

III-240

盛土斜面における異種の貫入試験機による土質強度の相関性

（財）鉄道総合技術研究所 正員 岡田勝也、正員 杉山友康
正員 野口達雄、正員 村石 尚

1. まえがき

鉄道盛土の地震時あるいは降雨時の安定性を検討するには、盛土を構成する土質強度を推定しなければならない。多くの場合は標準貫入試験やスウェーデン式サウンディング試験などの手のかかるサウンディングを行っているのが実情である。しかし、もっと簡易なサウンディングによって土質強度を推定できれば、より多くのサウンディングを現場において実施することができる。当報告は、一つの鉄道盛土に着目して、この盛土斜面を格子状に区切って図1に示す斜面調査用簡易貫入試験機とスウェーデン式サウンディング試験機によってサウンディングを行い、両貫入試験機が示す土質強度の相関性について述べたものである。

2. 対象とした鉄道盛土の概要

対象とした盛土は中央本線の廃線敷で、信濃境・富士見間にあり、高さ約15mの単線盛土である。盛土材料の表層50cmについては均等係数 $U_c = 69.2$ 、曲率係数 $U'_c = 6.31$ の石炭混じり砂（SO）あるいは $U_c = 63.3$ 、 $U'_c = 0.53$ の石炭混じり礫（GO）である。しかしのり面から80cmの深さでは、 $U_c = 111.3$ 、 $U'_c = 0.89$ のシルト質砂（SM）である。サウンディングを実施した時の盛土材料の含水比は表層を除けば55～65%程度である。

盛土の線路左斜面について、線路方向にピッチ6m、高さ方向にピッチ3mの測線からなる格子点を定めて合計28点について、斜面調査用簡易貫入試験機とスウェーデン式サウンディング試験機の両者によりサウンディングを実施した。

3. 斜面調査用簡易貫入試験機とスウェーデン式サウンディング試験機による土質強度の比較

当該盛土に対する斜面調査用簡易貫入試験機による強度 N_c を代表的な測点について描くと図2のようになる。なお、当試験機は図1に示すように5kgfの重りを50cmの高さから自由落下させ、先端コーンを10cm貫入させるのに要した打撃回数 N_c を測定するものである。重りは軽いので大きな礫に当たった場合には N_c は非常に大きくなる場合がある。ここではこのような特異なデータを棄却して整理しなおした¹⁾。一方、スウェーデン式サウンディング試験による強度 W_{sw} 、 N_{sw} に対しては図2の実線のようになる。 W_{sw} が一定の場合、すなわち荷重 W_{sw} で自沈する間でも、 N_c には強度増加が見られる。いずれにせよ、 N_c と W_{sw} あるいは N_{sw} の間にはある相関がみられそうである。

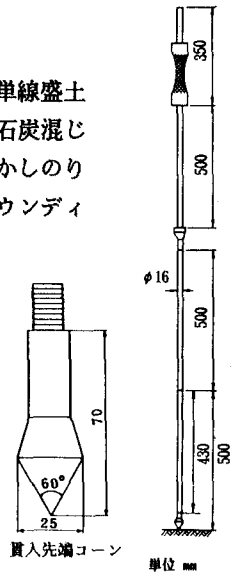


図1 斜面調査用簡易貫入試験機の概要

4. 斜面調査用簡易貫入試験機とスウェーデン式サウンディング試験機による強度の相関性

異種の貫入試験機に対する相関性については多くの研究があるが、たとえば、稲田²⁾が標準貫入試験とスウェーデン式サウンディング試験について、砂質土に対して、

$$N = 0.02W_{sw} + 0.067 N_{sw} \quad \text{-----(1)}$$

を提案している。一方、建設省土研³⁾では標準貫入試験と斜面調査用簡易貫入試験について、

$$N_{c, 30} = (3 \sim 10) N \quad \text{-----(2)}$$

を与えている。

しかし、斜面調査用簡易貫入試験機とスウェーデン式サウンディング試験機による強度の相関性を同じ土質において求めたものはない。そこで、3.に述べたサウンディング結果に基づいて解析する。斜面調査用簡易貫入試験機の N_c は大きな礫にあたると異常値を示すので、その値はその前後の値を平均して与えることにした。また W_{sw} で自沈する場合に相当する N_c は自沈し始めた時の値を与えた。 N_c と W_{sw} 、 N_c と N_{sw} のそれぞれの関係は、

$$N_c = \alpha W_{sw} \quad (3)$$

$$N_c = \beta N_{sw} + \gamma \quad (4)$$

で与えられることになるが、 $W_{sw} = 100\text{kgf}$ と $N_{sw} = 0$ の時の N_c は一致しなければならないから、定数 γ は $\gamma = 100\alpha$ でなければならない、したがって式(4)は

$$N_c = \beta N_{sw} + 100\alpha \quad (5)$$

となる。式(3)と式(5)の両者の回帰式と実測値の残差の自乗和を最小とする時の α と β を求めれば、

$$\begin{aligned} \alpha &= 1/\Delta \left\{ \left(\sum_{i=1}^{\lambda} x_{1i} y_{1i} + 100 \sum_{i=1}^{\mu} y_{2i} \right) \sum_{i=1}^{\mu} x_{2i} - 100 \left(\sum_{i=1}^{\lambda} x_{2i} y_{2i} \right) \sum_{i=1}^{\mu} x_{2i} \right\} \\ \beta &= 1/\Delta \left\{ \left(\sum_{i=1}^{\lambda} x_{1i} + \mu 100 \right) \sum_{i=1}^{\mu} x_{2i} y_{2i} - 100 \left(\sum_{i=1}^{\lambda} x_{2i} \right) \left(\sum_{i=1}^{\lambda} x_{1i} y_{1i} + 100 \sum_{i=1}^{\mu} y_{2i} \right) \right\} \\ \Delta &= \left\{ \left(\sum_{i=1}^{\lambda} x_{1i} + \mu 100 \right)^2 \sum_{i=1}^{\mu} x_{2i}^2 - 100^2 \left(\sum_{i=1}^{\lambda} x_{2i} \right)^2 \right\} \quad (6) \end{aligned}$$

となる。ここに、 x は W_{sw} 、 N_{sw} の実測値、 y は N_c の実測値であり、 λ は自沈の時のデータ数、 μ は回転の時のデータ数である。当該盛土の実測値について式(6)により、定数 α と β を求め、これを式(3)と(5)に代入すれば、

$$N_c = 0.018 W_{sw} + 0.22 N_{sw} \quad (7)$$

のようになる。この時、自沈の場合には $N_{sw} = 0$ 、回転の場合には $W_{sw} = 100$ である。式(7)による回帰式と実測値の関係は図3のようであり、その相関係数は $r = 0.82$ である。

5. あとがき

当報告は斜面調査用簡易貫入試験機とスウェーデン式サウンディング試験機による強度の相関性を論じたものであるが、解析の対象とした斜面は特定の一斜面にすぎない。しかしこうした実例が少ない現状においては有益な資料を提供するものと考えられる。今後、対象斜面を広げ、斜面の平面分布特性¹⁾を含め、土質別に両者の相関性を検討し、合理的な関係式を提案していきたい。

(文献) 1) 杉山、岡田ほか：盛土斜面における土質強度の鉛直・平面分布特性、土木学会44回年講、1989

2) 稲田：スウェーデン式サウンディング試験結果の使用について、土と基礎、Vol.8, No.1, 1960

3) 砂防・地すべり技術センター：斜面調査簡易貫入試験機取り扱い要領、1982

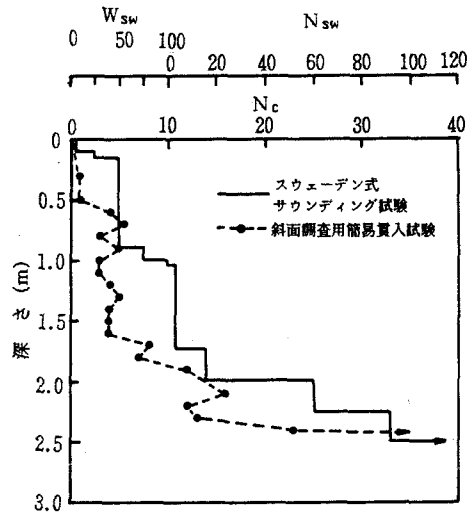


図2 N_c と W_{sw} 、 N_{sw} の比較

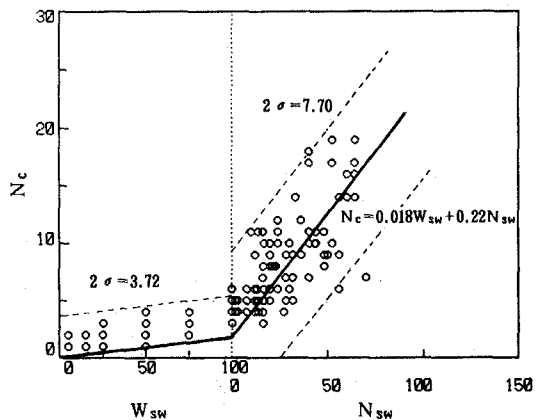


図3 N_c と W_{sw} 、 N_{sw} の相関