

軟弱地盤における住宅基礎の補強とその効果

佐賀大学 学生員○田端 康久
正 員 岩尾雄四郎
学生員 井尻 宏

1. はじめに

軟弱地盤上の住宅や小規模構造物は、広域地盤沈下の影響や、地盤と構造物の相互作用により不等沈下を起こし社会的にも大きな問題になっている。これまで各種の防止工法が試みられているが、万全といえる方法はいまだ出現していない。そこで我々は、まず実大実験とシュミレーションを併用しながら基礎の補強効果を検討することにした。

表-1 : 実験地の土質実験結果

含水比 (%)	100 ~ 150
密度 (t/cm^3)	1.354 ~ 1.540
間隙比	2.351 ~ 3.728
飽和度 (%)	100
一軸圧縮強さ (kg/cm^2)	0.04 ~ 0.3
粘着力 (kg/cm^2)	0.16 ~ 0.22
せん断抵抗角 ($^\circ$)	12 ~ 13.5

2. 実験の概要

実験地は10年余りを経た干拓地であり、深さ17mまでは、表-1に示すシルト層で、最上層には厚さ30cmの砂質粘土が分布している。また周辺での地質調査結果によれば、軟弱なシルト層の層厚変化はないと判明している。基礎には次の2種類を用いた。

(1) フーチング拡幅基礎：フーチングの幅を850mmとし、地盤への応力を分散させようとする方法である。下部には割石を従来と同様に敷いた。(図-1)

(2) 布状改良基礎：布基礎の下を幅900mm、深さ400mmにわたってまき土で置換し、これに石灰系の地盤改良材を混合、攪拌し、有明粘土層にかかる応力を分散させようとする方法である。フーチングの幅は、500mmの標準的なものとした。(図-1)

載荷重は住宅基礎を想定していることから、不等沈下を起こしやすいように偏荷重とした。(図-2)

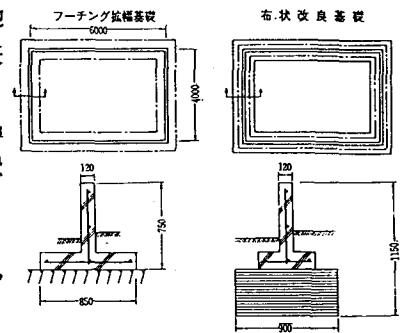


図-1 : 基礎の概略と実験地における配装(単位: mm)

3. 実験結果

最新データーである基礎打設後2年6ヶ月の沈下量の結果を図-3に示した。2種類の基礎については次のような特徴が現れている。

(1) フーチング拡幅基礎：全体的に大きな沈下量となっている。Aで48mmの最大値、Iで最小の28mm、不等沈下量約22mmとなっている。妻方向A-J-I, D-E-Fでは大きな不等沈下量が測定されている。

(2) 布状改良基礎：全体的に安定な挙動を示している。Jで11mmの最大値、F, I, Jで最小の3mmの沈下量である。妻方向では形にたわんでいるが、桁方向にはあまり変化がない。

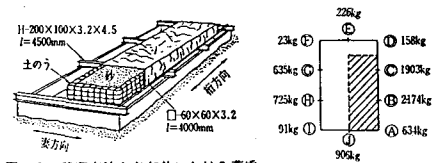


図-2 : 載荷方法及各部位における荷重

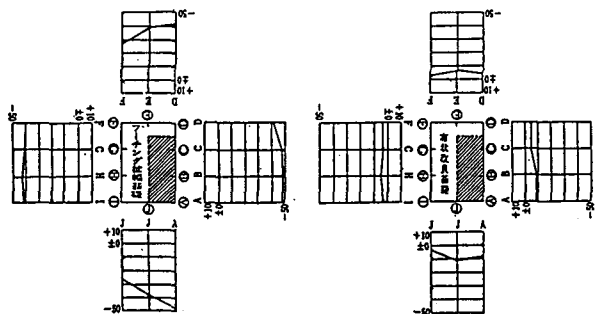


図-3 : 沈下量の実測値(単位: mm)

4. 有限要素法による弾塑性解析

モデルは実験地に分布する厚さ17mの軟弱粘土層を四角形要素に分割し、要素は弾塑性要素とした。その上に構築された布基礎は梁要素とした。ここで、地盤の強度や変形特性を示すパラメータの組み合わせを

表-2：弾塑性解析に用いた条件、定数

	解析1	解析2	解析3	解析4	解析5	解析6
地盤	ヤング係数 (kg/cm ²)	75	750	7500	75	750
	ポアソン比	0.4~0.48	0.4~0.48	0.4~0.48	0.4~0.48	0.4~0.48
	粘着力ピーク強度 (kg/cm ²)	0.2	2.0	20	0.2	2
	// 残留強度 (kg/cm ²)	0.12	1.2	12	0.12	1.2
	初期内部摩擦角 (°)	12	15	20	12	15
	残留 // (°)	12	15	20	12	15
布基礎	ヤング係数 (kg/cm ²)	240000	240000	240000	240000	240000
	断面積 (cm ²)	750	750	750	750	750
	断面2次モーメント (cm ⁴)	220000	220000	220000	22000	22000

変えながら求めた沈下や変形量の解析結果を図-4~図-5に示す。なお解析に用いた地盤定数、境界条件などは表-2に示すとおりである。

(解析1) 布基礎が地盤反力に対して十分な長期強度をもっているとした場合であり、不等沈下をするものの、たわみは生じていない。地盤内では基礎の端部において大きな応力になっている(図-4)。

(解析2) 次に布基礎下部の強度を地盤改良によって10倍にした。不等沈下量は解析1に比べるとわずかに小さくなっている(図-4)。

(解析3) さらに解析2において布基礎下部の強度を地盤改良によって10倍にした場合、これも解析2に比べると不等沈下量はわずかに小さくなっているだけである(図-4)。

(解析4) 次は布基礎の断面係数を1/10にして地盤反力に対する長期強度を小さくした場合で、地盤改良はしていない。たわみや沈下の挙動はフーチング拡幅基礎の実測値にかなり似ている。地盤内応力は布基礎の下ではほぼ均一である(図-5)。

(解析5) 次に布基礎下部の強度を地盤改良によって10倍にした。解析4に比べると不等沈下量、沈下量ともかなり小さくなっている(図-5)。

(解析6) さらに解析5において布基礎下部の強度を地盤改良によって10倍にした。解析5に比べると不等沈下量はわずかに小さくなっているだけであるが、ここまでくるとたわみはほとんど生じていない。(図-5)。

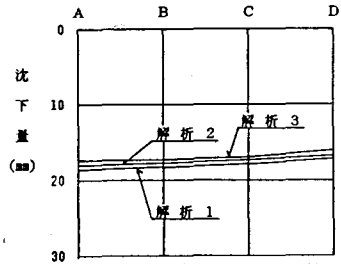


図-4：布基礎の断面係数が大きい場合

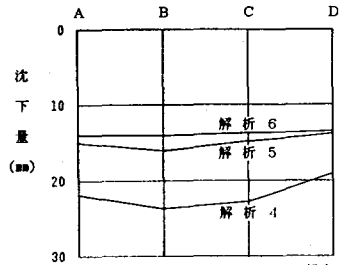


図-5：布基礎の断面係数が小さい場合

5. 考察

- 1) 不等沈下対策としてはフーチングの拡幅よりも基礎下部の改良による剛性の向上が効果的である。この実験においては、フーチング拡幅基礎が予想に反して大きく沈下しているが、これは布基礎と軟弱シルト層の剛性が著しく異なるためと思われる。
- 2) 布基礎が地盤反力に対して十分な長期強度をもっていれば、沈下量は小さい。
- 3) 断面係数の小さい布基礎では地盤改良による不等沈下抑制効果が大きく見られ、沈下量そのものも抑制されている。
- 4) 地盤改良をした場合その端部に大きな曲げ応力が生じる。

(参考文献) 岩尾雄四郎、加藤喜一、高森洋、加藤昭弘：住宅用布基礎と改良地盤の挙動、第32回土質工学シンポジウム