

住宅の不同沈下とスウェーデン式サウンディング試験の関係

住宅 不同沈下 スウェーデン式サウンディング試験

サシカ・ホールディングス(株) 正会員 ○神村 真
 〃 正会員 田部井香月
 山口大学大学院 国際会員 中田 幸男

2000 年に「住宅の品質確保の促進に関する法律（以下、品確法）」が施行されたこと、その後の平成 13 年(2001)年国土交通省告示 1113 号で、スウェーデン式サウンディング試験（以下、SWS 試験）による地盤の長期許容支持力度の推定手法が示されたことなどから、住宅の基礎地盤の長期許容応力度の調査手法として、SWS 試験が広く普及した。告示 1113 号には、液状化の可能性がある場合や、SWS 試験の結果として地盤が軟弱だと判断された場合、地盤の沈下や変形が建築物に悪影響を与えないことを確認しなければならないとある。しかし、SWS 試験では、液状化の可能性や地盤の沈下量の定量的な予測は困難であり、定性的な評価がなされることが一般的である¹⁾³⁾。その結果、SWS 試験の評価者によって評価結果が異なることがしばしば生じ、結果として不同沈下事故につながることも少なくない。

著者らは、不同沈下事故が発生した場合と発生していない場合での SWS 試験結果の差異に着目し不同沈下と SWS 試験結果の関係について検討を行った。

1. 対象とした不同沈下事故事例

(1) 調査方法

不同沈下事故物件は、①地形、②敷地内の高低差の有無、③敷地内の高低差の原因（例えば L 型擁壁等）、④不同沈下量、⑤SWS 試験結果に着目して整理した。なお、「不同沈下量」とは、「相対沈下量 ΔS 」と「傾斜角 θ 」のこととし、それぞれ以下のように定めた。なお、無事故物件は、不同沈下量が不明であるので、SWS 試験結果にのみ着目し、不同沈下事故事例との差異にのみ着目した。

$$\Delta S = H_{max} - H_{min} \quad (1), \theta = \Delta S / L \quad (2)$$

ここで、 ΔS ：相対沈下量(mm)、 H_{max} ：基礎端部またはその付近のレベルの最大値 (mm)、 H_{min} ：基礎端部またはその付近のレベルの最小値、 θ 傾斜角、 L ： H_{max} および H_{min} の計測地点間距離(mm)

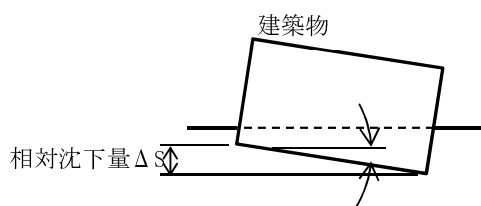


図 - 1 相対沈下量 ΔS と傾斜角 θ の関係 (模式図) 4)

(2) 地形区分と高低差

図 - 2 に、対象とした 85 件の不同沈下事故物件の属する地形とその件数を示す。図から、住宅の基礎地盤として適当と判断できる丘陵地や台地での事故件数が約 60%を占め、残りの約 40%を谷底平野や後背低地のような圧密沈下の可能性が高いと考えられる地形が占めることが分かる。良好地盤での事故事例が多いことは、擁壁が関与していると考えられるので、擁壁等敷地内での

高低差の有無を確認した。

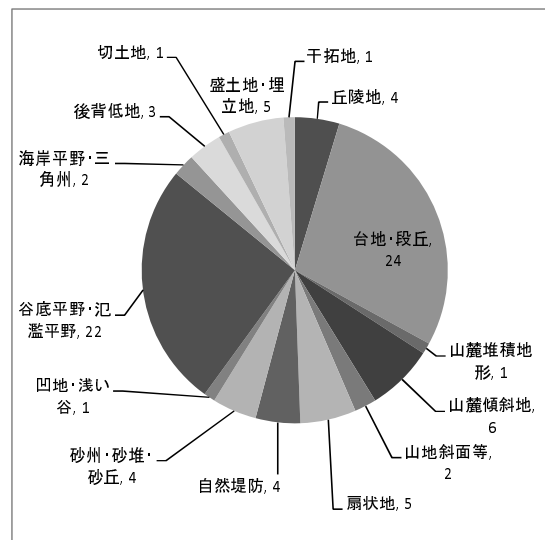


図 - 2 地形別の不同沈下事故件数

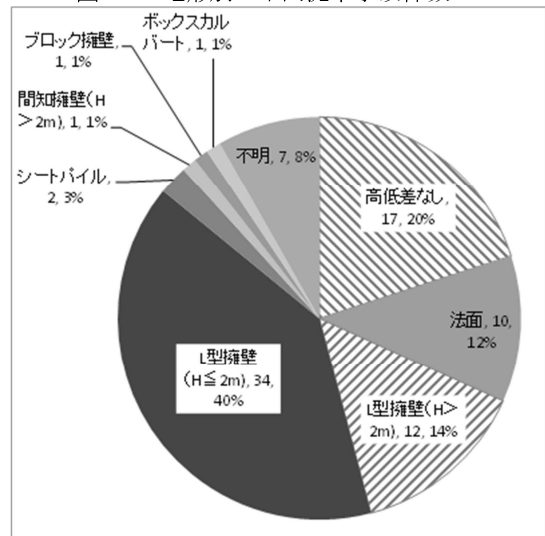


図 - 3 住宅周辺での高低差の原因別不同沈下事故件数

図 - 3 に敷地内での高低差の有無、高低差がある場合は、その原因の内訳を示す。図 - 3 から、不同沈下事故の 72%で敷地内に高低差があり、見え高が 2m 以下の L 型擁壁が敷地内にあった事故事例は 34 件(40%)にのぼる。

2. SWS 試験結果と不同沈下の有無の関係

SWS 試験は、土試料の採取が困難であるため、圧密沈下量を予測するための地盤定数を得ることは難しい。しかし、式(1)を用いれば、SWS 試験を用いて圧密沈下量を予測することが可能となる。

$$S = \Sigma(m_{vi} \cdot \Delta\sigma_{vi}(z) \cdot H_i) \quad (1)$$

ここで、

m_{vi} : 体積圧縮係数(m^2/kN) ($m_{vi} = 1/(\alpha \cdot q_u) = 1/(\alpha \cdot (45W_{swi} + 0.75N_{swi}))$)、 α : 地域係数、 $\Delta\sigma_{vi}(z)$: 基礎下から $z(m)$ 下での建物荷重による地盤内鉛直応力増分(kN/m^2) ($\Delta\sigma_{vi}(z) = \frac{\Delta\sigma_{vi}(0) \cdot B \cdot L}{(B+z)(L+z)}$)、 $\Delta\sigma_{vi}(0)$: 基礎接地圧(kN/m^2)、 B 、 L : 基礎寸法(m)、 H_i : 検討地層の層厚(SWS 試験の場合 $H_i=0.25m$)

しかし、今回用いた事故事例の中には基礎接地圧 $\Delta\sigma_{vi}(0)$ が明らかでないものが多い。また、地域係数 α が明らかにされている地域は極めて少ない。そこで、不確実性の高い $\Delta\sigma_{vi}(0)$ と α を右辺から左辺に移動させる。その結果、右辺は、SWS 試験結果と基礎形状のみの数式となる((2)式)。この値を、SWS 試験結果と基礎形状のみから沈下量の大小を定量的に評価可能な沈下指標 SI と定義する。

$$SI = \frac{S \cdot \alpha}{\Delta\sigma_{vi}(0)} = \Sigma H_i \cdot \Sigma \left\{ \frac{1}{(45W_{swi} + 0.75N_{swi})} \cdot \frac{B \cdot L}{(B+z)(L+z)} \right\} \quad (2)$$

SI は、建物荷重による地中内鉛直応力増分や SWS 試験結果の深度方向の変化を考慮して、発生する可能性のある沈下量の大きさを表す指標である。ここでは、基礎形状が不明であるので、 $B=L$ と仮定した。 SI は、SWS 試験の計測ポイント毎に一つの値が算出されるので、この値の最大値と最小値の差 ΔSI は、相対沈下量と関連性があると考えられる。

図 - 4 に無事故および事故物件での ΔSI の頻度分布を示す。図中には、この頻度分布が正規分布すると仮定した場合の理論曲線も示した。この図から、 ΔSI の分布傾向が、無事故事例と事故事例では異なることが分かる。なお、ここでは、基礎寸法を無視して SI を算出している。基礎の寸法は、建物荷重による地盤内鉛直応力増分に大きな影響を及ぼすので、この点について確認の余地が残されている。

3. まとめ

不同沈下事故事例と事故が発生した敷地内での SWS 試験結果を分析した結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 85 件の不同沈下事故について、地形、高低差の有無とその種類に着目して整理した結果、全体の 72%で敷地内に何からの高低差があり、これが不同沈下に関与していることが分かった。
- 2) SWS 試験結果から沈下量の大きさを表す指標 SI を定義し、無事故物件と事故物件で敷地内での SI の最大値と最小値の差異 ΔSI を算出した。その結果、 ΔSI の頻度分布は、無事故物件と事故物件で明確に異なることが確認できた。
- 3) ここで示した沈下指標 SI は、基礎形状が不明なものが多いことから、基礎寸法を無視して算出した。基礎寸法は建物荷重による地盤内鉛直応力増分 $\Delta\sigma_{vi}(z)$ に大きな影響を及ぼすため、今後は、基礎寸法が SI に及ぼす影響を検証する必要がある。

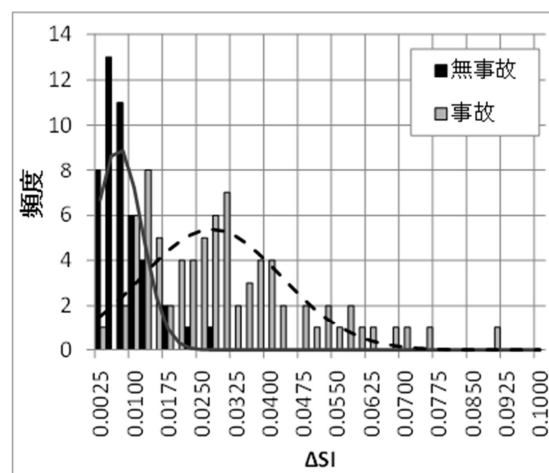


図 - 4 不同沈下事故物件での $\Delta S/\Delta SI$ の頻度分布

参考文献

- 1) 田村昌仁、枝広茂樹、渡部英二、吉田正、秦樹一郎：戸建住宅を対象としたスウェーデン式サウンディングによる地盤評価の考え方、土と基礎、Vol.50, No.11, pp.15-17, 2002., Vol.50, No.11, pp.15-17, 2002.
- 2) 藤井衛、田村昌仁、伊集院博：小規模建築物の地盤を対象としたスウェーデン式サウンディング試験方法の評価と問題点、日本建築学会構造系論文集、第 557 号、pp.121-128, 2002 年 7 月.
- 3) 田村昌仁、水谷羊介、河村政史、藤井衛、枝広茂樹、小口和郎：スウェーデン式サウンディングによる地盤調査法の現状と課題、土と基礎、Vo.52, No.4, pp.8-10, 2004.
- 4) 社団法人日本建築学会：小規模建築物基礎設計指針、pp.30-92, 2008.