

小規模建物を対象とした併用基礎に関する研究

その2 実験結果と沈下予測解析

正会員 真島正人*1 同 長坂光泰*1 同 高田 徹*1
同 若命善雄*1 同 長尾俊昌*2

小規模建物 併用基礎 地盤補強
軟弱地盤 載荷試験 沈下解析

1. はじめに

その1に引き続き、小型基礎の載荷試験による基礎スラブの沈下量とパイプおよび沈下抑止杭の軸力の計測結果について報告する。併せて、3種類の基礎に対する沈下予測解析結果について報告する。

2. 沈下計測結果

図1に載荷荷重と沈下量の経時変化を示す。当該敷地では、盛土による地盤の自然沈下が年間5mm程度生じていることがわかる。そこで、同図(b)に、基礎スラブの沈下量から地盤の自然沈下量を差引いて、載荷荷重のみによる基礎の沈下量を評価した。荷重保持時間を十分確保できなかったため、各荷重段階(30、50kN/m²)での沈下量はいずれも終息に至っていないが、p=30kN/m²、50kN/m²での最終沈下量を同図(b)より求めると、表1のようになる。()内の数値は、直接基礎に対する沈下比を表しており、地盤補強、併用基礎共にパイプおよび杭により沈下低減効果が現われており、併用基礎の方が効果は大きい。

表1 p=30,50kN/m²載荷時の最終沈下量

	30kN/m ²	50kN/m ²
直接基礎	12.3 mm	40.0 mm
地盤補強	10.0 mm (0.81)	23.0 mm
併用基礎	8.5 mm (0.69)	20.3 mm (0.51)

地盤補強、p=50kN/m²は載荷2ヶ月

3. 軸力計測結果

図2に、パイプと沈下抑止杭の頭部軸力の経時変化を示す。同図(a)はパイプ、沈下抑止杭1本当たりの軸力を、同図(b)は全軸力を示している。

表2 p=30,50kN/m²載荷時の荷重分担比

	30kN/m ²	50kN/m ²
全荷重	120kN	200kN
地盤補強	0.39 ~ 0.47	0.39 ~ 0.42
併用基礎	0.59 ~ 0.65	0.54 ~ 0.56

図3、表2に、基礎に作用する全荷重に対するパイプと沈下抑止杭が負担する全軸力の比(荷重分担比)を示す。パイプ(杭)の軸力は荷重度の増加とともに増大するが、荷重分担比は荷重度が大きくなると若干減少する傾向にある。これは、パイプ(杭)の周面摩擦抵抗が次第に塑性化するためと思われる。また、併用基礎では沈下抑止杭の存在により、地盤補強より0.15~0.2程度大きな荷重分担比となることわかる。

なお、結果の掲載は省略するが、パイプおよび沈下抑止杭の先端軸力は頭部軸力の10~15%で、鉛直抵抗の多くが周面摩擦抵抗であった。

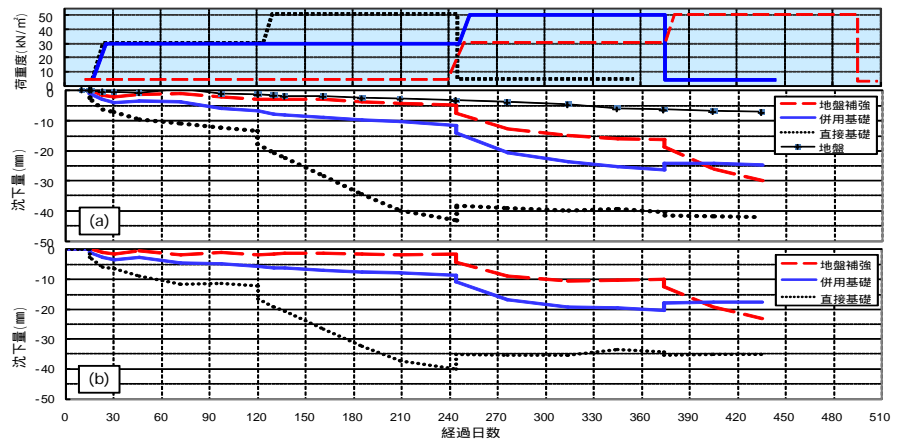


図1 載荷荷重と沈下量の経時変化

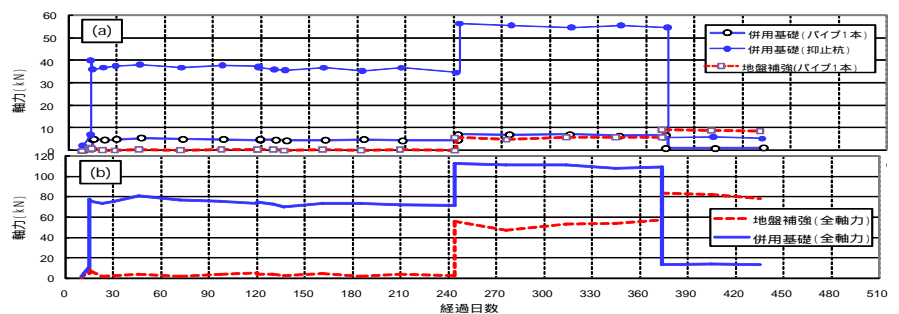


図2 パイプと杭軸力の経時変化

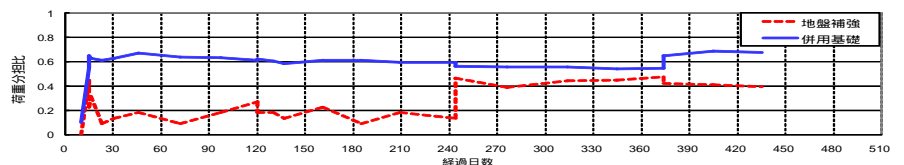


図3 (パイプ、沈下抑止杭)軸力の荷重分担比の経時変化

4. 沈下予測解析

3種類の基礎について、 $p=30\text{kN/m}^2$ 、 50kN/m^2 の最終沈下量（圧密度100%）に対する沈下予測解析を行った。

(1) 解析方法

解析ケースを表3に示す。直接基礎の解析は、Steinbrennerの解¹⁾と格子モデルを組合わせた方法で行い、地盤補強と併用基礎の解析は、地盤-パイプ（杭）-基礎スラブの相互作用を考慮した図4に示す解析法（ハイブリッド法）に加え、簡便法として、図5に示す等価荷重面法³⁾の2種類で行った。ハイブリッド法では、基礎スラブから地盤およびパイプ（杭）への影響はSteinbrennerの解、パイプ（沈下抑止杭）から地盤への影響はMindrinの第1解²⁾を用いて評価した。

また、等価荷重面法による荷重の仮想作用面は、地盤補強、併用基礎共にパイプ先端からパイプ長（5m）の1/3位置に相当するGL-3.4mとした。

表3 解析ケース

基礎種別	解析法
直接基礎	Steinbrennerの解+格子モデル
地盤補強	ハイブリッド法 等価荷重面法
併用基礎	ハイブリッド法 等価荷重面法+ハイブリッド法

(2) 解析に用いた地盤モデルと地盤定数

解析に用いた地盤モデルと土質定数を表3に示す。GL-1~7mの圧密層（シルト層）の地盤ヤング率Eは、圧密試験による体積圧縮係数 m_v を利用し、式(1)により計算した。パイプ（杭）の周面摩擦抵抗 f_r は、一軸圧縮圧縮試験より求めた q_u およびSWSより推定した粘着力 c を採用し、杭先端極限支持力 q_f は $6 \cdot c$ を採用した。

$$E = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{m_v} \quad (\text{kN/m}^2) \quad \dots \dots (1)$$

表3 解析に用いた地盤モデルと地盤定数

下端深度	体積圧縮係数 m_v (m^2/kN)	ヤング率 E (kN/m^2)	杭周面摩擦抵抗 f_r (kN/m^2)	杭先端極限支持力 q_f (kN/m^2)
1m	-	5000	15	-
7m	2.0×10^{-3}	333	11	6×11
13m	1.0×10^{-3}	667	16.5	6×16.5
15m	-	3000	30	-

(3) 解析結果

図6に基礎中央部における沈下量を、図7に直接基礎の沈下量に対する地盤補強と併用基礎の沈下比を示す。

併用基礎では、ハイブリッド法、等価荷重面法共に直接基礎より沈下量は小さく算出されるが、地盤補強（等価荷重面法）では、直接基礎より大きな沈下量が算出され、パイプの沈下抑止効果を評価することはできない。これは、直接基礎では、地中応力が支配的となるGL-1m

までの盛土層のEがそれ以深のシルト層より1桁以上大きな値となり、この層での荷重分散効果が顕著であるのに対して、等価荷重面法では、荷重の仮想作用面の

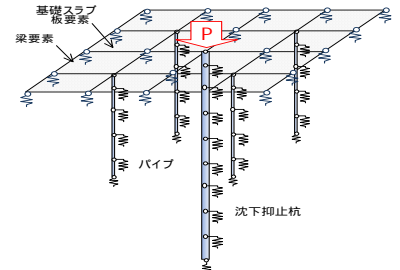


図4 ハイブリッド法の解析モデル

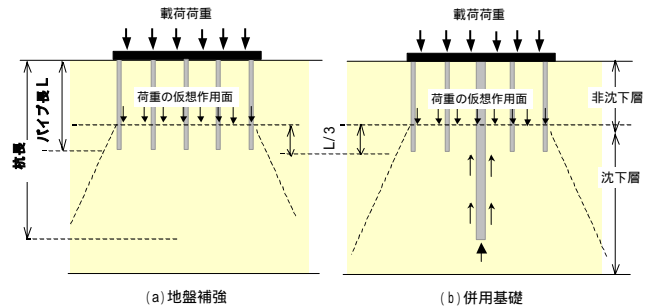


図5 等価荷重面法による解析モデル

直下が軟弱層であるため、この層の沈下量が支配的となり、盛土層での荷重効果が考慮されないためである。

既に述べたように、載荷試験では十分な荷重保持時間を確保できなかったため、解析結果は実測値を大幅に上回っており、解析精度に言及することはできないが、図7と表1に示した沈下比を比較すると、ハイブリッド法を用いることによって、地盤補強、併用基礎共に直接基礎に対する沈下低減効果を比較的良好に表現できていると思われる。

$p=30\text{kN/m}^2$ 、 $p=50\text{kN/m}^2$ ・・・ハイブリッド法
 $p=30\text{kN/m}^2$ 、 $p=50\text{kN/m}^2$ ・・・等価荷重面法

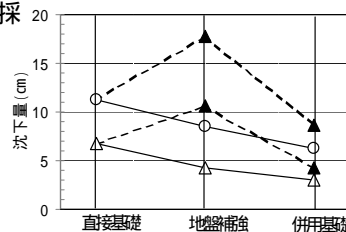


図6 基礎中央の沈下量

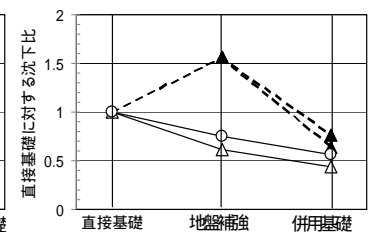


図7 直接基礎に対する沈下比

5. おわりに

軟弱粘性地盤上の小規模建物を対象とした地盤補強と併用基礎の沈下低減効果を確認するための現位置載荷実験と沈下予測解析の結果を報告した。載荷実験は継続中であり、最終的な計測結果とより詳細な解析結果については、次回報告する。

参考文献

- 1) Terzaghi : Theoretical Soil Mechanics, John Wiley & Sons, Inc., 1943
- 2) R.D. Mindlin : Force at a Point in the Interior of a Semi-Infinite Solid, Physics, 1936
- 3) 日本建築学会編 : 建築基礎構造設計指針, 2001

*1 : (株)設計室ソイル

*2 : 大成建設(株)

*1 : Soil Design Inc.

*2 : Taisei Corporation