

都立大学大学院 正会員 宮野道雄

都立大学工学部 同 望月利男

同 同 国井隆弘

1. まえがき

近年、大規模構造物の建設予定地等において、地盤の弾性波探査によりせん断波速度(V_s)を実測し、波動重複反射理論などに基づき、地盤の地震応答を推測する試みがなされている。しかしながら、地域地震災害予測などのように、応答計算の対象地盤をある広がりをもった地域にまで拡張する場合には、各地地盤を構成する地層の V_s を推定する必要がある。ところで、従来から弾性波探査の行われていない地盤での応答計算に必要な V_s を推定するために、比較的測定容易なN値との関係式で表わす試みは行われている。

本報告では、東京都区内地盤の50地盤における弾性波探査資料を検討し、 V_s を土質別、地層形成年代別にN値に加えて地層の存在深さをも変数とした線型関数で表わすことにした。

2. 地盤定数の実測資料と従来の V_s 推定式の問題点

使用した地盤定数の実測資料は、東京都区内50地盤(検層孔数にして54本)で得られたものであり、その多くは財団法人日本建築センターの御好意によって使用させていただいた。それらの弾性波探査結果および同時に得られた検層孔柱状図から、沖積層粘土、シルト、砂、洪積層粘土、シルト、砂の他レキ、関東ローム、盛土、腐植土、土丹の各土質別にせん断波速度(V_s)、地層の存在深さ(D)、N値(N)などの測定値を読み取った。尚、これらの値は原則として、柱状図の各土質毎に読み取るが、同一地層内でも、 V_s が変わる場合は当然として、N値が大きく変化する場合にも、地層を細分化している。また、N値は各地層区分の平均値を、また、深さDは上端の値を採用している。このようにして得られたデータのうち V_s 、D、Nの全てが得られている446組の地層資料について、まず、土質、形成年代などを区別せず、 $V_s = a \cdot N^b$ と置き、aおよびbを最小自乗法で求める従来の方法で整理すると $V_s = 104 N^{0.32}$ (m/sec)となる。この資料の分布状況および従来求められてきた推定式を図-1に示す。一オ、同図に示したように、土質、形成年代により資料を分類すると、①N値が比較的低い部分に存在する沖積粘性土の値(図中・印)はN値に対する依存度が低く、直線に沿ってその平均値が上昇する傾向を示していない。

②洪積粘性土(○)は多くの部分において、直線の上側に集中する傾向を示しており、全体的にその対応性はよくない。

③比較的N値が低い部分における沖積砂質土(▲印、 $N \leq 20$)のN値に対する依存度もまた低く、直線との対応性はよくない。など、全ての土質をN値のみで表現し、かつ、共通の一実験式を求めるようとする従来の方法

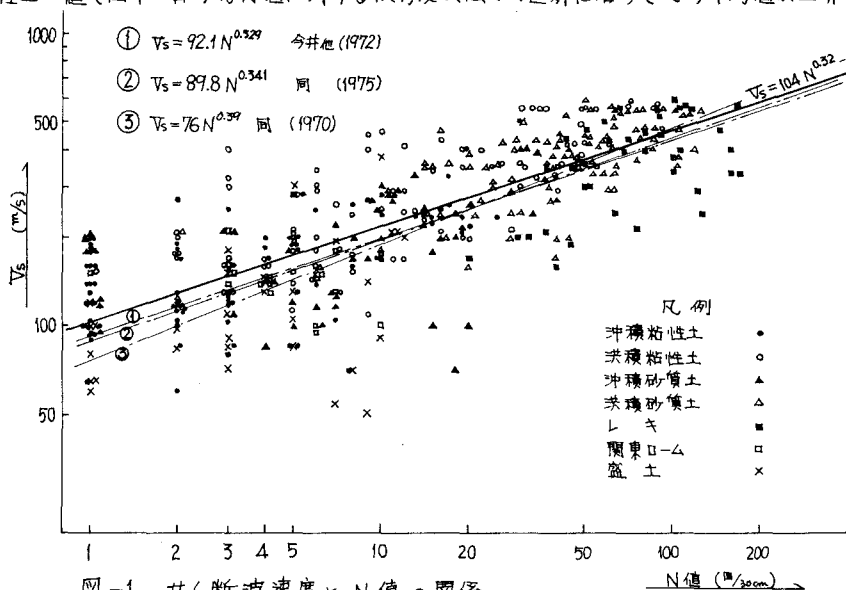


図-1 せん断波速度とN値の関係

表-1 東京都区内地盤の V_s (N: N値, D: 深さ(m))

土質	形成年代	データ数	せん断波速度 (m/s)				
粘土	沖積層	32	$V_s = 87.86 + 2.85N + 4.13D$	砂	沖積層	48	$V_s = 114.50 + 2.51N + 4.28D$
	洪積層	80	$V_s = 177.43 + 3.74N + 1.50D$		洪積層	90	$V_s = 249.07 + 1.63N + 1.64D$
				関東ローム	洪積層	18	$V_s = 141.11$ (平均値)
シルト	沖積層	58	$V_s = 94.64 + 5.05N + 3.05D$	盛土		34	$V_s = 85.18 + 9.16N$
	洪積層	15	$V_s = 216.91 + 2.41N + 2.62D$	腐植土	沖積層	2	$V_s = 80.00$
レキ	共通	44	$V_s = 268.48 + 1.25N + 0.37D$	土丹	第三紀層	25	$V_s = 500.00$ (平均値)

は、ほぼいずれの土質層の V_s 推定に対してもその精度に限界をもってより、実測資料の蓄積とともに、推定方法もより細分化された方向へ、交換されていくべきものとする。

3. 地層の存在深さを考慮したせん断波速度推定式

上記資料を V_s とN値および存在深さの関連で整理すると、土質により V_s はN値よりむしろ存在深さとの相関性を強く示すことがわかる。そこで、ここではN値のみならず、各地層の存在深さも考慮した東京都区内地盤に対する V_s 推定式を求める。その方法としては、重回帰分析の手法により $V_s = \beta_0 + \beta_1 N + \beta_2 D + e$ の関係式を仮定し、 $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ を未知数とする n 個(各土質、形成年代毎のデータの組数)の連立方程式から、最小自乗法の原理を適用することにより、 $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ の最適値を決定する。以上の方法によって求めた V_s 推定式を表-1に示す。尚、同表中、関東ローム、腐植土、土丹層(第三紀層)の区については、データ数が少ない、或いは、相関性が悪いなどの理由からそのほぼ平均的な値を示している。また、盛土層の V_s については、その存在がほぼ地表面に限られるため、N値のみを説明変量とした。レキ層については、それを沖積層と洪積層に分けるほどの有意性を見出し得なかったため、同一地層としてまとめて扱っている。さらに、この推定式によって得られる V_s 計算値と V_s 実測値の対応関係を図2-1～図2-4に示す。

4. おわりに

本報告では、都区内地盤のせん断波速度を、土質、形成年代別に、N値と深さの関連で表わす推定式を求めた。それによる計算値と実測値の間には、この種の実験式の常として少なからぬばらつきはあるが、従来の推定法に比べれば、かなり改善されたと考えている。

【謝 辞】 本報告を作成するに当たり、弾性波探査資料の提供をいただいた財団法人日本建築センター田中好雄氏、後藤 威氏、およびその使用を認めていただいた諸機関、多くの御指導、御助言をいただいた都立大学田治米辰雄教授、同松田碧余助手、農島建設 原 昭夫氏に厚く御礼申し上げます。

【文 献】

- 1) 藤田圭一: N値を考慮した土と基礎 195, 1974.5
- 2) 今井 麓, 横田: 日本各地盤における弾性波速度と力学的性質,

第4回日本地震工学シンポジウム, 1975

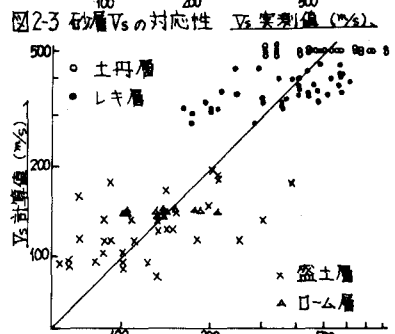
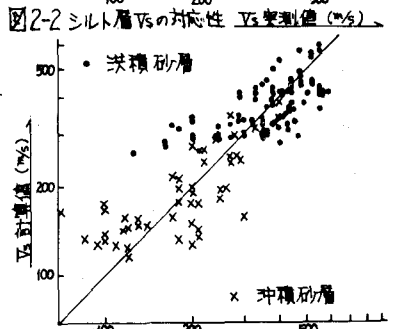
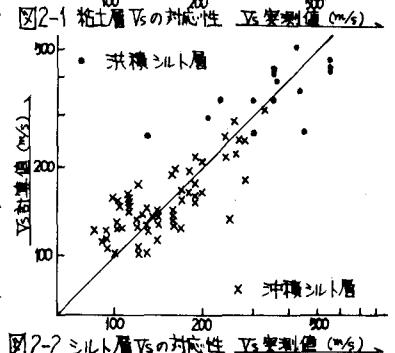
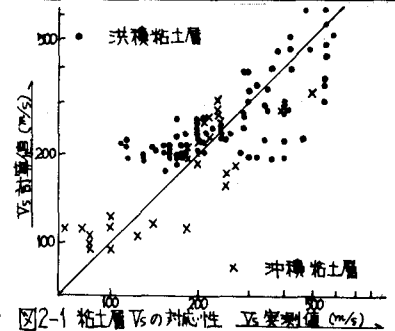


図2-4 土丹、洪積土、関東ローム層の V_s の対応性 V_s 実測値(m/s)