

III-122

盛土基礎地盤の2次元弾塑性圧密解析

名古屋工業大学 正員 〇中井 照夫 正員 松岡 元
植木組(元名工大学部生) 渡辺 一

粘土、砂、ビート層の互層からなる盛土基礎地盤の応力・変形解析を行い、その解析結果を現場実測値と比較・検討する。解析では粘土の構成式として t_{ij} -clay model¹⁾を、砂の構成式として t_{ij} -sand modelを用い、ビート層は非線形弾塑性体として扱っている。

1. 解析の概要

図-1に解析対象地盤(常磐自動車道谷和原地区STA77+20(T-39))付近の縦断方向の地層断面図を示す。有限要素解析は図-2に示すように深さ31m、盛土中央からの距離が120.2m(盛土半巾の約4倍)の平面ひずみ条件下で行い、地盤材料としては粘土、砂、ビートの3種を考え、それぞれ A_{c2} 層、 A_{s2} 層、 A_{p1} 層の材料特性で代表させている。地盤の初期応力は地下水面がGL-1mにあることを考え、有効単位体積重量と K_0 値から決定している。地盤内の間隙水圧については、砂層は常に排水状態にあるとみなし粘土層とビート層の間隙水圧の消散だけを考慮している。また、鉛直方向の透水係数は標準圧密試験から得られる値を用いたが、水平方向の透水係数は高田の研究を参考にして鉛直方向の2倍とした。

次に、盛土高さは完成時に6mであるが、原地盤の沈下量が約2.5mとなるので、実質的には図-3に示す盛土高さ～時間関係となる。解析の盛土荷重は図-3の盛土高さ(盛土材料の単位体積重量 $\gamma_t=1.75\text{tf/m}^3$)と水侵による浮力を考慮して算定しているが、盛土材料そのものの剛性は考えていない。表-1に解析で用いた粘土、砂、ビートの土質パラメータを示すが、構成モデルの詳細やパラメータの決定法は文献を参照されたい(なお、ビートはボアソン比 $\nu=0$ とし、標準圧密試験から得られる圧縮指数 λ を使って弾性係数を決めている)。

2. 要素試験の解析による構成式の検討

ここでは原地盤から採取された粘土、砂、ビートの要素試験とその解析を行い、構成モデルの適用性について要素レベルで検討する。図-4は粘土の非排水三軸圧縮試験を、図-5は排水三軸圧縮試験の実験結果(プロット)と解析結果(実線)を示しているが、モデルは両条件下の粘土の変形特性をよく表現していることがわかる。図-6は砂の三軸圧縮および伸張試験について比較を示している。解析結果はダイレイタンスを圧縮寄りに評価しているものの、圧縮・伸張の差異を含めて実測値を説明している。図-7はビートの三軸圧縮試験について示しているが、側圧一定三軸圧縮条件に近い応力状態では $\nu=0$ の非線形弾塑性体として大略説明できることがわかる(側圧一定三軸伸張試験等では無理があるが、基礎地盤はどちらかといえば三軸圧縮条件に近いのでこのように扱った)。

3. 基礎地盤の解析結果と現場実測値の比較

図-8は盛土開始時から約500日間に
おける盛土中央断面の地表面および地

表-1 土質パラメータ

	SAND	CLAY	PEAT
$\lambda(1+e)$		11.72×10^{-2}	18.70×10^{-2}
$K(1+e)$		1.170×10^{-2}	
C_t	0.96×10^{-2}		
C_e	0.18×10^{-2}		
m	0.7		
ϕ'_{comp}	37.0°	39.0°	
D_r	0.0		
α	0.8	0.7	
ν			0.0

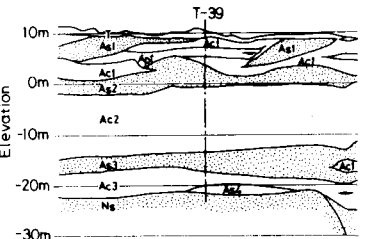


図-1 縦断方向の地層断面図

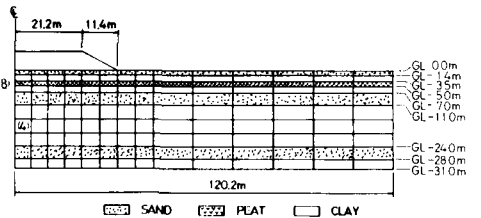


図-2 有限要素メッシュ

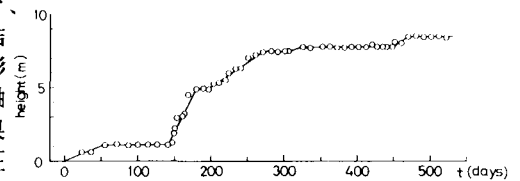


図-3 沈下量補正をした盛土高さ

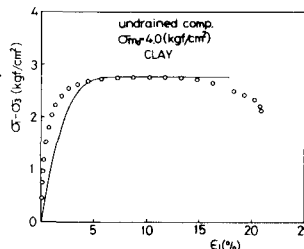


図-4 粘土の非排水三軸圧縮試験

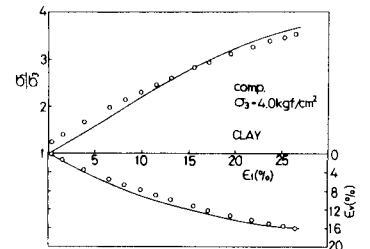


図-5 粘土の排水三軸試験

中の層別沈下量(GL-1.4~6.0m, GL-6.0~9.0m, GL-9.0m~)の実測値と解析結果を示す(図の上部には盛土の施工過程も示す)。地表面沈下量については、500日目あたりで解析結果は50cmほど過少評価している。一方、層別沈下についてはGL-6.0~9.0mでの対応はよいが、GL-1.4~6.0mでは解析結果は少し過大に、GL-9.0m以下では過小になっていることがわかる。図-9は盛土開始から2250日目までの地表面沈下量の比較を示しているが、盛土施工中に解析結果は実測値に比べ小さくなっているものの、その後放置期間では両者の差はほぼ一定となる。したがって、図-8, 9から判断すると、解析上地表面沈下量が過小評価されている原因は下部粘土層の間隙水圧の消散過程の評価の問題によるものではなく、盛土巾が約65mであるにもかかわらず解析上GL-31.0mより上部だけを対象としており下部の砂層(A_{s4})や洪積砂層(N_s)の変形を無視していること等によると考えられる。

図-10は図-2の要素④(粘土層)および要素⑤(ピート層)の過剰間隙水圧の経時変化の解析結果を示す。(b)図のピート層では500日目あたりでかなりの間隙水圧の消散があり、1000日目では ΔU はほぼ0となっている。一方、(a)図の粘土層では500日目ではまだかなりの過剰間隙水圧が残っており、2000日目近くになってようやく間隙水圧の消散がほぼ終ることになる。したがって、以上の結果からも盛土完成後2000日目あたりまでの沈下量の増加は粘土層(A_{c2})の圧密沈下が主要因となっていることが理解される。

図-11は盛土開始後275日目(盛土高さが6mになった時)、470日目(再盛土して6mにした時)、および2250日目における法断面の側方変位曲線の解析結果を示す。放置期間中にも A_{c2} 層では側方にはらみだが、その上の砂層で変位が拘束されるため上部ではむしろ逆に変位が盛土側にもどる結果が得られる。盛土の剛性を考慮していないため傾向が極端にでているが、側方変位が地層構成の影響をうけることが理解される。

謝辞 貴重な現場データ等を提供していただいた日本道路公団並びに高速道路調査会の諸氏、要素試験に協力いただいた元・名工大生原康彦、加藤康明君に感謝致します。
文献 1)中井・松岡(1986): S & F, Vol.26, No.3, 81~98. 2)中井他(1984):土木学会年講, III-4, 5, 7~10. 3)高田(1984):道路盛土の沈下予測法に関する研究報告書、高速道路調査会、243~247.

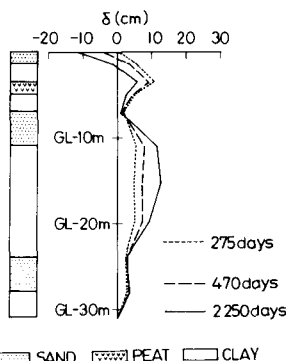


図-11 側方変位曲線の解析結果

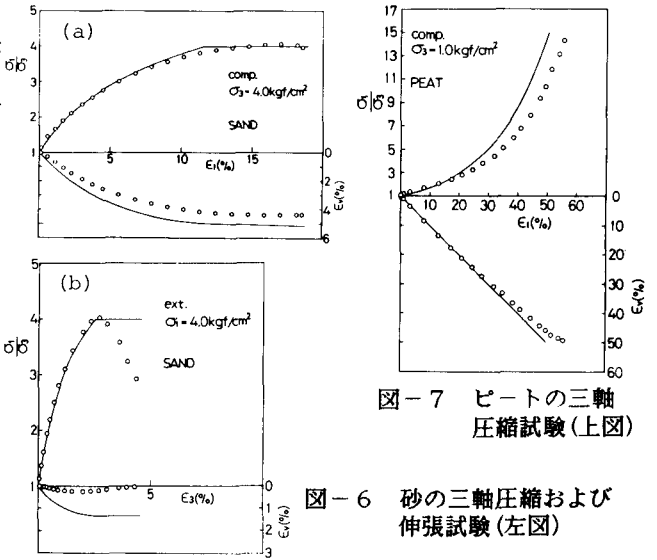


図-7 ピートの三軸圧縮試験(上図)

図-6 砂の三軸圧縮および伸張試験(左図)

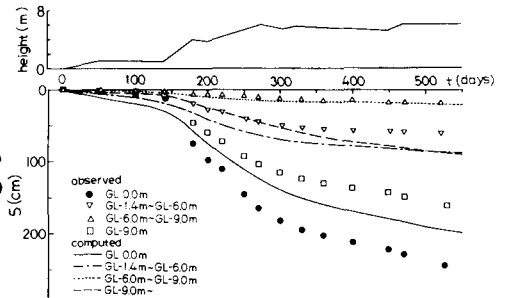


図-8 地表面および地中沈下量の経時変化(0~500日)

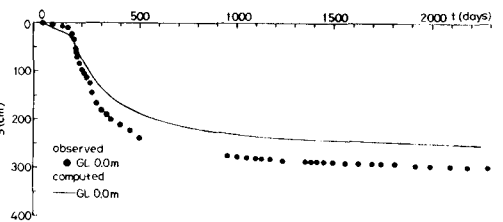


図-9 地表面沈下量の経時変化(0~2250日)

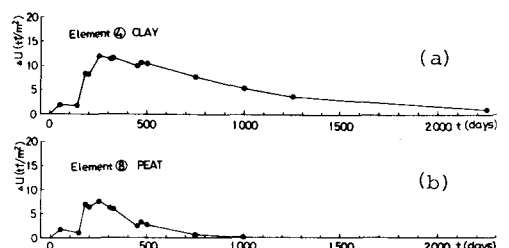


図-10 過剰間隙水圧の経時変化