

# 도로성토하중경감재 EPS의 공학적 특성에 관한 연구

A Study on Engineering Characteristics of Load Reducing Material EPS

장 명 순\*1

Chang, Myung-Soon

천 병 식\*2

Chun, Byung-Sik

임 해 식\*3

Lim, Hae-Sik

---

## Abstract

The EPS has the unit weight of only 20~30kg/m<sup>3</sup> and is used as one of the methods of reducing road embankment loads. Parts of its applications are for backfill materials of structures like abutment, retaining wall, etc., to reduce horizontal earth pressure and for banking materials to secure the safety of settlement and bearing capacity by minimizing the stress increment.

However, the Korean Standards(KS) has not yet proposed any testing method for use of EPS as a engineering banking material. Only its testing and quality ordinance as a heat insulation material has been standardized. Therefore, in Korea, EPS is used as banking material without any systematic testing data as a civil engineering material.

In this point of view, this paper deals with the engineering characteristics of EPS through many laboratory tests on strength, strain, absorption, and creep. from the results achieved through tests, this paper proposes the enactment of a suitable quality testing ordinance and the criteria of unconfined design strength of EPS for use as engineering material.

## 요 지

도로성토 하중저감공법중의 하나인 EPS공법은 초 경량재(20~30kg/m<sup>3</sup>)로서 연약지반상에 성토재로 사용하여 지반의 유효응력 증가 분을 최소화함으로써 지지력과 침하에 대한 안정성을 쉽게 확보할 수 있고, 옹벽·교대등의 구조물 뒤채움재나 응급 복구용 채움재로 활용할 경우 토압 경감효과를 기대할 수 있다.

그러나 아직까지 국내에서는 공학적 성토 재료로서 활용하기 위한 물성 시험 방법이 정확히 확립되어 있지 않고 보온 재료로서의 시험 방법 및 품질 규정만이 KS에 규정되어 있다. 그로 인해 생산되는 EPS의 체계적인 토질공학적 시험 데이터 없이 성토 재료로 사용하고 있는 실정이다.

---

\*1 정희원, 한양대학교 공과대학 교통공학과 교수

\*2 정희원, 한양대학교 공과대학 토목공학과 교수

\*3 정희원, 한양대학교 대학원 박사과정

따라서 본 연구에서는 공학적 재료로 활용하기 위해 필요한 강도특성, 변형특성, 흡수특성, 크리프특성 등에 대해 시험을 통하여 공학적 특성을 규명하였고, 보다 적합한 품질 규정의 제정 필요성과 일축압축강도에 의한 설계기준강도를 제안하였다.

Keywords : Load Reducing Method, Expanded Polystyrene, Bacfill Materials, Banking Materials

## 1. 서론

도로성토 하중저감공법은 고속도로 교량 교대·옹벽배면등 구조물의 뒤채움이나 응급 복구시에 쓰여지는데 일반적으로 토사보다 비중이 훨씬 작은 석탄재 등 경량골재 또는 특수화학제품인 EPS 등이 많이 쓰인다. 석탄재(coal ash)는 국내의 경우 연간 200만톤 이상이 부산되고 있으나 극히 일부만이 활용되고 대부분이 회사장(Ash Pond)에 투기하고 있을 정도로 처치곤란한 상태여서 경량골재원으로 쉽게 활용될 수 있는 자원이다.(장명순, 1993, 천병식의 3인, 1993)

본 연구에서 주로 다룰 EPS(Expanded Poly-Styrene)공법은 위와 같은 도로성토하중저감공법의 하나로서 1972년 노르웨이 국립도로연구소(NRRL)에 의해 최초로 연약지반상 도로 성토에 사용하여 만족한 성과를 거둔 이래 많은 토목 시공을 성공적으로 완료하였고 1985년 노르웨이 오슬로에서 본 공법에 대한 국제회의가 개최된 바 있다.

일본에서는 1985년 삿포로시 교량 뒤채움 보수공사에 본 공법을 도입한 이래 '91년 당시 200여건의 시공 실적이 있고, 네덜란드, 독일, 스웨덴, 프랑스 등 유럽 지역과 미국, 캐나다

등지에서도 연구 및 실제 적용이 활발히 이루어지고 있다.(노한성, 1991)

국내에서는 1993년 인천의 연약지반상 교대 뒤채움재로 처음 사용된 이래 점차 활용이 늘어나고 있는 실정이다.(천병식의 3인, 1994)

그러나 아직 국내에서는 EPS를 공학적 성토재료로 활용하기 위한 시험 방법이나 설계 적용 기준이 확립되어 있지 않은 실정이다.(천병식의 3인, 1993)

따라서 본 연구에서는 EPS를 공학적 재료로 활용하기 위해 필요한 강도특성, 변형특성, 흡수특성, 크리프(creep)특성들에 대해 시험을 통하여 공학적 특성을 규명하고, 일축압축강도에 의한 설계 기준을 제시하며, 공학적 재료로서의 활용을 위해 적합한 시험 방법을 제안하고자 한다.

## 2. EPS의 재료 및 품질 기준

### 2.1 EPS의 재료

원료인 EPS 비드(beads)는 폴리스티렌(polystyrene)에 저비점(低沸點) 휘발성 발포제를 가하여 만든 것으로 열을 가하면 폴리스티렌은 연화되며 동시에 발포제는 팽창하여 무수히 많은(50~100개/mm<sup>2</sup>) 독립된 셀(cell) 구조를

표 2.1 품질기준(KSM 3808 '93비드법-보온판 기준)

종류	밀도 kg/cm <sup>3</sup>	열전도율(평균 온도20±5℃) Kcal/m.h. °C	굽힘강도 kgf/cm <sup>2</sup>	압축강도 kgf/cm <sup>2</sup> (10% 변형)	흡수량 g/100cm <sup>2</sup> (24시간 수침후)	연소성
보온판	1호	30 이상	0.031 이하	3.5 이상	1.6 이상	3초이내에 불꽃이 꺼져서 찌꺼기 없고, 연소한계선을 초과하여 연소하지 않을 것
	2호	25 이상	0.032 이하	3.0 이상	1.2 이상	
	3호	20 이상	0.034 이하	2.2 이상	0.8 이상	
	4호	15 이상	0.037 이하	1.5 이상	0.5 이상	

갖는 입자로 팽창하게 되며 냉각이 되면서 경화되어 압축 특성을 갖게 된다.(이병철, 1994)

성형법에 따라 금형 내에서 성형하기전 EPS 비드의 예비 발포 유무에 따라 1단발포성형법과 2단발포성형법으로 구분된다. 본 연구에서는 성토 재료로 주로 사용되는 2단발포성형법에 한하여 살펴본다.

## 2.2 EPS의 품질 기준

현재 국내에서는 EPS의 품질 기준으로 보온재로서의 품질 기준만이 제정되어 있으며 공학적 성토재료로서의 품질 기준은 설정되어 있지 않은 실정이다. KS의 비드법 발포 폴리스티렌 보온재의 품질기준은 표2.1과 같다.(공업진흥청, 1992)

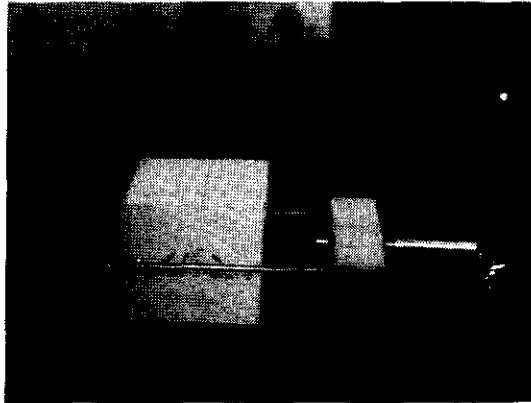


사진 3.1 축방변형 측정장치

D50mm×80mm 4가지 형태로 만들어 각각을 여러 가지 밀도상태에서 압축강도시험을 실시하였다.

## 3.2 삼축압축시험

EPS의 삼축압축 특성을 알아보기 위하여 D50mm×100mm, D50mm×80mm 2종류의 원주형 시편에 대해 여러 종류의 밀도에서 UU 시험을 실시하였다.

## 3. EPS의 공학적 특성 시험

본 연구에서는 EPS의 공학적 성토재료로서의 활용성을 검토하기 위해 일축압축강도 시험, 삼축압축강도 시험, 포아송비 시험, 크리프 시험 흡수량 시험을 실시하였다. 각 시험의 시료 및 시험방법에 대해 설명해 보면 다음과 같다.

### 3.1 일축압축시험

현재 KS에 규정되어 있는 EPS 강도 품질 규정은 시편 100mm×100mm×50mm의 일축 압축시험에 의한 값이다.(공업진흥청, 1987) 그러나 강도 특성은 시편의 크기 및 형상에 따라 다르게 나타난다. 이를 살펴보기 위하여 본 연구에서는 시편을 50mm×50mm×50mm, 100mm×100mm×80mm, D50mm×100mm,

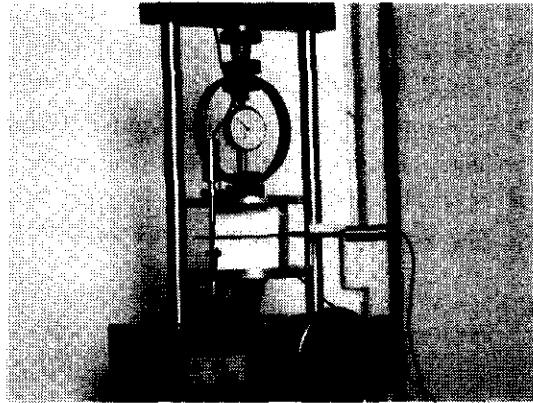


사진 3.2 포아송비시험

### 3.3 포아송비시험

EPS의 축방향 변형에 대한 축방변형의 양을 알아보기 위하여 80mm×80mm×80mm 치수의 시료를 가지고 여러 종류의 밀도에서 포아송비시험을 실시하였다.(사진 3.1 3.2)

### 3.4 크리프시험

EPS의 크리프에 대한 특성을 알아보기 위하여 치수 80mm×80mm×80mm의 시편으로 여

러 종류의 밀도에 대해 변형률 5% 강도의 50%, 60%, 70%의 응력을 가한 상태에서 시간 경과에 따른 변형량을 측정하였다.(사진 3.3)



사진 3.3 크리프시험

### 3.5 흡수량 및 수침강도 시험

EPS를 공학적 성토 재료로서 사용하는 경우 EPS가 지하수위 아래에 장기간 위치하게 되는 경우가 많이 발생하므로, EPS의 흡수성과 흡수에 따른 강도 변화를 알아보기 위하여 시료 치수 50mm×50mm×50mm, 100mm×100mm×80mm, D50mm×100mm, D50mm×80mm에 대해 여러 종류의 밀도에서 수침기간 경과별 흡수량과 일축압축강도를 측정하였다.

## 4. 시험결과 및 분석

### 4.1 일축압축강도

통상 EPS는 그림 4.1과 같은 강도-변형 특성을 나타낸다. 본 연구에서는 시료의 치수별, 밀도별 강도 특성을 탄성한계상태의 강도, 5% 변형률시의 강도, 10% 변형률시의 강도로 구분하여 경향을 파악하였다. 또한 탄성한계강도/5%변형률 강도, 탄성한계강도/10%변형률 강도 비를 나타내어 보았다.(그림4.2) 이들 관계를 수학적으로 판단해 보기 위해 회귀분석을 실시하고 회귀분석 결과와 회귀식에 의한 밀도 0.015g/cm<sup>3</sup>, 0.03g/cm<sup>3</sup>에서의 강도를 구하였다(표 4.1, 표4.2).

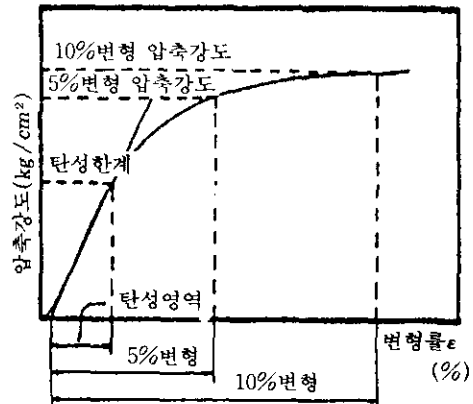
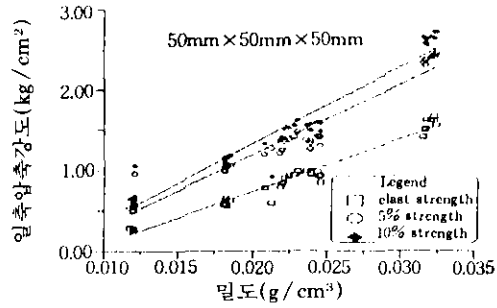


그림 4.1 EPS의 압축강도 변형률 관계

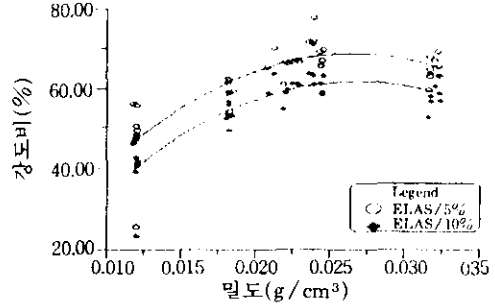
표 4.1 밀도-강도 관계 회귀분석 결과

구 분	탄성한계시 회귀식		5% 변형률시 회귀식		10% 변형률시 회귀식		회귀식에 의한 탄성한계 강도(kg/cm <sup>2</sup> )		회귀식에 의한 5% 변형률 강도(kg/cm <sup>2</sup> )		회귀식에 의한 10% 변형률 강도(kg/cm <sup>2</sup> )	
	A	B	A	B	A	B	밀도 0.015 g/cm <sup>3</sup>	밀도 0.030 g/cm <sup>3</sup>	밀도 0.015 g/cm <sup>3</sup>	밀도 0.030 g/cm <sup>3</sup>	밀도 0.015 g/cm <sup>3</sup>	밀도 0.030 g/cm <sup>3</sup>
50×50×50	64.151	-0.548	87.983	-0.573	96.362	-0.605	0.414	1.376	0.747	2.066	0.840	2.286
상관계수	0.966		0.971		0.985							
100×100×80	56.965	-0.434	78.475	-0.385	83.137	-0.339	0.421	1.275	0.793	1.970	0.908	2.160
상관계수	0.992		0.990		0.976							
D50×80	54.507	-0.457	75.336	-0.373	81.977	-0.359	0.360	1.178	0.757	1.887	0.871	2.100
상관계수	0.982		0.988		0.980							
D50×100	50.838	-0.380	86.721	-0.582	91.892	-0.561	0.383	1.146	0.719	2.019	0.817	2.200
상관계수	0.977		0.973		0.980							

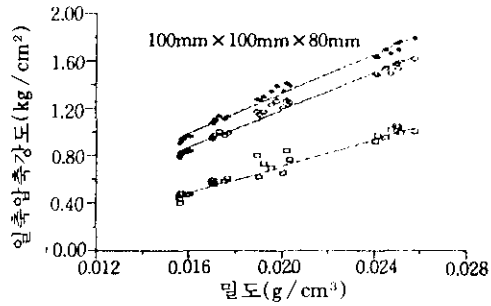
\* Y = Ax + B    Y : 강도(kg/cm<sup>2</sup>)    x : 밀도(g/cm<sup>3</sup>)



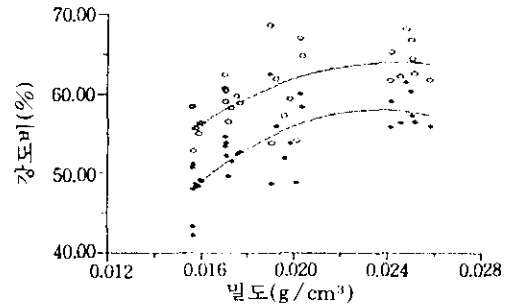
(a) 시료 50mm×50mm×50mm 밀도별 강도



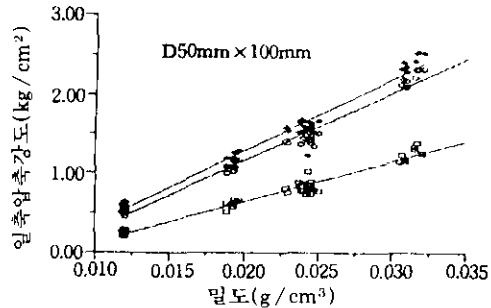
(b) 시료 50mm×50mm×50mm 밀도별 강도비



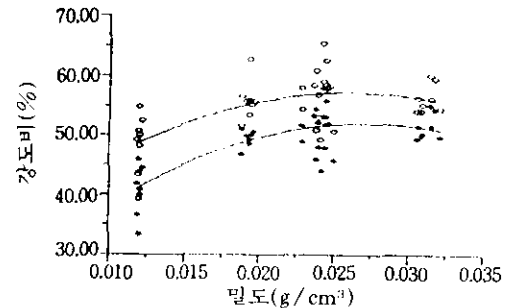
(c) 시료 100mm×100mm×80mm 밀도별 강도



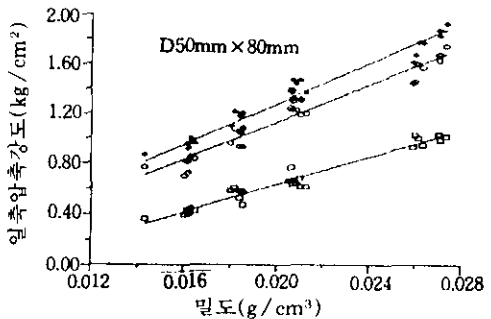
(d) 시료 100mm×100mm×80mm 밀도별 강도비



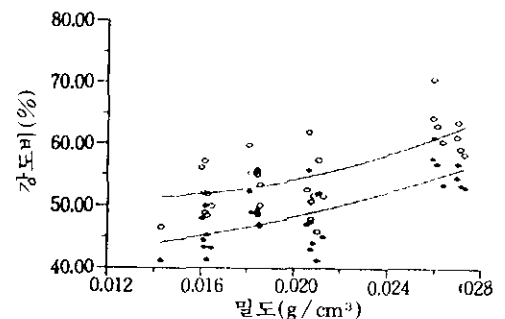
(e) 시료 D50mm×100mm 밀도별 강도



(f) 시료 D50mm×100mm 밀도별 강도비



(g) 시료 D50mm×80mm 밀도별 강도



(h) 시료 D50mm×80mm 밀도별 강도비

그림 4.2 EPS의 강도 특성

표 4.2 밀도-강도비 관계 상관성분석 결과

구 분	탄성한계강도/5% 변형률강도비의 분산비	탄성한계강도/10% 변형률강도비의 분산비	비 고
50×50×50	0.71	0.78	분산비(1-회귀값에 의한 분산/실측평균값에 의한 분산)
100×100×80	0.44	0.57	
D50×80	0.40	0.58	
D50×100	0.47	0.53	

그림 4.2와 표 4.1, 표 4.2의 시험 결과와 시험 데이터를 분석해 보면 다음과 같은 사실을 알 수 있다.

밀도와 강도는 직선적으로 비례하는 상관관계를 나타내며 특히 변형률이 클수록 밀도 증가에 따른 강도 증가가 크게 나타난다. 밀도와 강도와의 선형 상관성은 상관계수가 최소 0.97 이상으로서 상관성이 높게 나타났다.

시료의 크기 및 형상에 의한 영향은 시료의 폭/높이 비가 작을수록 같은 변형에서의 강도가 작게 나타났다. 폭/높이 비가 1보다 큰 경우 저밀도에서는 폭/높이 비가 1인 경우보다 강도가 크게 나타났으나 고밀도인 경우에는 작게 나타났다. 이로 미루어 볼 때 KS규정에 의한 강도시험 표준 시험편의 크기 100mm×100mm×50mm에 의한 강도 시험 결과는 저밀도의 강도를 크게 산정하는 결과를 초래할 수 있다.

밀도별 강도비(탄성한계강도/5%변형률시강도, 탄성한계강도/10%변형률시 강도)를 살펴보면 2차 곡선 형태의 상관관계를 나타내며 어느 시편에서나 40% 이상을 상회하고 대개 밀도 0.023~0.025g/cm<sup>3</sup> 범위에서 최대값이 나타난다. 밀도와 강도비와의 상관성을 분산비(1-회귀값에 의한 분산/실측평균값에 의한 분산)로 나타내보면 0.4~0.78의 범위로서 상관성이 낮게 나타나 추가로 고려해야할 영향 인자가 있는 것으로 판단된다.

#### 4.2 삼축압축강도

EPS의 UU 시험을 실시한 결과를 살펴보면

통상의 토질 특성과는 달리 파괴포락선의 기울기가 마이너스인 매우 특이한 특성을 나타내고 있다. 이는 대부분의 EPS에서 같은 경향이 있으며 이로 미루어 볼 때 EPS는 축하중에 따른 축압의 영향이 일반 흙에 비하여 작음을 알 수 있다. 즉 구속응력의 증가에 따른 축방향 강도 증가가 매우 작은 재료이며 이를 바꾸어 말하면 작은 축방 구속응력 하에서도 큰 압축강도를 기대할 수 있음을 알게 해준다.

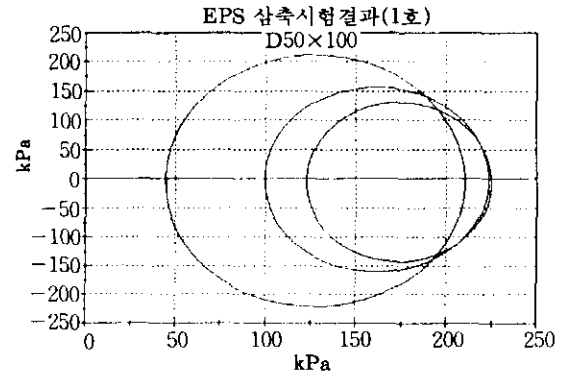


그림 4.3 EPS 삼축압축시험

#### 4.3 포아송비

EPS의 침하특성에 중요한 영향을 미치는 요소의 하나가 포아송비이다. 그림 4.4와 같은 측정 결과를 고찰해 보면 다음과 같다.

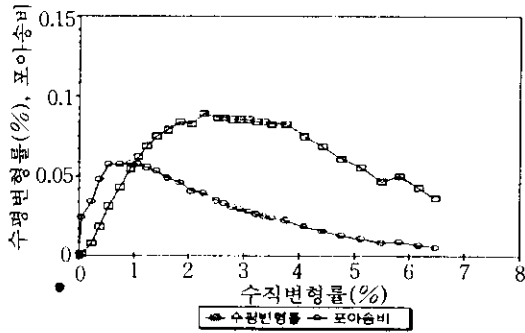
시험 결과 포아송비는 수직변형률 0~0.5%에서 최대값에 도달하여 수직변형률 1% 정도까지 일정한 값을 유지하다 감소하는 경향을 보이고 있다.

일본의 發泡 스티ロール 土工法開發機構 (1989)의 경우 수직변형률 1% 이내에서는 포아송비가 일정한 것으로 제시되어 수직변형률 0~0.5% 에서의 포아송비값이 본연구의 실험 결과와 약간 다른 경향을 보이고 있는데 이는 실험시 하중작용 초기시점에 시료와 가압면 사이의 밀착정도가 좋고 나쁨에 따라, 밀착정도가 좋은경우는 빨리, 밀착정도가 나쁜경우는

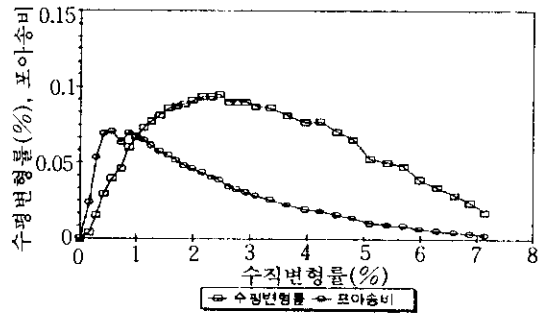
늦게 포아송비가 최대치에 도달하기 때문인 것으로 사료된다.

밀도에 따른 포아송비의 경향은 대체적으로 밀도가 증가함에 따라 최대 포아송비가 선형적으로 증가하는 경향을 나타내었다.

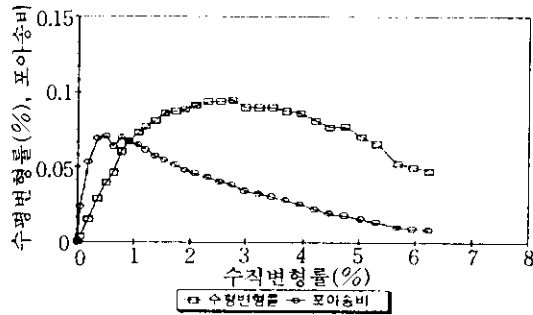
또한 Bang(1995)은 EPS의 포아송비는 구속압에 따라 변화함을 실험에 의해 제시하고 있다.



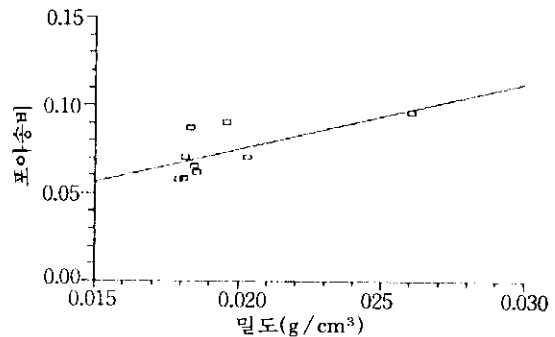
(a) 밀도 0.0176g/cm<sup>3</sup> 포아송비 시험결과



(b) 밀도 0.0205g/cm<sup>3</sup> 포아송비 시험결과



(c) 밀도 0.0265g/cm<sup>3</sup> 포아송비 시험결과



(d) 밀도와 포아송비 관계

그림 4.4 EPS의 포아송비 특성

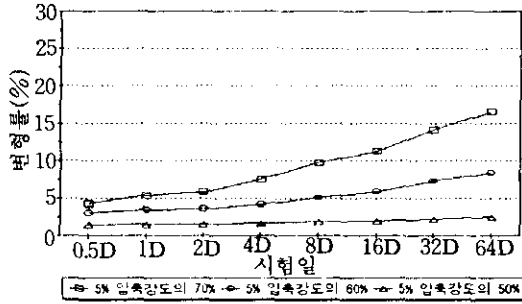
#### 4.4 크리프특성

그림 4.5의 크리프시험 결과를 살펴보면 변형률 5% 강도의 50% 하중에선 EPS의 밀도 0.012g/cm<sup>3</sup>의 경우를 제외하고는 초기변형 이외에 장기 변형은 일정 값에 수렴하는 경향을 보였고 변형률 5% 강도의 60%이상 하중에는 64일 이후에도 변형이 계속 증가하려는 경향을

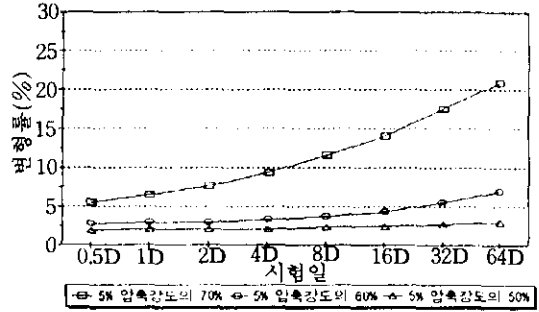
나타내었다. 또한 일본의 發泡 스티ロール 土工法開發機構(1993)에서 행한 장기간 크리프 시험 결과를 보면 밀도 0.020g/cm<sup>3</sup> 이상의 EPS에서 5%변형률 강도 50%이내 응력에서는 크리프 변형이 하중지속시간 50일 전후와 300일 전후에서 한번씩 일정값에 수렴하는 경향을 나타내었다.

따라서 장기 하중에 대한 안정성 확보를 위하여서는 사용 하중을 변형률 5% 강도의 50% 이내로 하고 밀도는 0.020g/cm<sup>3</sup> 이상의 재료를 사용하는 것이 바람직한 것으로 관찰되었

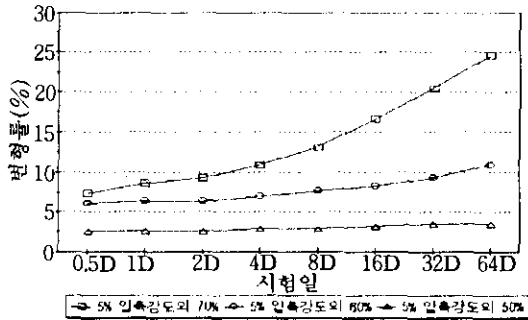
다. 이에 따라 EPS의 일축압축시험 결과와 크리프시험 결과를 근거로 하여 EPS를 토목용 성토 재료로 사용할 때의 허용 설계하중을 안전율을 고려하여 제안해 보면 표.4.3과 같다.



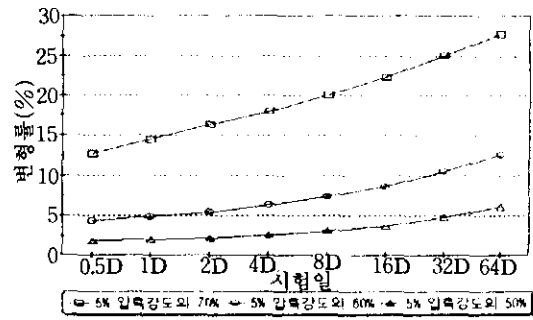
(a) 밀도 0.032g/cm<sup>3</sup> 크리프 시험결과



(b) 밀도 0.024g/cm<sup>3</sup> 크리프 시험결과



(c) 밀도 0.019g/cm<sup>3</sup> 크리프 시험결과



(d) 밀도 0.012g/cm<sup>3</sup> 크리프 시험결과

그림 4.5 EPS의 크리프특성

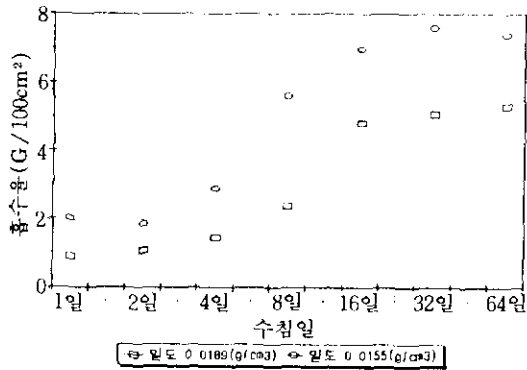
표 4.3 EPS의 설계강도 제안

구분 종류	KS 규격		실험 결과 (압축강도)				제안 설계강도 (kg/cm <sup>2</sup> )
	밀도 (kg/m <sup>3</sup> )	압축강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	5%변형 (kg/cm <sup>2</sup> )	10%변형 (kg/cm <sup>2</sup> )	탄성한계 (kg/cm <sup>2</sup> )	강도비* %	
1 호	30	1.6	1.80	1.95	1.3	67	0.8
2 호	25	1.2	1.55	1.75	1.0	57	0.6
3 호	20	0.8	1.25	1.40	0.7	50	0.4
4 호	15	0.5	0.70	0.85	0.4	47	0.25

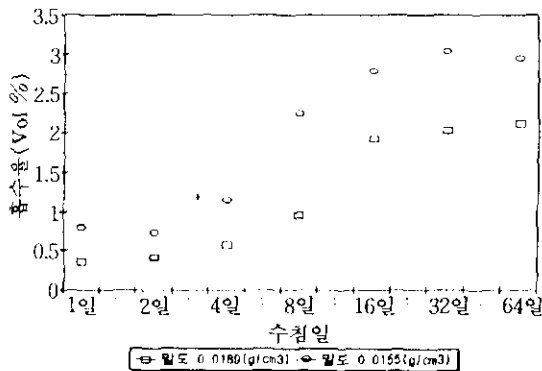
\* 강도비 = 탄성한계 / 10% 변형압축강도 × 100



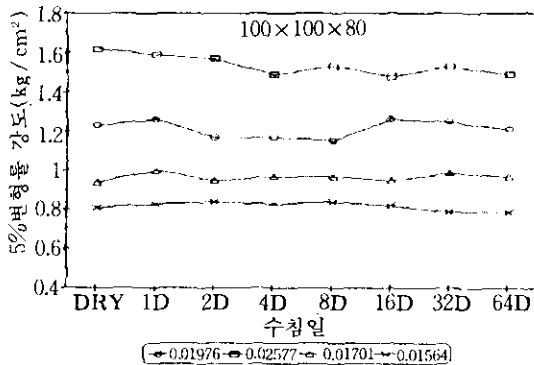
#### 4.5 흡수량 및 흡수량에 따른 강도 특성



(a) 수침일수에 따른 흡수량(g/100cm²) 변화



(b) 수침일수에 따른 흡수율(흡수체적비: Vol%) 변화



(c) 수침일수에 따른 강도변화

그림 4.6 밀도별 수침일수에 따른 흡수량 및 강도 변화

현재 KS에 규정되어 있는 EPS의 흡수량 시험 방법에 의하면 표준시편 100mm×100mm×25mm 크기의 24시간 수침후의 흡수량을 g/100cm² 단위로 측정하게 되어 있다.(공업진흥청, 1992) 만일 EPS를 토목용 성토재료로서 사용코자 한다면 장기간의 수침에 따른 흡수량을 고려할 필요가 있다. 밀도별 수침일수에 따른 흡수량 및 강도변화 경향을 살펴보면 다음과 같다.(그림 4.6)

##### 4.5.1 수침일수-흡수율 관계

EPS의 수침일수별 흡수량을 시험한 대표적인 결과는 그림 4.6(a)과 같다. 여기에서 흡수량은 수침일 32일 이후에는 일정한 값에 수렴하는 경향을 보이고 있으며 그 크기는 대략 24시간 흡수량의 4배에 달한다.

현재 KS에서는 EPS의 흡수량시험시 흡수후의 무게를 24시간 수침후의 EPS 무게로 정의하여 흡수율을 산정하고 있다.(천병식의 3인, 1994) 그러나 EPS가 공학용 성토재료로서 사용될 경우에는 장기간을 지하수위하에 존치되게 되므로 현재 KS 규정에 의한 24시간 수침후의 흡수량 측정값은 의미가 없다.

또한 KS 규정에서는 흡수량 단위를 g/100cm²로 나타내고 있으나 공학용 성토재료로서 사용되는 대부분의 재료들이 무게비에 따른 백분율(%) 단위를 사용하는 것에 미루어 EPS의 토목용 성토재료로서의 흡수량 품질규정도 백분율(%)을 사용하는 것이 바람직하다.

##### 4.5.2 수침일수-강도 관계

EPS의 수침일수별 강도의 변화를 살펴보면 그림 4.6(b)에서와 같이 흡수량에 따른 5% 변형률시의 강도는 큰 변화가 없는 것으로 관찰되었다. 따라서 EPS가 공학용 성토재료로서 사용될 경우 설계강도를 5% 변형률 강도 이하로 적용한다면 강도 및 변형특성에 미치는 흡수량의 영향은 거의 없는 것으로 판단된다.

## 5. 결론

도로성토하중저감공법은 고속도로의 교량 교대·옹벽배면등에 일반적으로 쓰여지고 있는바 본 공법의 가장 대표적인 EPS를 토목용 성토 재료로 활용하기 위한 기본적인 EPS의 공학적 특성을 살펴보기 위하여 일축압축시험, 삼축압축시험, 흡수량시험, 크리프시험, 포아송비시험을 실시하고 시험 결과를 다각도로 분석, 고찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 밀도와 강도와는 직선 비례 관계가 성립하며 변형률이 클수록 밀도 증가에 따른 강도 증가가 크게 나타난다.
- (2) 현재 KS규정에 의한 EPS의 강도시험 표준시험편의 크기 100mm×100mm×50mm에 의한 강도시험 결과는 저밀도의 강도를 크게 산정하는 결과를 초래할 수 있다. 따라서 EPS를 토목 성토재로 사용할 경우, 품질기준 산정을 위한 강도시험편의 치수는 통상의 토질 강도시험편의 규정을 준수하는 것이 타당할 것으로 판단된다.
- (3) EPS의 삼축시험 결과에 의하면 파괴포락선의 기울기가 마이너스인 매우 특이한 특성을 나타내고 있다. 이는 EPS가 최대 축하중에 따른 축압의 영향이 일반 흙에 비하여 작은 재료임을 알 수 있게 해준다. 즉 구속응력의 증가에 따른 축방향 강도 증가가 매우 적은 재료이며 이를 바꾸어 말하면 작은 축방 구속응력 하에서도 큰 압축강도를 기대할 수 있고 축방토압 경감재로서 좋은 재료임을 알 수 있다.
- (4) 구속압을 가하지 않은 입방형(80mm×80mm×80mm)EPS 블록의 포아송비 실험에 의하면 수직 변형률 0~0.5%에서 포아송비가 최대값에 도달하여 수직변형률 1%정도까지 일정한 값을 유지하다 감소하는 경향을 보이며, 밀도에 따른

포아송비의 경향은 대체적으로 밀도가 증가함에 따라 최대 포아송비가 선형적으로 증가하는 경향을 나타내었다.

- (5) EPS의 흡수량 시험에 의하면 수침일수별 흡수량의 변화는 수침일 32일 이후에는 일정한 값에 수렴하는 경향을 보이고 있으며 그 크기는 대략 24시간 흡수량의 4배에 달한다.
- (6) EPS의 수침일수별 5% 변형률시의 강도의 변화는 거의 없는 것으로 관찰되었다. 따라서 설계시 장기간 침수에 의한 EPS의 강도저하 문제는 고려하지 않아도 될 것으로 판단된다.
- (7) EPS의 크리프 시험 결과에 의하면, 토목 성토재로 이용할 경우 장기하중에 대한 안정성 확보를 위하여서는 사용 하중을 변형률 5% 강도의 50% 이내로 제한하고, 밀도는 0.020g/cm<sup>3</sup> 이상의 재료를 사용하는 것이 바람직한 것으로 관찰되었다. 여기에 안전율을 고려하여 실제 적용시 허용설계강도를 표 4.3에서와 같이 제안한다.
- (8) 현재 국내 EPS의 품질 기준은 보온재료로서의 품질 기준이므로 토목 성토용 재료로서 활용하기 위하여서는 새로운 품질기준 및 시험방법의 기준 제정이 시급하다.

특히, 토목용 성토재로서 EPS를 활용할 경우 강도시험방법 및 품질규정과, 흡수량 시험방법과 흡수량 표시 방법이 새로이 정립될 필요가 있다.

## 감사의 글

본 연구는 한국과학재단의 목적기초연구비(과제번호 90-0600-08) 지원에 의하여 이루어졌음을 밝히며 동 재단에 깊은 감사를 드리는 바이다.

## 참 고 문 헌

1. 공업진흥청(1987), “경질 발포 플라스틱의 압축 시험 - 한국공업규격 M 3831”, 한국공업표준협회.
2. 공업진흥청(1992), “발포 폴리스티렌 보온재 - 한국공업규격 M 3808”, 한국공업표준협회.
3. 노한성(1991), “EPS 성토공법의 시공지침 및 설계검토”, (사)한국도로협회, 서울, pp.3~6.
4. 이병철(1994), “발포 폴리스티렌 제조공정과 품질관리”, 발포 폴리스티렌 이용 성토공법 국제 심포지움 논문집, (사)한국지반공학회, 서울, pp. 33~51.
5. 장명순(1993), “포장재로서의 활용 및 경제성 분석” 한국과학재단 목적기초연구보고서(과제 번호 90-0600-08).
6. 천병식 외 3인(1993), “EPS를 이용한 하중 저감 공법에 관한 연구”, 대한토목학회 학술발표회 논문집(I), pp.473~476.
7. 천병식 외 3인(1993), “석탄회의 성토 및 포장재로서의 개발연구”, 한국과학재단 목적기초연구 보고서(과제번호 90-0600-08)
8. 천병식 외 3인(1994), “옹벽 뒤채움재로 EPS 사용효과”, 대한토목학회 학술발표회 논문집(I), pp.713~716.
9. 發泡 スチロール 土工工法開發機構(1993), “EPS 工法”, 理工圖書, 일본, pp.1~58.
10. Bang, S(1995), “Experimental and Analytical Study of Expanded Polystyrene Blocks in Highway Application”, EPS 토목공법 국제학술세미나 논문집, 한국건설기술연구원, 서울, pp. 105~133.

(접수일자 1995. 11. 15)