

III-123 盛土基礎地盤の沈下予測—漸増局部載荷の影響について—

京都大学防災研究所 正会員 ○関口秀雄
京都大学防災研究所 柴田 徹・三村 衛

1. はじめに 軟弱粘土地盤上の道路盛土や河川堤防の沈下管理を合理的に行なうには、その二次元的な載荷形態（図-1 参照）に起因する基礎地盤の側方流動の寄与を、的確に把握しておく必要がある。そこで本研究では、「粘土地盤の側方流動を考慮した沈下予測システム」の開発を目指し、まず、盛土基礎地盤の「体積変形に関する圧密度 U_v 」を新たに導入する。ついで、弾・粘塑性有限要素解析によって、このような部分排水度の指標 U_v と載荷速度との関係を明らかにする。さらに、その結果をふまえ、盛立完了時点までに発生する側方流動土量と沈下土量の比 V_δ/V_ρ 、及び最終沈下量比 ρ_f/ρ_{sed} の両者に及ぼす載荷速度の影響を、 U_v を介して定量的に示す。

2. 体積変形に関する圧密度 U_v の定義とその適用

(a) U_v の定義 盛土基礎地盤の部分排水の度合いを大局的に把えるために、載荷域直下の幅 B 、高さ H 、単位奥行き長さの地盤ブロック（体積 V_0 ）の正味体積圧縮量に着目し、これを $V_{net}/V_0 = (V_\rho - V_\delta)/V_0$ で表示することにしよう。ここに V_ρ は沈下土量、 V_δ は側方流動土量である。

さて、荷重強度 $\hat{q}$ に達するまで、載荷速度 $\dot{q}$ のもとで盛立てが行なわれ、その後、 $q = \hat{q}$ のもとで放置されたとする。この時、最終的に上述の盛土基礎地盤ブロックに生ずる正味体積圧縮量を $(V_{net}/V_0)_f$ と表示すると、同地盤ブロックの部分排水度 U_v は、次式によって明快に定義されることになる。

$$U_v = [(V_{net}/V_0)_f / (V_{net}/V_0)_i]_{q=\hat{q}} \quad \text{--- (1)}$$

上式の定義の大きな特徴は、「粘土地盤の場合、各土要素の体積変形量是有効応力径路に実質的に依存しない」という従来からの知見を活用していることである。実際、図-2 は、 $\hat{q}/\sigma_{vc}' = 1.8$ （安全率 $F_s = q_{fu}/\hat{q} = 1.2$ ）に達するまでの載荷速度の違いを、弾・粘塑性 FEM によって解析した例である。いわゆる圧密平衡状態に対するプロットが、 $(V_{net}/V_0) = \text{一定}$ の線上に乗っていることが注目される。

(b) 盛立て完了時点における部分排水度の定量的評価

上述のようにして定義された、体積変形に関する圧密度 U_v は、載荷時間と地盤の圧密に要する時間との相対的な大小関係に応じて系統的に変化するはずである。すなわち、いま、盛立て完了時点に着目すると、この時の圧密度 $(U_v)_{ec}$ は、次式で定義される特性

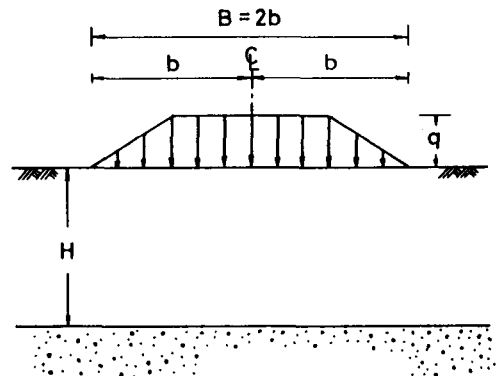


図-1 問題の設定と主要パラメータ

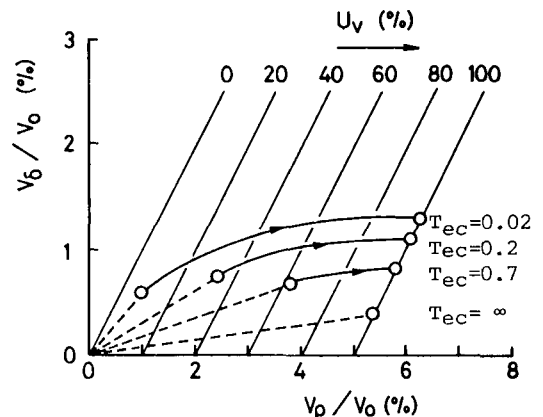


図-2 漸増局部載荷中（---）及び停止後（—）の土量変化と、体積に関する圧密度の推移の解析例

圧密時間 T_{ec} の値の大小に応じて系統的に変化するはずである。

$$T_{ec} = \frac{C_v}{(H/2)^2} \cdot t_{ec} = \frac{C_v}{(H/2)^2} \cdot (\hat{q}/\dot{q}) \quad \text{--- (2)}$$

実際、このことを一連の弾・粘塑性有限要素解析によって確かめたものが、図-3の結果である。同図中には、参考のために、Lumb(1963)によって求められた漸増载荷に対する一次元弾性圧密解〔沈下に関する圧密度 $(U_p)_{ec}$ と時間係数 T_{ec} の関係〕も併せて示してある。その結果、それぞれの理論的な前提が全く異なるにもかかわらず、両圧密度～時間係数曲線が実質的に一致することは極めて興味深い。

(c) パラメータ $(U_v)_{ec}$ の適用例 側方流動の発達度合いに及ぼす载荷速度効果を、 $(U_v)_{ec}$ を介して表現すると、図-4のようになる。また、最終沈下量予測における慣用の計算法(ρ_{oed} 法)の精度を、同じく $(U_v)_{ec}$ をパラメータとして表わすと、図-5のようになる。

以上の解析結果は、すべて $B/H=2$ に対するものである。今後、 B/H 比の影響をさらに検討していく予定である。

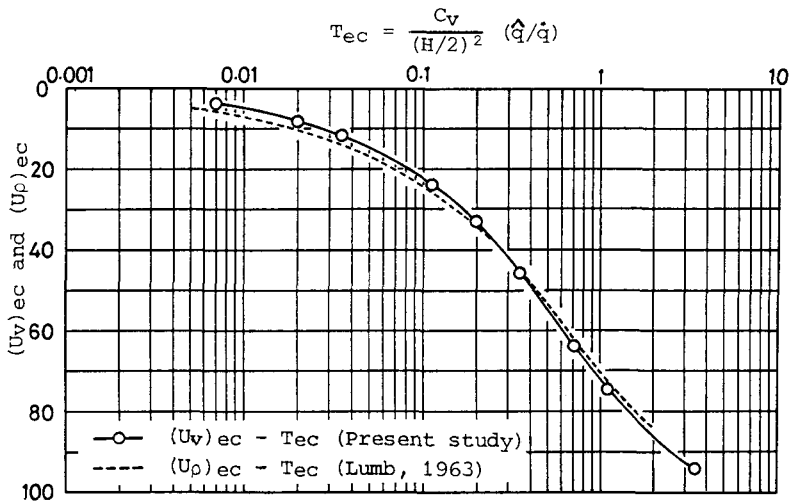


図-3 漸増局部载荷完了時点における圧密度と無次元载荷時間（すなわち、時間係数 T_{ec} ）との関係

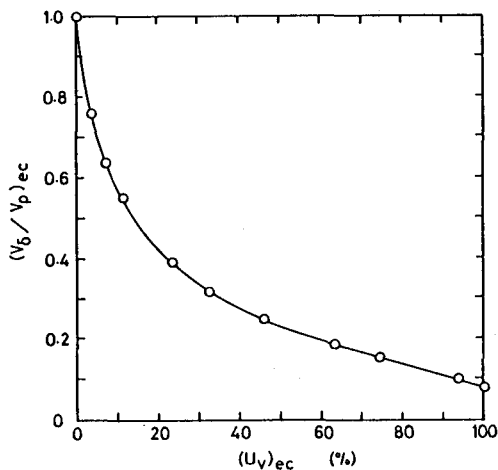


図-4 漸増局部载荷完了時点における土量比と圧密度との関係

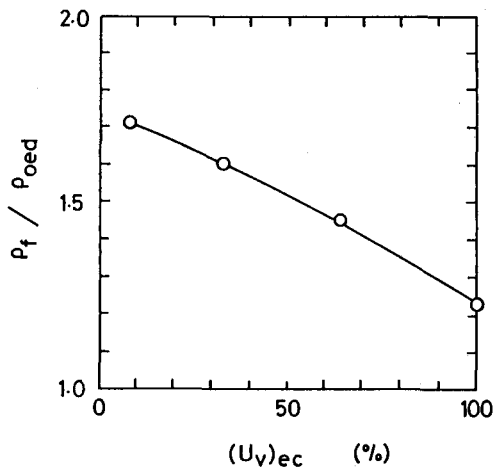


図-5 最終沈下量比と漸増载荷完了時点における圧密度との関係