

# 有限要素法による盛土基礎地盤変形解析

京都大学工学部 正員 畠 昭治郎  
 京都大学工学部 正員 太田 秀樹  
 京都大学工学部 学生員 〇飯塚 敦

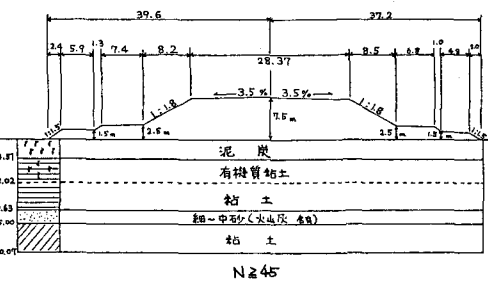
## 1. はじめに

地盤の挙動は極めて複雑であり、解析または設計計算に用いられる理論や方法は多くの仮定によって単純化されたものである。また、解析や設計計算に適用される土質定数も複雑な原地盤の挙動と反映させることを困難であるため、かなり理想化されたとと言える調査や試験によ、っている。このため解析結果が実用上の要求に充分応えるには至っていない。

そこで、本論文では、一つの変形解析の手法として、土固有の挙動を表現するために提案された弾塑性構成式（いわゆる関口・太田モデル）と、Biotの圧縮方程式に、Christianの手法と適用し、有限要素法による原地盤の変形解析を試みた。ここで解析の対象地盤として、北海道縦貫自動車道野幌地区試験盛土基礎地盤とし、原地盤より採取された試料に対する室内実験により、解析に用いるパラメータと決定し、解析結果と実測データとを比較してみる。

## 2. パラメータの決定

(図2-1)は、対象断面である。解析の際、原地盤を地表面から深さ方向に20mまで、有機質土、有機質粘土、シルト質粘土、シルト質砂粘土の5層に分け、20m以下では、N値が45以上の砂質層であるので支持地盤とした。原地盤よりボーリングによって採取された試料を用いての室内実験結果をまとめたのが(図2-2)及び(図2-3)である。解析に用いるパラメータとしては、ポアソン比、先行時、原位置での静止土圧係数 $K_0$ 、 $K_{0i}$ 、先行圧縮荷重 $\sigma'_{vi}$ 、有効土載圧 $\sigma'_{vi}$ 、先行時の間げき比 $e_0$ 、ダイレイタンシー係数 $D$ 、圧縮及び膨潤係数 $\kappa$ 、そして透水係数 $k$ がある。これらのパラ

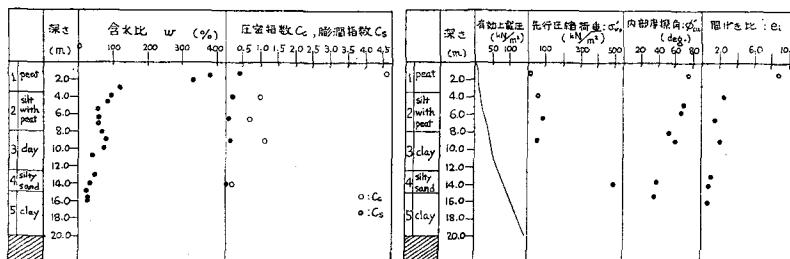


(図2-1) 対象断面

(表2-1) 解析パラメータ

|                                      | 1                    | 2                    | 3                    | 4         | 5                     |
|--------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------|-----------------------|
| 深さ(m)                                | 0~3.5                | 3.5~8.0              | 8.0~12.5             | 12.5~15.0 | 15.0~20.0             |
| $\nu$                                | 0.333                | 0.333                | 0.333                | 0.333     | 0.333                 |
| $K_0$                                | 0.37                 | 0.25                 | 0.27                 | 0.50      | 0.50                  |
| $K_{0i}$                             | 2.2                  | 1.1                  | 0.80                 | 0.60      | 0.66                  |
| $\sigma'_{vi}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | 15.19                | 71.54                | 69.09                | 522.50    | 449.8                 |
| $\sigma'_{vi}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | 0.88                 | 8.50                 | 28.75                | 52.25     | 82.25                 |
| $e_0$                                | 8.33                 | 2.22                 | 1.71                 | 0.87      | 0.56                  |
| $D$ (M)                              | 0.058                | 0.020                | 0.040                | 0.0056    | 0.110                 |
| $\kappa$                             | 0.17                 | 0.076                | 0.042                | 0.009     | 0.043                 |
| $k$                                  | 1.73                 | 0.35                 | 0.29                 | 0.02      | 0.30                  |
| $k$ (cm/day)                         | $8.4 \times 10^{-3}$ | $7.8 \times 10^{-3}$ | $1.7 \times 10^{-3}$ | 10.0      | $2.88 \times 10^{-3}$ |

49L,  $\mu = 0$



(図2-2) 土質定数(1)

(図2-3) 土質定数(2)

注:  $M = \frac{6 \sin \phi}{3 - \sin \phi}$  より  $\phi_{cu}$  を求めた。

Shōjiro HATA、Hideki OHTA、Atsushi IIZUKA、

メータの決定については、

(1)  $\lambda, K$  は、標準圧密試験より求まる圧縮指教  $C_c$ 、膨潤指教  $C_s$  より、 $\lambda = 0.434 C_c$ 、 $K = 0.434 C_s$  として求めた。

(2) 柴田により提案された  $D$  は、特殊三軸試験装置を用い、 $K_0$  圧密後、非排水せん断を行い、せん断強度  $M$  との間の、 $M = \frac{\lambda - K}{D(1 + e_0)}$  の関係を用いて求めた。

(3)  $K_0$  値、 $K_{0i}$  値については、特殊三軸試験装置を用いて  $K_0$  圧密後、 $K_0$  値を測定したが、 $K_{0i}$  値は原位置 (= の場合は、過圧密) での静止土圧係数であり、 $K_0$  値とは等しいとは限らない。今回、 $K_{0i}$  値は山内・安原によって提案された図表を用いて推定した。

(4)  $\sigma'_{vi}$  は間隙比  $e_i$ 、及び比重  $G_s$  より決定し、ポアソン比  $\nu$  は  $1/3$  と仮定した。

以上、パラメータの  $\sigma'_{v0}$ 、 $\sigma'_{vi}$ 、 $e_0$ 、 $D$ 、 $\lambda$ 、 $K$  は、物理試験及び標準圧密試験、三軸試験によって決定できるが、 $K_0$  値は従来の方法では測定が困難である。そこで原位置における有効応力状態の保存を考慮した特殊三軸試験装置を用いた。

### 3. 解析結果の比較

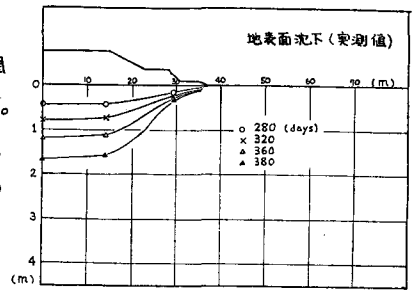
室内実験により求めた解析パラメータを用いた解析結果と、現場で計測された実測値とを比較する。(図3-1)(図3-2)は、盛土の段階施工にありせた地表面の経時沈下量の解析値と実測値であり(図3-3)(図3-4)は、(図3-5)に示された位置での水平変位である。

### 4. おわりに

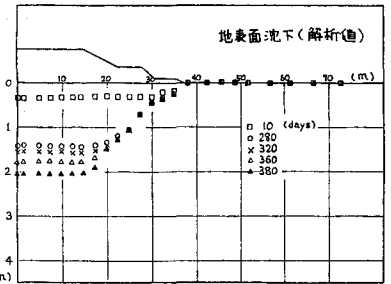
関口・太田のモデルでは、土個有の挙動をかなりの精度で表現できると言えるが、解析パラメータの決定には多くの問題点を残している。一般的解析手法として定着するには、まだ今後への期待が大きい。本論文で1つの手続が示されたと言える。

参考文献: 1) 赤井浩一・田村 浩「弾塑性構成式による99次元圧密の数値解析」土木学会論文報告集, 第269号(1979), 2) 柴田 徹「正規圧密粘土の体積変化について」京大防災研年報, No. 6 (1963), 3) 山内豊昭・安原一哉「粘土土の静止土圧係数に関する一考察」土質工学会論文報告集, Vol. 141, No. 2

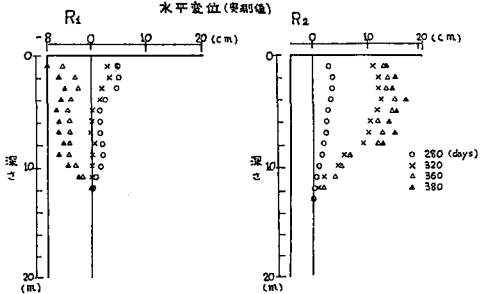
4) 太田秀樹, CP. Worth, 柴田 徹「原位置有効応力保存式の三軸試験装置について」第24回土質工学シンポジウム(1979)。



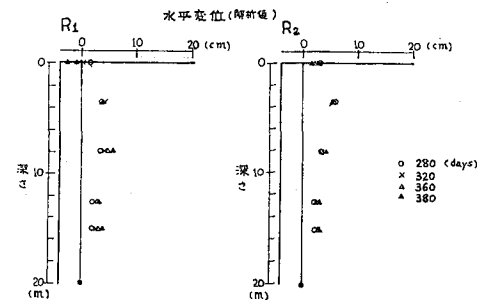
(図3-1) 地表面沈下経時変化(実測値)



(図3-2) 地表面沈下経時変化(解析値)



(図3-3) 水平変位経時変化(実測値)



↑(図3-4)  
水平変位経時変化  
(解析値)

←(図3-5)  
水平変位計測位置

