

砂質土路床の強度・変形特性に及ぼす締固め条件の影響

日本大学理工学部 正会員 ○山中 光一

日本大学理工学部 正会員 峯岸 邦夫

1. はじめに

舗装の理論的設計方法で用いる路床土の弾性係数は、「路床土・路盤材のレジリエントモデュラス試験」によるとされている。路床弾性係数は舗装断面の決定に大きな影響を及ぼすことから適切に設定する必要があるが、上記の試験法から得られる弾性係数の値は各示方書にも示されていないことに加え、締固め条件に応じてどのような挙動を示すのかは整理されていない。施工した路床の性能を確認するためにも、地盤材料としての挙動を踏まえた上で弾性係数の整理する必要がある。

そこで本研究では、2種類の締固めエネルギーで作製した供試体を用いて、CBR 試験、非圧密非排水三軸圧縮試験（以下、UU 試験と呼称）、レジリエントモデュラス（以下、 M_r と呼称）試験を行い、各試験結果の関係性について整理を行った。

表－1 本研究で用いた材料定数

2. 試料土および供試体作製条件

2. 1 試料土

本研究では、試料土に東金産の山砂（ $\rho_s=2.592\text{g/cm}^3$ ， $w_{\text{opt}}=18.9\%$ ）を用いた。試料は、事前に実施した締固め試験の w_{opt} になるように加水調整してから用いた。

2. 2 供試体作製方法

M_r 試験と UU 試験で用いた供試体は、直径 5cm×高さ 10cm となるように作製した。

CBR 試験は、直径 15cm×高さ 12.5cm のモールドを用いて作製した。各試験で使用した供試体は、締固めエネルギー $E_c=550\text{kJ/m}^3$ と $E_c=1805.6\text{kJ/m}^3$ の 2 条件で締固めを行った。

表－2 GAMES の入力値

材料	単位体積重量 γ (kN/m ³)	弾性係数 E (MN/m ²)	ポアソン比 ν	静止土圧係数 K_0
アスファルト混合物	23	10000	0.35	-
粒度調整砕石	19	600	0.4	-
クラッシュラン	18	200	0.4	-
路床	20	MEPDGモデル により決定	0.3	0.2

3. 試験方法

本研究で行った CBR 試験は、JIS A 1211 に準じて行った。UU 試験は、 M_r 試験で規定されている拘束圧と同条件で実施をした。 M_r 試験は、舗装調査試験法便覧の「E06 路盤材・路床土のレジリエントモデュラス試験法」に示された載荷条件で実施した。

4. 路床弾性係数の算出方法

M_r 試験は、指定された載荷条件下での弾性係数の関係性が算出されるだけであり、路床の弾性係数を直接算出することはできない。そこで本研究では、MEPDG モデルと多層弾性解析プログラム GAMES¹⁾を用いた構造解析を行い路床弾性係数の算出を行った。なお、本研究の M_r 試験より得られた材料定数を表－1 に、GAMES で入力した材料パラメータを表－2 に示す。また、構造解析の対象とした舗装断面は、平成 13 年の舗装設計施工指針に示された各設計 CBR のカタログ断面を用いた。

5. 試験結果および考察

5. 1 CBR 試験

図－1 は、CBR 試験より得られた CBR と締固め度の関係性を示したものである。図より、締固め度が大きく
キーワード 路床土，砂質土，弾性係数，締固め，室内試験

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

なるにつれ CBR も大きくなることが確認できた。また、締固め度と CBR の関係はほぼ直線関係の傾向を示した。

5. 2 UU 試験

図-2は、2条件の締固めエネルギーとそれぞれの拘束圧における主応力差、軸ひずみの関係を示したものである。図より、2条件の締固めエネルギー共に、拘束圧が大きくなるにつれ最大主応力差も大きくなることが確認できる。また、締固めエネルギー、拘束圧ともに大きい条件ほど初期変形係数の値は大きくなる傾向を示した。

5. 3 路床弾性係数と CBR の関係

図-3は、CBR と構造解析から得られた E_{Mr} の関係を示したものである。図より、両者には良好な関係があることがわかるが、前述の UU 試験より得られた初期変形係数とは異なり、CBR の大きい方が E_{Mr} の値は小さくなる傾向を示した。これは、 E_{Mr} を算出した際の応力に注目すると、CBR の大きい方が路床に作用する応力は小さくなる。図示していないが、 Mr 試験より得られる応力と Mr の関係は、応力が大きくなると Mr の値も大きくなる傾向を示した。そのため、このような結果が得られたと考えられる。また、 E_{Mr} の値に注目すると、CBR が大きくなっても弾性係数の差異は 10MN/m^2 程度であり大きな変化は見られなかった。図-4は、UU 試験から得られた供試体の軸応力と拘束圧の関係と Mr 試験の载荷条件を示したものである。図からもわかるように、低拘束圧下では供試体の破壊強度と同等の軸応力が载荷されているが、 Mr 試験後の供試体にはほとんど変形が見られなかった。これは、 Mr 試験で载荷するハーバーサイン波の载荷時間は 0.1s であるため、载荷応力に対して大きな復元変形が発生せず、破壊状態まで達しない小さいひずみレベルの Mr を算出しているため E_{Mr} にも大きな変化が見られなかったと考えられる。

6. まとめ

本研究から得られたまとめを以下に示す。

- ① CBR と E_{Mr} には良好な関係がある。これらの関係は、CBR が大きいほど E_{Mr} は小さい値を示す。
- ② Mr 試験は载荷時間が短いため、供試体に作用するひずみも小さい。そのため、小さいひずみレベルの復元変形での Mr から E_{Mr} が算出されるため大きな差が現れない。

参考文献 1)(公社)土木学会：多層弾性理論による舗装構造解析入門-GAMES(General Analysis of Multi-layered Elastic System)を利用して、舗装工学ライブラリー3，丸善，2005。

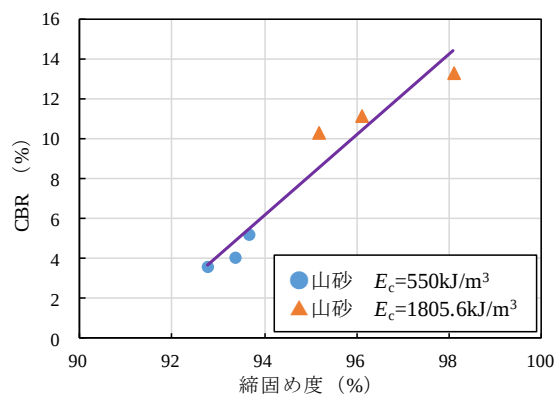


図-1 CBR と締固め度の関係

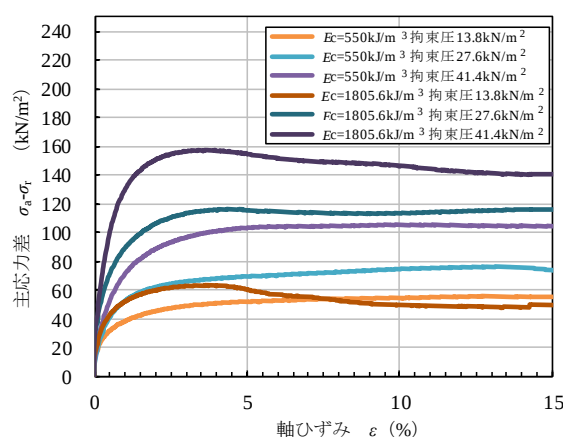


図-2 主応力差と軸ひずみの関係

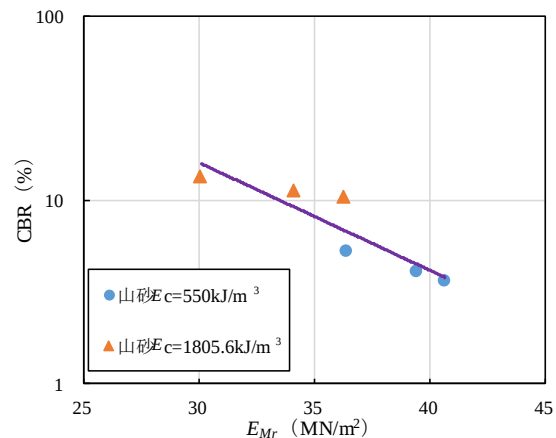


図-3 CBR と E_{Mr} の関係

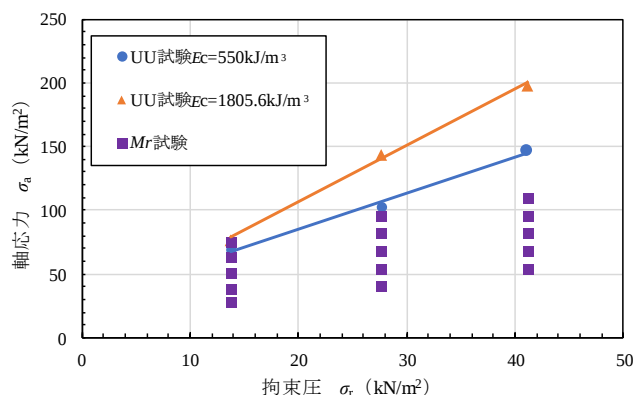


図-4 UU 試験と Mr 試験における σ_a と σ_r の関係