

ボーリングデータ(N 値)から計算された Vs 推定の精度についての一考察

正会員 ○内見 龍一*1
同 永野 康行*2

N 値 S 波速度 PS 検層
AVS30 経験的手法

1. はじめに

マンションなどの大きい建物を建てる際、地盤が荷重に耐えられるかを調査するため、ボーリング調査を行う。ボーリング調査は、建物を建てる上で必要な地盤の情報を得ることができる。しかし、研究を行う上では調査にかかるコストが高額であるため、地盤情報の無い地区は経験的手法に沿った計算式を用いて不足した情報を補うことが多い。そこで、研究を行うための Vs(S 波速度)値として、一般的に表層地盤の層厚 30m の平均 S 波速度(以下 AVS30)が用いられる。内閣府の「南海トラフの巨大地震検討会」^[1]にも AVS30 が用いられている。そこでは、中央防災会議で提案された経験的手法を用いた式^[2]により、ボーリングデータから AVS30 を算定している。

本研究の目的はその経験的手法を用いて、ボーリングデータの AVS30 と PS 検層のデータの AVS30 の算定を行い、比較することである。

2. 研究の方法

ボーリングデータから、1 層の S 波速度を求めるには(1)式のようになる。PS 検層は地盤の P 波、S 波速度を求める調査法であるため、AVS30 を算定するには(2)、(3)式を用いて計算を行う。以降、PS 検層から求めた AVS30 を実測値と呼ぶ。また、ボーリングデータから推定された S 波速度も実測値と同様に算定する。以降、ボーリングデータから求めた AVS30 を計算値と呼ぶ。

$$Vs = a \cdot N^b \quad \dots(1)$$

Vs: S 波速度(m/s) N: N 値(層ごとの平均 N 値)

a: 土質係数 1(粘土:111.30, 砂:94.38, 礫:123.05)

b: 土質係数 2(粘土:0.3020, 砂:0.3144, 礫:0.2443)

$$T_{30} = \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{Vs_i} \quad \dots(2)$$

T₃₀: 地表から深度 30m までの S 波速度到達時間(sec)

H_i: i 層の層厚(m) Vs_i: i 層の S 波速度(m/s)

$$AVS30 = \frac{30}{T_{30}} \quad \dots(3)$$

AVS30: 地表から深度 30m までの平均 S 波速度(m/s)

3. 例題

3.1. 3 例題の諸元

本報告では 3 地点 A、B、C の実測値と計算値の算定を行った。30m 間の各層に対する平均 N 値と土質のデータを表 1-1、2-1、3-1 に示す。(1)式より S 波速度の推定を行った。表 1-2、2-2、3-2 には地点 A、B、C の PS 検層で測定された 30m 間の各層に対する S 波速度を示した。

表 1-1 地点 A における深度・土質区分・平均 N 値

深度 (m)	土質区分	平均 N 値
0.0~1.3	礫混り砂	6
1.3~2.75	礫混り砂	7
2.75~3.95	粘土混り砂	19
3.95~5.95	礫混り砂	30
5.95~7.55	シルト混り砂	9
7.55~8.7	シルト質砂	7
8.7~10.25	砂質粘土	4
10.25~11.8	シルト質粘土	2
11.8~16.6	シルト質粘土	2
16.6~21.8	シルト質粘土	4
21.8~23.05	粘土混り砂	5
23.05~24.6	粘土混り砂	7
24.6~28.2	砂	33
28.2~30	礫混り砂	56

表 1-2 地点 A における深度・S 波速度

深度 (m)	S 波速度 (m/s)
0.0 ~ 8.7	160
8.7 ~ 16.6	140
16.6 ~ 22.1	180
22.1 ~ 28.2	250
28.2 ~ 30	370

表 2-1 地点 B における深度・土質区分・平均 N 値

深度 (m)	土質区分	平均 N 値
1.0 ~ 2.85	礫混り砂	3
2.85 ~ 4.05	粘土質シルト	1
4.05 ~ 6.35	シルト質砂	2
6.35 ~ 8.8	砂礫	7
8.8 ~ 12.6	砂礫	33
12.6 ~ 16.4	砂礫	35
16.4 ~ 19.9	砂礫	47
19.9 ~ 21.6	粘土質砂礫	31
21.6 ~ 23.5	粘土質砂礫	46
23.5 ~ 24.7	粘土質砂礫	60
24.7 ~ 26.2	風化砂岩	60
26.2 ~ 30	風化礫岩	60

表 2-2 地点 B における深度・S 波速度

深度 (m)	S 波速度 Vs (m/s)
0.0 ~ 2.85	150
2.85 ~ 4.05	140
4.05 ~ 6.55	140
6.55 ~ 8.80	290
8.8 ~ 14.50	330
14.5 ~ 22.80	450
22.8 ~ 30	970

表 3-1 地点 C における深度・土質区分・平均 N 値

深度 (m)	土質区分	平均 N 値
0.0 ~ 1.3	砂礫	1
1.3 ~ 2.9	粘土質砂	12
2.9 ~ 4.2	シルト混り砂	10
4.2 ~ 6.45	砂混りシルト	13
6.45 ~ 7.85	砂質シルト	32
7.85 ~ 11.2	砂礫	7
11.2 ~ 14.95	砂混り粘土	37
14.95 ~ 17.95	砂礫	10
17.95 ~ 19	砂混り粘土	47
19 ~ 20.2	シルト混り砂	25
20.2 ~ 21.6	砂	22
21.6 ~ 24.5	砂混りシルト	28
24.5 ~ 26.4	シルト質粘土	60
26.4 ~ 29	砂混りシルト	44
29 ~ 30	砂礫	60

表 3-2 C における深度・S 波速度

深度 (m)	S 波速度 Vs (m/s)
0.00 ~ 3.3	140
3.3 ~ 7.95	140
7.95 ~ 9.35	260
9.35 ~ 11	290
11 ~ 14.05	290
14.05 ~ 17.25	430
17.25 ~ 18.25	290
18.25 ~ 20.9	300
20.9 ~ 26.5	360
26.5 ~ 30	410

3.2. 計算結果と考察

図 1 に横軸に実測値、縦軸に計算値をとった 3 地点の実測値と計算値を示す。地点 A、B、C の実測値は 176, 311, 246m/s となり、計算値を求めると 186, 267, 253m/s となる。特に地点 B の計算値は実測値より 44m/s 低いいため、比較的大きな誤差が表れた。図 1 を見ても実測値と計算値が一致する破線から地点 B は地点 A、C に比べ離れていることが分かる。表 2-1 では平均 N 値 60 を示す岩が確認できる。岩や不明な土質が確認

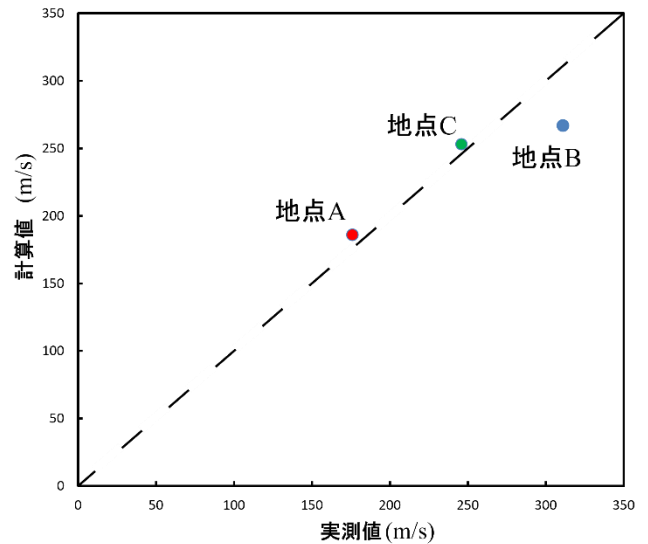


図 1 3 地点の AVS30 実測値—計算値

できた場合、N 値 ≥ 50 で S 波速度 500m/s、N 値 < 50 で S 波速度 300m/s と設定されている^[1]。そのため、表 2-1 の深度 23.5m 以下は N 値が 60 であるため S 波速度は 500m/s となる。しかし、PS 検層データでは深度 22.8~30m の間の S 波速度は 970m/s と測定されている。この 2 つの S 波速度の間には約 470m/s の誤差がある。そのため、実測値と計算値に誤差が生じた。また、(1)式の土質係数の関係上 9 つの土質区分と不明な土質と岩から構成された地盤となる。本報告の 3 地点では、N 値 < 50 の 9 区分とは異なる土質が確認されなかった。そのため、測定結果に近い S 波速度を(1)式を用いて推定できた。3 地点の PS 検層で測定された S 波速度を示した表を見ると、地上付近の層は 140~160m/s の速度が多い。なので、地上付近の層に不明な土質が確認できた場合、約 150m/s の誤差を生じる可能性が考えられる。

4. おわりに

本研究では経験的手法を用いて 3 地点 A、B、C の実測値と計算値の算定を行った。結果、(1)式に代入する土質の種類や N 値により推定された S 波速度は PS 検層で測定された S 波速度より低くなる可能性があるため、誤差が生じることが分かった。今後 N 値による S 波速度の決定方法について検討を行い、正確な土質の 9 区分への振り分けを行うことで、より精度の高い AVS30 の推定を見込めると考える。

参考文献

- [1] 内閣府:南海トラフの巨大地震モデル検討会 2005,3
<https://www.city.noshiro.lg.jp/up/files/www/section/toshi-seibi/toshi/kenchiku/archives/99601download.pdf> p44,pp48-49 (参照 2022.3.30)
- [2] 内閣府:地盤構造に関する資料 2003.12
https://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/senmon/tounankai_nan_kaijishin/16/pdf/sankousiryu2_3.pdf p40 (参照 2022.03.30)

*1 兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究所 博士前期課程院生

*1 Graduate Student Grad .Sim .Studies , University of Hyogo

*2 兵庫県立大学大学院情報科学研究科 教授・博士(工学)

*2 Prof., Grad .Inf.Sci .Studies , University of Hyogo, Dr.Eng