

榊大林組技術研究所 正会員 茶谷 文雄  
 同 上 金谷 祐二  
 阪神高速道路公団 高橋 将徳

本文では、(その1)に示した連壁基礎の水平載荷試験結果を解析した結果について報告する。

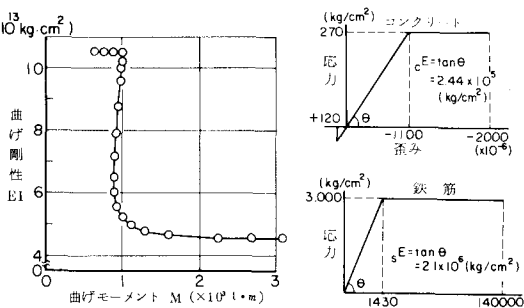
**1. 解析方法の概要** 使用した解析方法は、連壁基礎(試験体)を弾性床土上の梁として扱い、連壁基礎および地盤を多層に分割して、基礎頭部と先端部の境界条件、および各層の連続条件から以下に示す弾性支承梁に関する微分方程式を解き、各層の境界における梁の水平変位・傾斜角・曲げモーメント・地盤反力等の解を求める方法である。なお、本解析では、試験体の引張側コンクリートの曲げひび割れ発生にともなう剛性低下、および地盤の非線形性の影響を考慮している。すなわち、あらかじめ試験体の断面に関する曲げモーメントと曲げ剛性の関係、および地盤反力と水平変位の関係を求めておき、上記の解がこれらの関係を満足するよう繰返し収束計算を行なう。

$$(地中部) \quad EI_j X d^4 y_j / dx_j^4 + P_j = 0 \quad (1)$$

## 2. 解析仮定, および解析モデル

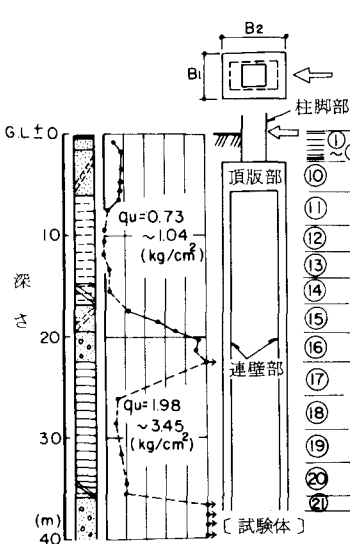
**2.1 試験体** 試験体は、図-1に示すように、柱脚部、頂版部、および連壁部で構成されているので、解析においても各部に対応する曲げ剛性を与えた。なお、柱脚部については、引張側コンクリートの曲げひび割れ発生にともなう剛性低下の影響も考慮した。柱

( $\times 10^{13} \text{ kg cm}^2$ )  
脚部断面についての曲げ剛性  $EI$  と曲げモーメント  $M$  の関係を図-2に示した。なお、 $EI \sim M$  関係の詳細な求め方については文献<sup>1)</sup>を参照されたい。ここでは、 $EI$ 、および  $M$  を計算する際に仮定した、鉄筋、およびコンクリートの応力~歪み関係、曲げモーメントの作用時に想定される断面の応力分布状況のみを、それぞれ図-3、4に示した。



**2.2 地盤** 地盤は図-1に示すように、大きく

図-2  $EI \sim M$  の関係 図-3 応力~歪み曲線



| 層区分番号 | $E_p$<br>( $\text{kg/cm}^2$ )<br>( $\text{KKT}$ に<br>よる) | 解析に使用した地盤定数                                                |                                                       |                               |                                                         | 孔内水平<br>載荷試験<br>から推定<br>した地盤<br>定数                       |
|-------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|       |                                                          | 受働抵抗に<br>関する<br>地盤反力係数<br>$k_{po}$<br>( $\text{kg/cm}^3$ ) | 摩擦抵抗に<br>関する<br>地盤定数<br>$k_f$<br>( $\text{kg/cm}^3$ ) | $f_y$<br>( $\text{kg/cm}^2$ ) | ( $k_{po}B_1$<br>$+ 2k_f B_2$ )<br>( $\text{kg/cm}^2$ ) | ( $12k_h B_1$<br>$+ 12k_v B_2$ )<br>( $\text{kg/cm}^2$ ) |
| ①     |                                                          | 0.063                                                      | 0.046                                                 | 0.046                         | 88                                                      |                                                          |
| ②     | 14.0                                                     | 0.63                                                       | 0.46                                                  | 0.46                          | 886                                                     | 132                                                      |
| ③     | 19.0                                                     | 0.85                                                       | 0.50                                                  | 0.5                           | 1030                                                    | 179                                                      |
| ④     | 93.0                                                     | 4.2                                                        | 2.1                                                   | 2.1                           | 4,590                                                   | 877                                                      |
| ⑤     | 53.3                                                     | 2.4                                                        | 1.4                                                   | 1.4                           | 2920                                                    | 503                                                      |
| ⑥     | 256                                                      | 11.5                                                       | 2.3                                                   | 2.3                           | 8190                                                    | 2414                                                     |

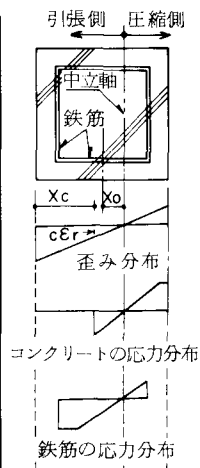


図-1 解析モデル, および解析に使用した地盤定数

図-4 曲げモーメント作用時の応力分布状況

6層に区分し、各区分内の地盤定数は一定であると仮定した。試験体に作用するj層の全地盤反力 $P_j$ は、図-5、および下式に示すように、試験体の前面に作用する受働抵抗 $P_{pj}$ と側面に作用する摩擦抵抗 $P_{fj}$ の和で表わされると仮定した。

$$P_j = P_{pj} + P_{fj} \quad (2)$$

なお、(その1)で述べたように、実際には、試験体の背面側においても土圧の減少によって地盤反力が生ずるが、これは、解析上、上記の受働抵抗に含めて扱うことにした。また、連壁で囲まれた内部の地盤は、本試験においては有意な水平抵抗力を示さなかったため、これを無視した。(2)式の受働抵抗 $P_{pj}$ 、および摩擦抵抗 $P_{fj}$ は、それぞれ下式で与えた。

$$P_{pj} = k_{pj} y_j \times B_1 \quad (3)$$

$$P_{fj} = k_{fj} y_j \times 2 B_2 \quad (y_j \leq y_0 \text{ のとき}) \quad (4)$$

$$P_{fj} = f_{0j} \times 2 B_2 \quad (y_j > y_0 \text{ のとき}) \quad (5)$$

ここに、 $k_{pj}$ ：j層における受働抵抗に関する地盤反力係数 ( $\text{Kg}/\text{cm}^3$ ),

$$\text{但し、} k_{pj} = k_{p0j} y_j^{-0.5} \quad (6)$$

( $k_{p0j}$ ：水平変位が1cmのときの地盤反力係数)

$k_{fj}$ ：摩擦抵抗に関する地盤反力係数で、試験体の側面に作用する単位面積当りの摩擦抵抗と、地盤と試験体の相対変位量との関係を示す直線の勾配を示している ( $\text{Kg}/\text{cm}^3$ )。

$f_{0j}$ ：最大摩擦抵抗 { 粘性土  $qu/2$  ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ )  
砂質土  $N/20$  ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ )

$B_1$ ：試験体の前面の幅 (cm) (図-5 参照)

$B_2$ ：試験体の側面の幅 (cm) (図-5 参照)

$y_j$ ：試験体の水平変位 (cm)

$y_0$ ：摩擦抵抗が最大値に達するときの水平変位で、1cmと仮定した。

(6)式の $k_{p0j}$ は、試験体載荷時における変形曲線、および土圧測定結果から得られた地盤反力～水平変位の関係と、ボーリング孔内水平載荷試験によって求めた地盤の変形係数値を参考にして決定した(図-6 参照)。このようにして決定した各地層における地盤定数を図-1に示した。なお、試験体の先端部については、回転バネとせん断バネを与えた。また、実際の解析は、試験体、および地盤を図-1に示すように、21層に細分割して行なった。

**3. 解析結果** 図-7～8に、荷重～水平変位量曲線、曲げモーメント分布曲線、および変形曲線について、解析値と実測値の比較を示した。これらの図によると、解析値は、比較的実測値に近い値を示しており、本解析法によって、水平力を受ける連壁基礎の挙動をほぼ説明できることがわかる。図-8 曲げモーメント分布、および変形曲線また、参考として、「道路橋示方書・同解説」に示されているケーソン基礎設計時に使用する地盤反力に関する定数、 $1.2 k_h B_1$  ( $k_h$ ：地盤反力係数)を求め、図-1の右端に示した。この定数値は、本解析に使用した定数 ( $k_{p0} B_1 + 2 k_f B_2$ )の15～30%程度のきわめて過小な値となっている。

〔参考文献〕 古藤田・風間・他「くい材の塑性性状を加味した解析法(その1～その2)」 第12回土質工学研究発表会、昭和52年

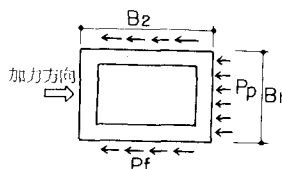


図-5 地盤の抵抗要素

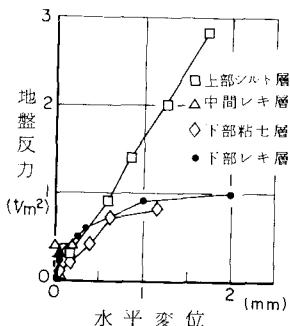


図-6 地盤反力～水平変位

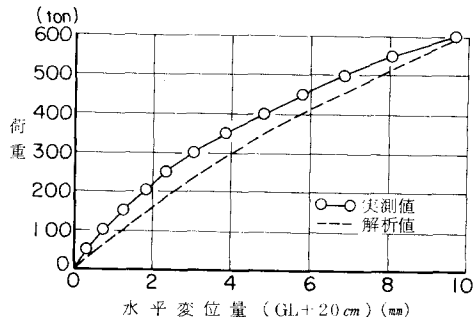


図-7 荷重～水平変位量曲線

