕시설이나 천막 등으로 빗물에 노출되지 않도록 하여야 하며, 가급적 신속히 사용하여야 한다. 특히 아스콘 발생제를 파쇄하여 아스팔트 콘크리트 순환골재(이후 아스콘 순환골재라고 함)로 제조된 후에는 더욱

유의하여야 한다.

아스콘 순환골재의 골재입도는 일반적으로 최대골재크기 19mm 또는 13mm 이하로 관리하고 있으나, 좀 더 품질관리를 향상시키기 위해서는 더욱 단립화하여 19mm-13mm, 13mm-10mm, 10mm 이하 또는 13mm-10mm, 10mm 이하로 세분하는 것이 필요하다.

2.2. 재생아스팔트 혼합물



그림 2. 재생가열아스팔트 플랜트

아스콘 순환골재는 아스팔트와 골재로 이루어져있으며, 그림 2와 같은 아스팔트 플랜트에서 재활용할 경우 가열 과정에서 아스팔트의 점도가 낮아져서 신규 골재 및 아스팔트 등과 쉽게 혼합될 수 있다.

폐아스콘을 재활용하는 공법은 크게 재활용 장소에 따라 플랜트 재생공법과 현장 재생공법으로 구분하며, 재생공정의 특성에 따라 플랜트 재생가열아스팔트 혼합물 공법, 플랜트 재생상온아스팔트 혼합물 공법, 현장가열표층 재생공법 등으로 나누어진다. 현장가열표층 재생공법은 포장의 표층의 시공에 사용되고, 그 외에는 표층, 중간층, 기층에 사용될 수 있다.

재생아스팔트 혼합물의 품질에서 가장 중요하게 고려할 사항은 아스팔트의 노화 정도에 따른 재생첨가제나 아스팔트의 선정 및 사용비율이다.

만일, 재료나 사용비율이 적합하지 않을 경우 노화된 아스팔트로 인하여 소성변형에 대한 저항성이 높아 마찰 안정도나 휠트래킹 시험에 의한 동적안정도는 높을 수 있으나, 1-2년 내에 조기 균열이 발생할 가능성이 높다.

그림 3은 신아스팔트 침입도에 따른 아스콘 순환골재의 혼합비율을 나타내고 있다.

아스콘 순환골재에 포함된 구아스팔트의 침입도가 30이라고 할 때 신아스팔트의 침입도 65이면 신아스팔트를 90%를 추가(아스콘 순환골재 약 10% 재활용)하여야 하며,

신아스팔트의 침입도가 90이면 신아스팔트를 63% 추가(아스콘 순환골재 약 37% 재활용)할 수 있다는 것을 보여준다. 즉, 일반적으로 침입도 등급 60-80인 아스팔트를 사용할 경우에는 매우 적은 비율의 아스콘 순환골재를 사용하여야 재생 아스팔트 혼합물의 품질을 확보할 수 있다.

따라서, 아스콘 순환골재를 활용할 경우에는 침입도 등급 80-100 의 무른 아스팔트를 사용하여야 아스콘 순환골재의 사용비율을 높이고, 소요 품질을 확보할 수 있다. 그리고, 아스팔트의 노화를 회복시켜주는 재생첨가제를 사용할 수도 있는데, 이 경우 너무 낮거나 높은 비율의 재생첨가제를 사용하지 않도록 적합한 비율을 결정하는 것이 중요하다.

현재 KS 기준의 재생아스팔트 혼합물 품질기준에서 동적안정도는 소성변형 저항성을 나타내고, 간접인장강도와 터프니스는 균열저항성, 인장강도비는 수분민감성을 판단할 수 있다.

그러나, 아스팔트 혼합물의 품질을 상기 시험기준을 통해 정확히 판별할 수는 없으며, 아스콘 순환골재 사용비율이 중요하지만 재생아스팔트 혼합물을 시험하여 알 수 없

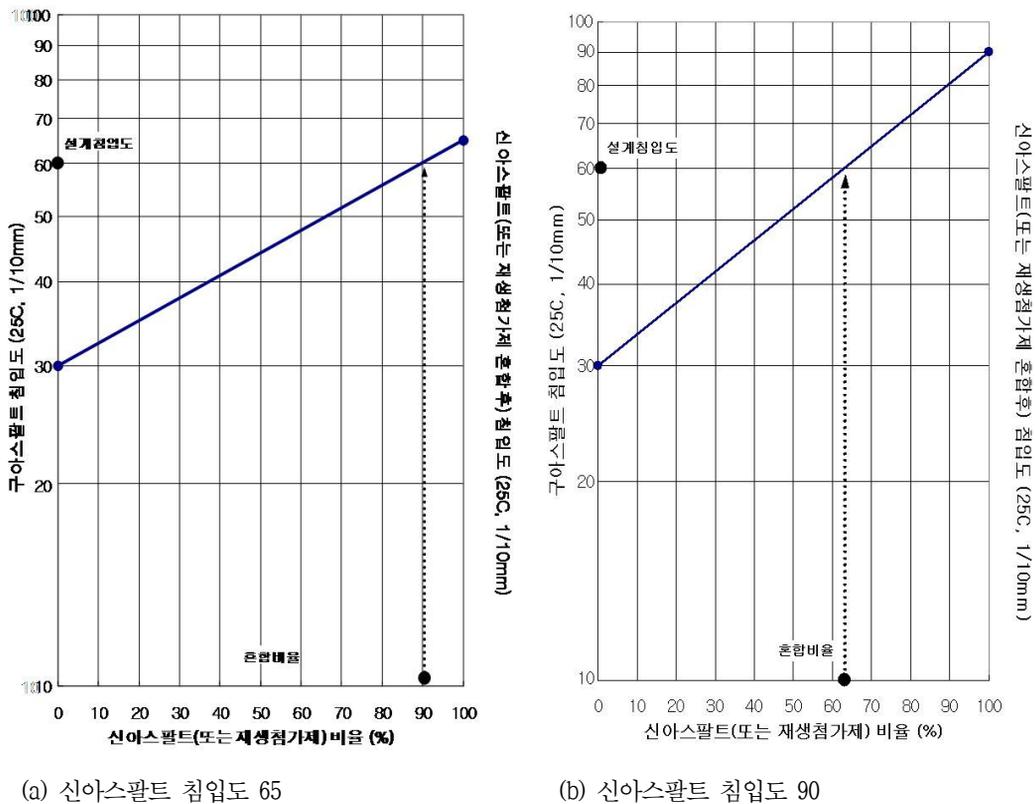


그림 3. 신아스팔트 침입도에 따른 아스콘 순환골재 혼합비율

으므로 재생아스팔트 혼합물에서 아스팔트를 추출하여 아스팔트의 침입도를 시험하는 것이 노화된 아스팔트를 적합하게 회복시켰는지를 판단할 수 있는 중요한 방법으로 사료된다. 따라서, 아스팔트 추출후 침입도 시험을 현재 반기별 1회로 되어있으나, 잠정적으로 아스팔트 혼합물의 품질이 안정화될 때까지 지속적으로 확인하는 것이 필요하다고 사료된다.

3. 맺음말

2010년 6월 이후부터 아스콘 순환골재를 아스팔트 콘트리트 포장에 15% 이상 재활용하도록 법률이 개정되었으므로 재생아스팔트 혼합물은 전국적으로 확대 적용될 것으로 판단된다. 현재의 기술수준을 고려할 때 아스콘 발생재는 적절히 처리하면 유용한 자원으로 재활용 할 수 있으며, 고부가가치의 도로포장 재료로 활용하여도 품질확보에 문제점이 없다.

그러나, 현재 일부 구간에서 재생아스팔트 혼합물로 포장한 후 조기 균열 등이 발생하는 것을 고려할 때 품질관리가 적합하지 않을 경우 전국적으로 확대 시행되면서 각종 문제점이 발생할 수 있다. 따라서, 재생 아스팔트 혼합물 관련 포장 기술 교육 프로그램을 강화하고, 현장 종합 실사를 통해 미비점을 조기에 개선해야할 것으로 사료된다.