

名古屋大学 正会員 松尾 稔
名古屋大学 正会員 川村 国夫

1. まえがき; 本報は粘性土地盤の非排水挙動に注目し、変形に影響をおよぼすと考えられる種々のパラメータについて検討したものである。すなわち、粘性土地盤に急激な盛土荷重が行われたとき、粘性土地盤の変形挙動は地盤の深さ、盛土高、盛土形状などの幾何学的条件と、地盤のせん断強度、接線弾性係数、初期有効状態など土質条件に大きく依存しているであろう。したがって、これらのパラメータがいかに変形量に影響するかを、とくに盛土中央直下の沈下量、およびその附近の側方変位量に限って定性的に検討を加えた。

2. 計算方法; 解析はさきにDuncan and Changらによって提案された非線形弾性解析による有限要素法(以下F.E.M)に実施された。解析方法は文献に詳述され、また、他の多くの研究者がこの方法によって各種問題を解析しているため省略する。今回の解析の中で適用される接線弾性係数 E_t は $\sigma_1 - \sigma_3$ の関数で非線形 $\sigma_1 - \sigma_3$ に各応力レベルごとに求められているが、各応力レベルで $\sigma_1 - \sigma_3$ のポアソン比 ν はダイラタンシーを無視した非排水挙動としたため、 ν すなわち $\nu = 0.5$ の値がとられた。なお、計算方法の都合上 0.495 の値で計算は実施された。また、適用された変形境界条件はFig.

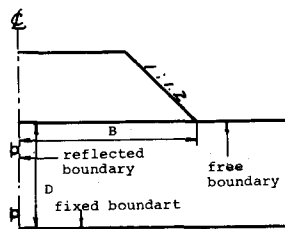


Fig. 1 Boundary condition for displacement

1に示されている。一方、F.E.M 解析で使われる初期接線弾性係数 E_i 、および非排水せん断強度 C_u が初期の垂直有効応力 σ_v に依存することは一般に知られている。したがって、垂直有効応力 σ_v が深さによって変化すれば、当然 E_i , C_u も変化することになる。今回の解析でこのような地盤に関しては E_i , C_u が一定値をとるものとした。また、深さに依存しない均一地盤は C_u , E_i

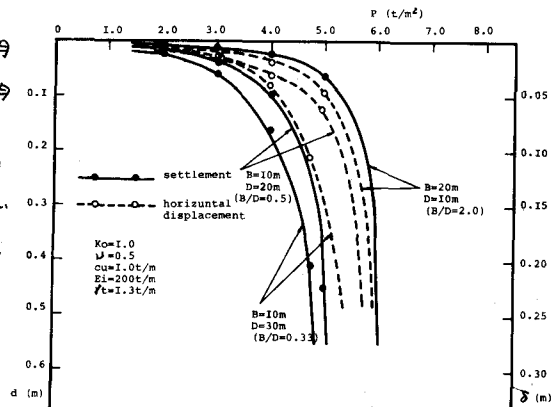


Fig. 2 Effects of embankment width (B) and depth of foundation (D)

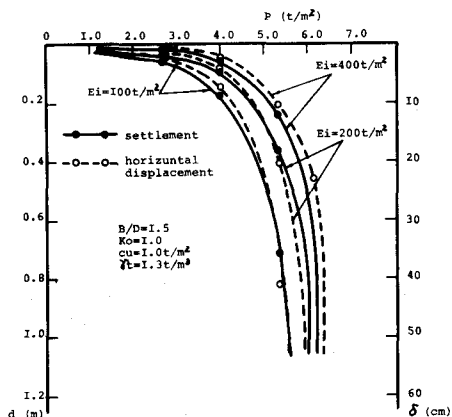


Fig. 3 Effects of initial tangent modulus (E_i)

が一定値をとるものである。本報告はとくに軟弱粘土質地盤を想定しており、 E_i , E_{sv} はMadhav & D'Agnoliaらの研究成果を参考にし値が決定された。なお、地盤の単位体積重量は 1.3 t/m^3 として、破壊後の E_t は前段階の計算で適用された E_t の $1/100$ として計算された。

3. 計算結果; 地盤の挙動や破壊荷重を予測するには、あらかじめいかなるパラメータが計算上大きく関与するかを正確に把握しなくてはならない。Fig. 2, 3, 4

、 δ は α と β の盛土と地盤の幾何学的条件の相違、地盤の土質条件の相違によつて、荷重(P)と盛土中央直下の沈下量(α)の関係、および、 P と盛土の側方変位量(β)の関係が、 α と β の相違を反映して示したものである。すなわち、Fig. 2より、 Cu 、 E_c が一定な均質等方性地盤上に盛土施工する際、盛土厚(B)と地盤の深さ(D)の変化が及ぼす変形の影響を示したものである。なほ、地盤は $Cu=1.0$ 、 $E_c=200$ 、 $K_0=0.5$ である。Fig. 2より、地盤の変形、および極限支持力は B 、 D の比 B/D によつて影響を受けることは明らかである。すなわち、 B/D が大きくなるにつれて、ある荷重レベルの α 、 β は小さくなるが、逆に極限支持力 P_{ult} は大きくなる傾向をもつ。一般に、地盤の深さ D に比して盛土の荷重幅が大きくなれば、地盤内の等重対称軸方向に拘束され、横方向の圧縮力が増加して横方向と垂直方向との応力比が1に近づくようになる。したがつて、盛土中央部付近の土の全応力差が小さくなるため、局部破壊領域が、 B/D の大きい地盤に比較して相対的に小さくなると思われる。このため、 P - α 、 P - β 曲線の初期に見受けられる線型性が非線型性に転じる降伏点は B/D の増加に対して大きな値をとることになる。さて、Fig. 3より盛土と地盤の幾何学的条件は一定として、地盤の土質諸条件が変化した場合の荷重-変形曲線を描いたものである。まず、

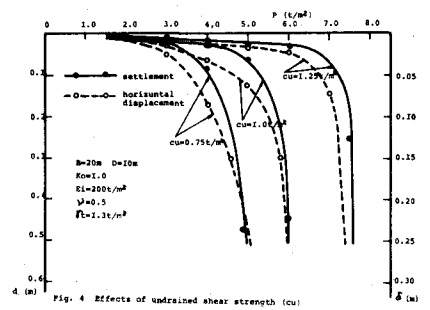


Fig. 4 Effects of undrained shear strength (c_u)

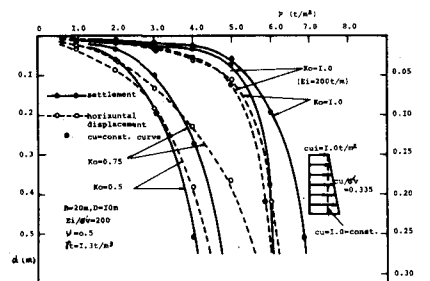


Fig. 5 Effects of in site stress condition

Fig. 3の初期接線弾性係数 E_c の変化によるものである。 E_c が 400 、 200 、 100 とも均質地盤の荷重-変形曲線は、ほぼ同一の極限支持力をとっている。また、ある荷重での沈下量 α 、側方変位量 β は剛性マトリックス中の接線弾性係数 E_c に比例しているが、この E_c は E_c の関数でもあることから、 E_c が大きくなれば、 α 、 β が当然小さくなる。Fig. 4は均質地盤の材料水せん断強度 Cu の変化による荷重-変形曲線の差を示したものである。Fig. 4より P と Cu の間に次のような関係が成立することは興味深い。すなわち、 $P_{ult}=(5-6)C_u$ であるが、これはPrandtlによつて解析された完全塑性体の破壊荷重とほぼ一致している。ただし、両者は地盤の変形に、この境界条件が異なるため局部破壊領域の分布について相違が見られる。また、破壊荷重とある荷重の比で安全率 $F.S.$ を定義すれば、 C_u の小さな地盤は大きな地盤に比して、同一 $F.S.$ での変位量が大きくなる傾向を示す。したがつて、 α と β を予測すると共に、 C_u を定めた地盤より逸脱評価すれば、 α と β の過小評価の危険が生じるため、 C_u の指定は慎重に行われなければならない。Fig. 5は Cu 、 E_c が一定に保たれて K_0 の増加する地盤について、初期有効応力状態の変化による荷重-変形曲線の変化である。初期有効応力条件を K_0 で評価し、 $K_0=1.0$ 、 0.75 、 0.5 の場合が示されている。なほ、 $E_c=200$ 、 $Cu=0.75$ とも均質地盤が想定された。 α 、 β は極限支持力、降伏点、変位量とも初期有効応力条件に変わって大きく依存していることが明らかである。すなわち、同一荷重が作用された場合、初期有効応力の大きな地盤ほど、小さな荷重レベルで降伏し、しかも局部破壊領域が広く存在するため極限支持力は小さくなる。したがつて、 α 、 β はともに大きな値をとる。以上、Fig. 2より土質条件の変化による変形の影響は α 、 β とも同じとなった。前掲のあらゆる荷重-変形曲線より破壊時の直前の α 、 β の関係を示したものが、

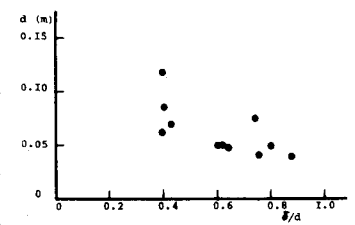


Fig. 6 Relationship β/d and d at immediate before failure

Fig. 6である。Fig. 6の α 、 β の値は、荷重-変形曲線の初期にみられる線型部分を延長した直線と、破壊時にみられる変形の直線部分とを延長して交わった点の値である。Fig. 6は非排水等重対称軸方向の $\alpha \sim \beta$ の関係は左下り、右下りの傾向が見受けられた。これは破壊時直前の α が各等重パラメータによって変化したとして、 β の変化は α ほど大きくないことを示す他ならない。