

繰返し載荷 CBR 試験の土砂系舗装材料への性能照査手法としての適用性

Applicability as the performance verification method to the earth-and-sand system road metal of a repeated loading California Bearing Ratio test

○達増 康隆*, 坂本 康文*, 緒方 英彦**

TASSO Yasutaka*, SAKAMOTO Yasufumi*, OGATA Hidehiko**

1. はじめに

農道の性能規定化による舗装設計は、2005年3月の土地改良事業計画設計基準・設計「農道」¹⁾の改定を受けて推し進められている。従前のアスファルト舗装やコンクリート舗装については、要求される性能が広く理解され、性能照査手法も概ね確立されているが、ほ場内農道に代表される土砂系舗装については要求される性能の整理は行われていない。さらに平成18年には、舗装設計便覧において多層弾性理論による舗装設計法が詳細に示された。しかし、設計に使用する粒状材料の材料定数は、代表的な値は示されているが、実際に試験結果から求めるには実施面における検討が必要である。特に弾性係数(土質分野等では変形係数と呼ばれるが、舗装の設計では弾性係数として取り扱うことから、ここでは弾性係数と表記する)は、「路盤材・路床土のレジリエントモジュラス試験方法」²⁾で求めるが、試験装置が特殊であり研究レベルでの活用にとどまっているのが現状である。そこで、従前の試験装置で検討可能な『繰返し載荷 CBR 試験』に着目し、土砂系舗装材料の性能照査手法としての適用可能性を検討したので報告する。

2. レジリエントモジュラス試験の課題

粒状路盤材や路床土の弾性係数を求める試験方法としては、レジリエントモジュラス試験が標準的な試験方法である。これは、AASHTOの標準試験にもなっている。

この試験における問題点は、供試体の寸法が路盤材の場合、 $\Phi 150\text{mm} \times \text{L}300\text{mm}$ と大きいため、供試体作製から試験に至るまで、全ての工程で労力を要する。特に供試体作製においては、人力作業で締め固めを行うなど、締め固めエネルギーの統一が困難となり、供試体毎の締め固め度がバラツキやすくなる。

さらに、試験は三軸圧縮試験装置を利用するため、供試体のセットや載荷荷重の設定が煩雑で、試験装置の価格も高く現場単位で標準的に使用するには困

難な点も多い。また、解析においても別途、対応する主応力の和を求めるなど、煩わしい点も多い。

以上の理由から、レジリエントモジュラス試験は研究者レベルの活用にとどまっている。

3. 繰返し載荷 CBR 試験概要

繰返し載荷 CBR 試験は、通常の CBR 試験³⁾用の貫入ピストンと試料の間に $\Phi 10\text{cm} \times \text{h}1\text{cm}$ の載荷板を設置し、載荷速度 1mm/分で荷重強さ 1.71MPa (CBR 試験における変位量 2.5mm での標準荷重 13.4kN に相当) での載荷から変位量を測定し弾性係数を算定する試験である(写真-1参照)。変位量は荷重強さ 1.71MPa の載荷と除荷を 100 回繰返して測定⁴⁾した。最初の 10 回に関しては 1 回毎に弾性係数を算出し、それ以降は変位量を 10 回単位で一つのグループとし、このうちの最初の 7 回は除外して最後の 3 回の変位量の平均値を弾性係数算出のために使用することとした。例えば、20 回載荷時の弾性係数は 18 回、19 回、20 回の変位量を使用して算出した。養生条件に関しては、ほ場内農道における水の影響を把握する必要があるため、通常の CBR 試験と同様のもの(以下、水浸)と水浸養生を行わないもの(以下、非水浸)で実施した。なお、弾性係数は式(1)により算出した。



写真-1 繰返し載荷 CBR 試験状況

$$E_{\text{CBR}} = p/\varepsilon_{\text{ave}} \quad (1)$$

ここに、 E_{CBR} ：弾性係数 (MPa)、 p ：荷重強さ (=1.71MPa)、 ε_{ave} ：ひずみ (変位量mm/供試体高さ 125mm) の平均値

*鹿島道路(株)技術研究所, Technical Research Institute, Kajima Road Co, Ltd, **鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University, 繰返し載荷 CBR 試験, 土砂系舗装材料, 弾性係数, 変位量

本検討に使用した材料は、一般的な路盤材に広く使用されている硬質砂岩のクラッシュラン（以下、C-40）であり、最適含水比は 3.6%、最大乾燥密度は 2.282t/m³ である。粒度を図-1 に示す。

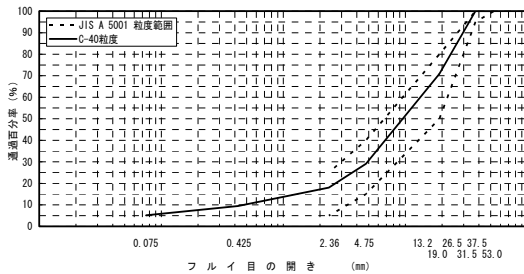


図-1 C-40 粒度

4. 試験結果

試験結果の一例として、水浸および非水浸の繰返し載荷を 100 回実施した結果を図-2、図-3 にそれぞれ示す。いずれの条件においても載荷を繰返すことにより、載荷ごとの変位量が減少し、それに伴い算出した弾性係数の変化は小さくなっていく。

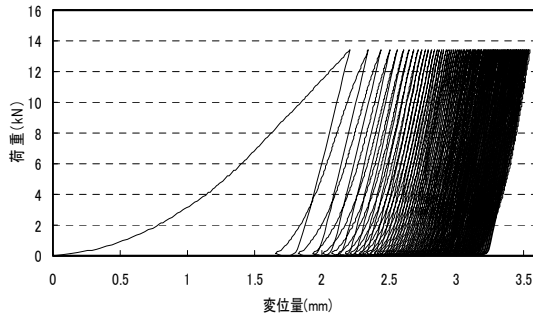


図-2 繰返し CBR 試験結果 (水浸)

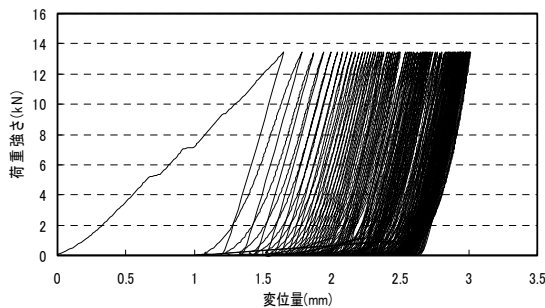


図-3 繰返し CBR 試験結果 (非水浸)

変位量を 10 回単位で取り纏め算出した弾性係数を図-4 に示す。載荷 20 回程度までは弾性係数の変化があったものの、30 回以上からは弾性係数の大きな変化は見受けられなかった。

また、算出した弾性係数を養生条件の違いで比較してみると、水浸の方が大きくなった。これは、載

荷するごとに C-40 が締固り、その結果変位が小さくなったためと思われる。

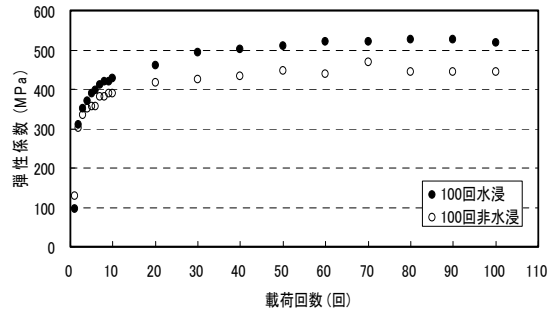


図-4 弾性係数算出結果

5. まとめ

本研究では、土砂系舗装材料の性能照査手法としての繰返し載荷 CBR 試験の適用可能性を検討したが、図-4 より、繰返し載荷 CBR 試験は水浸および非水浸ともに、弾性係数は 500MPa 付近で収束する結果となった。一般に粒状路盤材の弾性係数は 100~600MPa⁵⁾ とされており、今回の試験結果も同程度であることから、繰返し載荷 CBR 試験により妥当な結果が得られたと考える。また、本検討は 100 回まで載荷して評価したが、50 回程度でも十分評価できると思われる。

水浸養生の有無に関しては、水浸の方が、非水浸よりも弾性係数の値が大きくなった。一般には、水浸することで弾性係数は小さくなると考えられるが、今回の試験においては、繰返し載荷による供試体の密度の向上の方が卓越したためと思われる。

今回の検討は 1 種類の C-40 を使用しての検討であったが、今後は試料の種類を増やしデータを蓄積していくとともに、同試料・同条件での試験を数多くするなど、この試験の妥当性を検証し、精度向上も図っていきたい。

参考文献

- 1) 土地改良事業計画設計基準・設計「農道」, 農林水産省, 2005.3
- 2) 舗装試験法便覧, pp.55-66, (社) 日本道路協会
- 3) JIS A 1211 : 1998
- 4) A.A.A. Molenaar (2008) : REPEATED LOAD CBR TESTING, A SIMPLE BUT EFFECTIVE TOOL FOR THE CHARACTERIZATION OF FINE SOILS AND UNBOUND MATERIALS, TRB 2008 Annual Meeting CD-ROM.
- 5) 舗装設計便覧, pp.117, (社) 日本道路協会, 2006