

日本大学理工学部 正会員 巻 内 勝 彦  
 同 上 正会員 峯 岸 邦 夫  
 同 上 島 崎 宏  
 日本大学大学院 学生員 ○ 久 保 崇 紀

1. まえがき

軟弱地盤上の舗装設計においては、路床は十分な支持力を持ち得ず、また、過大な圧密沈下や側方せん断変形の発生、泥ねい化など種々の問題を発生する。そのため、それらに対応した良質材を用いる舗装構造を選定するか、路床改良を実施するなどの対策をとらなければならない。近年、これら軟弱路床土上に舗装するに当たり、ジオテキスタイルを使用する工法が普及し始めている。一般に路床面にジオテキスタイルを敷設し路床土の力学的改善を図ることにより、必要な骨材層厚を30~40%減少することができるといわれ、工費および資材節減の上でも効果が期待できる。本研究ではこれらの舗装構造におけるジオテキスタイルによる補強についての設計方法を検討するとともに、軟弱粘性土の路床土としての評価特性を知るため、室内CBRと一面せん断強度との関係を調べた。

2. ジオテキスタイル補強による舗装設計方法

路床土上にジオテキスタイルを敷設する場合の仮設道舗装や長期耐用の砕石舗装の設計には通常限界応力法が用いられ、図-1の手順により行なうことができる<sup>1)</sup>。なお、深さ係数Mと影響係数Iは弾性理論解(例えばBoussinesqの解)により求められる。

限界応力法は、ジオテキスタイル敷設の路床面に作用する許容垂直応力 $\sigma_z$ の大きさをジオテキスタイルを用いない場合の1.64~2.0(平均値1.8)に等価換算させる設計方法である<sup>2)</sup>。この換算係数の値は、種々の実験データおよび経験的設計法の帰納結果として得られたものであるが今後更に実績データによる検証が望まれる。この方法の主な特長としては次の点が挙げられる。

- 1) 既存の舗装設計法をそのまま利用して適用でき汎用性がある。通常の舗装設計の対象外の軟弱路床へも拡張可能である。
- 2) 従来の舗装構造、層構成、材料選定をベースに設計するので、実績が豊富で信頼性がある。
- 3) ジオテキスタイルの材料選定は特に重要でなく、一般的な良質市販材であれば十分に条件を満足する。
- 4) ジオテキスタイル敷設により、舗装厚を軽減でき、材料費節約につながる。

3. 軟弱路床に対する設計曲線

軟弱路床(CBR<2)に対する舗装厚さの設計曲線は現状では確立されていない。そこでCBR法(路床面上の許容応力を制限する限界応力法の一つ)を拡張し軟弱路床への適用を試みたのが図-2である。この「拡張設計曲線」は、表-1に示す(A) AhlvinのCBR式(粘着力cとCBRの関係を用いて外挿したもの)と(B)最大せん断応力法および(C)極限支持力公式で検照した結果、ほぼ一致するものであり、軟弱路床への設計曲線としての利用の可能性が考えられる。

4. 実験試料および方法

本実験に使用した試料は市販のカオリン粘土で、粘性土の軟弱条件

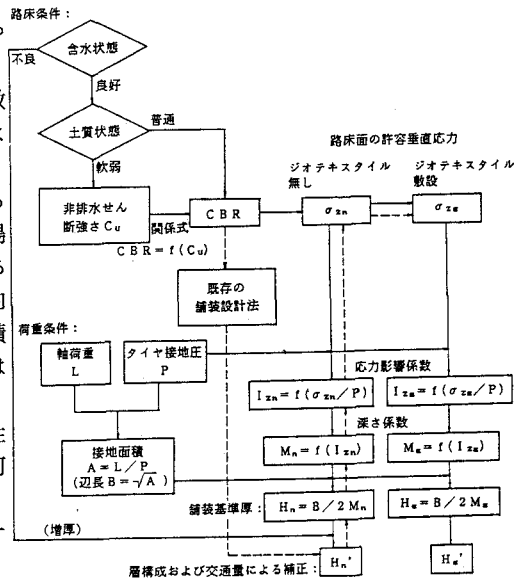


図-1 路床許容応力法による舗装設計手順

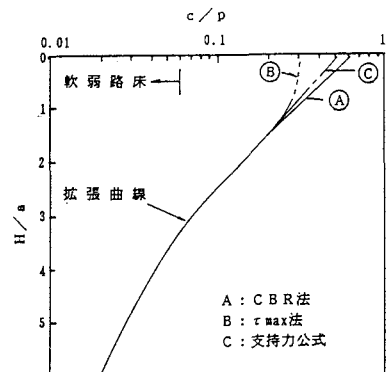


図-2 軟弱路床に対する拡張設計曲線

( $CBR \leq 3$ )を得るため含水比を変えて調整した。カオリン粘土の物理的性質を表-2に示す。従来から舗装設計の基本としてはCBR法が広く普及していることから、CBR法の軟弱路床への拡張を主眼とし、パラメータCBRとせん断強度の関係を得るため室内CBR試験と一面せん断試験を行った。室内CBR試験については、JIS A 1211に規定されている鋼製貫入ピストンを軽量の木製貫入ピストンに交換し、高含水比の軟弱試料土に対応できるように改良した。

5. CBRとせん断強さの関係

舗装設計の路床土評価においてはCBRが広く普及しているが、軟弱粘性土のCBRは測定上困難である。最も一般的な方法はCBRと非排水せん断強さ $c_u$ の関係をを用いる方法であろう。

今回行った実験結果を見ると、図-3に示すように含水比32.1~37.9%の範囲に対し $CBR = 0.5 \sim 2.3\%$ という値が得られた。また、非排水せん断試験結果からは図-4のように $c_u = 0.072 \sim 0.137$  ( $kgf/cm^2$ )が得られた。CBR試験のサーチャージを考慮した場合のせん断強さ $\tau$ とCBRの関係が、(1)式のように得られた。

$$\tau = 0.041 CBR + 0.055 \quad \dots\dots\dots (1)$$

また、粘着力 $c_u$ とCBRの関係が図-5であり、

$$c_u = 0.037 CBR + 0.051 \quad \dots\dots\dots (2)$$

という関係式が得られた。

以上の関係式の係数は、従来一般に用いられている推定式 $c_u = 0.28 CBR$ より下回っている。すなわち、軟弱地盤に対して従来の式はCBRを過小評価していることを意味している。

6. あとがき

- 1) 粘性土のせん断強さは含水比に依存し、非排水せん断強さ $c_u$ とCBRには一定の関係があることがわかった。したがって、軟弱路床土の支持力評価は非排水せん断強さを測定し、CBRを推定する方法が実用上有望な設計法と考えられる。
- 2) CBRとせん断強度 $c_u$ の関係は、従来 $c_u = 0.28 CBR$ を外挿して用いられてきたが、今回行った実測データでは軟弱土に対しては、既往の外挿式がCBRを過小評価することが明かとなった。
- 3) CBR法を拡張した場合の限界応力法に基づく軽舗装設計法により、ジオテキスタイルの敷設による舗装厚の低減が定量的に可能となることがわかった。

【謝辞】 実験に当って、本学学生半田博一君に多大の協力を得たことを記し謝意を表します。

【参考文献】 1) 舗装・軌道グループ：ジオテキスタイルを適用した舗装・軌道の設計方法，ジオテキスタイルの適用性に関するシンポジウム発表論文集，pp.37~58, 1990.  
2) Phillips Fibers Corp. : Stabilization Design Guide, 1987.

表-1 限界応力法に基づく設計式

記号	設計式	備考
(A)	CBR法 (Ahlinの式) : $H/a = [( \pi p ) / (115 CBR - 1)]^{1/2}$	$c = 0.11 CBR$
(B)	最大せん断応力法 ( $\tau_{max}$ 法) : $\tau_{max} / p = (3H/4a) / [1 + (H/a)^2]^{3/2}$	$\tau_{max} = c$
(C)	極限支持力公式 (Skeptonの式) : $p = 5c (1 + 0.2H/a) (1 + 0.2B/L)$	長方形荷重 $B = L \approx 1.78a$

ここで、H：舗装厚、a：接地半径、p：接地圧

表-2 試料の物理的性質

土粒子の密度 $\rho_s$ ( $g/cm^3$ )	2.62
液性限界 $w_L$ (%)	75.0
塑性指数 $I_P$	47.0

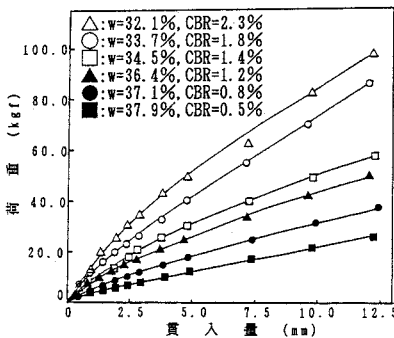


図-3 荷重-貫入量曲線

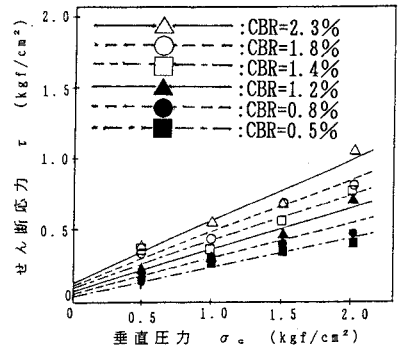


図-4 せん断強さ-垂直応力

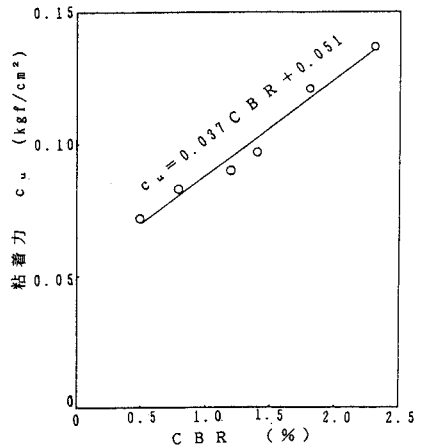


図-5 粘着力-CBR値