

1. 適用範囲

小規模建築物を軟弱粘性土地盤上に建築する場合に、盛土荷重と建物重量により下部地盤に圧密沈下を生じる。その計算方法について示す。

2. 基本事項

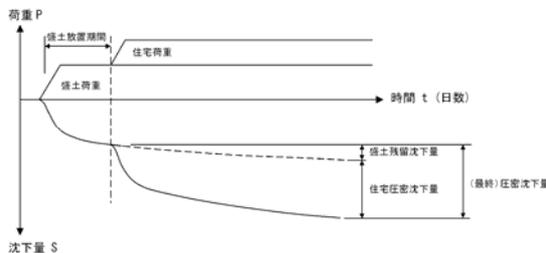
軟弱地盤における沈下は、即時沈下と圧密沈下に大別されるが、ここでは影響の大きい圧密沈下について示す。SWS 試験結果から、沈下計算を行うには圧密試験に代わり少なくとも土を採取し含水比を計測するなどにより沈下計算を行うこととする。サンプリングは推奨（案）C002-2011 を参照。

住宅地盤の沈下トラブルでは、住宅荷重による沈下とともに盛土下部地盤の残留沈下によるものが多くみられるので、盛土が新しい場合は残留沈下の計算も行うこととする。

3. 定義及び計算位置

ここでは、建築学会の指針等で示される慣用の一次元圧密理論に基づいた戸建住宅における実務的な圧密沈下計算法について定義する。沈下量の評価は建物中央で行うことが多い。

盛土が新しい場合は、盛土荷重による沈下量を計算し住宅荷重の沈下量に加える。



4. 土層設定

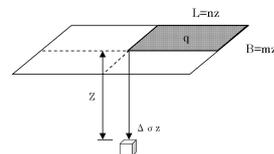
沈下計算に際して、圧密対象層は、有効上載圧力  $\sigma$  と圧密降伏応力  $P_c$ （圧密試験の結果）との関係から正規圧密か過圧密かを判断するのが原則である。しかしながら実務上は圧密試験を実施されることは少ないので、SWS 試験結果とサンプリング結果及び、近隣のボーリング結果や圧密試験を参考にして、地盤を粘性土（圧縮層）、砂質土（非圧縮層）等にモデル化する。

参考として SWS から求まる  $q_u$  を利用し  $P_c$  を求める方法 ( $P_c \approx 1.5q_u$ ) もある。また小規模指針では  $W_{sw}$  が  $0.75kN$  程度以下の層と読み替えてもよいとの記述もある。しかしこれらの適用には近隣の圧密試験の実績に基づき圧密対象層か否かを決定することが望ましい。

5. 地中応力の計算

① 住宅荷重は長方形の等分布荷重  $q$  として計算する。隅角下の深さ  $Z$  における地中増加応力  $\Delta\sigma$  の計算は原則としてブーシネスクの式を積分した式を使用する。

$$\Delta\sigma = \frac{q}{2\pi} \left\{ \frac{mn}{\sqrt{m^2+n^2+1}} \frac{m^2+n^2+2}{(m^2+1)(n^2+1)} + \sin^{-1} \frac{mn}{\sqrt{(m^2+1)(n^2+1)}} \right\}$$

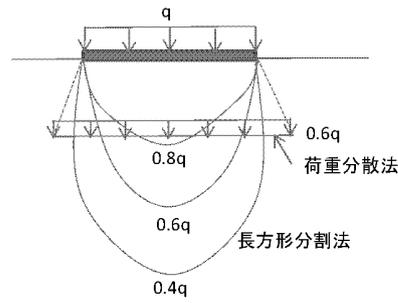


$m = B/Z, n = L/Z$

この計算式は隅角直下の地中応力を計算している。  
中央部の応力は方形を4分割して計算し合計する。（長方形分割法）  
圧密対象層の各層の中央の深さで地中応力を計算する。

② 広い盛土がある場合の地中応力の計算は、小規模指針の計算例 5.を参考に、建物と盛土荷重を分けて、長方形に分割し地中応力を計算し合計する。それほど広くない盛土の場合は建物と同じ範囲で計算すると比較的簡易に計算できる。

注) 荷重分散法（ポストン・コード法）は全体が均一な地中応力となり、中央部の応力は長方形分割法の方が  $1.3 \sim 1.7$  倍大きくなる。荷重分散法での沈下量の評価は余裕をみること。



荷重分散法と長方形分割法の違い

増加地中応力の違い

深度 (m)	長方形分割法①	荷重分散法②	比①/②
0	10.00	10.00	1.00
1	9.84	7.37	1.34
2	9.03	5.66	1.60
3	7.72	4.48	1.72
4	6.33	3.63	1.74
5	5.11	3.00	1.70
6	4.13	2.53	1.63
7	3.36	2.16	1.56
8	2.77	1.86	1.49
9	2.30	1.62	1.42
10	1.94	1.43	1.36

7m×7m 10kN/m<sup>2</sup> 等分布荷重 中央部の応力

## 6. 沈下量の計算式

圧密沈下の計算は e 法、 $m_v$  法、Cc 法の 3 つの式がある。

このうち  $m_v$  法は、沈下量の計算方法が単純で荷重規模が小さいこともあり用いられることが多い。

$$S = m_v \cdot \Delta P \cdot H$$

S : 圧密沈下量 (m)

$m_v$  : 体積圧縮係数 (m<sup>2</sup>/kN)

$\Delta P$  : 地中増加応力 (kN/m<sup>2</sup>)

H : 圧密対象層厚 (m)

沈下計算深度は荷重面から基礎幅の 2 倍程度であり、10m 程度が多い。ただし、広い造成地では新規盛土荷重が、深い範囲へ影響する場合もあるので実情に応じて決定する。

## 7. 盛土下部地盤の残留沈下の計算

盛土下部地盤の残留沈下量 = (盛土下部地盤の全沈下量) × (1 - 圧密度 U)

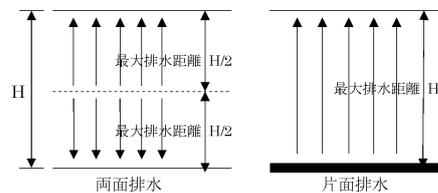
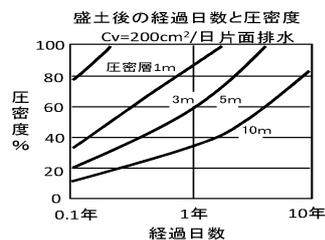
圧密度 U は時間係数  $T_v$  との表から求める。

U と  $T_v$  の関係

圧密度 U	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
時間係数 T	0.008	0.031	0.071	0.126	0.197	0.287	0.403	0.567	0.848

時間係数  $T_v = (\text{圧密係数 } C_v \text{ cm}^2/\text{日}) \times \text{経過日数} / (\text{粘土層の層厚 cm})^2$

ただし両面排水の場合は粘土層の層厚は 1/2 となり沈下終了日数は 1/4 となる。



注) 含水比 100% 程度の粘土層を想定している。

粘土層が 10m あると圧密度 80% に達するためには約 10 年を要する。

## 8. 許容沈下量と不同沈下

許容沈下量は、住品協技術基準書及び小規模指針では、べた基礎の標準値は 10 cm とされておりこれらを参考にする。設計目標値としては、むしろ傾斜角、変形角にて評価することが望ましい。偏荷重や盛土荷重を考慮した場合、建物の傾斜角が計算できる。小規模指針では傾斜角 3/1000 以下、変形角 2.5/1000 以下が示されている。傾斜角は要求性能や沈下計算の精度によってはさらに安全を考慮するなどの配慮が必要である。また変形角は基礎の剛性を考慮していないので実際には軽減される。剛性を考慮した設計は、建築学会基礎指針を参考にされたい。

## 9. 土質定数の決定

①  $m_v$  の決定は次の方法で行う。

- A) 圧密試験を実施する。
- B) 既存の近隣データから  $m_v$  を収集する。
- C) 既存の近隣データから粘着力を収集し  $m_v$  に換算する。  
例えば  $m_v = 1/(80C)$  : 大阪      $m_v = 1/(52C)$  : 関東
- D) 既存の近隣データから含水比を収集し  $m_v$  に換算する。  
例えば  $m_v = 10 \times 10^{-5} \cdot w_n^A$       $A = 1.2 - 0.0015(\sigma_0 + \Delta\sigma/2)$  : 関東陸成粘土
- E) SWS 試験時にサンプリングし含水比を測定し  $m_v$  に換算する。
- F) SWS 試験データを参考に  $W_{sw}$  を粘着力に換算し推定する。

$m_v$  は現地の圧密試験により決定することが望ましいが、住宅では費用の点で難しいため、近隣データと E) または F) など複合的に判断する。特に地域の土質試験データの収集に努めることが重要である。

②  $C_v$  の推定についても地域性があるので地域の圧密試験データの収集が重要である。

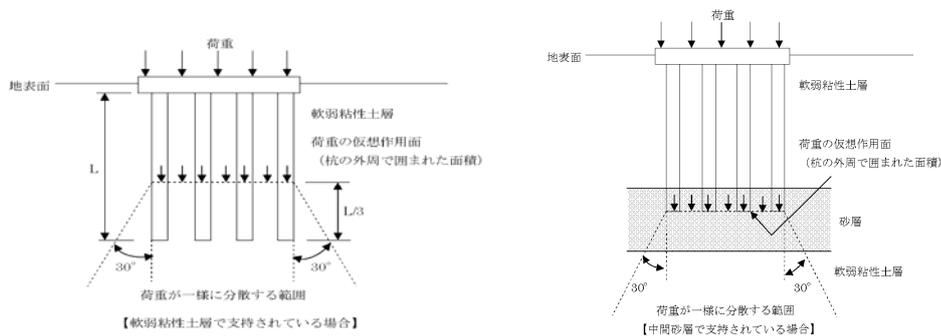
粘性土の圧密試験例<sup>1)</sup>

土質	中間土	シルト	粘土	高含水粘土
含水比 (%)	35~50	50~70	70~90	90~120
$m_v$ ( $m^2/kN$ )	$0.5 \sim 0.8 \times 10^{-3}$	$0.4 \sim 1.3 \times 10^{-3}$	$0.5 \sim 1.6 \times 10^{-3}$	$0.6 \sim 2 \times 10^{-3}$
$C_v$ ( $cm^2/day$ )	300~500	300~400	200~300	30~190

P=100kN/m<sup>2</sup> の場合

## 10. その他

① 改良時の沈下計算において、地中応力の算出は建築センター指針、小規模指針を参考にする。杭系の沈下計算は等価荷重面法により増加地中応力の計算を行う。



等価荷重面法

②  $m_v$  などの推定は比較的高度な地盤知識を必要とするため、沈下計算は経験豊富な技術者が行うことが望ましい。

参考文献     1) 土質工学会：土質試験法 昭 60.9 表 5.4.2 による