

아스팔트 안정처리토의 역학적 특성 연구

Mechanical Characteristics of Asphalt Stabilized Soil

박 태 순*¹ Park, Tae-Soon

최 필 호*² Choi, Pil-Ho

Abstract

The treatment and hauling of surplus soils which occur from construction activity are costly and have been demanding a reasonable recycling method. This study presents laboratory test results regarding the mechanistic properties of asphalt stabilized soils. The foamed asphalt equipment which generates the asphalt bubble was used to mix the soil. The marshall stability, indirect tensile test, resilient modulus, creep test and triaxial test(UU) were conducted to find out the performance of the asphalt stabilized soil. The test results were compared with the samples that fabricated in different conditions(the samples without asphalt and the reinforced samples using 2% cement). The inclusion of the asphalt in the soil has improved the marshall stability, resilient modulus and moisture susceptibility, and the addition of the 2% cement has even more increased these properties. The amount of the fines and the optimum moisture contents for mixing affects the mechanistic properties and important parameters for mix design.

요 지

건설공사에서 발생하는 건설잔토는 처리 및 운반에 소요되는 비용이 고가이기 때문에 현장에서 재활용하기 위한 공법의 개발이 오래 전부터 요구되어 왔다. 본 연구는 현장에서 발생하는 토사를 아스팔트에 혼합하여 제조된 아스팔트 안정처리토의 역학적 특성을 평가하기 위한 실내시험 연구이다. 아스팔트와 토사의 혼합은 폼드(foamed)장치라고 불리는 장치를 사용하여 아스팔트에 거품을 발생시켜 토사와 혼합하는 방법을 사용하였다. 아스팔트가 토사와 혼합 되었을 때 성능 향상을 조사하기 위해서 마찰안정도, 간접인장강도, 회복탄성계수, 크리프 시험 및 비압밀 비배수 삼축압축시험을 실시하였으며 조건을 달리하여 제작한 시료(일반토사, 시멘트 2% 보강 토사)와 결과를 비교 분석하였다. 시험 결과 아스팔트의 혼입은 안정도, 회복탄성계수, 수분저항성이 향상되는 것으로 나타났으며 시멘트의 첨가는 이러한 역학적 성능을 더욱 크게 향상시키는 것으로 나타났다. 아스팔트 안정토는 토사의 혼합 함수비, 습윤상태는 시험 결과에 영향을 미치는 것이 확인되었는데 배합 설계시 혼합함수비, 세립분의 량을 조절함으로써 아스팔트 안정 토의 역학적 특성을 향상시킬 수 있는 것으로 발견되었다.

Keywords : Asphalt stabilized soil, Foamed asphalt equipment, Indirect tensile strength, Marshall stability, Resilient modulus

1. 서 론

1990년대 초반부터 대규모 공업단지의 조성, 신도시

건설, 신공항 및 도로 건설과 같은 공공 사업의 확대와 민간 투자에 의한 건축 수요의 증가 및 지가 상승 등에 따른 지하공간의 유효 이용 등으로 건설잔토의 발생

*1 정희원, 서울산업대학교 토목공학과 조교수 (Member, Assistant Prof., Dept. of Civil Engr., Seoul National Univ. of Technology, tpark@snut.ac.kr)

*2 정희원, 서울산업대학교 대학원 토목공학과 석사과정 (Member, Graduate Student, Dept. of Civil Engr., Seoul National Univ. of Technology)

량이 매년 증가되고 있다. 건설잔토를 수용할 수 있는 사토장의 부족과 사토 운반비용의 증가로 인하여 건설공사로부터 발생하는 토사의 적절한 현장 활용을 위한 연구 노력이 필요한 실정이다.

본 연구는 건설공사에서 발생하는 토사를 아스팔트에 혼합하여 아스팔트 안정처리토를 제조하여 건설재료로 적극 활용할 수 있는 방안을 제시코자 수행되었다. 아스팔트 안정 처리토의 성능을 측정하기 위해서 건설현장으로부터 두 종류(사질토 및 실트질 토질)의 토사를 채취하여 각종 실내 시험을 수행하였다.

이러한 연구는 골재가 부족한 일부 유럽지역, 아프리카, 미국의 중부 지역에서 도로포장 공사의 골재 기층을 대응할 수 있는 공법을 개발하기 위하여 시작되었다. 연구의 핵심 기술인 아스팔트의 거품 발생장치는 Iowa 주립대학의 Csanyi(1960) 교수에 의해 최초로 개발되었다. 이 방법은 아스팔트 거품으로 아스팔트의 체적을 팽창시켜 표면적을 극대화시켜 박막으로 광물성 분진의 모든 입자를 코팅할 수 있고, 다양한 토질을 코팅처리하여 지반을 안정화시키는 방법으로 연구되어왔다. 이러한 아스팔트의 팽창특성을 이용한 안정처리토는 흙의 점착력, 강도 등을 향상시키는 것으로 나타났다. 당시 수행된 일련의 실내시험은 물리적 특성 향상에 초점을 맞추어 실시되었기 때문에 아스팔트에 의해 보강된 안정처리토의 역학적 성능에 대한 의문이 남아있었다. 최근 이러한 아스팔트의 거품 발생을 이용하여 폐골재를 재활용하기 위한 연구가 미국, 유럽, 남아프리카 공화국 등에서 활발히 연구되고 있는데, 현재 아스팔트 포장에 사용하고 있는 가열방식은 이산화탄소를 발생시키고 가열을 하기 위한 에너지가 많이 소요되기 때문에 환경 친화적인 포장공법의 개발을 위해서 관심을 끌고 있는 방법이다. 한편, 국내에서는 폼드아스팔트 공법을 이용하여 폐아스팔트를 재활용하는 연구가 수행되어져왔다(박의 2명, 1999, 박의 3명, 2002).

본 연구에서는 아스팔트 거품 장치를 이용하여 골재 이외에 토사의 안정처리를 위한 배합설계 및 안정처리토의 역학시험을 실시하여, 안정처리 재료로서의 성능 향상, 문제점, 도로 포장 재료로서 적용 가능성에 대한 공학적 특성을 평가하고자 수행되었다.

2. 아스팔트 안정처리토

2.1 아스팔트의 팽창-거품특성

아스팔트의 팽창-거품특성을 이용한 공법은 주방에서 뜨거운 기름요리 중에 물방울이 기름 속으로 될 경우 급속하게 증발하는 수분과 함께 기름을 팽창시키는 원리를 이용한 것이다. 가열된 아스팔트 역시 소량의 물과 접촉했을 때 수분의 증발과 함께 거품으로 팽창하게 되며, 이때 아스팔트는 본래의 체적보다 10~20배정도 팽창하게 된다. 이 팽창된 아스팔트는 완전히 모든 골재의 표면을 코팅할 수는 없지만, 흙의 세립자들과 효과적으로 결합하여 시멘트 페이스트와 같은 접착제 역할을 하여 입경이 크고 거친 입자들과 결합함으로써 흙의 성질을 개선시킨다.

아스팔트의 팽창은 진공의 팽창실에 가열된 아스팔트, 물 그리고 압력을 가하여 아스팔트를 팽창시키며 노즐을 통해 배출된다. 사진 1은 아스팔트 거품 발생 장치로 독일의 Wirtgen 회사에서 제작되었다. 이 장치는 아스팔트 가열 장치와 압력을 가하여 낮은 온도에서 가열 효과를 상승시키는 진공 팽창실과 혼합물을 혼합할 수 있는 믹서로 구성되어있다.

2.2 안정처리토의 영향인자

2.2.1 아스팔트

안정처리토에 미치는 중요한 인자 중 하나인 아스팔트는 아스팔트 등급(아스팔트의 굳기)과 내부의 화학성분에 따라 거품 발생 특성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 점성이 낮은 아스팔트일수록 좋은 팽창-거품특성을 가지는 것으로 보고되고 있다

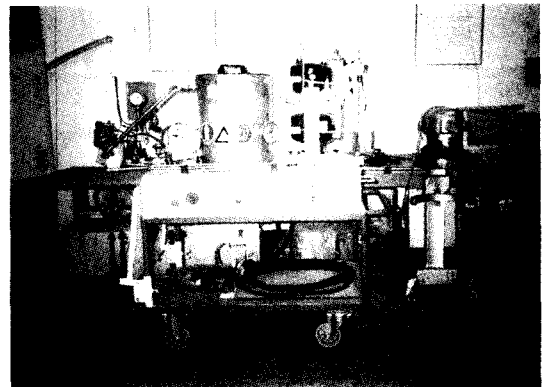


사진 1. 실내 아스팔트 거품 장치

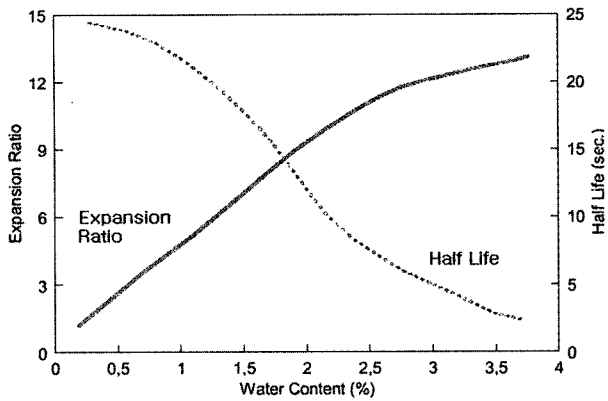


그림 1. 팽창비와 반감기(Muthen, 1999a)

(Nataatmadja, 2001).

양질의 안정처리토를 제작하기 위해서는 토사를 코팅 또는 간극을 채워주는 양질의 아스팔트 거품의 준비가 필요하다. 양질의 거품이란 거품의 직경이 크면서 오랜 시간 동안 방울상태가 유지되어야 한다. 거품을 발생시키기 위해서는 여러 번의 함수비의 조절이 필요하다. 함수비를 변화시키면서 그림 1에 보인 것처럼 팽창비(expansion ratio)와 반감기(half life)를 결정하여 팽창비와 반감기가 서로 교차되는 부분의 함수비를 결정하여야 한다. 팽창비는 발생된 최대거품 체적과 거품이 없어 질 때까지의 체적의 비를 팽창비라하고, 반감기는 거품의 최대체적에서 최대체적의 절반으로 줄어드는 시간을 반감기라 정의한다. 이러한 팽창비와 반감기는 반비례하는 경향을 보이며, 팽창비가 커질수록 골재와 혼합이 양호해지나 반감기가 짧아서 실제적으로는 이상적인 혼합이 불가능하다고 보고되고있다(Jenkins와 2명, 1999). 따라서, 최적팽창비 결정은 그림 1과 같이 팽창비와 반감기의 관계로 아스팔트에 첨가될 함수비가 결정된다. 아스팔트의 최적팽창비는 아스팔트 종류에 따라 수분의 양이 변화되며, 팽창비와 반감기에 대한 시험을 통해 최적팽창비에 필요한 수분의 양이 결정된다.

2.2.2 사용재료의 입도분포

아스팔트 팽창특성을 이용한 안정처리 연구에서 사용하는 재료는 부순골재와 폐아스팔트, 폐콘크리트, 지역 토사 등과 같이 매우 다양한 범위의 재료들이 이용되고 있다. 우수한 안정처리토를 제작하는데 중요한 요소는 그림 2에서 보여주는 것과 같이 사용되는 재료의 입도분포이다. 그림 2의 A영역은 가장 이상적인 입도분포

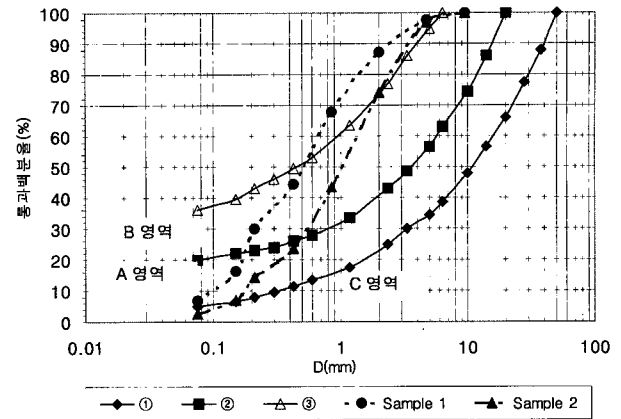


그림 2. 사용재료의 입도분포(Muthen, 1999b)

이며, B영역은 적절한 입도분포, C영역은 부적합한 입도분포를 나타낸다. 입도 분포와 함께 중요한 인자는 세립분 량(No.200체 통과율)으로 세립분 함유량은 강도와 밀접한 관계를 가지고 있다. 왜냐하면, 적정량의 세립분은 팽창된 아스팔트의 표면활동을 부가적으로 더해 줌으로서 팽창비를 더 크게 하여 골재와의 배합을 도와주는 역할을 하기 때문이다(Lee, 1981a).

적절한 입도 분포를 가진 토사의 경우 아스팔트와 혼합되어 아스팔트 안정처리토를 형성하게 되는데 지금까지 이러한 아스팔트 안정 처리토는 골재가 부족한 국가에서는 안정처리 기층 또는 표층 포장으로 사용하고 있는 것으로 조사되었다(Bissada, 1987a, Bowering, 1970a). 본 연구의 경우에는 포장공사 적용을 중심으로 시험 항목을 설정하여 수행하였다.

2.2.3 혼합함수비

아스팔트 안정처리토의 혼합함수비는 토질의 다짐 시험으로부터 구한 최적함수비(OMC)와 다른 영향을 나타내기 때문에 혼합함수비에 대하여 연구자들은 흙의 최적함수비와 혼합함수비와의 관계를 고려하기 위한 많은 연구를 수행하였다(Lee, 1981b, Bissada, 1987b). 즉, 흙의 최적함수비를 구하고 아스팔트와 혼합시 혼합에 필요한 함수비를 최적함수비를 근거로 하여 흙의 성질에 따라 실내에서 최적 혼합함수비를 정하여야 한다. Bissada(1987c)의 연구에 따르면 최적함수비의 건조축 40%로 준비된 공시체는 아스팔트와 혼합이 어려웠으며, 최적함수비로 준비된 공시체는 다짐 시 초기균열이 발생되었다. 일반적으로 마찰안정도는 최적함수비의 약 80%정도에서 최대값이 나타나며 혼합함수비가 과다할 경우 혼합물의 양생기간

증가와 강도의 감소, 다짐혼합물의 밀도 감소, 골재의 아스팔트 코팅을 감소시키는 원인이 된다(Muthen, 1999c).

2.2.4 양생조건

아스팔트 안정처리토는 다짐 후 내부에 수분이 제거될 때까지 완전한 강도를 나타내지 못하며, 소요강도를 얻기 위해서는 일정한 양생기간이 필요하다. Bowering(1970b)은 0~4%의 함수비를 갖도록 오븐(oven)에 60℃로 3일간 양생하는 방법을 사용하였다. 그러나, 1980년대 이후 60℃의 온도로 양생을 할 경우 바인더의 분산작용(dispersion)으로 양생기간동안 혼합물의 성질을 변화시킬 수 있다는 연구결과에 따라 40℃로 양생온도를 낮추는 경향이 나타나고있다(Bissada, 1987d).

표 1. AP-3 물리적 특성

시험	규정	결과
PG등급	AASHTO MP 1-93	64-22
침입도	ASTM D 5 (KS M 2252)	46
점도(60℃)	ASTM D 2171	2438
연화점(℃)	ASTM D 36 (KS M 2250)	85
인화점(℃)	ASTM D 92 (KS M 2010)	298

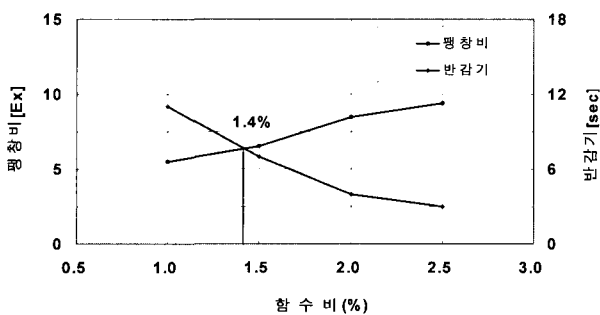


그림 3. 최적평창비 결정

표 2. 건설잔토의 물리적 특성

Sample	항목	비중 (Gs)	통일 분류	AASHTO 분류	아터버그한계		입도분포			다짐	
					wl (%)	wp (%)	No.200 통과량 (%)	Cu	Cc	w (%)	Y _{dmax} (t/m ³)
Sample 1		2.695	SW-SM	A-3(세사)	NP	NP	6.8	6.7	1.01	16	1.830
Sample 2		2.661	SW	A-3	NP	NP	2.5	7.4	1.1	12	1.967

3. 시험재료 및 시험 방법

3.1 시험재료

3.1.1 아스팔트

본 연구에서는 국내에서 생산되는 아스팔트 중 S사에서 생산되는 AP-3 아스팔트(침입도 85-100)를 사용하여 시험을 실시하였으며, 표 1은 AP-3의 물리적 특성시험에 대한 결과이다.

아스팔트의 최적평창비 결정은 그림 3과 같이 평창비와 반감기 시험을 실시하여 함수비가 1.4%로 결정되었다.

3.1.2 건설잔토

본 연구에 사용한 건설잔토는 서울시 근교의 도로현장에서 채취한 2종류의 시료를 사용하였으며, 표 2는 두 시료의 물리적 특성 시험결과를 나타낸 것이다.

그림 2에 나타낸 영역별 입도분포에 표시된 Sample 1은 0.5mm이하의 입경(통과율 50%)이 A, B영역을 통과하는 입도분포를 나타내며, Sample 2는 2mm이하의 입경(통과율 70%)이 A, B영역을 통과하며 No.200 통과율은 C영역으로 세립분이 적은 것으로 나타났다.

3.2 시험방법

3.2.1 시험 계획

본 연구에서는 2종류의 건설잔토를 사용하여 아스팔트 안정처리토의 최적배합비를 결정하기 위해 다짐 시험을 실시하여 최적함수비를 Sample 1은 16%, Sample 2는 12%로 결정하였으며, 아스팔트의 거품발생에 필요한 함수비를 1.4%로 결정하였다. 배합 설계에 필요한 혼합함수비는 OMC를 기준으로 60~100%로 변화시키면서 마샬배합설계를 실시하였으며, 최적배합비로 혼합물을 제조하여 역학시험을 실시하였다. 배합설계에 사용한 배합비는 표 3과 같이 안정처리토의 혼합함수비와 아스팔트함량을 변화시켜 배합설계를 실시하였다.

의 항온수조에 공시체를 30여분간 수침 시킨 후 분당 50.8mm의 속도로 압축력을 가하여 안정도를 측정하였으며, 간접인장강도시험은 ASTM P 4123의 규정에 따라 시험 온도 25℃에서 3시간 동안 온도양생실에서 양생을 실시하여 공시체의 온도 평형상태가 되도록 하고, 수직인장시험을 따라 분당 50.8mm의 속도로 평행하게 작용하는 압축하중을 원통형 공시체에 적용시켰다. 회복탄성계수시험은 ASTM D 4123의 규정에 따라 25℃에서 실시하였으며, 실내 CBR 시험은 KS F 2320의 규정에 따라 실시하였다. 또한, 삼축압축시험은 KS F 2346의 규정에 따라 비압밀 비배수 조건으로 시험을 실시하였다.

4. 시험 결과 및 분석

4.1 배합설계 결과

본 연구의 배합설계는 두 시료의 최적함수비(OMC)를 기준하여 혼합함수비를 10% 간격으로 60% - 100%로 변

화하고 아스팔트는 1% 간격으로 3% - 6% 간격으로 변화하여 시험을 실시하였다. 이는 폼드 아스팔트와 관련된 기존 연구결과(Lee, 1981, Bissada, 1987)를 고려한 것이다. 시험 결과는 최대 값을 나타내는 함수비와 아스팔트비를 그림 5, 6과 같이 도시하였다. Sample 1의 마찰안정도와 간접인장강도 시험결과는 아스팔트 5%일 때 혼합함수비 60%(건조상태), 80%(습윤상태)에서 최대값을 나타내었다. Sample 2의 건조마찰안정도와 간접인장강도 시험결과는 아스팔트 함량 6%, 혼합함수비 70%에서 최대값을 나타내었고, 습윤마찰안정도 시험결과는 아스팔트 함량 5%, 혼합함수비 90%에서 최대안정도값이 나타났다.

회복탄성계수 시험결과는 Sample 1(그림 7)의 경우 아스팔트 5%, 혼합함수비 80% 그리고 Sample 2(그림 8)의 경우는 아스팔트 6%, 혼합함수비 70%에서 최대 회복탄성계수값이 나타났다.

최적배합비의 결정은 표 5에 나타난 바와 같이 각 시험결과를 비교하여 최적배합비를 결정하였다. Sample 1의 시험결과는 최적아스팔트비는 5%, 최적혼합함수비는 60%(건조상태)와 80%(습윤상태)으로 두 조건에서

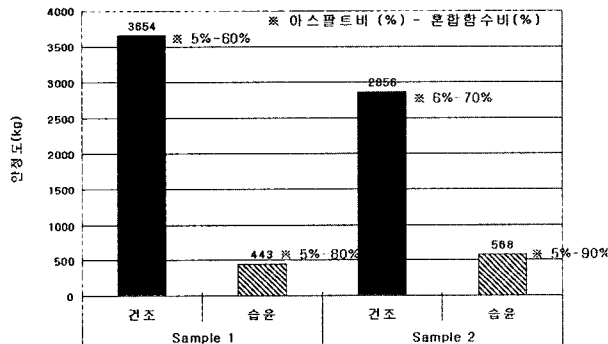


그림 5. 마찰안정도 시험결과

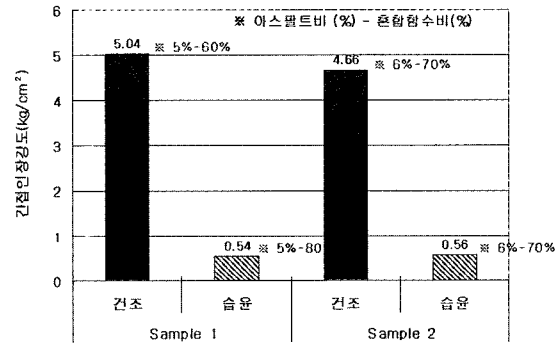


그림 6. 간접인장강도 시험결과

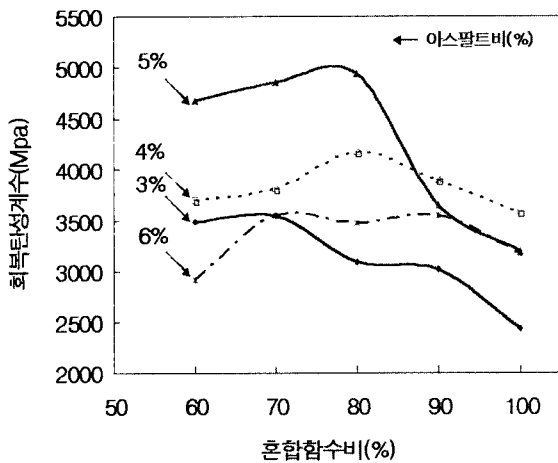


그림 7. Sample 1 회복탄성계수 시험결과

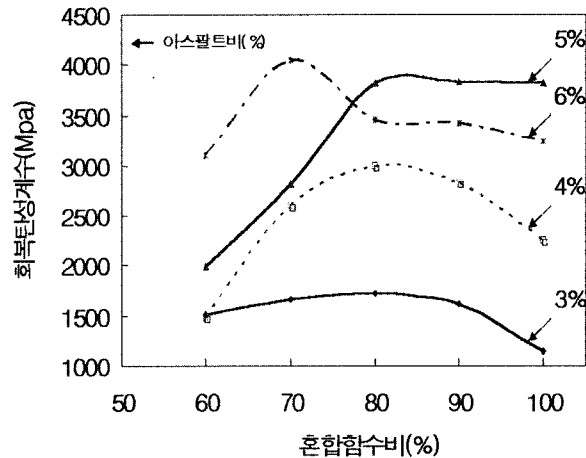


그림 8. Sample 2 회복탄성계수 시험결과

표 5. 최적배합비 결정

시험방법		Sample 1		Sample 2	
		최적아스팔트비(%)	최적혼합합수비(%)	최적아스팔트비(%)	최적혼합합수비(%)
마샬안정도	건조	5	60	6	70
	습윤	5	80	6	70
간접인장강도	건조	5	60	6	70
	습윤	5	80	6	70
회복탄성계수시험		5	80	6	70
최적배합비		5	80	6	70

혼합합수비의 차이를 나타내었다. Sample 2 시험결과는 최적아스팔트함량은 6%, 최적혼합합수비는 70%에서 배합비가 결정되었으나, 습윤마샬안정도 시험결과에서는 아스팔트함량 5%, 혼합합수비 90%에서 배합비가 결정되었으며 회복탄성계수 시험결과는 두 시료의 습윤 마샬안정도, 습윤간접인장강도 시험결과들과 거의 동일한 범위로 최적배합비가 결정되었다. 이들 시험 결과를 바탕으로 Sample 1의 최적배합비는 아스팔트 5%, 혼합합수비 80%, Sample 2의 최적배합비는 6%, 혼합합수비 70%로 결정하였다. 흙의 종류에 따라 혼합합수비 및 아스팔트비의 범위가 다르게 나타나는 것을 알 수 있다.

4.2 역학시험 결과

4.2.1 마샬안정도시험

마샬안정도시험은 건조·습윤마샬안정도, 표준마샬안정도시험을 실시하였다. 그림 9와 같이 Sample 1은 1,930kg, 안정처리토(Sample 1)는 2,393kg, 안정처리토(입도조정)는 2,539kg, 안정처리토(입도조정+보강)는 3,421kg으로 최대 안정도값이 나타났다. 시험결과 건조상태의 경우 안정처리토(입도조정+보강)는 Sample 1보다 약 1,300kg이상의 높은 안정도를 나타내었으며, 습윤상태의 경우 Sample 1은 시험도중 파괴를 보인 반면 안정처리토(입도조정+보강) 혼합물의 경우 1,440kg의 안정도값을 나타내었다.

또한, 60℃의 물에 30분간 수침 후 시험하는 표준마샬안정도시험의 경우 그림 10과 같이 Sample 1, 안정처리토(Sample 1), 안정처리토(입도조정)는 시험도중 파괴되었으나, 안정처리토(입도조정+보강) 혼합물은 1,004kg의 안정도를 나타내었다.

4.2.2 간접인장강도시험

간접인장강도시험은 마샬안정도시험과 유사한 경향

이 나타났으며, 시험결과는 그림 11과 같다. 건조상태의 시험결과 일반 흙의 상태보다 안정처리토한 경우 약 2배 이상의 강도증가를 나타내었으며, 습윤상태의 경우

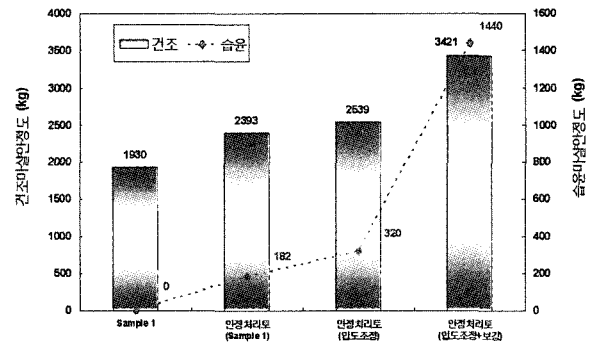


그림 9. 마샬안정도 시험결과

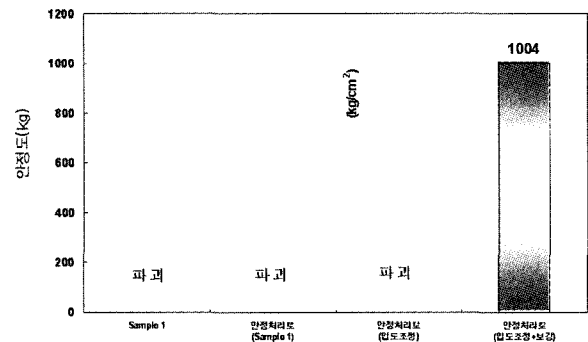


그림 10. 표준마샬안정도 시험결과

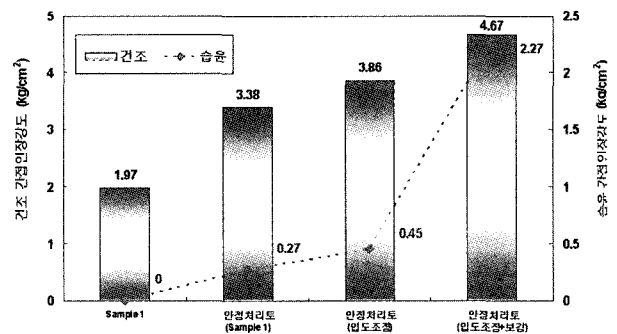


그림 11. 간접인장강도 시험결과

Sample 1은 시험도중 파괴를 나타낸 반면 안정처리토 (Sample 1, 입도조정)는 다소 작은 간접인장강도값을 나타내었다. 그러나, 수분에 대한 저항성을 개선하기 위해 석분과 함께 시멘트 2%를 넣은 안정처리토(입도조정+보강)는 2.27kg/cm²의 간접인장강도값을 나타내었다.

4.2.3 회복탄성계수시험

회복탄성계수 시험결과 그림 12와 같이 Sample 1은 시험도중에 파괴를 보인 반면, 안정처리토(Sample 1)는 4,155MPa, 안정처리토(입도조정)는 4,607MPa, 안정처리토(입도조정+보강)는 4,924MPa의 회복탄성계수값이 측정되었다. 이러한 결과는 일반 흙이 취성적인 파괴를 보인 반면 아스팔트가 토사 내부에 혼입 되면서 점착력 및 탄성이 증가하여 회복탄성계수가 증가된 것으로 판단된다.

4.2.4 실내 CBR 시험

본 시험은 노상토 지지력을 평가하는 시험방법으로 Sample 1과 안정처리토 간의 지지력 특성을 비교하기 위해 실시하였다.

시험결과 Sample 1은 최대 CBR값이 28%, 안정처리토(Sample 1)의 최대값은 45%, 안정처리토(입도조정)는 55%, 안정처리토(입도조정+보강)는 104%로 크게 향상되었다(표 6). 시멘트의 첨가는 안정처리토의 강성과 지

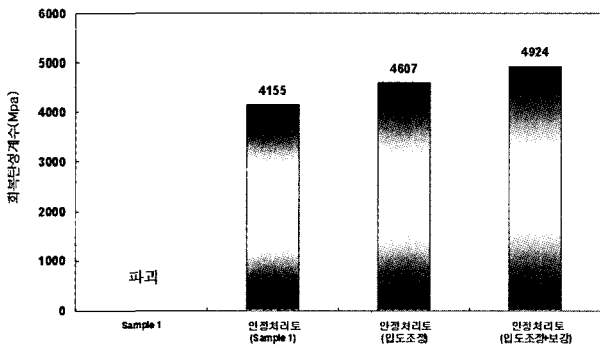


그림 12. 회복탄성계수 시험결과

지력을 크게 상승시켰으며, 안정처리토의 특이한 특징은 다짐횟수 25회에서 최대 CBR값을 보여준 것이다(그림 13). 이러한 결과는 안정처리토의 다짐횟수 결정에 대한 보다 세밀한 연구가 필요한 것으로 판단된다.

4.2.5 삼축압축시험(UU)

삼축압축시험은 비압밀 비배수 조건(UU)으로 시험을 실시하였다. 시험결과는 그림 14에서 볼 수 있듯이 Sample 1은 전단응력(τ)이 7.99kg/cm²로 나타났고, 아

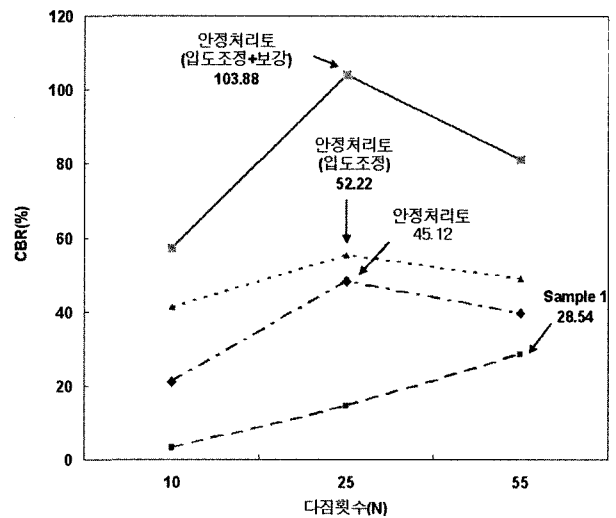


그림 13. 실내 CBR 시험결과

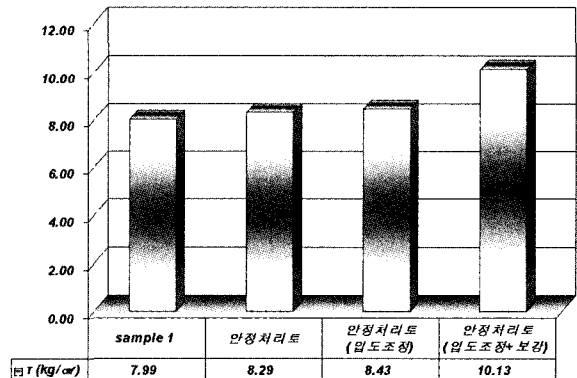


그림 14. 삼축압축시험(UU) 결과

표 6. 실내 CBR 시험결과

	Sample 1 (일반토사)		안정처리토									
			Sample 1 (입도 조정 전)			입도조정 (세립분 첨가)			입도조정+보강			
다짐횟수	10회	25회	55회	10회	25회	55회	10회	25회	55회	10회	25회	55회
CBR (%)	3.01	14.49	28.54	20.91	45.12	39.75	41.21	55.22	49.05	57.07	103.88	81.53
$\gamma_{dmax}(t/m^3)$	1.690	1.845	1.931	1.681	1.851	1.915	1.784	1.867	1.908	1.779	1.894	1.937
CBR _{max} (%)	28.54			45.12			55.22			103.88		

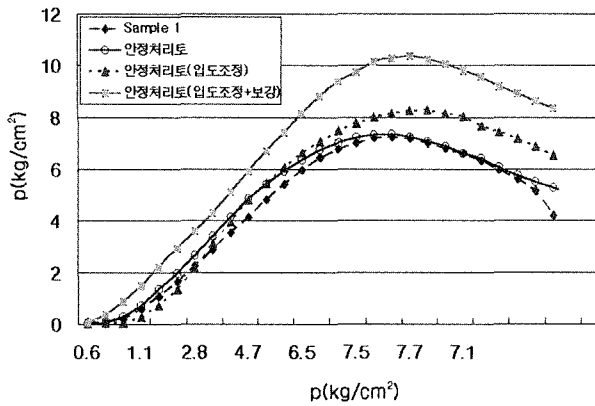


그림 15. 하중 재하시 p - q관계

스팔트 안정처리하였을 경우 전단응력이 점차 증가하는 경향이 나타났으며, 안정처리토(입도조정+보강)의 경우 전단응력(τ)이 10.33kg/cm^2 으로 크게 향상되었다. 그림 15는 구속압 0.5kg/cm^2 일 때의 하중재하시 p-q 관계를 나타낸 것이다.

5. 결론

아스팔트의 거품을 이용하여 제조한 아스팔트 안정처리토의 시험 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- (1) 배합설계 결과 안정처리토는 혼합함수비에 큰 영향을 받는 것으로 시험 결과 나타났으며, 최적혼합함수비의 범위는 건설잔토 OMC의 70~80% 사이에서 결정되었다.
- (2) 안정처리토의 역학적 특성은 세립분의 함유량에 영향을 받는 것으로 나타났다. 특히, 습윤상태에서는 마찰안정도 시험 결과 세립분 첨가전에는 182Kg이 었으나 세립분 첨가 후에는 320Kg으로 상승하였으며 간접인장강도 역시 상승효과를 나타냈다.
- (3) 토사 내부에 아스팔트가 혼입됨으로써 세립분에 흡수되어 매스틱을 형성하여 접착력 및 탄성 복원력이

향상되어 마찰안정도, 간접인장강도, 지지력 및 회복탄성계수, 전단강도가 약 50% - 80% 범위로 향상되는 것으로 나타났으며 세립분의 조절과 시멘트의 첨가는 이러한 결과를 100% - 200%를 향상시키는 것으로 나타났다.

- (4) 아스팔트 안정처리토의 수분에 대한 저항성은 건조시에 비하여 약 50% 정도 저하하는 것으로 나타났다. 따라서, 수분 저항성에 대한 향상이 필요하며 우수한 역학적 특성을 확보하기 위해서는 사용되는 토질의 종류에 따라 배합시험으로부터 혼합함수비와 최적아스팔트비의 결정이 필요하다.

참고 문헌

1. 박태순, 김용주, 백성현, 김광우(1999a), "환경친화적 페아스팔트 활용공법의 평가 -폼드아스팔트공법-", 한국도로포장공학회 학술발표회, 한국교육문화회관, pp 75-80.
2. 박태순, 김용주, 김기연(2002b), "반 가열 재생 폼드 아스팔트 혼합물의 개발 및 성능시험연구", 한국도로포장공학회 학회지, 제4권, 제1호, pp.135-147.
3. Nataatmadja, A.(2001), "Some Characteristics of Foamed Bitumen Mixes", Transportation Research Board.
4. Bissada, A .F(1987), "Structural response of foamed-asphalt-sand mixtures in hot environments", In: *Asphalt materials and mixtures. Washington, DC: Transportation Research Board*, pp.134-149.
5. Bowering, R. H.(1970), "Properties and behaviour of foamed bitumen mixtures for road building", In: *Proceedings of the 5th Australian Road Research Board Conference, held in Canberra, Australia*, pp.38-57.
6. Csanyi L. H.(1960), "Bituminous mixes prepared with foamed asphalt", Iowa Engineering Experiment Station, Iowa State University, Ames, Bull 189.
7. Jenkins, KJ, van de Ven, MFC, de Groot, JLA (1999), "Characterization of Foamed Bitumen", *7th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa, Proceedings*, pp.4-75-4-80
8. Lee, D. Y(1981), "Treating marginal aggregates and soil with foamed asphalt", In: *Proceedings of the Association of Asphalt Paving Technologists*, Vol.50, pp.211-250.
9. Muthen(1999), "Foamed Asphalt Mixes Mix Design Procedure", *7th Conference on Asphalt Pavements for Southern Africa, Proceedings*.

(접수일자 2003. 5. 20, 심사완료일 2003. 7. 16)