

時代別にみた地層の S 波速度と N 値の関係

(株)アサノ大成基礎エンジニアリング ○菊地 將太
清田 泰行

1. はじめに

地盤の S 波速度は N 値との相関性があり、N 値と S 波速度の関係式も多く提案されている^{1), 2)}。

一方で、実際の地盤で S 波速度を測定し N 値との関係を比較すると、ばらつきが大きく関係式と一致しないことも多い。この原因としては、N 値・S 波速度の測定誤差、土の粒度特性などが考えられるが、地層の堆積年代も関係していると思われる。

今回、同じ N 値でも、年代によって S 波速度に明らかな違いが見られた事例を報告する。

2. 調査地の地質

調査地は、愛知県中部の岡崎平野に位置する沖積低地である。調査地に分布する地層を表-1に示す。調査地では、表層の沖積層とその下位の洪積層が分布する。

表-1 調査地の地層とその特徴

年代	地質時代	地層区分	地層名	特徴
1万年	完新世	沖積層	南陽層	軟質な海生粘土主体で、いわゆる軟弱地盤を形成。上部には緩い砂層があることが多い。
			濃尾層 第一礫層	淡水～汽水性の堆積物。砂質土・粘性土主体で腐植物を含む場合がある。
2万年	更新世	洪積層	挙母(ころも)層	やや硬い粘性土や締まった砂・砂礫からなる。砂・礫主体で粘性土と互層を形成している。

沖積層は、約2万年前の最寒冷期に形成された台地間の開析谷を埋積あるいは埋没波食台を被覆する地層であり、約1万年前以降の海進期の地層である南陽層(新しい沖積層)、約2万年～1万年前の濃尾層(古い沖積層)に区分される。

南陽層は、海成の軟らかい粘性土・ゆるい砂質土が主体であり、しばしば貝殻を含む。調査地では、上部が砂質土、下部が粘性土となっている。

濃尾層は、洪積層の谷底を埋める古い沖積層であり、砂質土・粘性土の互層となっている。腐植土や有機質シルトなどを含むことが多く、最下部にはしばしば礫層(第一礫層)がみられる。上位の南陽層に比べ粘性土はやや硬く、砂質土・礫質土は締まった状態にある。層厚は、調査地付近では20m前後となっている。

洪積層は、周辺の台地や沖積低地の沖積層の下位に広く分布しており、約20万年～40万年前の挙母(ころも)層に相当すると考えられる。上部は粗粒な砂質土主体で薄い粘性土・礫質土を挟む。下部は粘性土主体で砂質土・

礫質土を伴う。

3. 調査結果

24箇所のボーリング調査を実施し、合計839個のデータより N 値と S 波速度の相関性を確認した。N 値と S 波速度について整理した相関図を図-1に示す。

データは、南陽層粘性土・砂質土、濃尾層粘性土・砂質土・礫質土、挙母(ころも)層粘性土・砂質土・礫質土の8種類に区分し整理した。データの整理にあたって、標準貫入試験の試験区間、S 波速度の測定区間が異なる土質にまたがるデータは除外している。

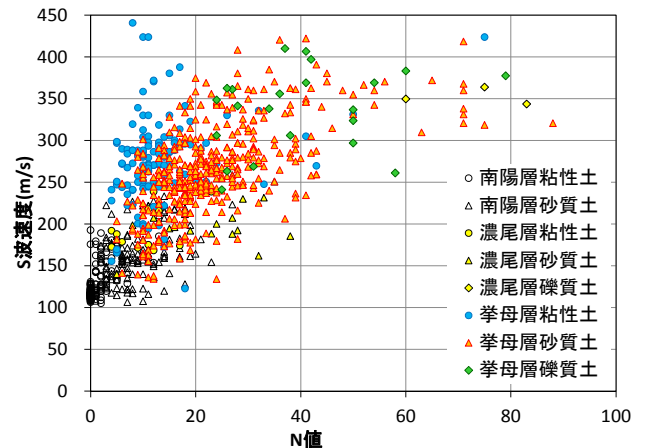


図-1 N 値と S 波速度の相関

南陽層の N 値は 0～20 程度であり、全体的に低い値を示す。濃尾層は古い時代の沖積層であり、N 値は 5～40 程度が多く、データ数は少ないが、幅広い分布を示す。挙母層の N 値は 5～80 程度まで示し、幅広く分布している。全体的にみると、N 値が高くなるにしたがって S 波速度も速くなる傾向が見られるが、ばらつきが大きい。

4. 土質別にみた N 値と S 波速度

土質区分ごとの S 波速度と N 値について図-2、図-3に整理した。S 波速度は N 値の増加に伴って速くなるが、同じ土質でも地層ごと(堆積年代ごと)に特性が異なる傾向がみられる。特徴を整理すると以下のようになる。

- ① 粘性土と砂質土で比較すると、同じ N 値の場合では粘性土で S 波速度が速い傾向がみられる。
- ② 同じ土質では、挙母層(洪積層)が南陽層・濃尾層に比べ S 波速度が速い傾向がある。
- ③ 粘性土・砂質土とも、濃尾層と南陽層には明瞭な

S波速度の差異は認められない。

- ④ 濃尾層は、 N 値から見ると挙母層（洪積層）に近いが、S波速度は南陽層と似た傾向を示す。

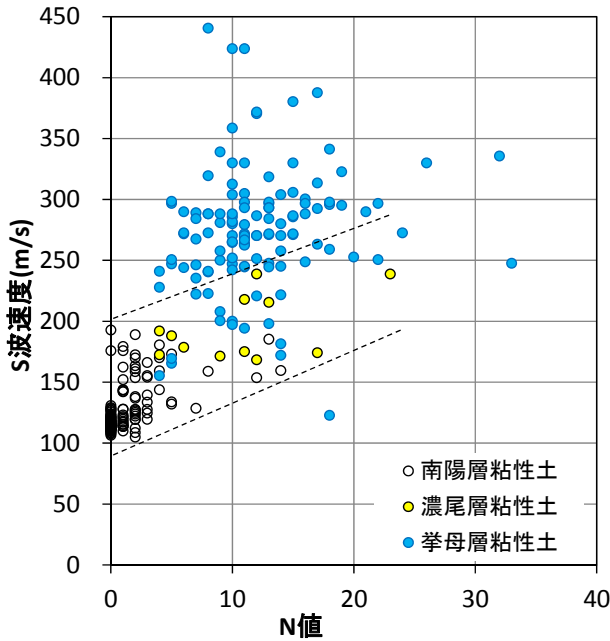


図-2 粘性土の N 値とS波速度

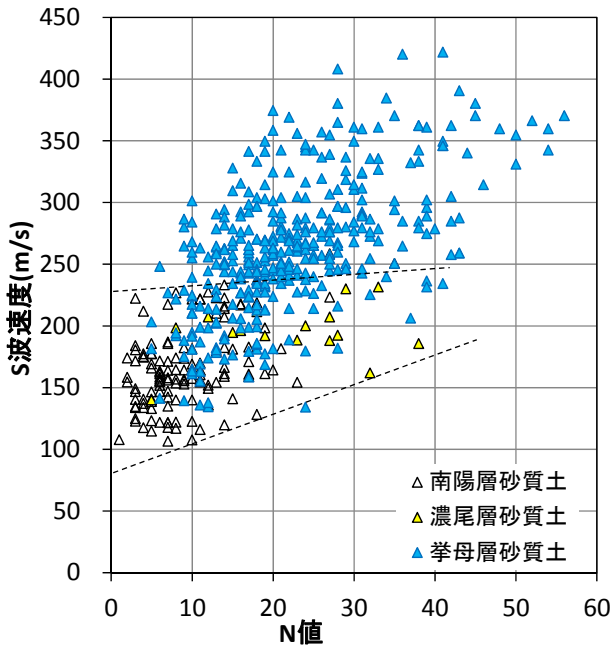


図-3 砂質土・礫質土の N 値とS波速度

5. まとめと考察

図-2、図-3に示したように、地盤のS波速度は、粘性土・砂質土ともに同じ N 値であれば、沖積層（南陽層、濃尾層）に比べ、明らかに洪積層（挙母層）の方が速い値となっている。このことは、地盤のS波速度が単純に N 値だけで評価できないことを示している。

S波速度は、以下の式で表されるが、湿潤密度は堆積年代が変わっても大きく変化しないことから、堆積年代

の差がせん断弾性係数に大きく影響している可能性がある。

$$S \text{ 波速度 } V_s = \sqrt{(G / \rho_t)} \quad [\text{m/s}] \quad \cdots \text{ 式-1}$$

G : せん断弾性係数 $[\text{N/m}^2]$, ρ_t : 湿潤密度 $[\text{kg/m}^3]$

沖積層と洪積層の年代の差による続成作用がどの程度S波速度に影響するかは不明であるが、 N 値に現れない効果があることは確かなようである。

道路橋示方書・同解説¹⁾では、S波速度の実測値がない場合は、 N 値からS波速度を推定してよいとされている。 N 値からの推定で耐震設計上の基盤面と判断できるS波速度300m/s以上の地盤については、粘性土層で N 値25以上、砂質土層で N 値50以上が目安となっている。

しかしながら、今回の結果は N 値によるS波速度の推定がすべての地盤に画一的に適用できない可能性を示している。

とくに中部地方の濃尾層や関東地方の七号地層のような古い沖積層では、 N 値25以上の粘性土層、50以上の砂層でもS波速度300m/s以上とならない可能性がある。いっぽうで、挙母層のような数10万年以上古い洪積層では、 N 値25未満の粘性土層、 N 値50未満の砂層でもS波速度300m/s以上となる可能性がある。

6. おわりに

S波速度は、必ずしも N 値だけで評価できるものでなく、評価にあたっては地層の堆積年代も考慮する必要があると考えられる。とくに、古い沖積層では N 値が高い場合でもS波速度が遅い場合が考えられることから、耐震設計上の基盤面を決めるにあたっては、可能な限りPS検層等によるS波の実測が望ましい。

本論をまとめるにあたって、愛知県西三河建設事務所には、データの使用を許可していただいた。ここに記して謝意を表します。

以上

《引用・参考文献》

- 1) 社団法人道路協会: 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, pp.33, 2012.3
- 2) Imai, T and Tanouchi, K : Correlation of N Value with S Wave Velocity and Shear Modulus, Proc. Of 2nd ESOPT, pp67-72, 1982