

交通荷重による軟弱地盤上低盛土の沈下予測

佐賀大学大学院工学系研究科 学 本原 耕一郎
 佐賀大学低平地研究センター 正 柴 錦春
 軟弱地盤研究所（株） 正 三浦 哲彦

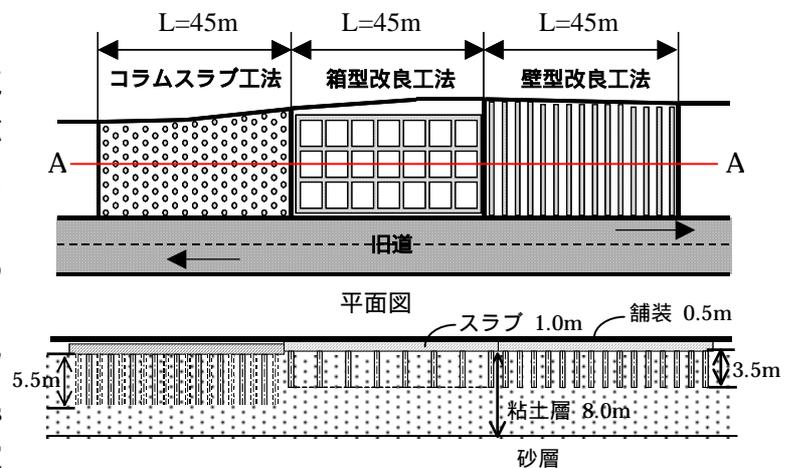
1. はじめに

佐賀低平地には軟弱な有明粘土が厚く堆積しており、道路を建設する際、盛土による圧密沈下、供用後の交通荷重による沈下量の予測が沈下対策の選択、維持管理において、非常に重要な課題である。最近、残留沈下を抑制するためにセメント混合処理工法などの地盤改良工法を導入することが検討されている。

セメント混合処理工法の効果を検討するために、国道34号兵庫町大字瓦町で試験道路が施工された。本研究では、この試験道路の盛土荷重、交通荷重による沈下量を解析し、解析値と動態観測結果との比較・検討によって、地盤改良工法の有効性を評価した。

2. 施工概要

平成13年5月から、国道34号兵庫町大字瓦町で拡幅工事の一部で試験施工が行われた。拡幅部のセメント混合処理工法として、コラムスラブ工法(コラムスラブ)・箱型改良工法(箱型)・壁型改良工法(壁型)が採用された。試験施工の平面図及び断面図は、図-1に示す。ここで、軟弱層厚は8.0m、その間隙比(e)は約2.9、圧縮指数(Cc)は約1.38、透水係数は約 1.8×10^{-7} cm/sである。設計では、残留沈下量は5.0cmに設定された。地盤改良工事は平成14年1月に終わり、舗装工事は平成14年8月～平成15年2月の間に行われた。平成15年3月から交通開放されている。工事施工中から交通供用を開始して数年後まで動態観測を行い、解析結果との比較により、軟弱地盤対策工法としての有効性を検討するとともに、今後の軟弱地盤上に道路を建設する際の基礎データを得ることを目的としている。



A-A断面図
 図-1 平面図・断面図

3. 盛土荷重による圧密沈下

図-1に示すように、ここの盛土は基本的に0.5mの舗装である。平面ひずみ有限要素法で盛土荷重による沈下量を解析した。解析において、舗装を3ヶ月間で施工すると仮定した。セメント混合処理をしたコラム及び壁を等断面積の条件で、壁状でモデル化した。また、軟弱粘土層はsoft soil modelという弾塑性モデルで、盛土・セメント混合処理体及び砂層は弾性モデルを用いて解析した。セメント改良体のヤング率は、コラムスラブが約 60000 kN/m^2 、箱・壁型が約 30000 kN/m^2 である。解析値と実測値との比較は図-2に示す。解析値は実測値をおおむねシミュレートすることができた。また、交通開放の時点で、盛土荷重による沈下がほぼ終了したことがわかる。交通開放後の沈下量は、交通荷重によるものとなる。

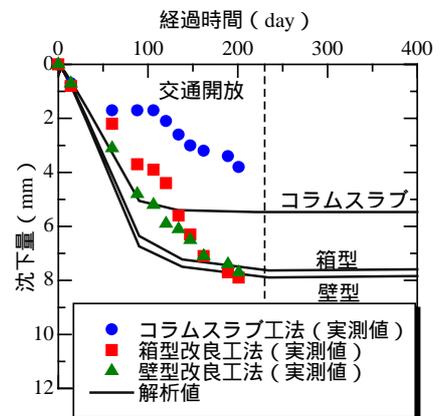


図-2 盛土荷重による沈下量

キーワード 軟弱地盤, セメント混合処理工法, 交通荷重, 残留沈下量
 連絡先 〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄1 0952-28-8580

4. 交通荷重による沈下量

4.1 沈下計算法

等価圧密応力法（方法1）：交通荷重を圧密応力に等価し、地盤の圧密量を計算する。藤川・三浦は交通荷重による地盤中の応力増分が、深さ方向に大きく減少する現象を考慮して、交通荷重による応力はその影響範囲(5～6m深さ)に三角形分布(最大値は地表)を仮定し、交通量・盛土高によって応力の大きさを計算する方法を提案した。この方法は舗装の性質の影響を考慮せず、最終沈下量だけを計算することができる。

経験式による方法（方法2）：Chai & Miura²⁾は、交通荷重の大きさ、作用回数、地盤の変形・強度特性を考慮して、以下の経験式を提案している。

$$E_p = \alpha C_c \left(\frac{q_d}{q_f} \right)^m \left(1 + \frac{q_s}{q_f} \right)^n (N^b) \quad (1) \quad \begin{array}{l} q_d: \text{動的偏差応力} \quad q_s: \text{初期の静的偏差応力} \quad q_f: \text{静的破壊偏差応力} \\ N: \text{繰り返し荷重の適用数 (交通量)} \quad C_c: \text{地盤の圧縮指数} \quad , b, m, n: \text{定数} \end{array}$$

交通荷重による地盤中の動的偏差応力 q_d を、多層弾性理論によって計算する。本計算に用いた定数値は、 $\alpha=8.0$ 、 $b=0.18$ 、 $m=2.4$ 、 $n=1.0$ であった。

4.2 計算値と実測値との比較 計算モデルは、図-3に示す。ケース1は、セメント混合改良層以下の粘土層だけ交通荷重の影響を受けると仮定する。ケース2は、コラムスラブ、箱型・壁型の底部から $L/3$ (L は改良層厚)の範囲も交通荷重の影響を受けると仮定する。本試験施工の面積改良率は、コラムスラブの場合13%、箱型の場合24%、壁型の場合26%で、低改良率施工であった。そして、ケース2は低改良率の場合の沈下計算の仮定と同じである。試験区間の大型車の交通量は約2800台/日(片側)であった。方法2による計算値と実測値の比較は図-4に示す。測定値は、層別沈下計によるものである。交通開放後約半年の間の沈下量は小さかったが、その後、沈下量が不規則的に増加しているが、その原因は不明である。

交通開放後半年間においては、ケース1の計算値は実測値と近く、1年後の沈下量では、ケース2の計算値に近い。全体として、交通荷重による沈下量が小さいので、セメント混合処理工法は有効であるといえる。ケース1の仮定で、方法1で計算した沈下量は、コラムスラブが0.0mm、箱型が15mm、壁型が13mmである。コラムスラブの場合、方法2の値より小さいが、他の工法については大きい。交通開放後1年までの観測結果より、方法2の予測値は実測値に近いといえる。

5. まとめ

軟弱地盤上の低盛土道路の盛土荷重・交通荷重による沈下に対するセメント混合地盤改良工法の効果について2つの方法で解析し、現場試験施工の動態観測結果と比較・検討した。交通開放後1年までの観測値より、交通荷重による沈下量は6mm以下で、セメント混合地盤改良工法の効果が大きい。そのうち、コラムスラブ工法の試験区間の沈下量は約1.1mmで、最も小さかった。交通荷重による沈下量の予測方法について、交通開放後1年までのデータより、方法2の予測値は実測値に近いことがわかった。

謝辞：現場データは、国土交通省佐賀国道事務所より提供していただいたものである。ご協力に感謝の意を表します。

参考文献 1) 藤川・三浦(1996)：低盛土道路の実態調査と交通荷重による圧密沈下の予測，地盤工学会論文報告集，Vol. 36, No. 4, pp. 147 - 153. 2) Chai, J. C. & Miura, N. (2001)：Traffic Load Induced Permanent Deformation of Road on Soft Subsoil, J. Geotech. and Geoenvironmental Eng. ASCE, Vol. 128, No. 11, pp. 907 - 916.

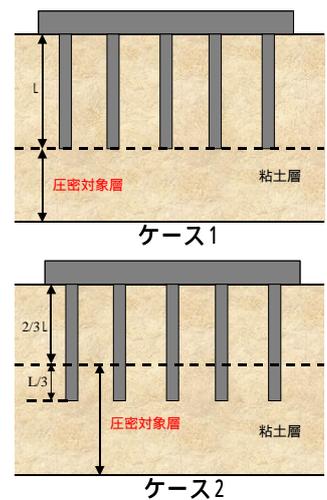


図-3 計算モデル

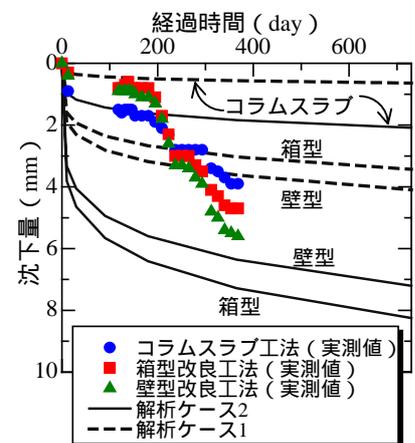


図-4 交通荷重による沈下量