

発泡ビーズ混入軽量化土を用いた路床の弾性係数

日本大学大学院
日本大学理工学部
日本大学理工学部

学生会員
正会員
正会員

○山中 光一
峯岸 邦夫
下邊 悟

1. はじめに

舗装の構造設計では、従来、仕様規定により設計が行われてきたが、「舗装構造に関する技術基準」が通達され、舗装設計の考え方も仕様規定から性能規定への移行が決定された。これに伴い、コスト削減や新材料、新工法の導入が活発化してきている。日本の地盤を考えた場合、軟弱地盤が広く分布していることから、軟弱地盤にも対応できる材料を用いることが望ましい。これらに対応できる材料として、混合地盤材料の一つである発泡ビーズ混入軽量化土が挙げられる。しかし、路床土への適用は確認されているが、路床の上に構築される舗装構造を決定する際の設計定数に関する研究は進んでいないのが現状である。舗装の構造設計は、仕様規定から性能規定に移行するに伴い、多層弾性理論を用いた理論的設計方法に移行する傾向にあり、設計定数として舗装各層の弾性係数とポアソン比が必要となる。

そこで本研究では、発泡ビーズ混入軽量化土を路床として用いた際の舗装構造の設計に必要な設計定数を明らかにさせることを目的に、レジリエントモデュラス（以下、 Mr と呼称）試験を行い試験結果の考察を行った。また、得られた Mr がどの回帰モデルで精度よく表すことができるかの検討をおこなった。

2. 試料および試験方法

表－1 载荷条件

試料は、千葉県船橋市内より採取した関東ローム（ $\rho_s=2.85\text{g/cm}^3$, $w_L=139.3\%$, $I_p=42.0$ ）を母材とし、混入材として発泡ビーズ（ $\rho=0.033\text{g/cm}^3$ ，以下、EPSB と呼称）を用いた。また、固化材として普通ポルトランドセメントを用いた。混入材は供試体内を占める割合が体積比で 10, 30%になるように混入させ、固化材は関東ロームの乾燥質量に対して 18, 25, 30, 35%混入させた。供試体は、専用の塩ビ管モールドと 2.5kg のランマーを用いて 3 層 5 回で締め固めて作製した。試験は、ハーバーサイン波（0.1 s 载荷, 0.9 s 休止, 1 Hz）を用いて、舗装調査・試験法便覧に示された 15 通りの载荷条件で試験を行った。用いた载荷荷重を表－1 に示す。また、回帰モデルの検討には以下の 3 通りのモデルについて検討を行った。

载荷条件	拘束圧 σ_3 (kN/m ²)	偏差応力 σ_d (kN/m ²)	主応力和 θ (kN/m ²)	载荷回数 (回)
予備载荷	41.4	27.6	151.8	1000
1	41.4	13.8	138.0	100
2	41.4	27.6	151.8	100
3	41.4	41.4	165.6	100
4	41.4	55.2	179.4	100
5	41.4	68.9	193.1	100
6	27.6	13.8	96.60	100
7	27.6	27.6	110.4	100
8	27.6	41.4	124.2	100
9	27.6	55.2	138.0	100
10	27.6	68.9	151.7	100
11	13.8	13.8	55.20	100
12	13.8	24.8	66.20	100
13	13.8	37.3	78.70	100
14	13.8	49.7	91.10	100
15	13.8	62.0	103.4	100

① $Mr = k_1 \sigma_d^{k_2}$

② $Mr = k_3 \theta^{k_4}$

③ $Mr = k_5 \cdot P_a \left(\frac{\theta}{P_a} \right)^{k_6} \left(\frac{\tau_{oct}}{P_a} + 1 \right)^{k_7}$

ここで、 Mr ：レジリエントモデュラス（MN/m²）， σ_d ：偏差応力（kN/m²）， θ ：主応力和（ $\sigma_a + 2\sigma_r$ ）（kN/m²）
 $k_1 \sim k_7$ ：材料定数

3. 試験結果

（1）レジリエントモデュラス試験

図－1 と図－2 は、固化材混入率18, 35%で行った試験結果より Mr と主応力和の関係をEPSB混入率別に示
キーワード 発泡ビーズ混入軽量化土, レジリエントモデュラス, 多層弾性理論

したものである。両図を比較すると、固化材混入率が高い場合、 Mr と主応力との関係はほぼ直線で示すことができるが、固化材混入率が低い場合には、各拘束圧における載荷荷重が増加するにつれて Mr は減少傾向を示していることがわかる。この傾向は、EPSBの混入率が増加するにつれその傾向は顕著に表れた。これは、EPSBが混入されることで、供試体の剛性が低くなるためこのような結果になったと考えられる。

また、図-3と図-4は、 Mr と偏差応力の関係で示したものである。図からもわかるように、各配合条件とも拘束圧の影響を受け、同様な偏差応力を載荷しても得られる値には差が見られた。これより、 Mr は拘束圧によって得られる値に差があることがわかる。

(2) 回帰モデルの検討

図-5と図-6は、試験結果から得られた Mr_{lab} とモデルを用いて算出した Mr_{model} の関係を示したものである。図より、①のモデルの場合には拘束圧の影響を受け、室内試験から得られた Mr_{lab} と顕著な差が現れ、良好な相関はみられないことがわかる。また、②のモデルでは、固化材混入率が高い場合には良好な相関が見られるが、固化材混入率が低い場合には、得られたデータに対して直交するような傾向を示し、良好な相関関係は得られなかった。③のモデルについては、室内試験の Mr と良好な関係が得られていることがわかる。

4. まとめ

- 1) 発泡ビーズ混入軽量化土の Mr は、配合条件によって得られる Mr の傾向が異なる。
- 2) 発泡ビーズ混入軽量化土の Mr を表すモデルとしては、③のモデルが一番良好な関係が得られた。しかし、配合条件により得られる Mr の傾向が異なるため、配合条件を考慮できる回帰モデルがあることが望ましい。

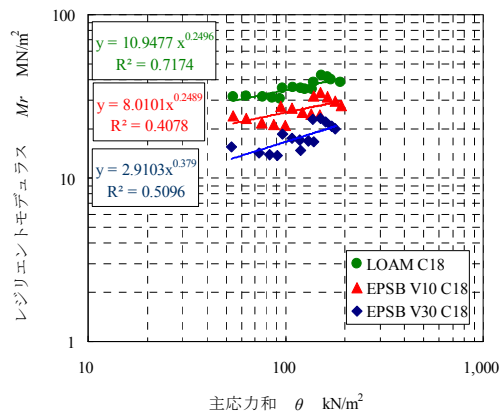


図-1 $Mr-\theta$ の関係 (C : 18%)

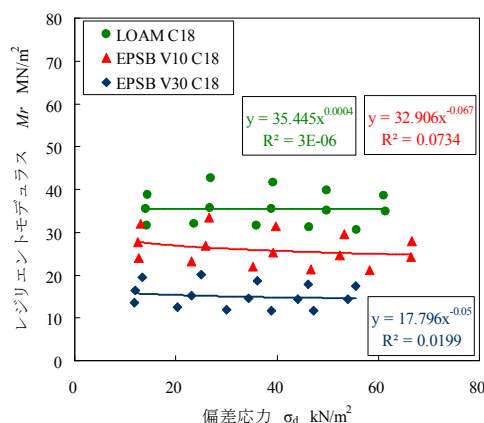


図-3 $Mr-\sigma_d$ 関係 (C : 18%)

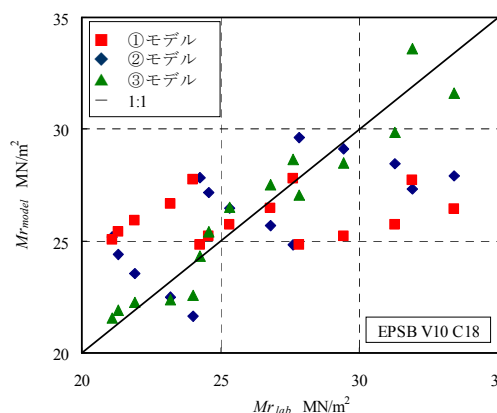


図-5 $Mr_{model}-Mr_{lab}$ の関係
(C : 18%)

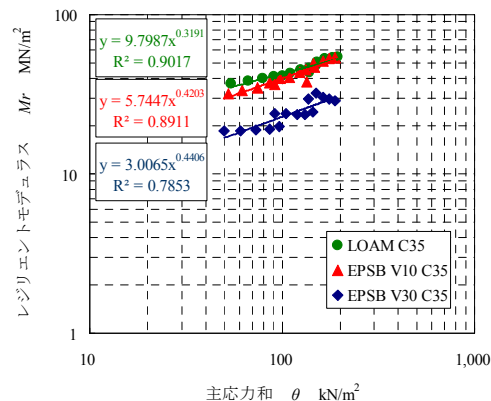


図-2 $Mr-\theta$ の関係 (C : 35%)

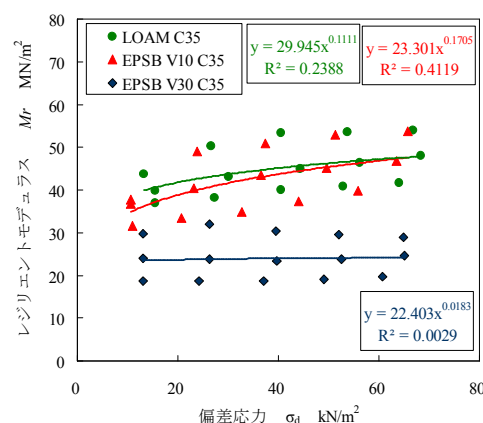


図-4 $Mr-\sigma_d$ 関係 (C : 35%)

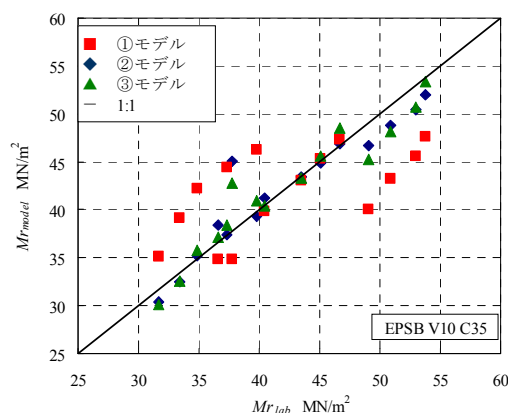


図-6 $Mr_{model}-Mr_{lab}$ の関係
(C : 35%)