

# III-172 洪積層の変形を考慮した埋立人工島の圧密変形解析

大阪大学工学部 正 会 員 松井 保 阿部 信晴  
 大阪大学大学院 学生会員 ○中谷 浩一 大野 真一

1. まえがき 海洋開発の手段として多くの埋立人工島が建設されてきているが、最近、埋立造成地盤の不等沈下・側方変形に起因する構造物被害が報告されている。今後、建設規模の拡大に伴い、載荷の影響が地盤の深部にまで及ぶことが予想され、埋立人工島の残留変形挙動の解明とその予測が重要な問題となってきた。筆者らは埋立人工島の残留変形挙動を把握するために一連の数値解析を行なっているが、本報告はそのうち洪積層の変形を考慮した埋立人工島の圧密変形解析結果を示したものである。なお、本報告では沈下量・側方変位量は埋立終了後に生じる残留変位を意味している。

2. 埋立人工島の圧密変形解析 今回の解析では埋立層厚が9mと18mのモデル地盤を想定したが、そのうち埋立層厚が18mのものを図-1に示す。海底地盤は24mの沖積粘土層、6mの洪積砂層から構成されており、その下部の洪積粘土層については44mまでを考慮した。沖積粘土層は正規圧密状態、洪積粘土層は過圧密比一定の過圧密状態としている。護岸下部はサンドドレーン工法によって地盤改良が行なわれている。そして護岸築造後、一般土砂によって埋立が順次等厚で施工されるものとする。洪積粘土と沖積粘土は弾塑性体とし、他は弾性体と仮定している。これらの材料定数を表-1に示す。サンドドレーン改良部についてはサンドドレーンの圧密促進効果を考慮し、透水係数を変化させることにより評価している。解析は実際の造成過程を考慮し、サンドドレーン打設後の盛砂工、捨石工、ケーソン据付工、埋立工と一連の施工順序に従って行なわれている。なお、解析手法および弾塑性モデルについては文献<sup>1)</sup>を参照されたい。

3. 解析結果と考察 図-2は、それぞれ埋立地盤表面、海底地盤面および洪積砂層上面の側方変位と沈下量を示している。埋立層厚18mの結果は実線で、埋立層厚9mの結果は破線で示されている。埋立地盤表面では埋立層厚が2倍になったことから、側方変位量もほぼ2倍になっている。また、海底地盤面、洪積砂層上面でも載荷重が増大したことから側方変位量が大きくなっている。しかし、全体的にみると両者とも沈下勾配が最大となる点の近傍で側方変位は最大値をとっており、その側方変形

表-1

|            |              |                                     |
|------------|--------------|-------------------------------------|
| 洪積粘土       | 圧縮定数         | 0.5                                 |
|            | 膨張指数         | 0.02                                |
|            | 破壊応力比        | 1.4                                 |
|            | 間隙比          | 1.7 ( $p' = 10 \text{ tf/m}^2$ )    |
|            | 静止土圧係数       | 0.6                                 |
|            | 透水係数         | $0.5 \times 10^{-3} \text{ m/day}$  |
| 沖積砂質土      | 水中単位体積重量     | $0.6 \text{ tf/m}^3$                |
|            | 過圧密比         | 1.3                                 |
| 沖積粘土       | 弾性係数         | $600 \text{ tf/m}^2$                |
|            | 透水係数         | $0.5 \times 10^{-3} \text{ m/day}$  |
|            | 水中単位体積重量     | $1.0 \text{ tf/m}^3$                |
|            | 圧縮定数         | 0.4                                 |
|            | 膨張指数         | 0.05                                |
|            | 破壊応力比        | 1.4                                 |
| サンドドレーン改良部 | 間隙比          | 1.8 ( $p' = 10 \text{ tf/m}^2$ )    |
|            | 静止土圧係数       | 0.5                                 |
|            | 透水係数         | $0.5 \times 10^{-3} \text{ m/day}$  |
|            | 水中単位体積重量     | $0.6 \text{ tf/m}^3$                |
|            | 透水係数         | $0.14 \times 10^{-3} \text{ m/day}$ |
|            | 他の定数は沖積粘土と同じ |                                     |
| 埋立土        | 弾性係数         | $80 \text{ tf/m}^2$                 |
|            | 透水係数         | $0.1 \times 10^{-3} \text{ m/day}$  |
|            | 水中単位体積重量     | $0.4 \text{ tf/m}^3$                |
| 敷砂         | 弾性係数         | $500 \text{ tf/m}^2$                |
|            | 透水係数         | $0.5 \times 10^{-3} \text{ m/day}$  |
|            | 水中単位体積重量     | $0.8 \text{ tf/m}^3$                |
| 捨石         | 弾性係数         | $1600 \text{ tf/m}^2$               |
|            | 透水係数         | $5.0 \text{ m/day}$                 |
|            | 水中単位体積重量     | $1.0 \text{ tf/m}^3$                |
| 裏込土        | 弾性係数         | $500 \text{ tf/m}^2$                |
|            | 透水係数         | $0.5 \times 10^{-3} \text{ m/day}$  |
|            | 水中単位体積重量     | $0.8 \text{ tf/m}^3$                |
| ケーソン       | 弾性係数         | $8000 \text{ tf/m}^2$               |
|            | 水中単位体積重量     | $1.0 \text{ tf/m}^3$                |

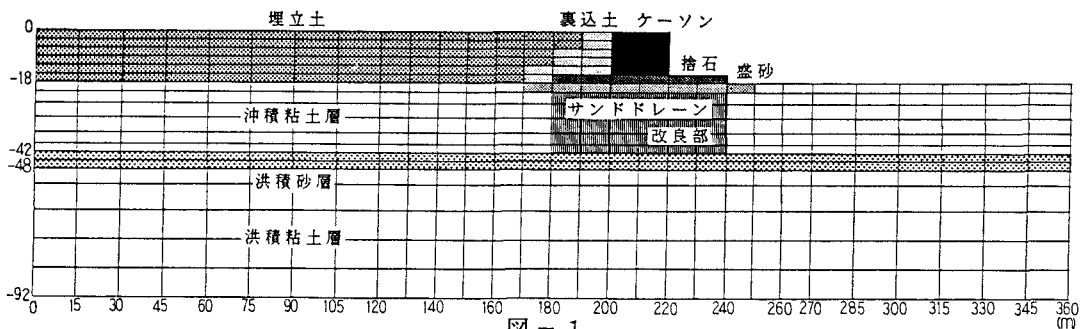


図-1

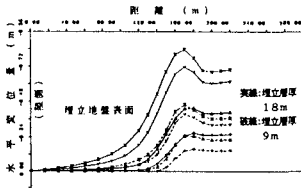


図-2(a)

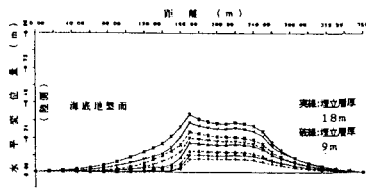


図-2(b)

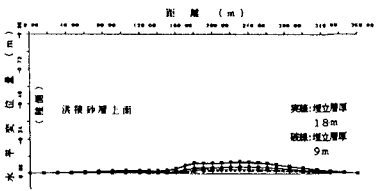


図-2(c)

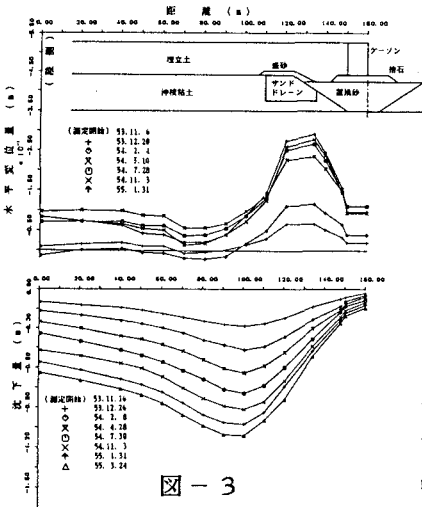


図-3

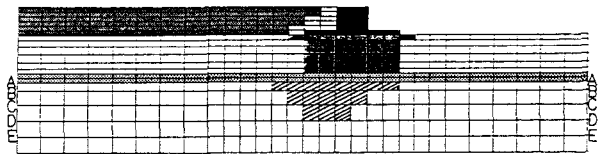


図-4

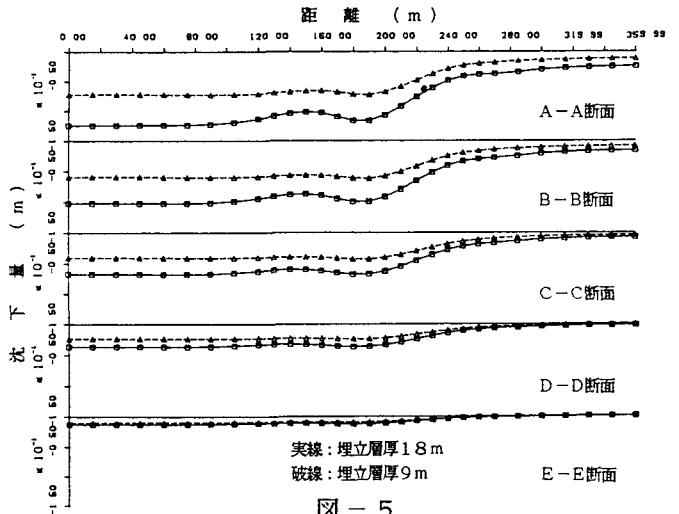


図-5

特性に差は認められない。図-3は、高村<sup>2)</sup>によって示された埋立地盤表面における残留変位の実測結果であるが、解析結果と同様の傾向が認められる。図-4は、埋立層厚18mの場合について、埋立終了10年後における正規圧密領域を示したものである。

正規圧密領域はケーソン直下から少し陸側に分布し、偏載荷重の影響が見られる。埋立層厚9mのモデル地盤においては、埋立終了10年後においても洪積粘土層は正規圧密状態に入っていない。図-5は図-4に示す深さにおける洪積層の沈下量を示している。埋立層厚18mでは正規圧密状態に入った部分の沈下量が大きくなっており、埋立層厚9mの沈下形状と傾向に違いがあることがわかる。

4. まとめ 洪積層の変形を考慮して埋立人工島の圧密変形解析を行なった。その結果、埋立層厚9mでは正規圧密状態に入らなかったが、埋立層厚18mでは部分的に正規圧密状態に入った。しかし、全体としての不等沈下・側方変形特性はこれまでの解析結果と同様の傾向が認められた。

【参考文献】1) Matsui & Abe : Multi-Dimensional Elasto-Plastic Consolidation Analysis by Finite Element Method, Soils and Foundations, Vol. 21, No. 1, 1981. 2) 高村靖 : 埋立地盤の側方変位と構造物に及ぼす影響, 土質工学会関西支部講話会資料, 1986.