

国際地震工学センター

- 1 住宅基礎の性能評価技術の開発フェージビリティ・スタディ Feasibility study on the development of performance evaluation for Foundation of houses

(研究期間 平成 13 年度)

国際地震工学センター

International Institute of Seismology and Earthquake Engineering

田村昌仁

Masahito Tamura

Synopsis-This paper deals with the development of performance evaluation for foundation of detached houses. It is important to use the suitable soil survey methods and soil tests in order to design the foundation of houses. In this paper, the penetrating mechanism into the ground of swedish weight sounding were investigated.

【研究目的及び経過】 本研究は住宅基礎の新たな性能評価法の開発を目的としたものであり、地盤調査技術や設計技術の検討を行ったものであるが、ここではスウェーデン式サウンディング(以下、SWS)に関する研究結果を述べる。SWSは、簡便迅速な住宅用地盤調査手法であり、H13年国土交通省告示1113号でSWSによる地盤の許容応力度算定式が新たに規定されたことなどを考えると、当該手法のニーズはさらに高まる。しかし、スクリーウの形状規格/自沈判定法/適用範囲など技術的に明確でない部分があり、当該手法の信頼性を向上するためにはいくつかの課題が残されている。そこで、今回、スクリーウの回転貫入挙動を理論的かつ実証的に検討することにした。

【研究内容】 回転貫入機構 SWSのスクリーウは、図1の角錐状鋼材を20cmにつき1回捻ったものに相当し、水平切断面は概ね正方形(最大辺長 $B=2.3\text{cm}$)である。回転貫入体の形状は、一般に軸部(回転に影響されない貫入部)とスクリーウ部(回転により半径方向の動きが生じる部分)に大別できる。スクリーウパイルやアースオーガでは両者が明確に区別できるが、SWSでは軸部とスクリーウ部が一体化し、回転によってすくい上げようとする部分の割合が軸部面積に対して少ないので、回転推進効果はスクリーウパイルなどに比して大きくない。スクリーウの推進機構は、軸力効果、回転推進効果、構造効果に大別されるが、 $W_{sw}=0\text{N}$ ではほとんど回転貫入できないので、軸力が支配的である(図2)。回転推進機構を發揮させるにはスクリーウを地盤に食い込ませる必要があるが、軸力ゼロの状態では食い込ませるために必要な反力(スクリーウ上部からの押し効果)がないので回転推進効果も期待できないと考えられる。

推進効果を欠くスクリーウ形状 スクリーウの水平切断面は上部が大きいので、上下の切断面の関係が図3のようになると土をすくい上げる部分がほとんどなく、回転推進効果が期待できない。この場合、上部半径 R_2

と下部半径 R_1 の関係は(1)式となり、切断面を包絡する限界貫入角 α_{cr} は1回転当りのスクリーウ長を L_s とすると、(2)式となる。

$$R_2 = R_1 (\sin \alpha_{cr} + \cos \alpha_{cr}) \quad (1)$$

$$\tan \alpha_{cr} = R_1 (\sin \alpha_{cr} + \cos \alpha_{cr} - 1) / (L_s \alpha_{cr} / (2)) \quad (2)$$

図4は、(2)式が成立する回転半径 $R_s \sim \alpha_{cr}$ 、 L_s の関係であり、 α_{cr} は L_s が大きくなるほど小さくなる。実在のスクリーウの α_{cr} は $5 \sim 20^\circ$ 前後で先端では α_{cr} を越える可能性もあり、先端部の回転推進効果は α_{cr} がゼロに近い中央部より乏しい。形状を定量化するには、先端から長さ方向の回転角と回転半径を図示することが基本である。

自沈判定 自沈とはスクリーウが自重により貫入する状態であり、スクリーウが捻り具合に応じてスムーズに貫入する状況(貫入量20cmにつき1回転で N_{sw} で10相当)は自沈モードとも言える。しかし、自沈現象はあくまで回転力(トルク)を付与することなく貫入する状態であり、トルクを必要とする場合はスムーズに貫入してもそれは N_{sw} が10程度以下の回転層として評価しなければならない。ロッド軸部の摩擦抵抗の影響を考えれば、スムーズな貫入であってもトルクを必要とする可能性がある。スクリーウがスムーズに貫入する推進速度 $V_{ps}(\text{cm/sec})$ は、ロッドの回転速度を $R_p(\text{rpm})$ とすると、スクリーウ - 全長 $L_s (=20\text{cm})$ に対して(3)式で与えられ、この貫入速度付近におけるトルクや貫入挙動を知ることが自沈判定にとって重要である。図5は、地盤強度と自沈層及び回転層の関係を単純に図示したものであるが、自沈モードとなった場合でも回転層となる場合や自沈層となる場合もあると考えられる。

$$V_{ps} = L_s \cdot R_p / 60 = R_p / 3 \quad (3)$$

V_{ps} : 推進速度(cm/sec) R_p : ロッド回転数(rpm)

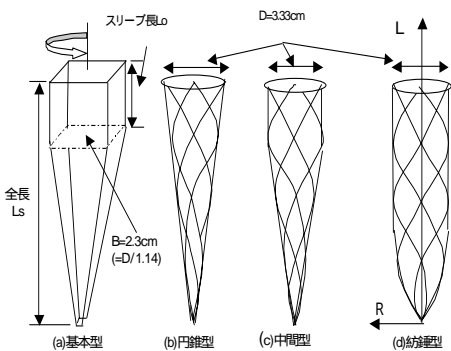
L_s : スクリーウ - 全長(=20cm)

手動式装置を用いて自沈層の貫入量と回転角を図6の手法により調べた。自沈モードは、1cm当たり18度回転する状態(20cm/1回転)である。図7には、その結

果を示しているが、今回の実験に関しては自沈層の貫入速度は概ね 30cm/1 回転前後であり、スムーズに貫入する自沈モードよりも貫入が卓越した状態を自沈と判定していることが伺える。自沈モードより早い貫入では、スクリーに逆向きのトルクが地盤から与えられることになる。ただし、図の結果は各層の平均値であり、荷重増減時の停止基準などが明確でなく、測定者の経験による部分があることに留意する必要がある。

スクリーポイントの形状効果 スクリューポイントの形状は概ね JIS で規格化されているが、最大径の位置などの詳細規定はなく、 N_{sw} などが変化するおそれがある。文献 1) では、スクリーの回転貫入挙動を力の釣り合いやトルク仕事などの観点からを考察しているが、図 1 のそれぞれの効果を定量化することは容易でない。ここでは形状と N_{sw} や W_{sw} の関係を機構的に考察することにする。

上記からわかるように、円錐状のスクリーより紡



最大径D=333cm、長さLs=20cm、基本型を1回転させたもの、先端空数mm程度

図1 スクリューの基本的形状の考え方

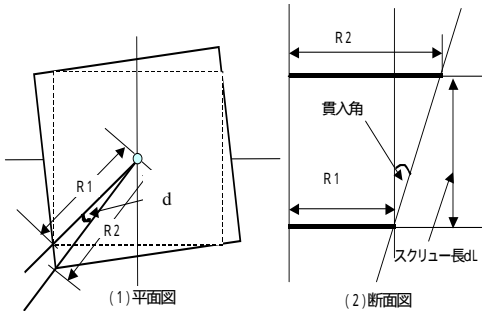


図3 回転推進効果の乏しい限界貫入角 α

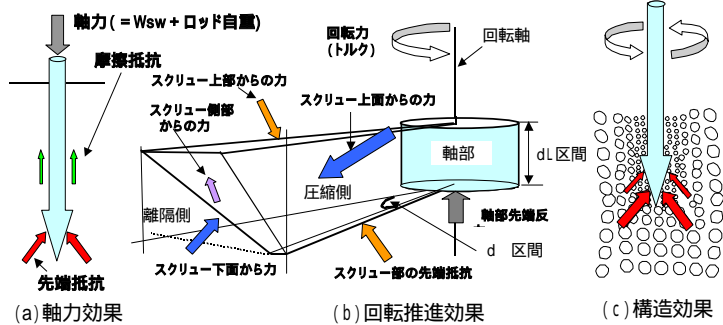


図2 スクリューの機構機構

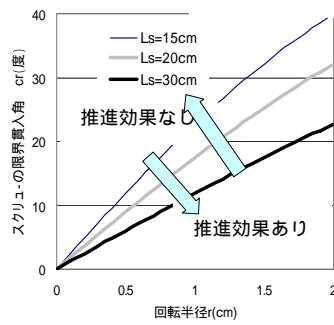


図4 限界貫入角と回転半径

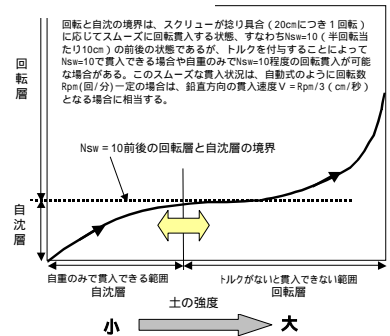


図5 自沈層と回転層の貫入挙

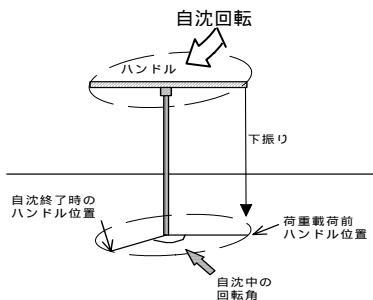


図6 自沈中の回転角の計測方法

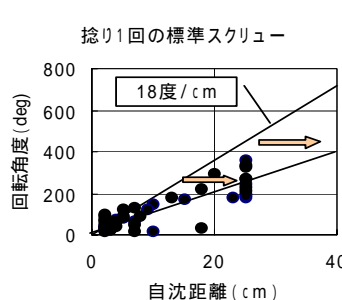


図7 自沈層の回転挙動

錘形が の効果が優れている。20cm 当たりの捻り回数を 1 回より多くした場合も同様である。このような場合、 N_{sw} の大きさは地盤強度に対して変化しにくく、 N_{sw} が捻り具合により強く支配されることになり、 N_{sw} のみから地盤の硬軟を判定することが難しくなる。この状態の貫入は、アースオーガやスクリーパイルが、特に固い地盤を除くと、回転貫入状況がスクリーのピッチのみに支配される状況に近い。この状況を模式図に示すと図 8 のようになる。一定の W_{sw} のもとでは、ある硬さ以上の地盤では空回り状態が生じて N_{sw} が著しく急増するが、捻りの乏しいスクリーでは軟らかい地盤でも空回りしやすい。一方、自沈段階では、貫入により押しつけられる土塊量が多い紡錘状が円錐状より W_{sw} が大きく評価される可能性がある。

【参考文献】1) 田村ほか、戸建住宅を対象とした地盤調査と地耐力評価のポイント, 建築技術, H12, 9 月

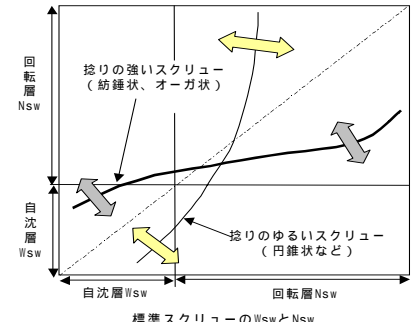


図8 スクリュー形状と N_{sw} , W_{sw} 本質的な関係