

유리섬유 보강 아스팔트 혼합물의 현장 적용성 평가

A Study on Field Application of Glass Fiber-reinforced Asphalt Mixtures

업 병 식	Ohm, Byung-Sik	정회원 · 한국건설기술연구원 수석연구원 · 교신저자 (E-mail : bseom@kict.re.kr)
유 평 준	Yoo, Pyeong-Jun	정회원 · 한국건설기술연구원 연구위원 (E-mail : pjyoo@kict.re.kr)
함 상 민	Ham, Sang-Min	정회원 · 한국건설기술연구원 연구원 (E-mail : genie83@kict.re.kr)
서 영 찬	Suh, Young-Chan	정회원 · 한양대학교 교통물류공학과 교수 (E-mail : suhyc@hanyang.ac.kr)

ABSTRACT

PURPOSES : This study evaluated the field applicability and laboratory performance of glass fiber-reinforced asphalt (GFRA) mixtures.

METHODS : The general hot-mix asphalt (HMA) and GFRA mixtures were paved in five sites, including three national highways, one express highway, and an arterial road, to evaluate field applicability and durability. The plant mixing and construction method for the GFRA were similar to those for the general HMA. The lab performances of the field samples were relatively compared through the mechanical measures from the Marshall stability, indirect tensile strength, and dynamic stability. The field performance was surveyed after a year.

RESULTS : The lab tests verified the superior lab performances of the GFRA compared to the general HMA. The Marshall stability of the GFRA increased for about 128% of the general HMA. The indirect tensile strength of the GFRA was 115% greater than that of the general HMA. The dynamic stability of the GFRA resulted in 16,180 reps/mm, which indicated that high rut resistance may be expected. No noticeable defects, such as cracks or deformation, were observed for the GFRA sections after a year.

CONCLUSIONS : The lab tests and field survey for the five GFRA sites resulted in superior performances compared to the general HMA. The relatively low-cost GFRA, which required no pre-processing procedures, such as polymer modification, may be a promising alternative to the polymer-modified asphalt mixtures. The long-term performance will be verified by the superior field durability of the GFRA in the near future.

Keywords

Glass Fiber-reinforced Asphalt, GFRA, field application, laboratory performance

Corresponding Author : Ohm, Byung-Sik, Senior Researcher
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, 283,
Goyangdae-ro, Ilsanseo-gu, Goyang-si, Gyeonggi-do, 10223, Korea
Tel : +82.31.910.0541 Fax : +82.31.910.0161
E-mail : bseom@kict.re.kr

International Journal of Highway Engineering

http://www.ksre.or.kr/

ISSN 1738-7159 (print)

ISSN 2287-3678 (Online)

Received Mar. 11, 2016 Revised Mar. 16, 2016 Accepted May. 20, 2016

1. 서론

일반적으로 도로포장의 조기 파손은 도로관리자에게는 예상치 못한 도로 유지비용 증가를 야기하고, 운전자에게는 주행 쾌적성 저하 및 교통안전에 심각한 저해를 발생한다. 최근에는 기후적 환경 변화(폭설, 폭우, 한파 등)에 따른 포트홀과 같은 조기 파손 문제가 발생되고 있으며, 도로 포장 분야에서는 이에 대한 해결책을 강구

해야 하는 실정이다. 2012년 고속도로 아스팔트 포장의 파손을 분석한 결과에 의하면 아스팔트 포장의 파손 중 포트홀이 66%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 균열과 소성변형 순으로 나타난다고 보고하였다(이경하 등, 2012). 이러한 파손의 원인으로 재료에서는 골재불량을, 시공에서는 다짐 및 포장하부와의 접착 문제를 지적하고 있으며, 혼합물 생산 및 시공 시 품질관리를 강

조하고 있다. 그러나, 이러한 품질관리에 대한 강조를 하더라도 골재의 경우 천연자원의 수급 한계 등으로 인하여 적절한 골재 사용의 어려움이 여전히 남아 있다. 이러한 이유로 골재 품질 개선 연구보다는 아스팔트 바인더의 개질화 또는 기타 첨가제를 활용한 연구가 좀 더 활발히 진행되고 있다.

아스팔트 포장의 내구성을 증진하기 위한 일반적인 방법으로는 아스팔트 바인더의 점착강도 또는 골재간 결합력 증진을 위한 아스팔트 바인더 개질화 방법이 있다.

본 연구에서는 일반적으로 쓰이는 아스팔트 바인더 개질화 방법이 아닌 아스팔트 혼합물 생산 시 섬유를 투입하여 3차원으로 보강하는 내구성 증진 방법을 이용하였다.

섬유를 첨가한 아스팔트 혼합물의 내구성 증진 효과는 선행된 실내시험에서 수행한 바 있으며, 본 연구에서는 이를 검증하기 위하여 실제 도로 현장에 생산 및 시공을 하였으며, 이에 대한 현장 적용성 결과를 제시하였다.

2. 유리섬유 보강 아스팔트 혼합물

2.1. 개발 혼합물의 특성

본 연구에서 다루고 있는 섬유 보강 아스팔트 혼합물은 다발성 유리섬유를 일반 혼합물에 첨가하여 여러 개의 섬유가 골재 및 바인더와 함께 3차원 형태로 보강하는 원리를 가지고 있다. 이러한 섬유 보강 방법은 콘크리트 혼합물에서는 일반적으로 사용하는 방법이나 아스팔트 혼합물에서는 거의 사용되고 있지 않다. 최초의 보강용 섬유는 고대 이집트에서 진흙으로 벽돌을 만들때 벗집을 활용하여 사용된 기록이 있다(Button and Epps, 1981). 최근 외국의 연구에서는 아스팔트 혼합물에 다양한 섬유를 첨가하여 혼합물의 내구성 평가 사례를 발표한 바 있으며, 섬유 보강으로 인하여 내구성이 향상된다고 보고하고 있다.

일반적인 아스팔트 혼합물 내 섬유를 사용하는 이유는 두 가지로 들 수 있다. 첫 번째로, SMA와 같은 겹입도 골재 사용 시 아스팔트 바인더의 흐름 방지용으로 사용하는 것과 두 번째로, 밀입도에서 소성변형 및 균열 저항성을 높이는데 사용하는 것이 있다(Rebecca, 2015). Busching 등(1970)과 Peltonen(1991)은 섬유 사용에 대한 장점을 다음과 같이 요약하고 있다.

- 혼합물의 인장 능력 강화로 인한 균열 저항성 향상
- 균열 발생 시 심각한 균열 진전 발생 저하

- 피로 균열 저항성 증대
- 혼합물 수평 유동성 제약을 통한 소성변형 저항성 향상
- 마모 저항성 향상
- 내구성 증대에 필요한 높은 아스팔트 바인더 함량 사용 가능

본 연구에서는 상기와 같은 보강 개념을 적용한 유리섬유 보강 아스팔트 혼합물을 제작하였다. Fig. 1은 유리섬유를 첨가하였을 때, 아스팔트 혼합물 내 3차원으로 섬유가 분산되는 형상을 보여주고 있으며, Fig. 2는 아스팔트 바인더 투입 전 골재 및 유리섬유의 상태를 보여 주고 있다.

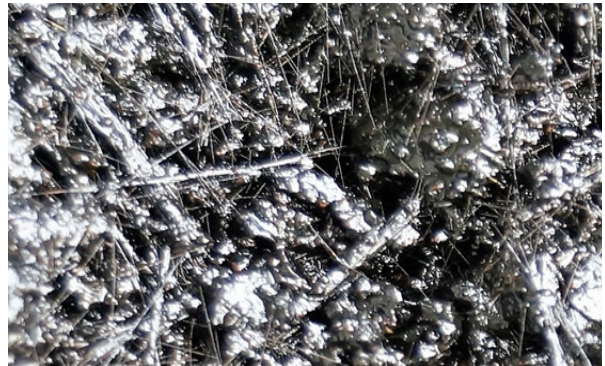


Fig. 1 3D Reinforcement of Glass Fiber-reinforced Asphalt Mixtures (GFRA)



Fig. 2 Materials of GFRA

2.2. 개발 보강 섬유 특징

여러 논문에서 사용된 아스팔트 혼합물용 보강 섬유는 셀룰로스 섬유, 광물성 섬유, 폴리에스터 섬유, 폴리프로필렌 섬유, 아라미드 섬유, 유리섬유 등이 있으며, 각 섬유의 특징에 따라 섬유 크기 및 첨가량을 결정하기

위한 연구를 진행하였다.

보강 섬유에 대한 특징을 살펴보면, 셀룰로스 및 광물성 섬유는 높은 바인더 함량 사용 시 바인더 흐름 방지용으로 사용되며, 그 외 섬유는 3차원 보강 방식으로 바인더와 골재에 분포하여 균열 및 소성변형 방지용으로 사용된다. 특히, 유리섬유는 높은 인장 강도, 낮은 연성, 높은 탄성회복, 높은 연화점의 장점을 지니며, 혼합물 내 첨가 시 인장 성능이 증대되는 효과를 보인다. 또한 유리섬유는 환경적 영향이 적으며, 타 산업 분야에 보강용 재료로 널리 사용하고 있다.

이러한 섬유 보강에 따른 내구성 증대 장점에도 불구하고 아스팔트 혼합물에 섬유를 첨가하여 생산하기 위해서는 섬유간 뭉침 현상을 최소화해야 한다. 여러 논문(Watson et al, 1998 ; Cleven, 2000)에서는 섬유 뭉침을 방지하기 위해서는 아스팔트 플랜트의 혼합시간을 증가하도록 하고 있다.

본 연구에서는 혼합물 생산 시 혼합시간의 최소화 및 섬유 뭉침을 해결하기 위하여 특별히 제작된 유리섬유를 사용하였다. 제작된 유리섬유의 특징은 운반 및 생산 시 섬유 뭉침을 최소화하기 위하여 폴리프로필렌 재료로 일정량의 섬유를 코팅하여 골재와 유사한 형태를 갖도록 한 것이 특징이다. 첨가되는 유리섬유는 두 가지 종류로 봉형 유리섬유와 파분형 유리섬유이다.

봉형 유리섬유(Fig. 3)는 10~12mm 길이를 가진 단섬유를 800에서 1,000개 가닥으로 묶어 폴리프로필렌 수지로 코팅한 섬유이다. Fig. 3(a)는 가공 전 다발성 유리섬유 형태를 보여주며, Fig. 3(b)는 폴리프로필렌 수지로 코팅한 섬유이다.



(a) Glass Fibers(raw) (b) PP-coated Glass Fibers

Fig. 3 Glass Fibers

파분형 유리섬유(Fig. 4)는 유리섬유 가루를 폴리프로필렌 수지로 코팅하여 골재 형태로 가공한 것으로, 미세한 가루가 골재 간 마찰력을 증진시키도록 첨가되는 섬유이다. Fig. 4(a)는 가공 전 유리섬유 분말이며, Fig. 4(b)는 폴리프로필렌 수지로 코팅된 파분형 유리섬유이다.



(a) Glass Scraps(raw) (b) PP-coated Glass Scraps

Fig. 4 Glass Scraps

Fig. 3(a), Fig. 4(a)와 같이 가공하지 않은 유리섬유를 그대로 첨가할 경우에는 플랜트 혼합시간 증가 또는 섬유 뭉침이 나타날 수 있기 때문에 아스팔트 플랜트 생산 온도에서 녹을 수 있는 폴리프로필렌 재료로 코팅하여 사용하였다. 굵은 골재와 유사한 크기 및 비중을 가진 플라스틱으로 코팅한 유리섬유는 건식 혼합 시 1차적으로 골재와 분산이 이루어지며, 플랜트 생산온도에서 폴리프로필렌 코팅이 녹으면서 2차적 분산이 이루어지는 특징을 가진다. 이러한 원리를 적용하면 아스팔트 생산 혼합시간을 최소화할 수 있다.

Table 1과 Table 2는 각 섬유의 물성 특성을 보여준다.

Table 1. Physical Characteristic of Glass Fibers

Physical properties	Characteristic value
Density(g/cm ³)	2.55
Tensile strength(MPa)	3,400
Elongation(%)	4.5~5.0
Number of filaments	800~1000
Length(mm)	10~12

Table 2. Gradation of Glass Scraps

Sieve size(μm)	% Passing
100	100.0
75	83.0
45	47.0

3. 유리섬유 보강 아스팔트 시험 시공

3.1. 개요

본 연구에서 개발된 유리섬유 보강 아스팔트 혼합물의 실용화 및 내구성 검증을 위해서 2014년 말 일반국도 38호선(평택, 안성 지역)에 1, 2차 시험 시공을 시작으로, 2015년에는 서울시, 일반국도, 고속도로에 시공

하였다. 각 시험시공별 개략적 위치는 Fig. 5와 같으며, 각 차수별 적용 개요는 Table 3과 같다. 각 구간별로 유리섬유 보강 아스팔트와 비교를 위해 일반 아스팔트 혼합물과 같이 시공하였다. 다만, 경부고속도로의 경우에는 현장 여건상 유리섬유 보강 아스팔트 혼합물만을 생산하여 적용하였다.

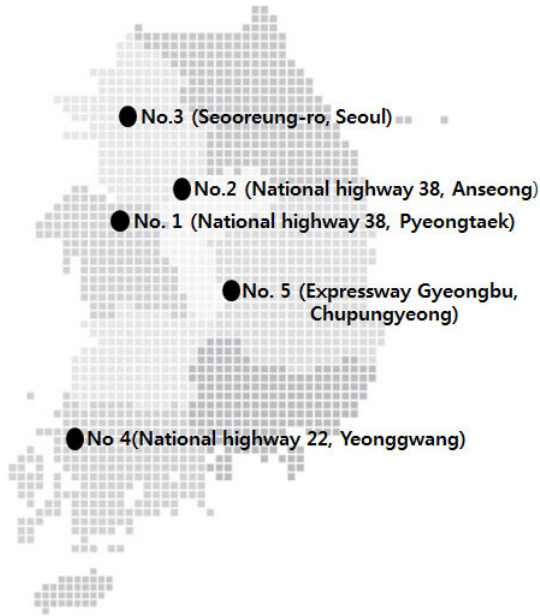


Fig. 5 Field Test Locations for GFRA

Table 3. Summary of Field Test Section

No.	Road type	Location	Construction date	Length	Type
1	National Highways	No.38, Pyeongtaek	14.10.17	50m	HMA/GFRA
2	National Highways	No.38, Anseong	14.11.12	50m	HMA/GFRA
3	City Streets	Seooreung-ro, Seoul	15.10.28	120m	SMA/GFR SMA
4	National Highways	No 22, Yeonggwang	15.11.10	100m	HMA/GFRA
5	Express way	Gyeongbu, Chupungnyeong	15.12.22	200m	GFRA

3.2. 유리섬유 보강 아스팔트 배합 설계

시험 시공 시 적용된 아스팔트 배합설계는 일반 가열 아스팔트 혼합물 배합설계와 동일한 방법을 통해 골재 입도에 따른 최적 아스팔트 함량을 결정하였다. 다만, 최적 유리 섬유 함량의 결정을 위하여 0.5~2.5% 범위에서 0.5% 간격으로 섬유 첨가량을 선정하였다. 각 첨가량에 따라

공시체를 제작하고, 각 시료별 간접인장강도 시험을 거쳐 강도에 따른 최적 유리섬유 첨가량을 결정하였다. 시험시공 시 사용된 배합 설계 절차는 Fig. 6과 같다.

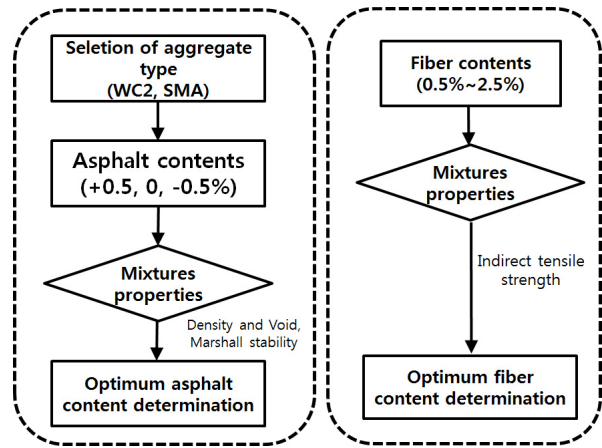


Fig. 6 Mix Design of GFRA

각 시험시공별 사용된 골재 입도는 시공 위치 인접지역의 현장 아스팔트 플랜트에서 조달 가능한 표준 골재 입도를 사용하였다. 1, 2, 4, 5차에서는 표준 골재입도 WC2를, 3차 서울 시내 도로에는 SMA 입도를 적용하였다. Fig. 7은 각 시공 위치별로 사용된 골재입도를 보여준다.

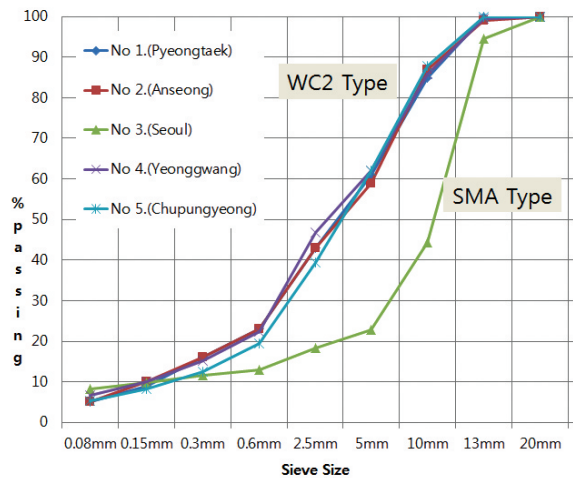


Fig. 7 Aggregate Gradation Chart for GFRA

각 골재 입도에 따른 배합 설계 결과는 Table 4와 같이 나타났다. Table 4의 배합 설계 결과를 살펴보면, 아스팔트 함량의 경우 일반 표준용 골재인 WC2 입도에서는 5.4~5.5%로 설계하였으며, SMA 표준용 골재에서는 6.3%로 설계하였다. 또한, 섬유 첨가량에서는 각 차수별로 1.0%~2.5%까지 변화를 주어 반영하였다.

Table 4. Job Mix Formula Results of GFRA

No.	Agg. type	Asphalt contents(%)	Fiber contents(%W)		
			GS	GF	Sum
1	WC-2	5.5	0.66	0.66	1.32
2	WC-2	5.4	0.50	0.50	1.00
3	SMA	6.3	1.5	1.0	2.50
4	WC-2	5.5	1.5	1.0	2.50
5	WC-2	5.5	1.0	0.6	1.60

3.3. 혼합물의 생산

유리섬유 보강 아스팔트 혼합물의 생산은 일반 가열 아스팔트 혼합물의 생산과정과 동일하게 실시하였으며, 골재 투입 후 유리섬유(파분형 유리섬유 : GS, 봉형 유리섬유 : GF)를 투입하는 공정만 추가하였다. 유리섬유는 Fig. 8과 같이 플랜트 내 첨가제 투입구를 이용하여 첨가하였다.



Fig. 8 Production of GFRA

시험시공별 혼합물 생산 조건은 Table 5에서 보는 바와 같으며, 생산온도만 일반 가열 아스팔트 혼합물, SMA 혼합물에 따라 조절하여 생산하였다.

생산된 유리섬유 보강 아스팔트 혼합물은 각 배치별 샘플채취를 통하여 육안으로 혼합물 생산 상태를 확인

하였으며, 섬유 뭉침 현상의 문제점은 발생되지 않았다.

Table 5. Production Conditions

Mixture type	Construction no.	Production temp.	Mixing time	
			Dry mix.	Wet mix.
HMA(WC2)	1, 2 4, 5	170°C	5Sec~ 25Sec	45Sec
SMA mixture	3	190°C		

3.4. 혼합물의 현장 시공

유리섬유 보강 아스팔트 포장의 시공은 일반 가열 아스팔트 포장에 사용되는 다짐 방법과 동일하게 실시하였다. 적용 공법은 5cm 절삭 덧씌우기 방법으로, 기존 보수면을 5cm 두께로 절삭 후 유리섬유 보강 아스팔트 혼합물을 포설하였다. 시공 절차는 Fig. 9와 같다.



Fig. 9 Construction of GFRA

4. 실내 시험 및 초기 공용성 조사

본 연구에서는 시험 시공 시 생산된 모든 혼합물을 채

취하여 실험용 공시체를 제작하고, 마찰안정도 시험, 간접인장강도 시험, 동적안정도 시험을 수행하였다.

4.1. 마찰안정도 시험

마찰안정도 시험은 현 배합설계에서 사용되는 기준으로 현장에서 채취한 혼합물을 사용하여 공시체 제작 후 실시하였다. 현장 채취된 혼합물은 상대 비교를 위하여 유리섬유가 첨가되지 않은 혼합물과 첨가된 아스팔트 혼합물을 사용하였다. 마찰안정도 시험은 KS F 2337 규정에 의한 시험 방법으로 수행하였으며, 그 결과는 Table 6과 같이 나타났다.

Table 6. Results of Marshall Stability Test

No.	Marshall stability(N)		Increase rate(%)	
	Control (without fibers)	GFRA		
1	avg.	9,402	16,506	175.6
	Max.	9,697	18,977	
	Min.	8,882	15,111	
	Std.	369	1,752	
2	avg.	12,932	16,537	127.9
	Max.	13,321	17,152	
	Min.	12,728	16,058	
	Std.	275	457	
4	avg.	7,661	12,955	169.1
	Max.	7,888	14,081	
	Min.	7,313	11,495	
	Std.	250	1,082	
5	avg.	-	15,356	-
	Max.	-	15,417	
	Min.	-	15,276	
	Std.	-	59	

Table 6의 결과를 살펴보면, 일반 아스팔트 혼합물은 현 마찰안정도 품질 규격인 7,500N 이상으로 나타났으며, 유리섬유로 보강된 혼합물의 경우, 일반 아스팔트 혼합물 대비 127.9%에서 175.6%까지 향상된 결과를 보였다.

4.2. 간접인장강도 시험

간접인장강도 시험은 채취한 혼합물을 사용하여 공시체 제작 후 실시하였다. 간접인장강도 시험은 KS F 2382 규정에 의한 시험 방법으로 수행하였으며, 그 결과는 Table 7과 같이 나타났다.

Table 7의 결과를 살펴보면, 유리섬유로 보강된 혼합

물의 경우, 일반 아스팔트 혼합물 대비 114.7%에서 132.1%까지 향상된 결과를 보였다.

Table 7. Result of Indirect Tensile Strength Test (25°C)

No.	Indirect tensile strength(MPa)		Increase rate(%)	
	Control (without fibers)	GFRA		
1	avg.	1.27	1.45	114.7
	Max.	1.67	1.53	
	Min.	1.06	1.40	
	Std.	0.15	0.06	
2	avg.	0.78	1.03	132.1
	Max.	0.83	1.04	
	Min.	0.71	1.00	
	Std.	0.05	0.02	
4	avg.	1.13	1.37	120.6
	Max.	1.18	1.71	
	Min.	1.02	1.13	
	Std.	0.05	0.23	
5	avg.	-	1.25	-
	Max.	-	1.30	
	Min.	-	1.23	
	Std.	-	0.03	

4.3. 동적안정도 시험

동적안정도 시험은 SMA 포장 생산 및 시공 지침 내에 포함된 기준으로 SMA 혼합물 품질기준으로 사용되고 있으며, 소성변형 저항성에 대한 기준으로 활용된다. 국내 기준에서의 SMA 동적안정도에 대한 기준은 1mm 변형까지 2,000회 이상을 기준으로 정하고 있으며, SMA 입도 기준으로 시공된 3차(서울) 시공의 혼합물을 대상으로 동적안정도를 시험한 결과 16,180회/mm으로 높게 나타났다.

4.4. 초기 공용성 조사

시험 시공에 대한 초기 공용성을 살펴보기 위하여, 공용 후 약 1년이 지난 1차, 2차 시험 시공 구간에 대해서 자동포장상태 측정 장비를 이용하여 포장상태를 측정하였다. 1차, 2차 시험 시공 구간에 대한 공용기간은 Table 8과 같다.

Table 8. Service Life for GFRA Test Sections

NO	Construction date	Inspection date	Service life
1	2014. 10. 17.	2015. 12. 22.	1 year 2.2 Month
2	2014. 11. 12.	2015. 12. 22.	1 year 1.3 Month

1차, 2차 시험 시공 구간은 중차량이 많이 운행하는 일반국도(평택, 안성지역)로 잦은 포장 파손 발생 구간이다. Table 9는 시험 시공 구간의 2014년 차종별 교통량을 보여준다. 이 지역은 평균 일교통량이 약 4만 4천대 이상으로 일반국도 전체 교통량의 상위 2.4%~2.5%에 해당되는 지역이다.

Table 9. Traffic Volume for GFRA Test Sections (2014 Year)

No	AADT	Car	Bus	Truck	National highways rank(%)
1	44,367	33,258	1,088	10,021	Top 2.5%
2	45,152	34,126	1,660	9,366	Top 2.4%

일반적으로 약 1년 공용 기간의 포장상태를 가지고 개발 혼합물의 내구적 성능을 판단하기는 어려우나 시험 시공 구간의 교통량을 감안하였을 때는 조기 파손 여부에 대한 판단은 가능하다. 따라서 본 연구에서는 1년이 지난 구간에 대해서 포장상태 조사를 실시하였다. Fig. 10과 Fig. 11은 추적 조사 시 각 구간에 대한 전경을 보여준다.



Fig. 10 Section No. 1. (1.22 Year Age)



Fig. 11 Section No. 1. (1.15 Year Age)

자동 포장상태 조사 장비를 이용한 1, 2차 시험 시공 구간에 대한 균열율, 최대 소성변형량, 평탄성은 Table 10과 같이 조사되었다. Table 10에서 보는 바와 같이 조사된 모든 구간에서 포장상태가 양호하게 나타나 유리섬유 보강 아스팔트 적용 시 조기 파손 문제는 발생하지 않은 것으로 확인되었다.

Table 10. Results of Pavement Condition

No		Crack (%)	Max. rutdepth(mm)	IRI (m/km)
1	Control (without fibers)	0.15%	5.7	1.75
	GFRA	0.09%	4.9	1.23
2	Control (without fibers)	0.14%	5.0	1.79
	GFRA	0.05%	4.6	2.14

5. 결론

본 연구에서는 유리섬유를 첨가하여 보강한 아스팔트 포장에 대해서 시험 시공을 수행하였으며, 실내시험 및 초기 공용성에 대한 추적조사를 수행하였다. 그 결과, 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 실제 아스팔트 플랜트에서 생산한 유리 섬유 보강 아스팔트 혼합물의 샘플 채취를 통한 육안 관찰 결과, 대량 생산 시 발생할 수 있는 유리섬유 뭉침 현상의 문제점은 발생되지 않았다.
2. 혼합물 생산 시 시공 지역 인근 아스팔트 플랜트를 활용해야 하는 특성상 플랜트 사용 골재(WC2, SMA 입도)를 기준으로 섬유 첨가량을 위한 배합설계를 실시하여 최적 섬유 첨가량을 결정하고 적용하였다. 그 결과, 생산 및 시공에서 유리 섬유 사용에 따른 문제점은 발생되지 않았다.
3. 각 시험시공 현장별로 생산된 아스팔트 혼합물을 활용하여 실내 시험한 결과, 유리섬유 보강 아스팔트 혼합물이 일반 가열 아스팔트 혼합물에 비하여 우수한 성능이 발현되었다. 마찰안정도는 약 128%에서 175%까지 증대되었으며, 간접인장강도는 약 115%에서 132%까지 향상되었다. SMA 입도 구간을 대상으로 시험한 동적안정도는 유리섬유 보강 아스팔트 혼합물이 16,180회/mm로 나타나 소성변형 저항성도 높게 평가되었다.

4. 공용 1년이 지난 중교통량이 많은 현장 적용 구간(2개 구간)의 초기 포장상태(균열, 소성변형, 평탄성)를 조사한 결과, 두 구간 모두 양호한 포장상태로 나타났다. 유리섬유 보강 아스팔트 현장 적용 후의 예기치 않은 조기 파손 문제는 발생되지 않았다.

본 연구를 통해 유리섬유 보강 아스팔트 혼합물의 현장 적용성을 검토한 결과, 유리섬유를 통한 아스팔트의 물리적 보강이 실내 시험 수준에 그치지 않고, 현장 적용이 가능함을 보여주었다. 현재까지 시공된 구간에 대해서는 향후 지속적인 장기 공용성 조사를 수행하여 내구성에 대한 현장 검증이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원의 주요 사업인 “포트홀 프리 포장 품질 체계 개발(2차년도)”의 연구 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

Busching, H.W., E.H. Elliott, and N.G. Reyneveld, 1970. A State-of-the-Art Survey of Reinforced Asphalt Paving, Proceedings of

the Annual Meeting of the Association of Asphalt Paving Technologists, Vol. 39, pp. 766-798.

Button, J.W. and J.A. Epps, 1981. Mechanical Characterization of Fiber-Reinforced Bituminous Concrete, Report 4061-1, Texas Transportation Institute, College Station, 99 pp.

Cleven, M.A., 2000. Investigation of the Properties of Carbon Fiber Modified Asphalt Mixtures, Master's Thesis, Michigan Technological University, Houghton.

Lee, K.H., Kang, M.S. and Cho, M.S., 2012. Damage of Asphalt pavement and Reduction Method, Journal of Korea Society Road Engineers, 14(3), pp. 5-11.

(이경하, 강민수, 조문진(2012), 아스팔트포장의 파손현황 및 저감대책, 한국도로학회지, 14(3), pp.5-11.)

Peltonen, P, 1991. Wear and Deformation Characteristics of Fibre Reinforced Asphalt Pavements, Construction and Building Materials, Vol. 5, No. 1, pp. 18-22.

Rebecca S. .Mcdaniel, 2015. Fiber Additives in Asphalt Mixtures, NCHRP synthesis 475, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C.

Watson, D., A. Johnson, and D. Jared, 1998. Georgia Department of Transportation's Progress in Open-Graded Friction Course Development, Transportation Research Record 1616, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., pp. 30-33.