

混合地盤材料のレジリエントモデュラスに及ぼす応力増加の影響

日本大学大学院 学生会員 ○山中 光一
 日本大学理工学部 正会員 峯岸 邦夫
 日本大学理工学部 正会員 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、近年では、舗装設計の考え方も仕様規定から性能規定へ移行する傾向にある。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。近年の社会的背景を考えれば、廃棄物や建設発生土を用いることができることが望ましい。これらに対応できる材料として、混合地盤材料が挙げられる。混合地盤材料は路床土としての利用が考えられるが、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は明らかにされていないのが現状である。また、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。設計定数である土の弾性係数は、様々な要因の影響を受け異なった値を示すことが知られているが、混合地盤材料の弾性係数には、混入させる混入材の種類や配合条件によっても異なる値を示す¹⁾。

そこで本研究では、混合地盤材料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、 M_r と呼称）試験を行い試験結果の考察を行った。

表-1 配合条件

混入材の種類	混入材混入率 %	固化材混入率 %
EPSB (発泡ビーズ)	10	18, 25, 30, 35
	30	
GB (ガラスビーズ)	10	
	30	
なし (関東ロームのみ)	0	

2. 試料および試験方法

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、剛性の異なる混入材として発泡ビーズ ($\rho=0.033\text{g/cm}^3$, 以下, EPSB と呼称) とガラスビーズ ($\rho=2.476\text{g/cm}^3$, 以下, GB と呼称) を用いた。混入材は、ほぼ同様な粒径分布を示すものを用いた。また、固化材として普通ポルトランドセメントを用いた。関東ロームは、採取後、含水比が $w=90\%$ になるまで室内乾燥させ、2mm ふるいにかけたものを用いた。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% を混入させた。また、関東ロームは、混入材の混合具合をよくするため加水法により含水比 $w=120\%$ になるまで調整した。表-1 に各配合条件を示す。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 載荷, 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 通りの載荷条件で試験を行った。用いた載荷荷重を表-2 に示す。また、試験より得られた M_r は、軸応力 σ_a から拘束圧 σ_r を引いた偏差応力 σ_d との関係より考察を行った。

表-2 載荷条件

載荷条件	拘束圧 σ_r (kN/m ²)	偏差応力 σ_d (kN/m ²)	主応力和 θ (kN/m ²)	載荷回数 (回)
予備載荷	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

キーワード 混合地盤材料, 路床, レジリエントモデュラス, 偏差応力, 多層弾性理論

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部交通システム工学科 TEL:047-469-5217

3. 試験結果および考察

図-1, 図-2は代表的な試験結果を示したものである。図に注目すると, 配合条件によっては偏差応力が増加するにつれ Mr は減少傾向を示しているが, GBを混入させた場合や

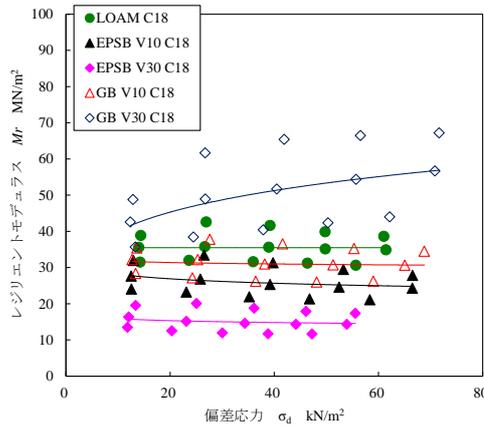


図-1 $Mr-\sigma_d$ の関係 (C:18%)

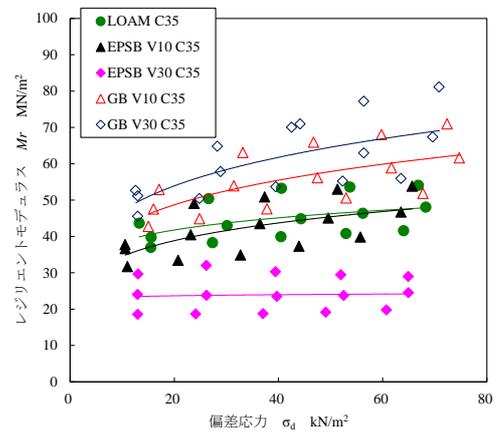


図-2 $Mr-\sigma_d$ の関係 (C:35%)

固化材混入率が高い場合には, 偏差応力は増加傾向を示していることがわかる。通常, 土の繰返し荷重下における弾性係数は偏差応力が増加するにつれ弾性係数は減少傾向を示すことが知られている。図-3に注目すると, 各偏差応力を載荷した時の弾性ひずみも偏差応力が増加するにつれ増加傾向を示した。そこで, 偏差応力の増加割合 ($\Delta\sigma_d$) と弾性ひずみの増加割合 ($\Delta\epsilon_r$) に注目した。偏差応力が増加するにつれ弾性ひずみも増加していることから, $\Delta\sigma_d/\Delta\epsilon_r=1$ の時には偏差応力が増加しても得られる Mr は一定になると考えられる。検討した結果を図-4に示す。図より, $Mr-\sigma_d$ が減少傾向を示しているような EPSB V30 C18 (発泡ビーズ 30%, 固化材 18%混入) では, 偏差応力の載荷段階が増加するにつれて $\Delta\sigma_d/\Delta\epsilon_r$ は増加傾向を示し 1 以下の値を示した。また, $Mr-\sigma_d$ が増加傾向を示す場合は 1 以上の値を示し減少傾向を示した。どちらの傾向も 1 に収束するような傾向を示していることがわかる。また, 図示していないが, 試験終了後の全ひずみは配合条件によって異なるが 0.005 程度であり, 大きな変形は見られなかった。以上の結果より, 前述の様な傾向が現れたと考えられる。

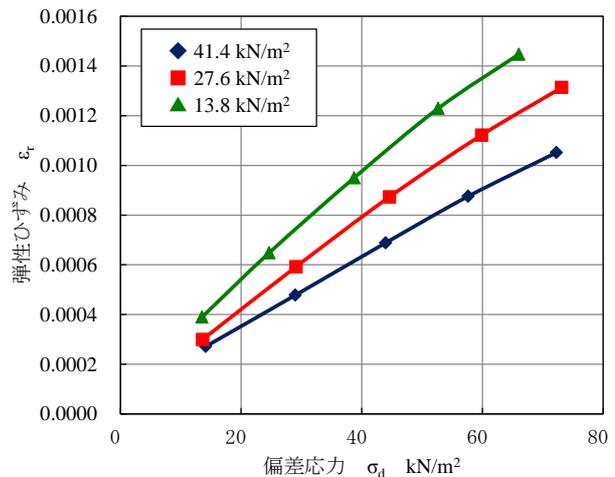


図-3 偏差応力と弾性ひずみの関係 (EPSB V30 C18)

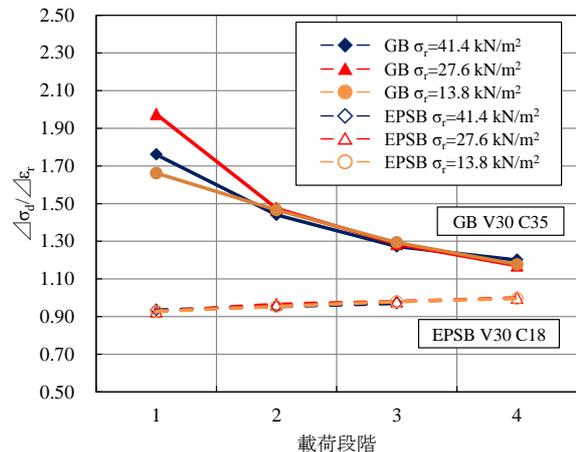


図-4 $\Delta\sigma_d/\Delta\epsilon_r$ と載荷段階の関係

4. まとめ

本研究から得られた知見を以下に示す。

混合地盤材料の Mr は配合条件によって偏差応力が増加するにつれ, Mr が減少傾向を示す場合と増加傾向を示す場合があることがわかった。その原因は, 載荷段階における偏差応力の増加割合と弾性ひずみの増加割合を比較した時に偏差応力の増加割合が大きくなるためと考えられる。またその傾向は, 剛性の高い混入材を混入させた場合や固化材混入率が増加することにより, 供試体の強度が増加し, 試験終了後の全ひずみが小さい場合に顕著に現れると考えられる。

参考文献

1)山中・峯岸・小川・福盛田：混合地盤材料のレジリエントモデュラスに及ぼす配合条件の影響，第40回土木学会関東支部技術研究発表会，第Ⅲ部門，CD-ROM，2013年