

CBR のばらつきに関する一斉試験

北海道科学大学 正会員 ○川端 伸一郎
北武コンサルタント(株) 正会員 関根 悦夫
日本大学 正会員 山中 光一
室蘭工業大学大学院 正会員 木幡 行宏

1. はじめに

アスファルト舗装の性能照査型設計方法では、性能照査において応答値を算定する際に多層弾性理論が一般的な構造解析手法として用いられている。多層弾性理論では、様々な設計条件に応じて材料定数（弾性係数やポアソン比）を変化させることで合理的な設計が可能となるが、材料定数、特に路床・路盤材料の弾性係数の決定には、レジリエントモデュラス試験を基本とする高度な試験と判断が必要となる。また、レジリエントモデュラス試験が行われない場合には、CBR から換算式を用いてレジリエントモデュラス試験による弾性係数を推定することがあるが、CBR は単純な貫入試験であるため厳密には土の剛性・強度を表していない等、多くの検討課題が含まれている。

土木学会 舗装工学委員会 舗装材料小委員会では、路床土の強度・変形特性を検討し、アスファルト舗装の性能照査型設計方法の発展に資するため、一斉試験として砂質土を用いた CBR 試験、レジリエントモデュラス試験、静的三軸圧縮試験を実施した。本報告では、このうち CBR のばらつきに注目してその特性を報告する。

なお、今回の一斉試験は、舗装診断研究会 舗装診断装置検証委員会と共同で実施した路床材料の剛性評価の一環であり、CBR 試験には、奥村組土木興業(株)、千葉エンジニアリング(株)、(株)佐藤渡辺、東亜道路工業(株)、日本大学、北海道科学大学が参加した。

2. 試料と実験方法

実験に用いた試料の粒度および基本的性質を図-1 に示す。試料は砂質土に分類されるまさ土であり、原位置試験でのローラー転圧時および室内 CBR 試験時の 4.5kg ランマー（67 回/層×3 層）での突固めによる粒度の変化から粒子破碎が生じやすい試料である。なお、図中に示すように破碎率 B_M は 6~7%程度である。

表-1 は CBR 試験の供試体作製条件である。条件①は路床土を対象とした設計 CBR であり、条件②と③は別に実施された原位置試験での現場密度に相当するよう、事

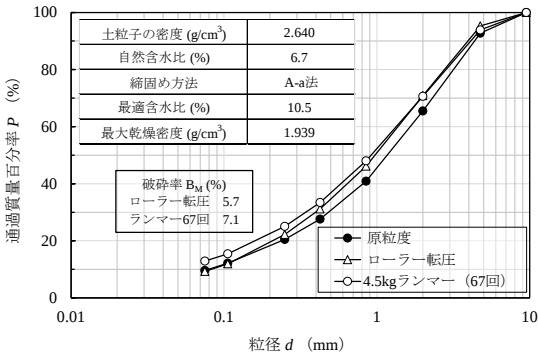


図-1 試料の粒径加積曲線

表-1 CBR 試験の供試体作製条件

条件	含水比	締固め条件	水浸条件
①	自然	4.5kg ランマー, 67 回/層×3 層	4 日水浸
②	自然	4.5kg ランマー, 34 回/層×3 層	4 日水浸
③	自然	4.5kg ランマー, 34 回/層×3 層	非水浸

※ 自然含水比=6.7%, 現場密度(ローラー転圧)=1.882 g/cm³

表-2 参加機関の締固め方法と貫入装置

機関	締固め方法 (ランマー)	貫入装置
A・B	手動(人力式)	ギア式(電動)
C・D・E・F	自動(機械式)	

前にランマーの落下回数(n)と密度の関係を求めn=34 回とした。また、条件③が原位置での現場 CBR 試験との比較が可能な条件である。

表-2 は、参加 6 機関の使用装置の一覧である。2 機関が人力での手動ランマー、他 4 機関は機械式の自動ランマーであった。貫入装置は全機関が電動のギア式であり、今回の試験にジャッキ式は含まれなかった。

3. 結果と考察

図-2 は、各機関で得られた設計 CBR(条件①, n=67 回)である。この結果からランマーの落下回数が同一でも、締固め装置の特性と思われる供試体密度のばらつきが大きく、その大小に応じて CBR も変化することが分かる。CBR は 20~80%の範囲で大きく変動しており、その変動係数は 0.323 と非常に大きい。また、●と■で示した 2 つの機関は人力でのランマー締固めであり、機械式の 4 機

キーワード：一斉試験, CBR, 締固め

連絡先：〒006-8585 札幌市手稲区前田 7 条 15 丁目 4-1 北海道科学大学 TEL：011-688-2268

関と比較すると密度は総じて高い傾向にある。

試験法に記載されたランマーの締固め作業は、「モールドの縁に沿ってランマーを自由落下させ、5～6回で内縁をひと廻りし、次の1回で中心部に落下させることを繰り返す」とある。人力の場合は、作業者の注意次第で内縁部にランマーを落下させることが可能であるが、機械式では、その調整が難しく内縁部の締固め不足によって密度が小さくなると考えられる。

今回確認された締固め装置の違いによる密度のばらつきは、当初に想定した以上であった。今後の課題であるが、CBRの信頼性を向上させるためには、締固め装置のキャリブレーションについて検討する必要がある。

つぎに、図-3は条件②の現場密度相当 ($n=34$ 回) の CBR である。 $n=67$ 回 (図-2) とほぼ同様に、人力式の密度が大きい傾向にあり、それに比例して CBR も大きくなっている。また、後述する条件③を含めて、機関 F のみ密度が極端に小さくなっているが、原因は不明である。機関 F のみ特異な結果となったことから、図中に記した平均値などは、機関 F を除いた値を()で併記した。

図-4は、締固め回数のみが異なる条件①と②の乾燥密度と CBR の関係であり、両者には明らかな相関関係がみられることから、供試体の密度管理が重要である。

図-5は、条件③、現場密度相当 ($n=34$ 回) の非水浸での CBR である。機関別の密度の大小関係など、傾向は他の条件と同一である。この相関式から、現場密度に相当する CBR を求めると 48.8% となり、図中に◎で示した現場 CBR (17.6%) と比較すると 2.8 倍となる。須田らによると、粘性土の現場 CBR と室内 CBR は、ほぼ等しいのに対して、砂質土ではモールド側壁の受働土圧の影響で室内 CBR が数倍大きくなる例が示されている²⁾。これらの結果から、安易に現場との密度条件などを一致させた室内 CBR を現場 CBR の代用とすると危険側の評価となることを十分に理解することが必要である。

今回の一斉試験では、機関別の供試体密度のばらつきが大きいことが明らかとなり、その影響で CBR が変化することを示した。今後は CBR から弾性係数を推定する場合の留意点などをまとめることが重要と考えている。

最後に、一斉試験を行うに当たり材料のご提供を頂いた舗装診断研究会 舗装診断装置検証委員会に深謝する次第である。

参考文献

- 1) 土木学会：舗装標準示方書，pp.333-337，2014。
- 2) 須田熙，佐藤勝久，吉田富雄：砂質土の現場 CBR と室内 CBR の関係，港湾技術研究所報告，Vol.10，No.3，pp.89-134，1971。

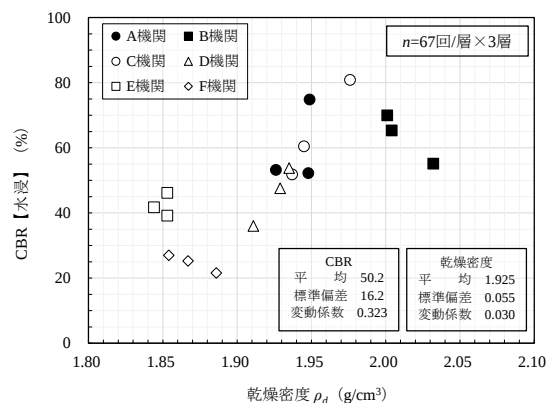


図-2 各機関で得られた設計 CBR ($n=67$ 回)

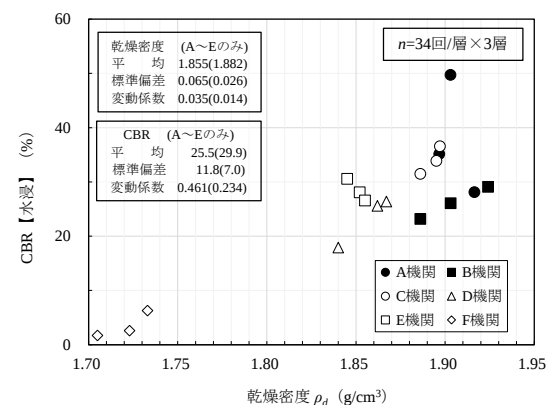


図-3 現場密度相当の CBR 【水浸条件】

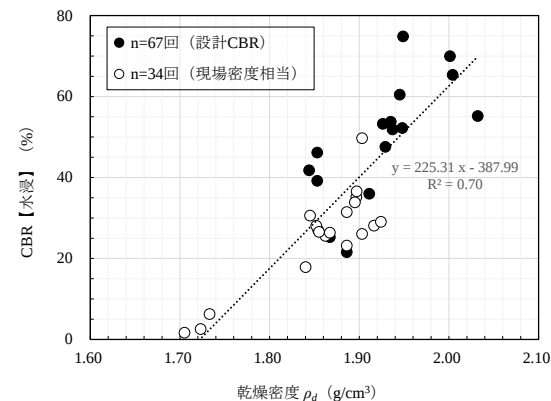


図-4 乾燥密度と CBR 関係 【水浸条件】

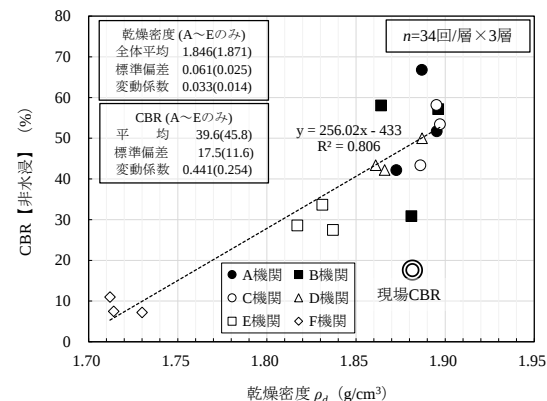


図-5 現場密度相当の CBR 【非水浸条件】