

各論 戸建住宅の基礎地盤の支持力と沈下判定法の提案

若命 善雄* 妹尾 博明**

1. はじめに

最近、戸建建物に対する保証の範囲が広がり、基礎の沈下防止も性能設計が要求されはじめてきた。特に、最も多く用いられているセメント系固化剤による柱状改良工法の設計指針、および品質管理が整備された。

他の対策工法も性能を意識して大臣認定を取得してきている。工法が整備されても、設計時に用いる地盤の性状（例えば支持力、沈下量の把握）を的確に判断する必要がある。

現状では、スウェーデン式サウンディング試験結果を用いて、基礎の形状や地盤補強の必要性を判断しているが、一定のルールを決めないと個人差が生じやすく、判断がまちまちである。

ここでは、支持力と沈下の有無が一定のルールで

簡易に推定できる方法を提案したので以下に述べる。

2. 地盤の許容支持力度の算定

2.1 基本方針

基本的には、学会規準の14条の方法（表-1）を採用し、図-1に示すように基礎底面下2mまでの地盤で算定することとした。また、砂質土においても粘着力を考慮することとした。

2.2 算定

地盤の許容支持力度は(1)式により算出した。

$$q_a = \frac{1}{3}(c \times N_c + 0.52 \times N_r + 0.72 \times N_q) \text{ (t/m}^2\text{)} \dots\dots (1)$$

ここで、

q_a : 地盤の許容支持力度 (t/m²)

c : 基礎底面下にある地盤の粘着力 (t/m²)

で、(2)式より求める。

表-1 学会基準の14条

<p>14条 地盤の許容支持力度</p> <p>1. 地盤の許容支持力度は、次の各式によって算定する。</p> <p>(1) 長期許容支持力度</p> $q_a = \frac{1}{3}(\alpha c N_c + \beta \gamma_1 B N_r + \gamma_2 D_f N_q) \dots\dots\dots \text{ (t/m}^2\text{)}$ <p>記号</p> <p>q_a : 許容支持力度 (t/m²)</p> <p>c : 基礎底面下にある地盤の粘着力 (t/m²)</p> <p>γ_1 : 基礎底面下にある地盤の単位体積重量 (t/m³) 地下水位下にある場合は水中単位体積重量をとる。</p> <p>γ_2 : 基礎底面より上方にある地盤の平均単位体積重量 (t/m³) 地下水位下にある部分については水中単位体積重量をとる。</p> <p>α, β : 表-2に示す形状係数</p> <p>N_c, N_r, N_q : 表-3に示す支持力係数、内部摩擦角 ϕ の関数</p> <p>D_f : 基礎に近接した最低地盤面から基礎底面までの深さ (m) 隣接地で掘削の行われるおそれのある場合は、その影響を考慮しておくことが望ましい。</p> <p>B : 基礎底面の最小幅 (m)。円形の場合は直径</p>

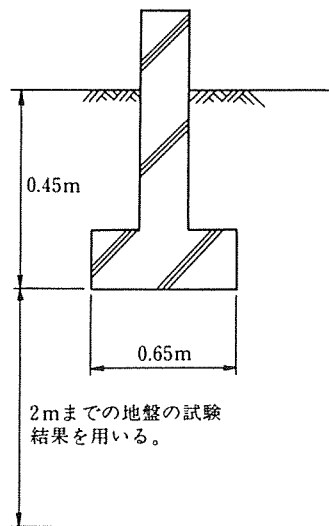


図-1 基礎の形状

* WAKAME Yoshio 大成建設(株) 技術研究所 地質研究部 主幹研究員

** SENOO Hiroaki 同上 建築本部 技術計画部 地下技術計画室 課長

横浜市戸塚区名瀬町 344-1

東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル

表-2 支持力係数

		ϕ	N_c	N_r	N_q
粘性土		0	5.3	0	3.0
砂質土	$W_{sw}=50$ (kg)	15	6.5	1.2	4.8
	75	16	6.8	1.3	5.0
	100	17	7.0	1.4	5.2
	$N_{sw}=15$ (回)	18	7.3	1.6	5.4
	30	19	7.6	1.8	5.6
	45	20	8.0	2.0	5.8

表-3 算定結果

支持力	粘性土	砂質土
3 t/m ² 以下	$W_{sw} \leq 50$	$W_{sw} \leq 50$
3 t/m ²	$W_{sw} = 75$	$W_{sw} = 75$
4 t/m ²	$100 \leq W_{sw}, N_{sw} < 8$	$100 \leq W_{sw}, N_{sw} < 16$
5 t/m ² 以上	$8 \leq N_{sw}$	$16 \leq N_{sw}$

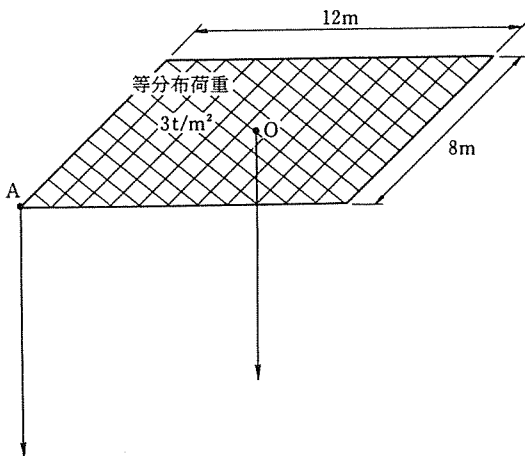


図-2 荷重分布

$$\left. \begin{array}{l} \cdot \text{粘性土の場合 } c = \frac{1}{2} \times q_u \\ \cdot \text{砂質土の場合 } c = \frac{1}{4} \times q_u \end{array} \right\} \dots\dots(2)$$

$$q_u = 0.0045 W_{sw} \text{ (kg)} + 0.0075 N_{sw} \text{ (回)} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

N_c, N_r, N_q : 表-2 に示す地盤の性状で決まる支持力係数。内部摩擦角 ϕ の関数。

2.3 算定結果

(1), (2)式より算定した結果を、スウェーデン式サウンディング試験結果との関係で表-3 に示す。

3. 沈下の判定

3.1 基本方針

沈下量の算定は非常に複雑で、かつスウェーデン式サウンディング試験結果から算定に必要な諸数値

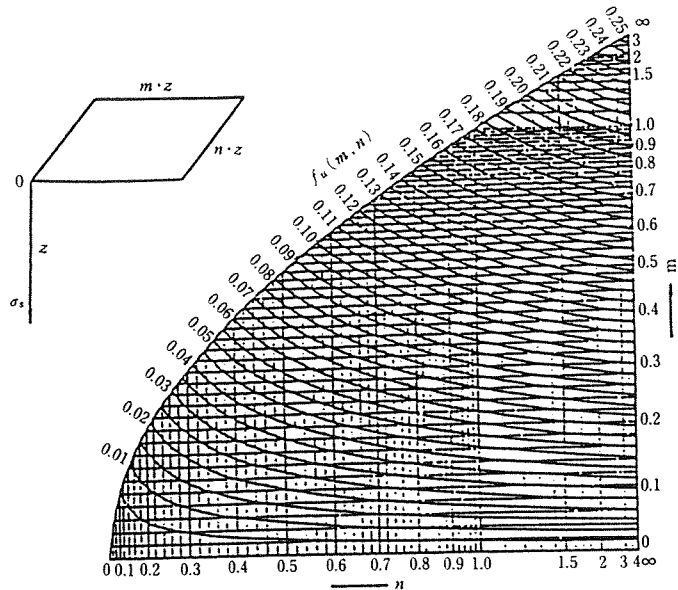


図-3 $f_B(m, n)$ と n, m の関係

を推定することは危険と考えられたので、建物荷重に対して地盤が沈下を起こす可能性があるかないかを判定することとし、「有効土被り圧+建物荷重による増加応力」が「先行荷重値（圧密降伏応力）」より大きい場合には、地盤が沈下を起こす可能性がある」と判定することとした。

3.2 有効土被り圧および増加応力の算定

有効土被り圧は、地下水位が GL-2 m にあり、地盤の単位体積重量を粘性土・砂質土の区別をしないで、1.65 (t/m²) として(3)式により算出した。

$$\left. \begin{array}{l} z = 2 \text{ m まで } P_{oz} = 1.65 \times z \\ z = 2 \text{ m 以深 } P_{oz} = 1.65 \times 2 + 0.65 \times (z - 2) \end{array} \right\} \dots\dots(3)$$

ここで、

$$\begin{array}{l} P_{oz} : z \text{ 点での有効土被り圧 (t/m}^2\text{)} \\ z : \text{地表面より任意点までの深さ (m)} \end{array}$$

建物荷重による地中応力の増分は、図-2 に示すように、8 m × 12 m 地表面上の長方形面に 3 t/m² の等分布荷重が作用するものと仮定し、(4)式および図-3 より長方形面の中央下 (O 点) と隅角下 (A 点) の地中応力の増分を求め、この二つの平均値を採用した。

$$P_z = q \times f_B(m, n) \dots\dots\dots(4)$$

ここで、

$$P_z : z \text{ 点での建物荷重による応力の増分 (t/m}^2\text{)}$$

$$q : \text{等分布荷重 (3 t/m}^2\text{)}$$

$$f_B(m, n) : \text{図-4 より求まる係数}$$

(3), (4)式より、地表面より任意点: z での地中応

表-4 地中応力

深 度 (m)	有効土被り圧 (t/m ²)	増加応力(t/m ²)			地中応力 (t/m ²)	基準試験値	
		中 央	偶 角	平 均		W _{sw}	N _{sw}
1	1.65	2.98	0.75	1.86	3.51	75	
2	3.30	2.86	0.74	1.80	5.10	100	
3	3.95	2.62	0.73	1.67	5.62		4
4	4.60	2.33	0.71	1.52	6.12		8
5	5.25	2.02	0.69	1.35	6.60		16
6	5.90	1.74	0.65	1.20	7.10		20
7	6.55	1.49	0.62	1.05	7.60		24
8	7.20	1.28	0.58	0.93	8.13		32
9	7.85	1.12	0.54	0.83	8.68		36
10	8.50	0.96	0.50	0.73	9.23		44

スウェーデン式サウンディング試験の実施

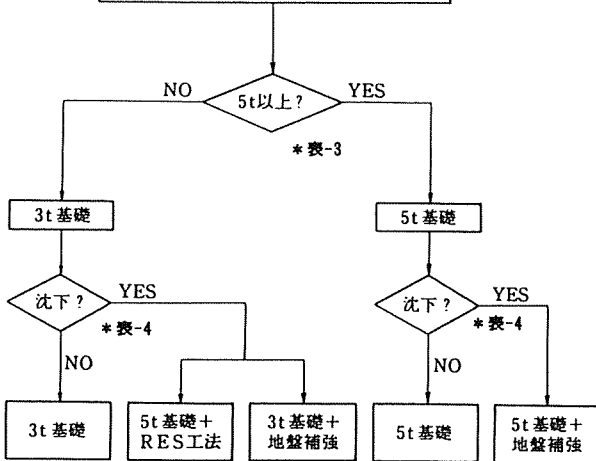


図-4 判定フロー

力度の鉛直方向成分：P_zは、(5)式より求まる。

$$P_z = P_{oz} + P_z \dots \dots \dots (5)$$

3.3 沈下の判定基準

圧密降伏応力：P_{yz}とq_{uz}の関係を、Skemptonは(6)式で表わしている。

$$P_{yz} = 1.5 \times q_{uz} \dots \dots \dots (6)$$

ここで、

P_{yz}：z点での圧密降伏応力 (t/m²)

q_{uz}：z点での一軸圧縮強度 (t/m²)

しかし、ここでは対象地盤がまだ新しい場合が多いので、(6)式を若干低減して(7)式で算定することとした。

$$P_{yz} = 1.2 \times q_{uz} \dots \dots \dots (7)$$

沈下の判定は、(5)、(7)を比較して行い、(8)式によった。

$$\left. \begin{aligned} P_z &\leq 1.2 \times q_{uz} \dots \dots \dots \text{沈下しない地盤} \\ P_z &> 1.2 \times q_{uz} \dots \dots \dots \text{沈下する地盤} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (8)$$

ここで、

表-5 簡易地耐力判定表

深 度 (m)	実測値		*1支持力 の算定 (t/m ²)	**沈下の判定	
	W _{sw} (kg)	N _{sw} (回)		判定基準値	判定
25				W _{sw} (kg)	N _{sw} (回)
50					
75				75	—
1.00				75	—
25				100	—
50				100	—
75				100	—
2.0				100	—
25				—	4
50				—	4
75				—	4
3.00				—	4
25				—	8
50				—	8
75				—	8
4.00				—	8
25				—	12
50				—	12
75				—	12
5.00				—	12
25				—	16
50				—	16
75				—	20
6.00				—	20
25				—	24
50				—	24
75				—	28
7.00				—	28
25				—	28
50				—	28
75				—	32
8.00				—	32
採用支持力 (t/m ²)				地盤補強の 必要性	有・無

$$q_{uz} = 0.0045 W_{sw} \text{ (kg)} + 0.0075 N_{sw} \text{ (回)} \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

表-4に、有効土被り圧・荷重の増加応力・地中応力の算定値と、沈下しないためのスウェーデン式サウンディング試験の値を示した。

4. 簡易地耐力判定方法の提案

スウェーデン式サウンディング試験結果より、支持力の算定は表-3で、沈下の判定は表-4で行うこ

表-6 簡易地耐力判定表 (その1)

深度 (m)	実測値		*1支持力の算定 (t/m ²)	*2沈下の判定		
	W _{sw} (kg)	N _{sw} (回)		判定基準値		判定
				W _{sw} (kg)	N _{sw} (回)	
25						
50						
75		16	5	75	—	
1.00		40	5	75	—	
25		40	5	100	—	
50		40	5	100	—	
75		32	5	100	—	
2.0		24	5	100	—	
25	100		4	—	4	×
50	100		4	—	4	×
75		16		—	4	
3.00		12		—	4	
25		20		—	8	
50		16		—	8	
75		12		—	8	
4.00	100			—	8	×
25		12		—	12	
50		24		—	12	
75		16		—	12	
5.00	100			—	12	×
25		76		—	16	
50	100			—	16	×
75	75			—	20	×
6.00	75			—	20	×
25		24		—	24	
50		24		—	24	
75		32		—	28	
7.00		32		—	28	
25		28		—	28	
50		56		—	28	
75		72		—	32	
8.00		72		—	32	
採用支持力 (t/m ²)			5	地盤補強の 必要性		有・ 無

表-7 簡易地耐力判定表 (その2)

深度 (m)	実測値		*1支持力の算定 (t/m ²)	*2沈下の判定		
	W _{sw} (kg)	N _{sw} (回)		判定基準値		判定
				W _{sw} (kg)	N _{sw} (回)	
25						
50						
75			3	75	—	
1.00	75	8	5	75	—	
25		4	4	100	—	
50		24	5	100	—	
75			3	100	—	×
2.0	75		3	100	—	×
25	75		3	—	4	×
50	75	4	4	—	4	
75		8		—	4	
3.00	100			—	4	×
25		8		—	8	
50		20		—	8	
75		32		—	8	
4.00		28		—	8	
25		12		—	12	
50		24		—	12	
75		16		—	12	
5.00	100			—	12	×
25		76		—	16	
50	100			—	16	×
75	75			—	20	×
6.00	75			—	20	×
25		24		—	24	
50		24		—	24	
75		32		—	28	
7.00		32		—	28	
25		28		—	28	
50		56		—	28	
75		72		—	32	
8.00		72		—	32	
採用支持力 (t/m ²)			3	地盤補強の 必要性		有 ・無

(表-5, 表-6, 表-7 脚注)

*1 支持力判定基準

支持力	粘性土	砂質土
3 t/m ²	W _{sw} ≤ 75	W _{sw} ≤ 75
4 t/m ²	100 ≤ W _{sw} , N _{sw} < 8	100 ≤ W _{sw} , N _{sw} < 16
5 t/m ²	8 ≤ N _{sw}	16 ≤ N _{sw}

*2 沈下判定基準

実測値と判定基準値を比較して、実測値 < 判定基準値ならば「×」印を付け、下記の場合、地盤補強が必要。

- ・ 6 m 以内で×が続けて5個
- ・ 8 m 以内で×が合計8個

GL-0.5~2.5mの間25cmごと8層について上表より3, 4, 5をプロットし、平均値が

- ・ 4.5以上のとき……5 t/m²
- ・ 4.5未満のとき……3 t/m²

表-8 調査結果

邸 ・ 新 築 工 事									
敷地地名地層				年 月 日			調査者 氏 名		
調 査 項 目		内 容							
1	地形図より地層推定		・標高 m ・軟弱層 有・無						
2	管轄行政庁の地耐力指導		・有 tf/m ² ・無						
3	敷地の昔の状態		・宅地・畑・水田・湿地・森林・山・河川・海・その他						
4	現 地 踏 査	地 形	・傾斜 ・平地 ・台地 ・湿地						
		高 低 差	・道路より ± m ・隣地より ± m						
		造 成 地	・造成後 年 ・盛土, 切土 ・検査証 有・無						
	擁 壁	・コンクリート ・間知石 ・大谷石 ・玉石 ・その他							
		・全体のためみ 有・無				・目地のズレ 有・無			
	排 水	・排水口 有・無				・ひび割れ 有・無			
開 渠		暗 渠							
5	地盤の強さの推定		・粘性土 ・砂質土 ・ローム ・その他						
			N 値換算する						
6	河川・水路等との関係		河川 水路 床			状 況			
			砂質系	粘土質系	その他				
			護岸からの距離 ≒ m						
7	地盤沈下地域		行政庁の 指 導	有無 内容					
			近 隣 の 情 報						
8	地 下 常 水 位								
9	地 す べ り		行政指導	有・無					
			近 隣 の 情 報						
10	近隣建物の地耐力データ情報収集		敷地よりの距離 ≒ m						
11	近隣建物の基礎地業		調査建物			基 礎			
			RC	S	階	独立	布	ベタ	杭
12	近隣建物の損傷状況								

とができる。

そこで、図-4に示したフローで地耐力および基礎の選択を行うことを提案する。表-5は簡便に地耐力を判定するために作成したもので、表-6, 7に使用例を示した。

5. おわりに

スウェーデン式サウンディング試験結果より、支持力と沈下の有無を簡易に推定する方法を提案した。しかし、この方法はかなり安全側に判断しているた

め、詳細な土質試験結果と表-8に示す調査結果も併用し、総合的に判断することが望まれる。

