

VI-8 道路盛土による砂質地盤の沈下予測について

建設省松山工事事務所

松本 幸司

(株)四電技術コンサルタント 久保 慶徳

(株)四電技術コンサルタント ○松本 幸太郎

1. はじめに

「今治・小松自動車道」は、「本州四国連絡橋（尾道～今治ルート）」と「四国縦貫自動車道」を結ぶ重要な幹線道路である。このうちの三芳・国安地区には、道路盛土部（盛土高約 10 m）を横断する道路用函渠（ボックスカルバート：以下BCと略す。）が大小合わせて 40 数箇所にあぶ。BCの基礎地盤は、ルーズな砂層や柔らかいシルト層（大明神川の扇状地堆積物）からなり、道路盛土で 40～50 cm 程の沈下が予想された。この沈下量は、BCの許容沈下量をはるかに超えるものであり、無処理ではBCコンクリートにひび割れや取合道路の内空断面不足等、さまざまな支障が生じることが予想された。そこで全BCの対策工の検討や上げ越し量の決定のため、代表地点 2 個所で試験盛土を実施し、沈下形態を把握して信頼性の高い沈下予測の把握に努めた。ここでは、沈下予測解析に用いた予測手法の精度について報告する。

2. 盛土載荷による基礎地盤の沈下

1) 設計時における沈下予測方法

設計時に用いた沈下予測方法は、①地盤を砂質地盤とみなし、② N 値から間隙比 (e) を推定し、③盛土荷重 (P) による e の減少量を圧縮ひずみ ε に変換して、④層厚 h との積で沈下量 S を計算するもの ($e \sim \log P$ 法) である。これは、「道路土工軟弱地盤対策工指針」に依るものであるが、使用する地盤情報としては N 値のみである。しかもその N 値も 3 区分に単純化されたもので、高精度を必要とする当設計への適用が危ぶまれた。そこで、予測精度と適用性を検討するため、試験盛土を実施した。

2) 試験盛土

試験盛土 ($h = 3$ m) による沈下は、その速度が速く沈下カーブは盛土完了直後から 7 日～10 日後には、ほとんどが収束するという沈下形態を示した。沈下量の最大値は 9.8 cm で、設計時に予測した値の約半分であった。

また間隙水圧 P_u の発生量は、 $P_u = 8.8 \text{ kN/m}^2$

$\{0.9 \text{ tf/m}^2\}$ と少なく消散は早かった。地表杭で計測された水平変位量の値は平均 1.1 cm とわずかだ、これも盛土完了と共に収束した。これらの結果や、信頼性・経済性・施工性の面から、当地盤の沈下対策としてプレロード工法を採用した。

3. FEMによる沈下予測解析

試験盛土の沈下形態から盛土地盤を弾性体と見なし、有限要素法 (FEM) により変形解析を行った。変形係数 E は、試験盛土時 ($h = 3$ m) の実測変位から逆算して求め、高さ約 9 m の本盛



図-1 試験盛土断面図

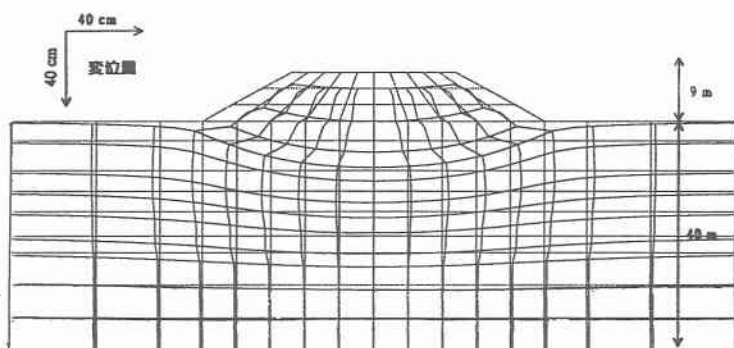


図-2 FEM解析による基礎地盤の変形予測 ($h=9\text{m}$)

土時の沈下量を予測した。逆算により求めた変形係数 E を図-1 に、FEM 解析による沈下予測結果を図-2 に示す。図-2 では地表面で最大 24 cm の沈下が予測された。FEM 解析による沈下予測値と $e \sim \log P$ 法による沈下予測値の関係を図-3 に示す。図-3 では、両予測値の比率 (α) も併記した。これによると、盛立の基礎地盤面では FEM 解析による値が $e \sim \log P$ 法の値の約 1/2 ($\alpha \approx 50\%$) となり、深部になるに従い、比率 α は大きくなることが予測された。

4. 実証試験盛土

高さ 3 m の試験盛土の上に、さらに 6.3 m の盛土を追加し、本施工と同等の盛土高さ 9.3 m の実証試験盛土を実施した。実証試験盛土による沈下量の経時変化を図-4 に示す。計測された沈下量は FEM 解析による沈下予測値と良く合致し、 $e \sim \log P$ 法による沈下予測値の約 1/2 となった。これらの結果から、 $e \sim \log P$ 法による沈下予測量は実施工による沈下量より 2 倍程度に評価されるものと判断し、各々の BC のプレロード量である盛土高さ ($h = 3 \sim 5$ m) と上げ越し量を決定した。

5. 予測沈下量と実測値の比較

現在、22 箇所までプレロードが施工されており、その予測沈下量 S_p と実測値 S_m の関係を図-5 に示す。ややバラツキはあるものの実測値 S_m は、 $e \sim \log P$ 法の予測値 S_p の 1/2 程度であった。このことは、試験盛土結果から求めた変形係数を用いた FEM 解析の沈下予測が妥当であることを示している。

$e \sim \log P$ 法は側方拘束圧縮試験に基づくものであり、鉛直方向のみに圧縮し沈下が生じると限定した一次元の圧密試験結果によるものである。従って $e \sim \log P$ 法は実沈下量より過大に見積もられるものと考えられる。当地盤のような砂質地盤では不攪乱試料を得ることが難しく圧密試験の精度そのものにも限界がある。当地盤においては、 $e \sim \log P$ 法の精度を把握できたことから、有効に $e \sim \log P$ 法による管理が行なえた。

6. あとがき

土被り厚の大きい函渠では、沈下が大きければ様々な支障が生じるため、より精度の高い沈下予測が必要である。今回、数多くの函渠の沈下予測にあたり、簡便な予測手法である $e \sim \log P$ 法の精度の検証を行い、現場に適用したことは有為なことと考える。最後にご協力頂いたアイサワ工業(株)、株木建設(株)の関係各位に深謝の意を表します。

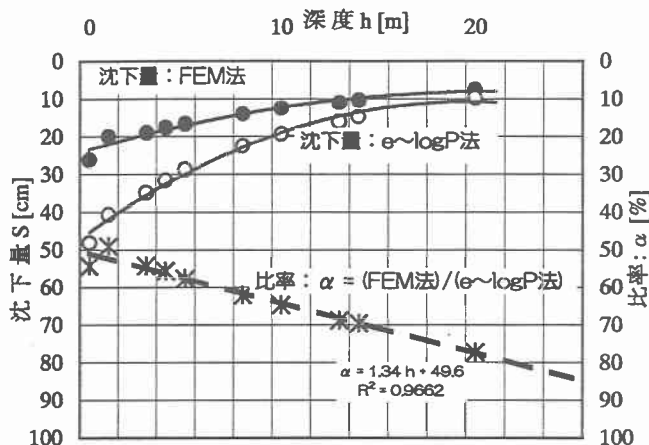


図-3 FEM 解析と $e \sim \log P$ 法の比較

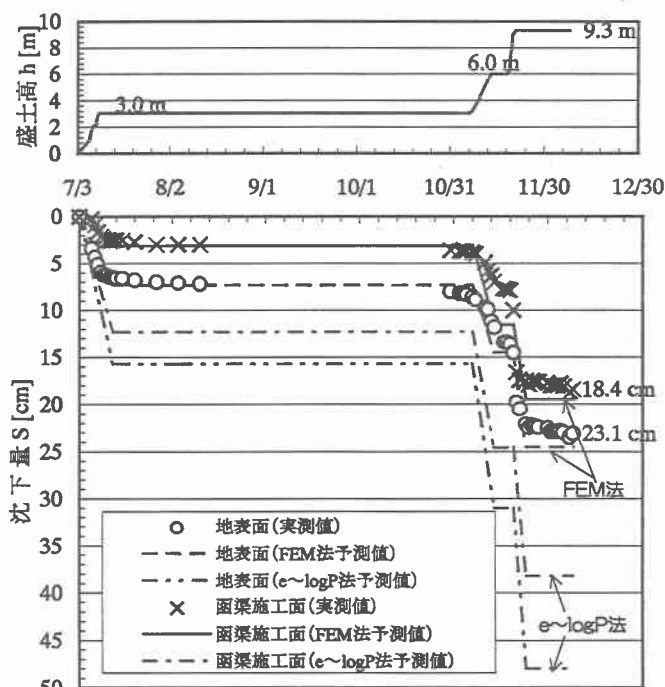


図-4 沈下量経時変化図

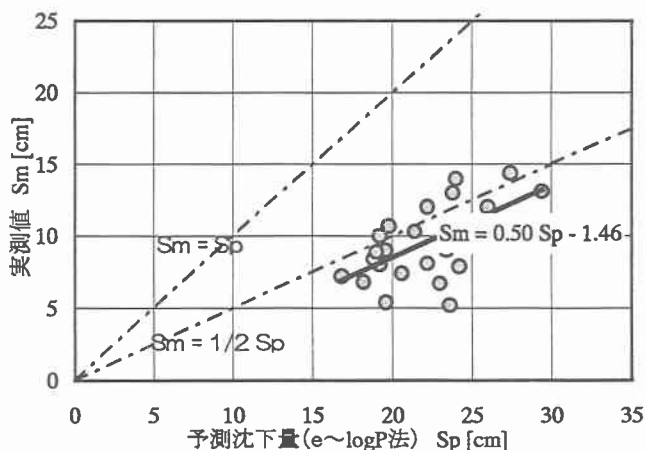


図-5 プレロードの予測沈下と実測値の関係