

小規模建物を対象とした併用基礎に関する研究  
その3 載荷実験結果と実大建物の沈下予測解析

正会員 同 長坂光泰\*1 高田 徹\*1 同 真島正人\*1 若命善雄\*1

小規模建物 併用基礎 地盤補強  
軟弱地盤 載荷実験

1. はじめに

SWS 試験による自沈層が 10m以上堆積した軟弱粘性土地盤に建つ小規模建物の基礎として、直径約 5 cmの細径鋼管パイプを長さ 5~7m、ピッチ 50~70 cmで打設して必要鉛直支持力を確保し、かつ、小口径鋼管を沈下抑止杭として併用した基礎(図 1 参照)の実現可能性を調査するため、模型基礎の長期載荷試験を行った。実験概要並びに途中経過についてはその 1、その 2 で報告した<sup>1), 2)</sup>。

その 3 では、載荷実験の最終結果と上記基礎を採用した実大建物の沈下予測解析について述べる。

2. 載荷実験結果

図 2 に載荷実験の平面・断面図を、図 3 に載荷荷重と沈下量、杭(パイプ)の荷重分担比の経時変化を示す。また、表 1 に各荷重度における最終沈下量(直接基礎に対する沈下比) 表 2 に杭(パイプ)の荷重分担比を示す。

表 1 p=30,50kN/m<sup>2</sup>載荷時の最終沈下量

	30kN/m <sup>2</sup>	50kN/m <sup>2</sup>
直接基礎	12.3 mm	40.0 mm
地盤補強	10.0 mm (0.81)	26.0 mm (0.65)
併用基礎	8.5 mm (0.69)	20.3 mm (0.51)

表 2 p=30,50kN/m<sup>2</sup>載荷時の荷重分担比

	30kN/m <sup>2</sup>	50kN/m <sup>2</sup>
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

実験期間の制約上、荷重保持時間を十分確保できず、各載荷段階での沈下は終息していないが、直接基礎(未補強)に対する沈下抑制効果が地盤補強、併用基礎共に顕われており、沈下抑止効果は地盤補強(20~35%) < 併用基礎(30~50%)となり、明らかに後者の方が優れている。

一方、パイプ、鋼管杭の荷重分担比は、荷重度の増加と共に周面摩擦抵抗が次第に降伏するため、荷重度が大きいほど若干減少する傾向にある。当然のことながら、地盤補強より併用基礎の方が杭(パイプ)荷重分担比が 1.3~1.5 倍程度大きな値を示している。

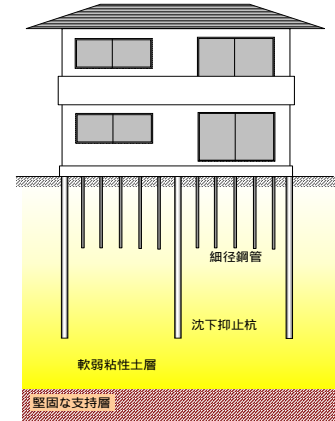


図 1 併用基礎のイメージ図

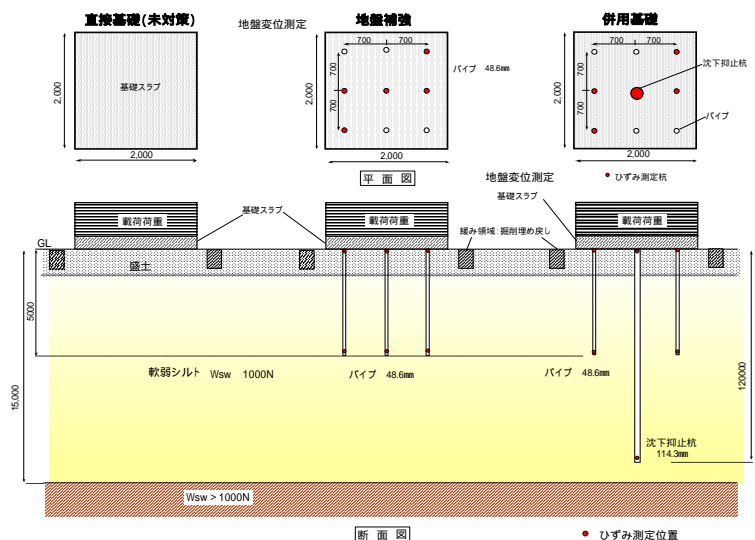


図 2 載荷実験の平面図・断面図

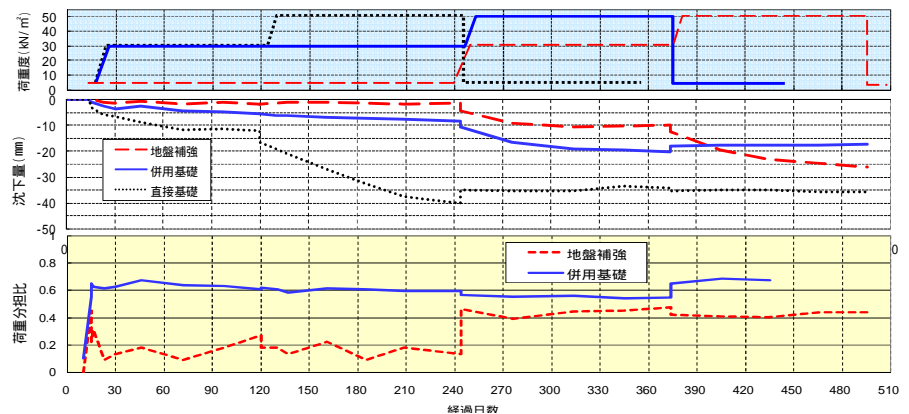


図 3 載荷荷重、沈下量、荷重分担比の経時変化

#### 4. 実建物の沈下予測解析

図4に示す幅7.2m×9.6mの布基礎とべた基礎の木造2階建て戸建住宅を想定し、直接基礎（無補強）、地盤補強、併用基礎の沈下予測解析を行った。杭およびパイプの径・長さなどの諸元は載荷実験と同一とした。

##### (1) 荷重条件

布基礎：幅50cm、長期設計荷重度50kN/m<sup>2</sup>。

べた基礎：以下の2ケースとした。

布基礎+スラブ厚15cmのRC重量(3.6kN/m<sup>2</sup>)

長期設計荷重度30kN/m<sup>2</sup>(等分布荷重)

##### (2) 解析方法

直接基礎の解析はSteinbrennerの解と格子モデルを組合

わせた方法、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ハイブリッド法によって行った(詳細は前報その2を参照)。

##### (3) 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4に示す。GL-1~7mのシルト層のEは、圧密試験によるm<sub>v</sub>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は、q<sub>u</sub>およびSWS試験より推定した粘着力cを採用し、先端極限支持力度q<sub>f</sub>は6・cを採用した。

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

表3 解析に用いた地盤モデルと地盤定数

深度(m)	体積圧縮係数 m <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> /kN)	ヤング率 E (kN/m <sup>2</sup> )	杭周面摩擦抵抗 f (kN/m <sup>2</sup> )	杭先端極限支持力度 q <sub>f</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
1	-	5000	15	-
7	2.0×10 <sup>-3</sup>	333	11	6×11
13	1.0×10 <sup>-3</sup>	667	16.5	6×16.5
15	-	3000	30	-

##### (4) 解析結果

図6に基礎中央断面(X方向、Y方向)の沈下分布を示す。また、表4に最大沈下量と不同沈下量を示す。( )内の数値は、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表している。

不同沈下量に関しては大きな違いは認められないが、

表4 最大沈下量、不同沈下量 (cm)

	布基礎		べた基礎		べた基礎	
	S <sub>max</sub>	S <sub>d</sub>	S <sub>max</sub>	S <sub>d</sub>	S <sub>max</sub>	S <sub>d</sub>
直接基礎	26.3	2.0	25.8	1.8	29.6	2.6
地盤補強	15.1 (0.57)	1.6	17.0 (0.66)	1.7	19.1 (0.65)	2.4
併用基礎	9.3 (0.35)	1.5	9.5 (0.37)	1.5	10.5 (0.35)	2.0

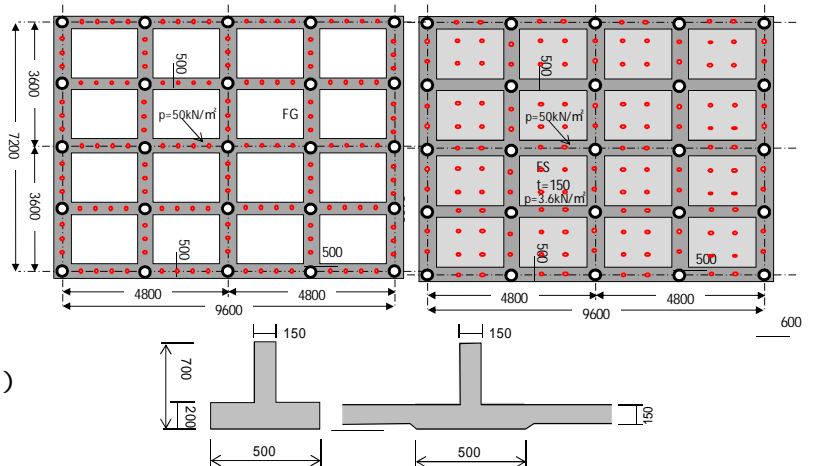


図4 解析対象とした基礎伏図と断面図

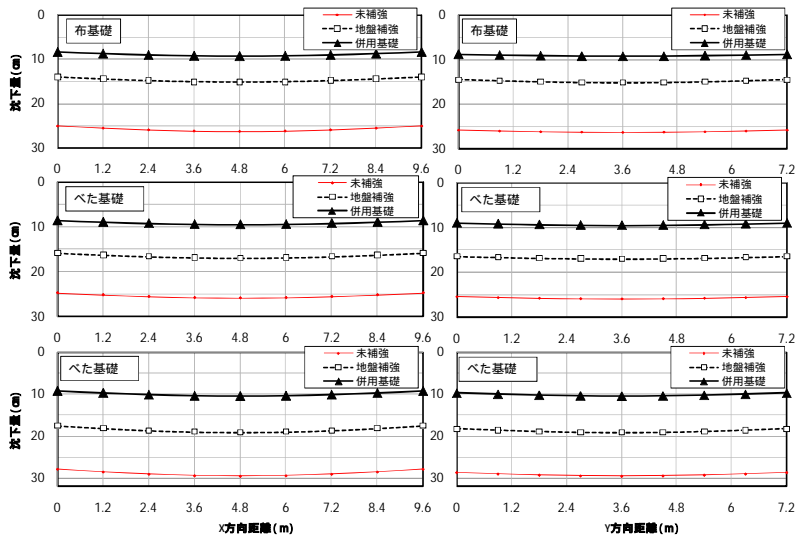


図6 基礎中央断面の沈下分布

最大沈下量には補強効果が顕著に認められる。具体的には、直接基礎(未補強)の沈下量が30cmにも達するのに対して、併用基礎ではほぼ1/3の10cm前後の沈下量となる。深さ5mまでの地盤補強でも沈下抑止効果は認められるものの、併用基礎に比べると大幅に小さい。

一方、表1に示した載荷実験によって得られた沈下比と比較すると、解析による沈下抑止効果が極めて高いことがわかる。この原因は、最上部に存在する盛土層の存在である。つまり、基礎寸法の小さい載荷実験では、Eの大きい盛土層の影響を強く受け、地盤補強、併用基礎の沈下抑止効果は相対的に低下するが、実建物では荷重影響範囲が深くまで及ぶため、沈下抑止効果が載荷実験より高まるのである。

#### 参考文献

- 1) 長坂光泰他：小規模建物を対象とした併用基礎に関する研究 - その1、2008年日本建築学会大会
- 2) 真島正人他：小規模建物を対象とした併用基礎に関する研究 - その2、2008年日本建築学会大会