

III-131

発泡スチロールの変形特性

㈱建設企画コンサルタント 白子 博明
東海大学大学院 杉山 太宏

東海大学工学部 赤石 勝
東海大学工学部 稲田 倍穂

1. ま え が き

発泡スチロール (Expanded Polystyrene, EPS と略称する) の単位体積重量は、きわめて小さく、地盤工学の分野でこの特性を有効利用すれば多くの効果が期待できる。たとえば、軟弱地盤上の盛土材として用いれば、軟弱地盤の変形や破壊の危険性を低減できる。また、橋台背面の盛土材として用いれば、橋台背面に作用する土圧を減少しうる。このような効果を期待しうる反面、実際の工事での利用を考える場合、EPS の力学的挙動について不明な点が存在するためか、若干不安を感じる点もある。そこでこの報告では、EPS を盛土材として利用した場合の変形特性について実験的に検討した。

2. 試料および実験方法

EPS の一般的特性を表-1、比較する盛土材関東ローム（茨城県内で採取）の物理的性質を表-2 に示した。

実験 A 直径20cm、高さ7cmの大型圧密試験機にEPS あるいはロームをセット後、段階的に一日間隔で載荷し、その変形量を測定した。

実験 B 実験Aのある載荷段階で載荷増分の載荷・除荷を繰り返した。載荷時間間隔は8分とした。

実験 C 直径5cm、高さ10cmの供試体を作成し、一軸圧縮試験機による繰り返し試験を実施した。圧縮ひずみは $\varepsilon_f = 20, 2.0, 1.0, 0.6\%$ の4ケースとし、載荷、除荷速度は $\dot{\varepsilon} = 1\%/min$ とした。

表-1 EPS の材料特性 (型内発泡法)

性 質		試験方法	特 性 値
力学性質	単位体積重量	JIS A 9511	20kgf/m ³
	圧 縮 強 度	JIS A 9511	1.1 kgf/cm ²
	曲 げ 強 さ	JIS A 9511	3.5 kgf/cm
	引張り強さ	JIS K 6767	4.5 kgf/cm ²
	熱 伝 導 率	JIS A 1412	0.032cal/mh℃
熱的性質	耐熱温度	—	80℃
	線膨張係数	ASTM-D696	5~7×10 ⁻⁵ cm/cm・℃
耐性	吸 水 量	JIS A 9511	1.0g/100ml以下
	水蒸気透過率	JIS A 9511	0.1g/mh・mmHg
燃 焼 性	JIS A 9511	自己消化性	

表-2 ロームの物理的性質

G _s	W _L	W _p	砂分	シルト分	粘土分
2.721	115.1	64.0	32	57	11

3. 実験結果と考察

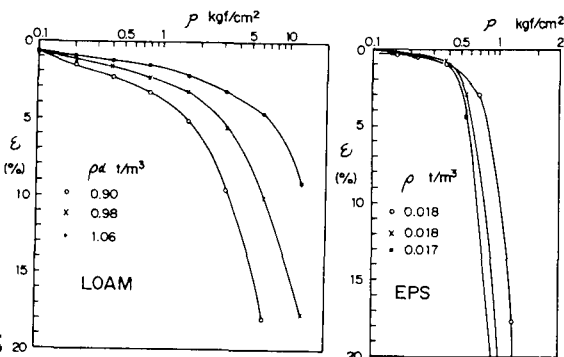
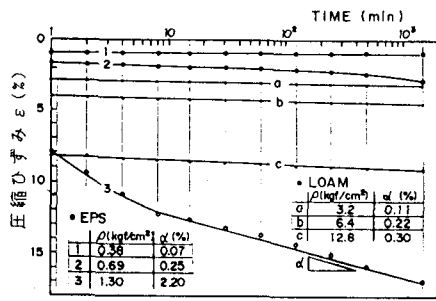
実験Aより載荷重 P とひずみ ε の関係を示したのが図-1である。当然のことながらロームは、締固め時の乾燥密度 ρ に依存した $P \sim \varepsilon$ となっている。EPS の $P \sim \varepsilon$ 関係に若干のバラツキがあるが、 $P = 0.5$ kgf/cm²までのひずみはEPS の方がロームより小さい。しかしながら、EPS は、 P がある一定値を越えるとひずみが急増する限界応力が存在するようである。

図-2は、ひずみの経時変化を示したものである。ローム、EPS とともに時間の対数に比例してひずみが増加しており限界応力以下ではロームとEPS のひずみ速度はほぼ等しい。EPS は、ひずみが急増した場合でも一定時間経過後はやはり時間の対数に比例している。

図-3と図-4はそれぞれEPS とロームに対する載荷除荷のくり返し回数と発生するひずみの関係を示したものである。これらの図から明らかなようにEPS、ロームとも繰り返し載荷によってひずみが増大する場合があるが限界応力以下のEPS は、繰り返し載荷に対して弾性挙動を示し、ひずみが増大することはないようである。

つぎに、実験Cの結果から、圧縮ひずみ ε と圧縮応力 σ の関係を図-5に示す。

図よりEPSは、 $\varepsilon = 1.0\%$ 程度（1%の時の圧縮応力は $\sigma = 0.5$

図-1 $\varepsilon \sim \log P$ 関係図-2 圧縮ひずみ $\varepsilon \sim$ 時間関係

kg/cm²）まで、 ε に比例して σ は増加しており弾性的な挙動を示している。この時の弾性係数を求めると $E=54.5\text{kg/cm}^2$ 程度である。

図-6 a) ~d) は、それぞれ圧縮ひずみ $\varepsilon_f = 20, 2, 1, 0.6\%$ における載荷、除荷の繰り返しによる残留ひずみ ε_r （除荷時 $\sigma = 0\text{kg/cm}^2$ のときのひずみ）と繰り返し回数 N の関係を示したものである。 $\varepsilon_f = 20\%$ の場合、 ε_r は N に比例して増加しており、3回の繰り返し後 $\varepsilon_r = 24.6\%$ と大きい値を示している。

また、 $\varepsilon_f = 2\%$ の場合は、 $N = 6$ 回程度で、 $\varepsilon_r = 0.6\%$ であり、その後も徐々に増加し、 $N = 20$ では $\varepsilon_r = 0.7\%$ となる。 $\varepsilon_f = 1\%$ 、 0.6% の場合は、それぞれ $\varepsilon_r = 0.2, 0.1\%$ と小さく、 $N = 4$ 回以降はほぼ一定値を示している。

次に、繰り返しによる弾性係数 E の変化を示したのが図-7である。図より、 $\varepsilon_f = 20\%$ については、 $N = 1$ で E は急激に減少している。また、 $\varepsilon_f = 2\%$ の場合についても、繰り返しとともに E は徐々に減少する傾向にあるが、 $\varepsilon_f = 1\%$ 、 0.6% については、 N が増えても E はほぼ一定値を示している。

以上より、EPS の場合、ひずみが 1% 以内であればほぼ弾性的な挙動を示すものと考えられる。

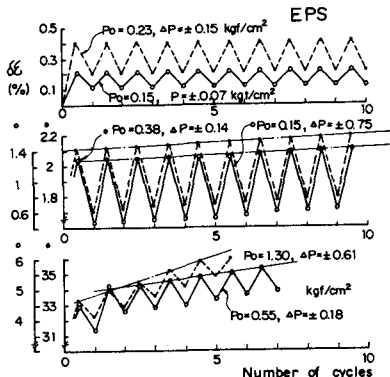


図-3 繰り返し回数～ひずみの関係

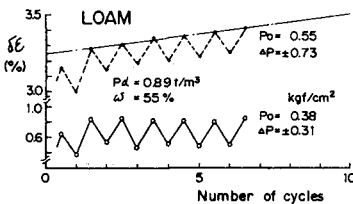


図-4 繰り返し回数～ひずみの関係

4. あとがき

EPS の変形特性試験結果をとりまとめると以下に示すとおりである。

- ① 圧縮応力 0.5kg/cm^2 以下であれば、ひずみも小さく、繰り返し載荷に対して弾性的挙動を示す。
- ② 限界応力 (0.5kg/cm^2) 以下であれば、EPS の一定時間経過後のひずみ速度はロームと等しい。
- ③ 圧縮ひずみが $\varepsilon_f = 1\%$ 以内であれば、弾性係数は繰り返し載荷によって変化しない。
- ④ EPS の弾性係数は $E=54\text{kg/cm}^2$ 程度である。

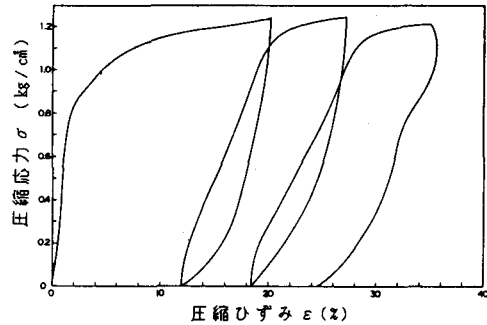


図-5 圧縮ひずみ ε ～圧縮応力 σ の関係

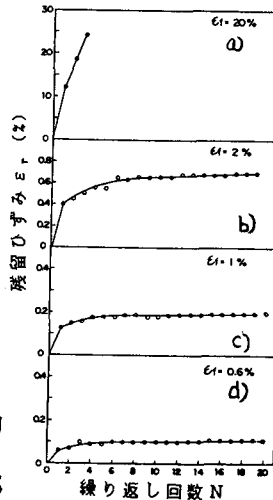


図-6 繰り返し回数 N ～残留ひずみ ε_r の関係

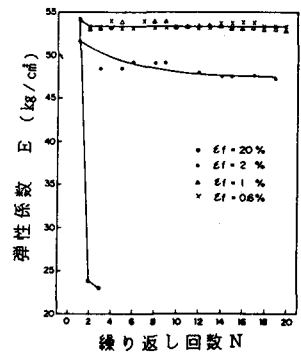


図-7 繰り返し回数 N ～弾性係数 E の関係

参考文献

- 1) Jan. Hartlen, "Pressureberms, soil replacement and Lightweight fills" Thesw edish Geotechnical Institute, Linkoping, Sweden.
- 2) Civ. eng. R.G.DAHLBERG and G.REFSDAL, "POLYSTYRENE FOAM FOR LIGHTWEIGHT ROAD EMBANKMENTS", Norwegian Road Research Laboratory.