

III-306 WALL FOUNDATIONの水平抵抗に関する研究(その1)

(株)大林組技術研究所

金谷 祐二

同上

正会員○茶谷 文雄

1. 序 WALL FOUNDATION(RC地中壁基礎)とは、OWS-SOLETANCHE工法によって施工したRC地中壁を基礎杭、地中構造壁、山留め壁などの多目的に使用するシステムの呼称であり、以後、本報告ではWFと略称することにする。WFは断面形状がほぼ長方形であるので、杭体の曲げ剛性、および水平力が作用した場合の地盤反力の性状が面外と面内方向とで異なっている。地盤の抵抗要素を図-1に示すように、杭前面の受働抵抗 p と側面の摩擦抵抗 f とに分離して考えると、面外載荷では p の影響が大きく、面内載荷では f の影響が支配的であると推測される。したがって、面内方向の水平抵抗を検討する場合は f を評価することが必要となる。筆者らは、過去に地盤条件の異なる3工事場において、断面寸法が $0.6 \times 2.2m$ のWFの面外と面内方向について水平載荷試験を行ない、その実験結果から上記の摩擦抵抗の簡便な評価法を提案した。すなわち、WFを弾性床土上の梁とし、WFに作用する全地盤反力を下式のように p と f の和で表わし、それぞれを地盤反力係数、 k 値を用いて評価しようとするものである。¹⁾

$$P = P_p + P_f = k_p B_1 y + 2 k_f B_2 y \quad (1)$$

ここに、 p ：全地盤反力 $B_1 B_2$ ：図-1参照 y ：水平変位

P_p ：受働抵抗による地盤反力 P_f ：摩擦抵抗による地盤反力

k_p ：受働抵抗に関する k 値 k_f ：摩擦抵抗に関する k 値

なお、摩擦抵抗に関する k 値、 k_f とは、WF側面に作用する単位面積当りの摩擦力 f と、WFと地盤との相対変位量 u との関係を示す

$f \sim u$ 曲線の割線勾配を示す値である。しかしながら、(1)

式は、一定の断面寸法($0.6 \times 2.2m$)を有するWFの水平載荷試験から推定した近似式であり、断面寸法の異なるWFや群杭への適用性は実験的に確認されてない。そこで、種々の断面寸法を有するWF単体、および3体のWFを並列に配置した単純な形式の群杭を対象として、下記のような一連の水平載荷試験を計画、実施し、水平力に対するWFの挙動に関して調査した。

I. 土槽を用いた室内水平載荷試験

(1) アルミニウム製の模型杭による試験 (2) アクリル製の模型杭による試験

II. 実際の地盤中に場所打ちで施工したWF(実物の1/5モデル)の野外水平載荷試験

なお、I-(1)は、WF断面の辺長比を種々に変えたWF単体を対象とした試験であり、I-(2)とIIは、WF単体、および3体のWF単体を杭間隔を種々に変えて並列に配置した群杭を対象とした試験である。

本報告は、上記のうち、アルミニウム製の模型杭による室内水平載荷試験の結果に関するものである。

2. 実験概要

模型杭の諸元を表-1に示した。模型杭は断面の辺長比(長辺/短辺)が約2, 4, 6の3種類で、それぞれALI, II, IIIと呼称することにした。杭長はすべて109.5cmである。各杭について面外載荷用と面内載荷用とがあり、それぞれ杭名称の最後にo, iの記号を付して区別している。また、WFは杭体表面が粗であるので、模型杭の杭体表面に砂を貼付し、摩擦抵抗が有効に作用するよう考慮した。

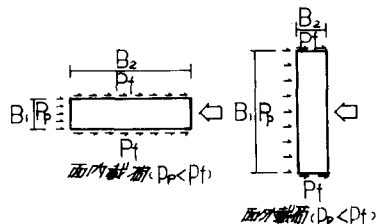


図-1

杭の名称	短辺 B1 (mm)	長辺 B2 (mm)	辺長比 D/B	弾性率 E (kg/cm ²)
ALI-o	21	46	2.2	4.15×10^8
ALI-i	21	48	2.3	4.61×10^8
ALI-o	21	84	4.0	8.29×10^8
ALI-i	23	87	3.8	3.69×10^8
ALI-o	21	124	5.9	1.24×10^9
ALI-i	21	127	6.0	1.24×10^9

表-1 模型杭の諸元

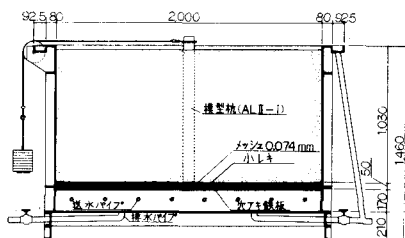


図-2 模型土槽

なお、模型杭にはストレインゲージを貼付している。土槽は、図-2に示すように、 $1.5 \times 2.0 \times 1.03\text{ m}$ で、底部に土槽内の砂地盤を液状化させるための送水管が配管されている。杭の建込みは以下の手順で行なった。(1) 土槽に砂を入れて水を満たす。(2) 土槽底部から水を圧送して地盤を液状化させ、液状化状態を保ったまま杭を建込む。(3) 送水を止め、土槽底部から排水して砂を水締めする。実験に使用した砂は、以下に示すような鬼怒川産の川砂である。 $D_{max} = 1.0\text{ mm}$, $U_c = 1.95$, $G_s = 2.74$, $\gamma_t = 1.42\text{ t/m}^3$

載荷方法は、急速3サイクルの一方方向載荷とし、各荷重段階における荷重保持時間は一律5分間とした。

4. 実験結果と考察

荷重～変位曲線の一例として、ALⅢ-o、およびALⅢ-iの試験結果をそれぞれ図-3、4に示した。これらの図を比較すると、面内の杭は面外の杭より残留変位量が大きく、繰返し載荷時の曲線の勾配が急になっている。これは、面内の杭は剛性が高いので、杭全体が回転するという、いわゆる短杭的な挙動を示したためと考えられる。図-5に、各杭の荷重～変位曲線の比較を示した。この図において、同一荷重に対する各杭の水平変位を比較すると、剛性の高い杭ほど変位が小さくなる傾向が認められ、特に低荷重域では面内の杭の変位は、面外の杭より非常に小さくなっている。なお、高荷重域において、ALⅡ-iの変位がALⅠ-iの変位より大きくなっているが、これは、ALⅡ-iの杭全体としての回転量が大きくなったためと考えられる。なお、杭の寸法効果を考慮に入れて、実大の杭との対応を考えると、問題となる水平変位は、本実験に関しては数mm程度までの範囲内と推測され、この範囲内に限れば、同一荷重が作用した場合、面内の杭の水平変位は面外の杭の変位より非常に小さいといつてよい。図-6に、各杭に同一荷重が作用した場合のヒズミ分布の比較を示した。これによると、剛性の小さい面外の杭については、ヒズミが深さの増加にともなって、急激に増大してピークに達し、再び急激に減少して地表面下の比較的浅い位置でゼロに収束する。これに対し、剛性の高い面内の杭のヒズミは、深さの増加にともなってゆるやかに増大し、面外の杭より深い位置でピークに達した後、ゆるやかに減少して杭先端付近でゼロに収束する。また、面内の杭の最大ヒズミは、面外の杭の値よりかなり小さくなっている。

模型杭を弾性床土上の梁とし、各杭の荷重～水平変位の関係から地盤の変形係数 E_s を逆算し、ALⅠ、Ⅱ、Ⅲ杭についてそれぞれ同一変位における面内と面外の E_s の比 ($E_{s\text{ 面内}} / E_{s\text{ 面外}}$) を求め、これと水平変位の関係を図-7に示した。この図によると、水平変位が3mm程度の微小変位の範囲内では、この比が1.0に近く、面内の杭についても面外の杭と同程度の E_s を期待できることがわかる。これは、既述のように、面内の杭に関しては、杭側面に摩擦抵抗が作用するためと推測される。

5. 結語

以上の実験結果から、外力としての水平力の方向が一定である場合には、水平力が面内方向に作用するようにWFを配置することによって、その水平抵抗力を有効に利用できると考えられる。

本実験に使用した土槽の製作に際し、関西大学山肩研究室の土槽を参考にさせて頂いた。つつしんで謝意を表します。

文献 1) 金谷、宮崎、茶谷：「壁ぐいの水平抵抗」：土質学会誌「土と基礎」（昭和52年8月）

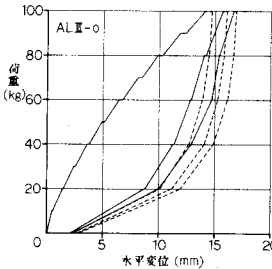


図-3 荷重～変位曲線

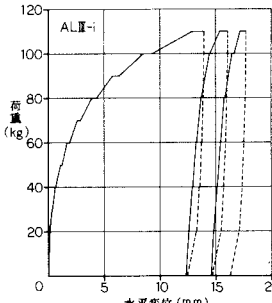


図-4 荷重～変位曲線

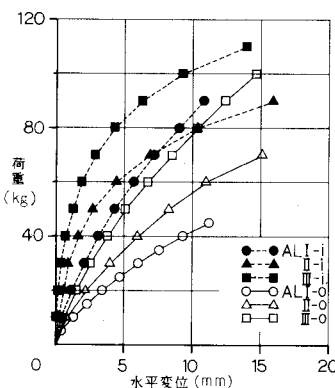


図-5 荷重～変位曲線の比較

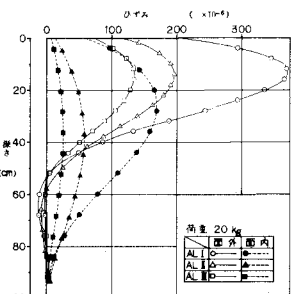


図-6 ヒズミ分布の比較

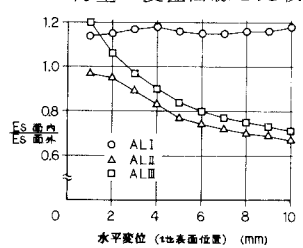


図-7 $E_{s\text{ 面内}} / E_{s\text{ 面外}}$ の比較