



2.1 현장 가열 표층 재생공법

〈그림 1〉과 같이, 현장 가열 표층 재생공법은 노후된 아스팔트 포장 표층의 2cm-5cm 두께에 한정하여 재생 포장하는 공법이다. 이 공법의 시공절차는 노후된 아스팔트 포장의 표면을 가열한 후 밀링장비를 이용하여 가열된 노후 아스팔트 표층을 절삭, 이동식 플랜트에 투입하여 아스팔트 바인더 또는 재생 첨가제와 함께 혼합 한 후 절삭된 아스팔트 포장위에 포설 한다. 현장 가열 표층 재생포장 표면은 바로 교통 개방이 가능하며 간혹 텍코팅을 한 후 2.0cm-7.5cm 두께의 가열아스팔트로 덧씌우기를 한다.

〈표 1〉 아스팔트포장의 현장 재생공법 비교 (ARRA 2001)

	현장 가열 표층 재생공법	현장 상온 재생공법	현장 전 두께 재생공법
재생 가능한 포장 깊이	2cm-5cm	5cm-10cm	10cm-30cm
재생공법 적용을 위한 포장의 노면상태	<ul style="list-style-type: none"> ● 소성변형, ● 종방향 & 횡방향 균열, ● 블리딩, 라벨링 	<ul style="list-style-type: none"> ● 포장 표면 파손보수 ● 기층에서 발생한 반사균열 	<ul style="list-style-type: none"> ● 표층뿐만 아니라 기층 및 보조기층의 약화로 발생하는 침하
장점	<ul style="list-style-type: none"> ● 공사기간 단축 ● 표면 덧씌우기가 불필요 	<ul style="list-style-type: none"> ● 경제성 높음 ● 환경 친화적 	<ul style="list-style-type: none"> ● 에너지 절감 ● 환경친화적
단점	<ul style="list-style-type: none"> ● 대기온도가 낮을 경우 제한시공 ● 현장 시공관리 주의요구 ● 상온재생공법에 비해 비용이 증가 	<ul style="list-style-type: none"> ● 교통량이 많은 곳에 적용 어려움 ● 일정기간의 양생기간 필요 ● HMA 표면 덧씌우기가 요구 	<ul style="list-style-type: none"> ● 교통량이 적은 곳에만 적용 ● 일정기간의 양생기간 필요 ● HMA 표면 덧씌우기가 요구



〈그림 1〉 현장 가열 표층 재생공법 현장 (아이오아 2006)

2.2 현장 상온 재생공법

〈그림 2〉와 같이 현장 상온 재생공법은 노후된 아스팔트 포장에서 표층으로부터 5cm-10cm 깊이까지 부분적으로 절삭하여 상온에서 폼드아스팔트 또는 유화아스팔트를 사용하여 재생하는 현장 포장공법이다. 이 공법의 시공절차는 노후된 아스팔트 포장의 표면을 밀링장비를 이용하여 부분적으로 절삭하여 이동식 플랜트에 투입하여 폼드아스팔트 또는 유화아스팔트와 함께 혼합한 후 절삭된 아스팔트 포장위에 포설한다. 현장 상온 재생포장 표면은 일정한 양생기간



후 텍코팅을 한 후 2.5cm-7.5cm 두께의 가열아스팔트로 덧씌우기를 한다. Asphalt Recycling and Reclaiming Association (ARRA)의 보고서에 의하면 현장 상온 재생공법은 현장 가열 표층 재생공법보다 공사비용을 20-40%를 절감시키며 에너지 사용은 40%-50%까지 절약할 수 있다 (ARRA 2001).



〈그림 2〉 현장 상온 재생공법 현장 (아이오아주 2008)

2.3 현장 전 두께 재생공법

〈그림 3〉과 같이, 현장 전 두께 재생공법은 표층 아스팔트 포장과 기층, 보조기층 또는 노상층까지 포장 전체두께를 현장에서 재생하는 포장공법으로 10cm-30cm 두께의 포장층을 동시에 재생하는 공법이다. 이 공법의 시공절차는 현장 상온 재생공법과 매우 유사하다. 먼저, 리크레이머 장비를 사용하여 전체 포장층을 파쇄하여 폼드아스팔트 또는 유화아스팔트와 함께 혼합하여 포설 후 패드풋 컴팩터를 사용하여 포장하부구조를 견고하게 다진 후 모터 그레이드를 사용하여 정지작업을 실시한 후 롤러다짐으로 마무리 된다. 필요에 따라서 시멘트, 라임, 플라이 에쉬와 같은 안정화제를 함께 사용한다. 이 공법은 아스팔트 포장의 표면뿐만 아니라 기층, 보조기층에 문제점이 발생한 경우에 가장 적합하며 재활용된 재료들의 품질향상은 물론 균일한 지지력을 제공해 준다. 현장 전 두께 재생포장 표면은 일정한 기간 동안 양생 후 텍코팅을 한 후 2.5cm-7.5cm 두께의 가열아스팔트로 덧씌우기를 한다.



〈그림 3〉 현장 전 두께 재생공법 현장 (아이오아주 2007)

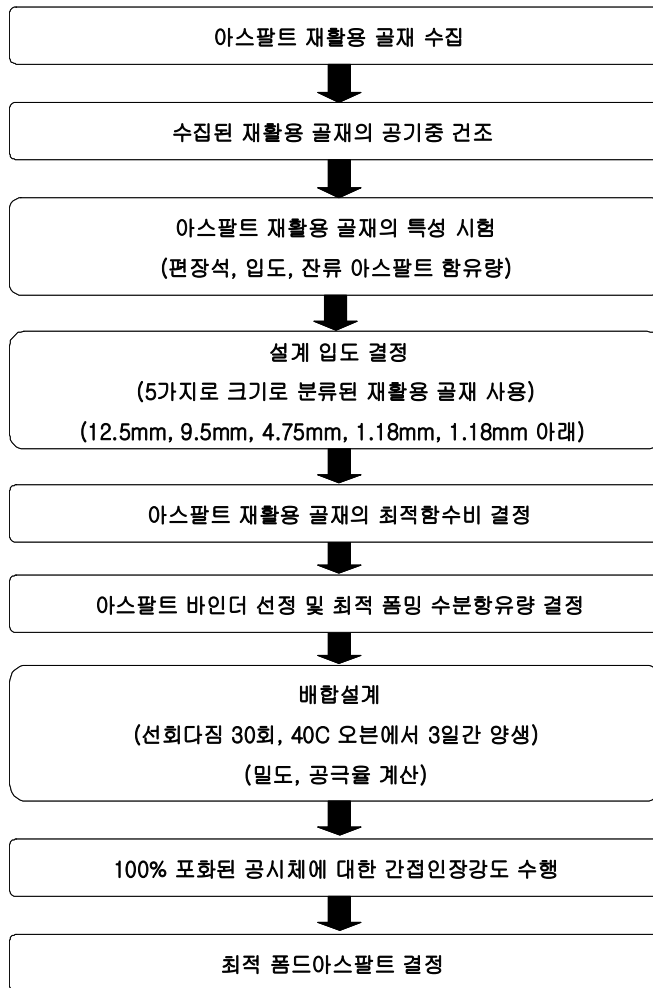


3. 아이오아주에서 현장 상온재생 공법 연구

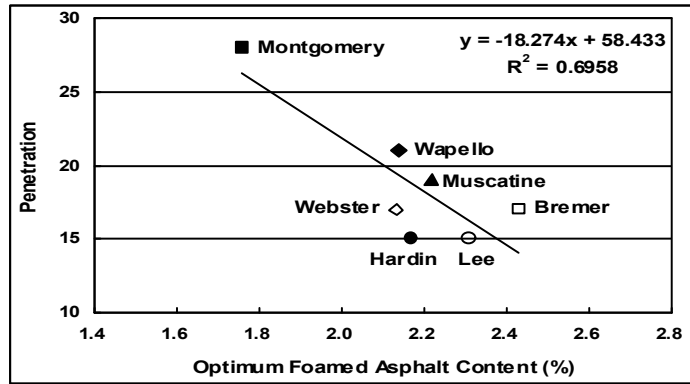
미국에서는 현재 많은 주 교통국의 도로예산은 기존의 도로시스템을 유지하고 보수하는데 사용이 되고 있다. 아이오아주 교통국에서는 현장 상온 재생공법을 노후된 아스팔트 포장의 주요 유지보수방법으로 결정하여 매년 40-50여개 프로젝트에서 현장 상온 재생공법이 적용되고 있다. 2002년부터 아이오아대학교에서는 아이오아 주에서 사용하기 위한 폼드아스팔트를 이용한 현장 상온 재생공법에 대한 배합설계절차에 관한 연구를 수행하였다. (Kim and Lee 2006). 현재, 유화아스팔트를 이용한 현장 상온 재생공법에 대한 배합설계절차에 관한 연구와 현장 상온 재생공법에서 필요로 하는 양생기간에 대한 시방서 규정과 관련하여 현장 추적조사를 통해 최적의 양생기간을 결정하기 위한 연구가 수행중이다.

3.1 배합설계법

〈그림 4〉와 같이 폼드아스팔트를 이용한 현장 상온 재생공법을 위한 배합설계절차를 개발하였다. 배합설계절차는 재생 아스팔트의 골재의 수집과 처리방법, 최적의 폼드아스팔트 생산에 필요한 수분함량 결정, 배합설계변수 결정, 간접인장강도 시험에 필요한 공시체의 준비과정 등이 포함되어 있다. PG 52-34의 아스팔트 바인더와 실내 폼드아스팔트 장비를 사용하여 170℃에서 최적의 폼드아스팔트가 생산되는 수분함량을 1.3%로 결정하였으며, 이때 팽창비는 10-12.5, 반감기는 12-15로 측정되었다. 재생 아스팔트의 골재에 대한 최적 다짐함수비는 4.0%로 결정되었다. 두 번째로, 재생 아스팔트 골재의 특성에 따른 최적 폼드아스팔트 함량변화를 평가하기 위해 2005년 아이오아주내에 7개의 현장 상온 재생 현장으로부터 재생 아스팔트 골재를 채취하여 아스팔트 회수시험에서 추출된 잔류아스팔트 바인더의 침입도를 측정하였다. 〈그림 5〉는 7가지 재생 아스팔트 골재로부터 추출한 아스팔트바인더의 침입도와 배합설계를 통해 결정된 최적 폼드아스팔트 함량과의 관계를 나타낸 것이다. 〈그림 5〉에서 알 수 있듯이 hard한 잔류바인더를 함유한 재생 아스팔트 골재는 soft한 잔류바인더를 함유한 재생 아스팔트 골재보다 많은 폼드아스팔트 바인더를 필요로 하는 것으로 나타났다 (Kim et al. 2007).



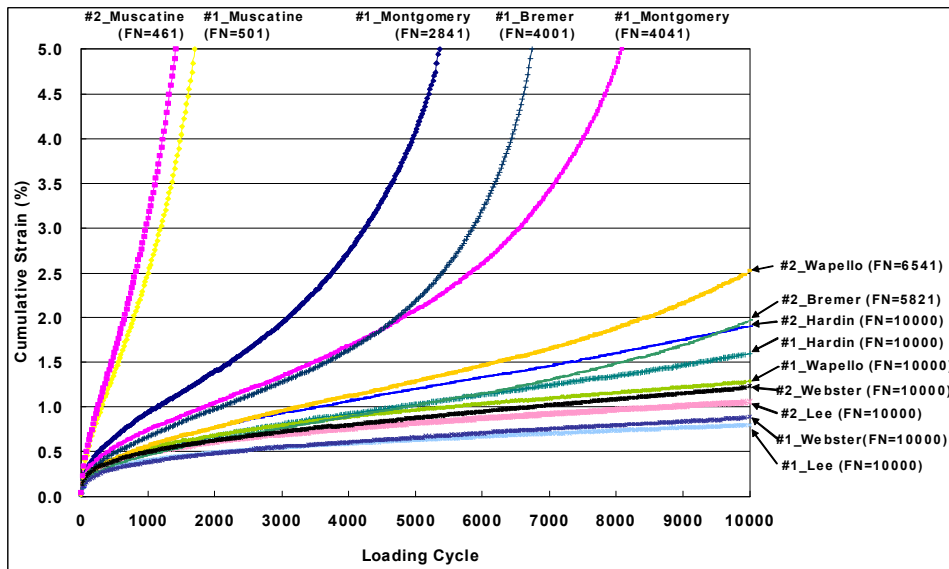
〈그림 4〉 배합설계 절차



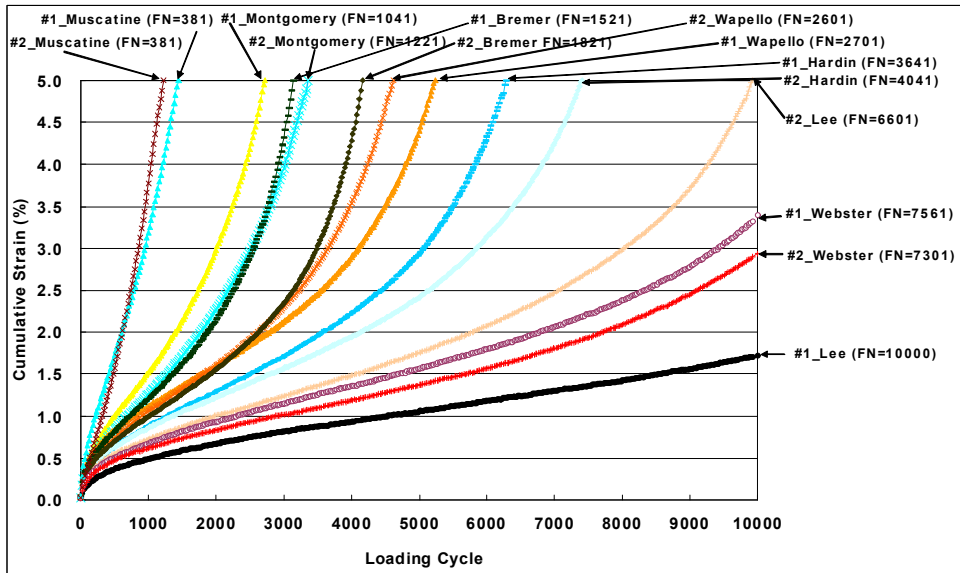
〈그림 5〉 침입도와 최적 폼드아스팔트함량과의 관계

3.2 소성변형 저항성 평가

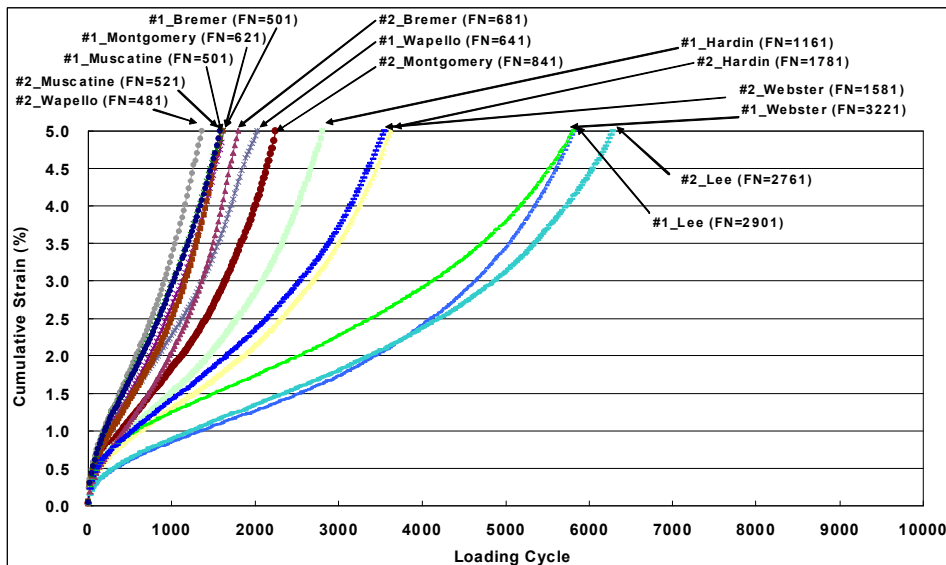
폼드아스팔트를 이용한 현장 상온 재생혼합물의 소성변형저항성을 평가하기 위하여 7개의 현장 상온재생 프로젝트부터 수집된 재생아스팔트 골재에 1.0%, 2.0%, 3.0%의 폼드아스팔트를 각각 추가하여 동적크리프시험을 위한 공시체 (지름 100mm 높이 150mm)를 제작하였다. 40℃에서 3일동안 양생된 각각의 공시체는 Simple Performance Test (SPT) 장비를 사용하여 40℃에서 135kPa의 하중을 10,000번 반복 적용하여 축적된 공시체 변위를 측정하였으며 공시체가 파괴될 때의 반복하중횟수를 Flow Number로 결정하였다. 〈그림 6〉은 폼드아스팔트를 이용한 현장 상온 재생혼합물의 동적크리프 시험결과를 나타낸 것이다. 〈그림 6〉에서 알 수 있듯이 폼드아스팔트의 함유량이 증가 할수록 소성변형에 저항성은 감소하는 것으로 나타났다. 전반적으로 재생아스팔트 골재가 hard잔류아스팔트 함량이 많고 밀입도인 경우 우수한 소성변형저항성을 나타내었다.



〈그림 6〉-(a) 동적크리프 시험결과 (폼드아스팔트함유량 1.0%)



〈그림 6〉-(b) 동적크리프 시험결과 (폼드아스팔트함유량 2.0%)



〈그림 6〉-(c) 동적크리프 시험결과 (폼드아스팔트함유량 3.0%)

4. 요약 및 결론

미국에서는 최근 오일가격의 상승과 새로운 골재자원의 부족으로 기존 아스팔트 포장의 유지보수에 커다란 장애물로 나타나고 있다. 따라서 소성변형이나 균열등으로 인해 노후된 아스팔트 포장을 현장에서 100% 재활용 할 수 있는

