

京都大学防災研究所 正会員 ○三村 衛

デルフト地盤工学研究所 J.A.M. Teunissen

1. はじめに

平均海面以下の土地が国土のかなりの部分を占めるオランダは、ピートに代表される有機質土と軟弱な粘土が広範に分布しており、地盤工学上、非常に深刻なトラブル発生の要因となっている。本研究ではロッテルダムにおいて実施された高速道路の拡張工事を取り上げ、建設開始からの基礎地盤の応力と変形を弾粘塑性有限要素解析によって詳細に検討する。当該地点の基礎地盤は粘土とピートが中心となった軟弱地盤である。拡張工事に際して各種計測が行われており、これらの実測値を解析結果と比較することによって、粘土/ピート地盤の挙動について考察を加えるとともに、本解析手法が典型的なオランダの軟弱地盤の挙動をどの程度評価しうるかを議論する。

2. ロッテルダム高速道路拡張工事¹⁾とそのモデル化

変形解析は弾粘塑性有限要素法²⁾によって行っ

た。当該地盤は地表面から軟弱な粘土とピート層が連続しており、標高-16m付近に支持層となる砂礫層が現れる。また同国の地盤の特徴として地下水位は高く、この現場でも基礎地盤面と一致している。基礎地盤、および盛土部を図-1のような有限要素メッシュにモデル化した。図中斜影をつけた部分は既設の埋立部で非常に硬く締まっており、すでに高速道路として供用されている。この高速道路盛土の影響で基礎地盤は水平一様ではな

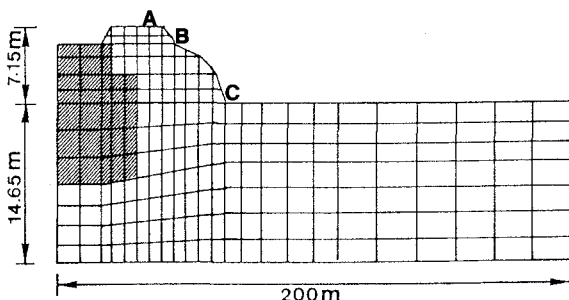


図-1 有限要素メッシュと計測ポイント

くなくなり、モデル化に際してはこの地層の傾斜も考慮した。この時各層ごとの初期応力は新規盛土側の上載荷重の作用していない地盤のものをを用い、既設盛土による強度増加は考慮していない。現地では盛土建設に平行して沈下(地点A、B)、側方変位(地点B、C)、過剰間隙水圧(地点A)が計測されている。施工工程としては最大7mを1年半(540日)かけて盛り立てられており、解析に際しては対応する線形弾塑性要素を発生させることにより忠実にモデル化した。また基礎地盤の土質パラメータは、文献3)に示した方法を用いて室内試験結果を基に決定した。

3. 解析結果と考察

解析による盛土完成時点における地表面の沈下プロフィールを図-2に示す。既設盛土の影響で沈下は新規盛土側にやや偏った形状となっている。最大沈下は盛土中心から45mの地点で生じており、盛土完成時点で2.25mとなっている。また法尻付近で側方流動に伴う隆起が生じている。長期沈下については、5年後のプロフィールから、新規盛土下で約50cmの沈下が生じているが周辺部では非常に少ない量となっている。沈下板設置地点A、Bにおける沈下～時間関係を図-3

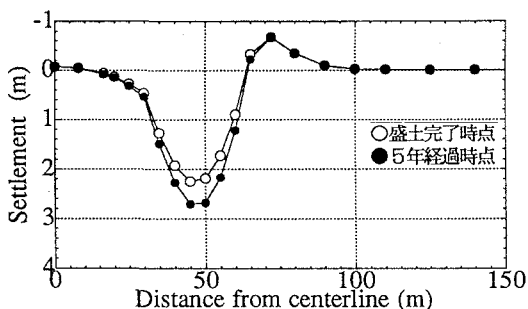


図-2 盛土载荷に伴う沈下プロフィール

に示す。荷重レベルの大きい新規盛土中央部（地点A）における沈下が地点Bに比べて大きくなっており、解析結果、実測結果ともにこの傾向を示している。盛土完了時点（ $T=540$ 日）以降では解析結果は実測結果と非常によく一致しているが、初期の急激な沈下の進行に関してはうまく表現し得ていない。

傾斜計設置地点B、Cにおける盛土完成時点での側方変位の深度方向分布を図-4に示す。解析によれば、盛土天端と法尻の中間に位置する地点Bでは、最大で1.5m近い大きな側方変位が生じている。これは既設盛土側が硬質砂層によって強く拘束されており、地盤の動きが地点B側に集中したためである。一方、法尻（地点C）では側方変位量はかなり収束している。これらの結果は沈下プロファイルの最急勾配地点において最も大きい側方変位を生じるという事実⁴⁾と整合した結果である。これに対して実測結果が全く逆の傾向を示していることが注目される。傾斜計による測定に問題があるとも考えられ、今後の課題である。

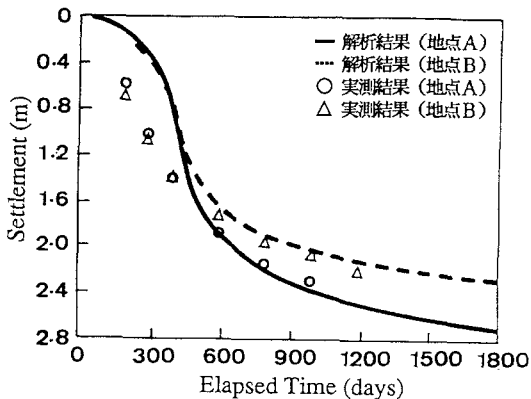


図-3 盛土载荷に伴う沈下～時間関係

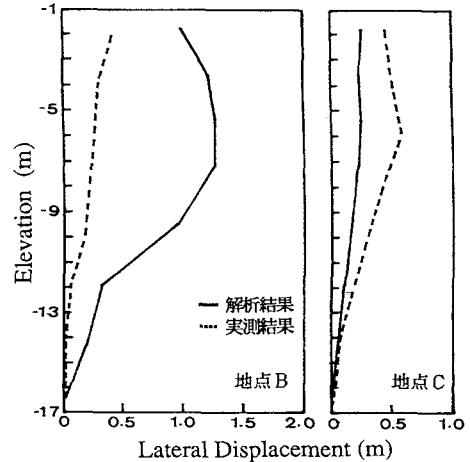


図-4 盛土载荷に伴う側方変位プロファイル

間隙水圧計設地点Aにおける過剰間隙水圧の時刻歴を図-5に示す。測定は厚い粘土／ビート層の中心、つまり消散の最も遅いポイントで行われている。盛土建設中の水圧の上昇は解析結果と実測結果でかなりよい一致を示している。しかしながら放置期間にはいると、解析結果が単調に消散するのに対し、実測結果はほとんど消散していない。図-3に示した沈下～時間関係が比較的よい一致を示したのとは対照的である。こうした現象はオランダの粘土／ビート地盤では珍しくない挙動で、実測データも多い。比較的硬質の構造骨格の発達した粘土では、塑性降伏による構造の破壊により急激な圧縮が過剰間隙水圧の消散を伴わずに生じるという事例が報告

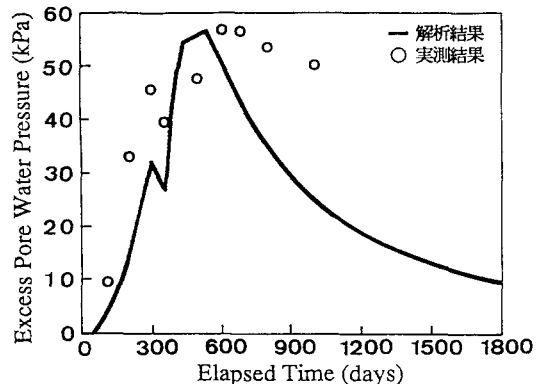


図-5 過剰間隙水圧の発生・消散過程

されており、数値解析によって表現することも可能である⁵⁾。しかしながら、本研究で対象とした地盤は有機質混じりの正規圧密粘土が主体であり、硬質粘土の塑性降伏の考え方を直接適用することはできない。今後は粘土／ビート地盤内における構造劣化メカニズムを見極め、新しいモデル化を行うことが必要である。

4. 参考文献：1)Deutekom, J.R.(1992):Report CO-300992/25, Delft Geotechnics. 2)Sekiguchi et al. (1991): Proc. 10th ECSMFE, Vol.1. 3)Mimura et al (1990): Soils and Foundations, Vol.30, No.4. 4) Sekiguchi, H. et al. (1988): Proc. Int. Conf. Rheology and Soil Mech., pp.164-181. 5)Mimura et al.(1994):Proc. Int. Symp. Pre-failure Deformation Characteristics of Geomaterials, accepted.