

鉄道構造物設計におけるP S 検層の有用性に関する一考察

(株)アーバン・エース 正会員 ○上野 勝大

(株)アーバン・エース 正会員 肥塚 二郎

(株)アーバン・エース 正会員 中川 元宏

1. はじめに

近年、鉄道構造物設計に先立ち行う地盤調査の際に、P S 検層を実施するケースが多くなってきた。P S 検層は、耐震設計を行う際に最も重要な特性の一つとして挙げられるせん断弾性波速度(以下: V_s)を原位置で調査する物理検層の一つであり、ボーリング孔内を利用して調査を行うことができる。従来では地層の連続性を把握する目的で良く実施されていたが、近年では地盤の動的解析を行う場合のパラメータ設定のために不可欠な調査としてその利用頻度は増大している。

筆者らは、主に鉄道土木構造物の設計用諸数値を得ることを目的に、様々な箇所でP S 検層を実施してきた。ここでは、それらの結果から得られる地盤物性値が、N値や室内試験から得られる地盤物性値とどの程度の相関を有しているか、あるいは構造物設計においてP S 検層を実施することがどの程度有用かについて考察を加えてみたので、その結果について報告する。

2. 検討内容

今回、検討に用いたデータは、大阪の淀川河口部及びその周辺で実施されたP S 検層から得られたものを用いており、そのほとんどがサスペンション法(漂遊型)による結果である。ただし、サスペンション法の場合、地下水位より上方においての調査結果はその信頼性が欠けることから、地表面付近のデータのみ板叩き法により得られたデータを含んでいる。

本研究では、まずP S 検層の結果から得られた V_s とN値からの換算式により得られた V_s とを比較し、N値から得られる V_s の信頼性について検討を行った。また、P S 検層によりS波速度 V_s とP波速度 V_p が解れば、地盤の変形係数が求められる。そこで、P S 検層から得られる変形係数とN値あるいは室内試験から得られる変形係数とを比較することにより、P S 検層より求めた変形係数を設計に利用する場合の課題について考察を加えてみることにした。

3. せん断弾性波速度 (V_s) の比較

まず、PS検層によって得られた V_s とN値からの換算式(式1)から得られた V_s とを比較してみた(図1)。

$$\left. \begin{array}{ll} \text{砂質土} & V_s = 80 \cdot N^{1/3} \quad (N \leq 50) \\ \text{粘性土} & V_s = 100 \cdot N^{1/3} \quad (2 \leq N \leq 50) \\ & V_s = 23 \cdot q_u^{0.36} \quad (N < 2) \end{array} \right\} \text{(式1)}$$

この結果を見ると、相対的にPS検層によって得られた V_s の方が、N値からの換算式より得られた V_s よりも若干大きめになる傾向が見られる。特に洪積層においてはその傾向が顕著で、N値からの換算式で得られた V_s に対して約2割増し程度となっており、高い相関も認められる。

これに対し、沖積層においては両者の結果に、ややばらつきが大きいのが解る。また洪積層における結果で見られたようなPS検層によって得られた V_s が大きめになるといった傾向も見られない。

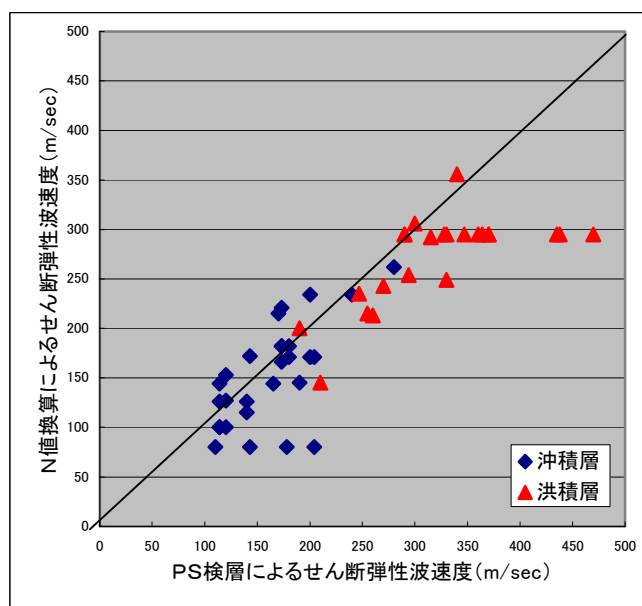


図1 せん断弾波速度 V_s の相関図

キーワード：P S 検層、せん断弾性波速度、地盤の変形係数

連絡先：〒530-0012 大阪市北区芝田 1-4-8-4F TEL.(06)6359-2756 FAX.(06)6359-2762 www.uace.hankyu.co.jp

以上を勘案すると、まず今回検討を行った地域の洪積層に関しては、N 値からの換算式と PS 検層の結果は良い相関が得られているとともに、概ね N 値換算で求められる V_s は小さめに評価されている傾向がうかがえる。したがって、本地域の洪積層ではある程度 N 値からの換算式により V_s を求めても設計上大きな問題は生じないと言える。ただし耐震設計上の基盤面を設定する場合で $V_s=400\text{m/sec}$ 以上の地層を確認するような場合には、N 値からの換算式では $V_s=300\text{m/sec}$ 付近で頭打ちになってしまうため、PS 検層を実施することにより V_s の十分な把握に努めることが必要と考えられる。

沖積層部分においては N 値からの換算式によって得られる V_s は PS 検層から得られる V_s に対してばらつきが大きく、鉄道構造物等設計標準・同解説でうたわれている N 値から V_s を求める場合の2割の安全率が同地域でも妥当であることを検証する結果となった。このため構造物の設計や地盤解析等を行う場合で V_s の把握が必要と考えられる場合には、N 値からの換算式に頼らず、PS 検層を実施し、より正確な物性値を把握することが必要であると言える。

4．変形係数（E）の比較

つぎに、PS 検層の結果から式 2 により得られる変形係数 E (MN/m^2) と、N 値あるいは室内試験から得られる変形係数 E (MN/m^2) との比較を行った。ここで、砂質土に関しては N 値からの換算式(式 3) 粘性土に関しては三軸圧縮試験の結果から得られる変形係数を比較の対象とした。

$$E = 2G(1 + \nu_d) \quad \dots \text{式 2}$$

ここに、 E : 地盤の変形係数

G : せん断弾性係数

ν_d : ポアソン比

$$E = 2500N \quad \dots \text{式 3}$$

PS 検層から得られる変形係数を横軸に、N 値からの換算及び三軸圧縮試験結果から得られる変形係数を縦軸プロットし両者の相関を比較したグラフを図 2 に示す。

これを見ても解るように、両者の数値は大きなばらつき

を有している結果となった。概して PS 検層から得られる変形係数の方が、N 値から算出される変形係数や三軸圧縮試験から得られる変形係数よりも大きくなる傾向は認められる（今回の結果では平均 4 倍程度 PS 検層による変形係数の方が大きい）が、その精度は高いとはいえない。このため、一概にどちらの結果が正しいかの判断はできないが、PS 検層により得られる変形係数を設計に利用する場合には、十分な注意を払う必要があると言わざるを得ない。

5．まとめ

今回の研究では、PS 検層結果から得られる地盤情報の土木構造物設計に対する有用性について検討を行った。その結果、土の変形係数に関して有用な結果を得ることはできなかった。しかしながら、PS 検層から得られるせん断弾性波速度 V_s に関しては、構造物の設計上有用なデータが得られることが再認識できた。特に沖積層においては、N 値からの換算により得られる V_s にばらつきが大きいことから、この沖積層を対象とした PS 検層の実施がより有効であることがわかった。

今後は、今回 PS 検層による把握が有効であることが再認識できた V_s のさらなるデータ収集に努めながら、地域的な地層分布の V_s による統計的評価などにも取り組んでいきたいと考える。

<参考文献>

鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計（平成 11 年 10 月）：（財）鉄道総合技術研究所

鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物（平成 9 年 3 月）：（財）鉄道総合技術研究所

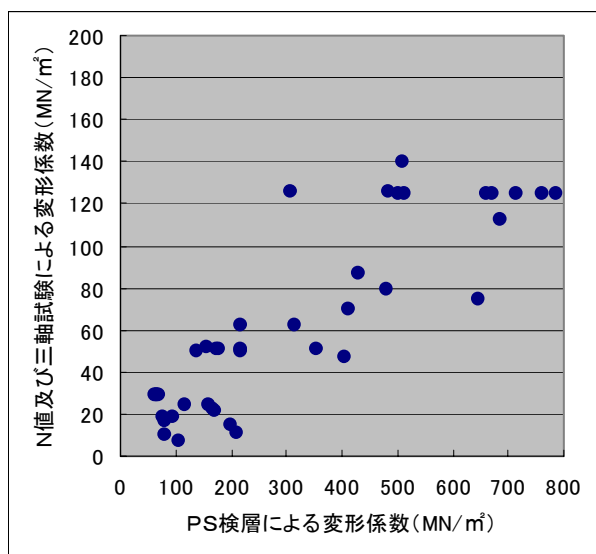


図 2 変形係数の相関図