

傾斜基盤面を有する粘土層の弾塑性圧密解析

琉球大学大学院 学○又吉 康之
琉球大学 工学部 正 上原 方成
琉球大学 工学部 正 原 久夫

1. まえがき

テルツァギーの一次元圧密理論には圧密粘土層厚一定という仮定が含まれているが、実際のケースでは層厚が変化していて、その仮定に合致しないこともままある。沖縄県中南部の基盤層である島尻層の地殻変動が激しいといわれている沖縄県中部の中城港湾域では、その基盤層を覆う沖積粘土層の厚さが一定でない場合が多々あり、その典型的な例といえる。しかし層厚が変化している場合であっても、通常は層厚一定であるとして計算されることが多い。この場合には圧密層厚の変化を無視することになるので実際の沈下挙動と理論による予測とにギャップが生じることが予想される。

そこで本文では、圧密層厚が変化する場合の圧密沈下挙動を明らかにするための一手段として、有限要素法により傾斜基盤面を有する粘土層の弾塑性圧密沈下解析を13のケースについて行い、基盤面傾斜勾配と地表面沈下量の関係、および内部要素の応力変化に関する考察を行った結果を報告する。

2. 計算条件

2-1 土質条件

粘性土の弾塑性構成式は代表的な弾塑性構成式である修正Cam Clay モデルを用い、その材料定数は中城湾港の土質調査報告書¹⁾を参考にして表-1のように設定した。

計算モデルでは圧密荷重を1kgf/cm²の一律荷重とし、圧密粘土層初期状態はK₀条件下での正規圧密状態を仮定した。そのK₀値も表-1に示している。

表-1 粘土の材料定数	
圧縮指数： λ	0.730
膨潤指数： κ	0.146
限界状態線勾配： M	1.25
基準間隙比： e_N	2.0
ポアソン比： ν	0.3
透水係数： k	3.2×10^{-5} cm/sec
K ₀ 値： K_0	0.635

2-2 計算種類と要素分割

有限要素法による計算は、基盤面傾斜勾配*i*を0%から120%の間で10%刻みで変化させた全13のケースについて行う。なお幅*B*=20m、平均層厚 $\bar{H}$ =14m²⁾は全ケースにて共通とした($B/\bar{H}$ =0.7)。

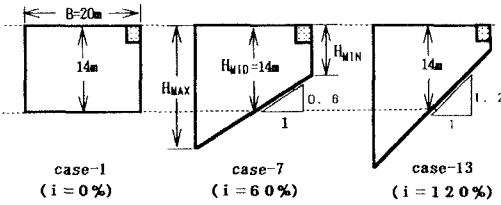


図-1 有限要素法による計算ケース例

要素の分割は図-2のように行い、この例(case-7, $i=60\%$)では要素数138、節点数85である。境界条件は左右両面において水平方向変位拘束で、下端面で垂直方向変位拘束である。また、排水条件は底面を不透水層とする片面排水条件である。

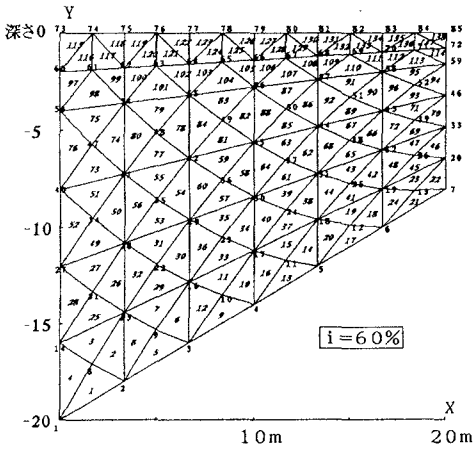


図-2 要素分割図

3. 計算結果及び考察

図-3に形状パラメータ $B/\bar{H}=0.7$ の場合の各地表面沈下量比と基盤面傾斜勾配の関係を示す。図中の S_{Hc} は平均層厚で層厚一定とした場合の沈下量であり、テルツァギーの一次元圧密理論での沈下量と一致する。まず最小層厚点での沈下量比 S_{Hmin}/S_{Hc} は、勾配*i*が増大し最小層厚が減少するに従って減少している。ただしその変化は判然とした比例関係にはない。中間点では勾配の変化にかかわらず層厚は平均層厚 $\bar{H}=14$ mと等

しいが、その点での沈下量比 S_{Hmid}/S_{Hc} は勾配 i が増大するにしたがって減少している。また、最大層厚点での沈下量比 S_{Hmax}/S_{Hc} は、勾配 i が増大して最大層厚が増加しているが、その値は増加せずほぼ1程度で一定となっている。その結果により、 S_{Hmax} と S_{Hmin} の差 ΔS と S_{Hc} の比も、勾配 i の増大に従ってその値は増加する。また、各沈下量比に変化があらわれはじめの勾配 i の値は30%程度であり、それより小さい勾配では層厚一定の場合とほとんど変わらないとみてよい。

これらの結果より傾斜する基盤面を覆う粘土層の圧密沈下量を考える場合、層厚が平均層厚より大きい地点であっても平均層厚で層厚一定と仮定した沈下量を超えることはなく、層厚が平均層厚と同じかそれ以下の地点では、勾配 i が30%より大きくなると、平均層厚で層厚一定と仮定した沈下量より小さい値となり、勾配 i が増大していくに従って小さくなる。

次に図-4に、計算結果より、最も破壊状態に近づく傾向のあった最小層厚部分上端要素(図-1中の■部分に相当)の応力経路図を示す。この図中に示された応力経路は傾斜勾配 $i=0, 30, 90, 120\%$ のものである。 $i=0\sim 120\%$ のすべて平均有効応力 $p'=1 \text{ kgf/cm}^2$ 付近までは K_0 線上に沿って圧密が進行し、 $i=0\%$ はその後も K_0 線上で圧密が進行するが、 i が大きくなって平均層厚よりもその層厚が浅くなればなるほど、その応力経路は圧密の進行とともに限界状態線に近づいていくことが分かる。限界状態線に近いほどその変形には圧密による体積減少による変形のほか

にせん断変形成分が多く含まれることになる。

また、ここには示していないが、平均層厚とその地点の層厚が同等かそれ以上の場合での応力経路は、 K_0 線上をたどるか、それより偏差応力の低い応力域に近づく傾向がみられた。

4. まとめ

層厚の変化する場合の圧密沈下挙動を調べるために、有限要素法によって基盤面の傾斜する粘土層の圧密解析を行った結果は、次のように要約できる。

1) 基盤面傾斜勾配が増大するに従い、層厚が平均層厚と同じかそれより小さくなるような地点の沈下量は平均層厚でもって層厚一定として計算したものより小さくなる。層厚が平均層厚より大きい地点では、基盤面傾斜勾配が増大し層厚が平均層厚より大きくなってもその沈下量は平均層厚で層厚一定として計算したものとそれ程変わらない

2) 基盤面傾斜勾配が増大するほど、平均層厚よりも層厚の薄い地点のある部分(特に最小層厚部分上端)では、その応力状態が圧密の進行とともに限界状態線に近づいていくので、注意する必要がある。

ただし、これらのことは、計算した地盤モデルの形状パラメータ $B/\bar{H}=0.7$ の場合のみのものであって、 $B/\bar{H}$ が変われば違う結果が得られることに留意されたい。

参考文献

- 1) 沖縄県土木建築部 中城港湾建設事務所：中城港湾(新港地区)住宅用地測量設計及び土質調査委託 土質調査報告書，1984. 3月
- 2) 平良 聡，呉屋 健一：中城湾港(新港地区)の軟弱層の厚さについて，第6回沖縄土質工学研究発表会概要集，pp. 59-60, 1993. 1

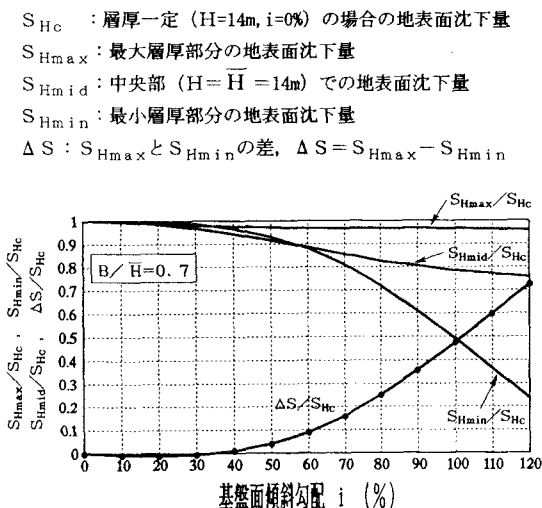


図-3 基盤面傾斜勾配と各種の沈下量比の関係

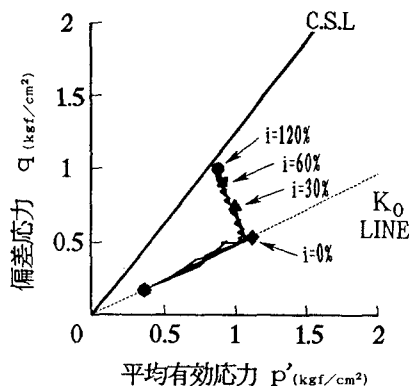


図-4 最小層厚部上端要素の応力経路