

地盤改良工事における弾性波試験の利用

日本地研株式会社 正員 ○小林孝洋 伊東尚美 今田韓徳
" 福田久弥 緒方秀年

1. まえがき

地盤安定処理の効果は、安定材と粘性土の化学反応に依存しているので多くの要因に影響される。このため処理土の物性および処理効果を判定するのに実際に対象とする土を室内で配合試験した結果に基づいて施工の配合を決めている。施工管理においては処理土が均一に目標強度を確保しているかどうかということが重要な要素となるが、現行では主にテックボーリングにより採取されたコアの一軸圧縮試験により管理されている。本試験では安定処理土の物性値と非破壊試験による弾性波速度によって、室内および現地で調査試験を行ない施工管理の手法として検討したものである。

2. 試験の方法

試験に用いた試料は、A試料(北九、凝灰質砂岩の強固化粘土)およびB試料(有明粘土)の2種類で、その物性値は表-1に示す。

表-1 各試料の物性値

試料	比重	自然含水比 (%)	湿潤密度 (g/cm ³)	粒度組成 (%)			コンシステンシー		
				砂	シルト	粘土	WL (%)	WP (%)	Ip
A	2.648~2.777	33~41	1.80~1.88	3~14	49~80	17~41	47~62	32~37	15~24
B	2.553~2.603	89~102	1.45~1.51	1~14	31~48	45~65	69~105	37~45	32~60

また、配合試験は締固めを伴わない安定処理土の試験方法(案)(土質工学会)に準じて

表-2に示す配合条件で供試体を作成した。

表-2 各試料の配合条件

試料	改良材	配合率 (kg/m ³)	材料令 (日)
A	セメント系固化材(粉体)	70, 100, 130, 200	3, 7, 28
B	生石灰	30, 40, 50	7, 14, 28

供試体の試験は超音波パルス透過法(使用振動数50, 100 KHz)により、S波速度(V_s)

およびP波速度(V_p)を求めるとともに一軸圧縮強度を測定した。現地においては、表層地盤改良工事においてコアカッターでA試料を採取するとともに弾性波探査機によりハンマリングで発生させたP波およびS波速度を測定して平面的に改良工事の品質と把握した。また、深層地盤改良工事においてはテックボーリングによりB試料を採取するとともに、ボーリング孔を利用してP波検局を実施し改良グイの現位置における V_s , V_p を測定した。

3. 試験の結果

試験結果より処理土の動弾性的諸性質および力学的性質について検討する。

3-1. 動ポアソン比と一軸圧縮強度の関係

V_s および V_p より弾性論に基づく次式から求めた ν_D と σ_u の関係を図-1に示す。

$$\nu_D = \frac{1}{2} \cdot \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{(V_p/V_s)^2 - 1} \quad (1)$$

ν_D と σ_u の間には顕著な相関は見られず。

$\nu_D = 0.25 \sim 0.45$ の範囲にある。

3-2. S波速度と静的弾性係数の関係

V_s と σ_u による曲線から求めたいわゆる静的弾性係数(E_s)の関係を図-2に示す。両者の関係はやや幅があり図に示すように2つの曲線間に分布する。

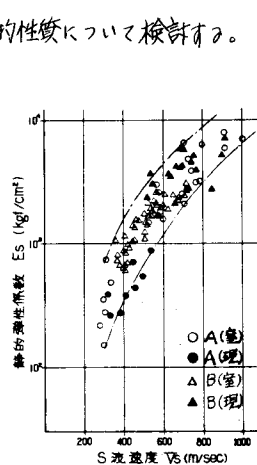


図-2 V_s - E_s の関係

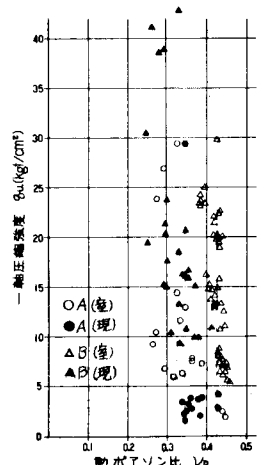


図-1 ν_D - σ_u の関係

3-3. 動的弾性係数と静的弾性係数の関係

一方、等方体の弾性論によれば動的弾性係数(E_D)とS波速度の間には次式の関係があり、

$$E_D = 2(1+\nu) \gamma_s \cdot (V_s)^2 \quad (2)$$

E_D は V_s^2 に比例してあり前記の傾向と異なる。 V_s から上式を用いて求めた E_D と E_s の関係を図-3に示す。一般に E_D は E_s の5~20倍、室内配合では5~10倍の値となる。

3-4. 材令とS波速度の関係

図-4に測定の結果を示したが、一般的な材令と γ_u ののびと同様に V_s の増加が明らかである。

3-5. 一軸圧縮強度とS波速度の関係

A試料およびB試料の各材令を含む室内配合試料および現場採取試料による γ_u - V_s の関係を図-5~図-8に示し、各々の相関式を表-3にまとめた。

表-3 各試料による V_s - γ_u の相関式

試料	供試体	相関式	図番号
A	室内配合	$V_s = 241 \cdot \gamma_u^{0.434}$	図-5
B	室内配合	$V_s = 200 \cdot \gamma_u^{0.370}$	図-6
A	現場採取	$V_s = 311 \cdot \gamma_u^{0.387}$	図-7
B	現場採取	$V_s = 288 \cdot \gamma_u^{0.328}$	図-8

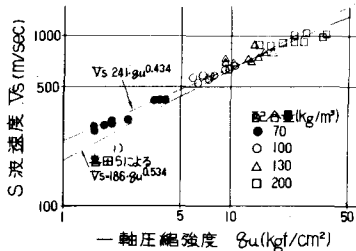


図-5 A試料(室内配合)

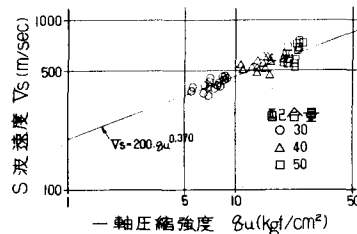


図-6 B試料(室内配合)

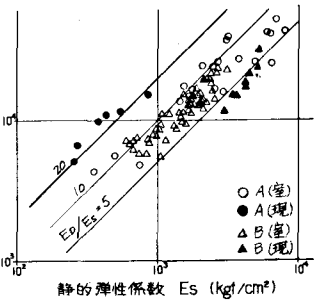


図-3 E_D - E_s の関係

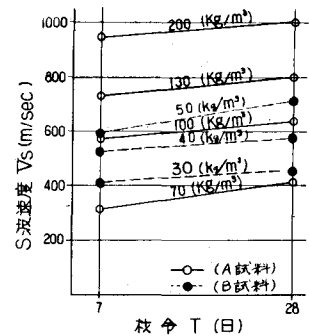


図-4 材令- V_s の関係

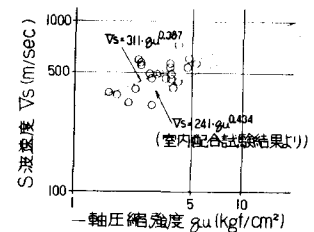


図-7 A試料(現場採取)

以上の結果から、a) 室内配合試料においては V_s と γ_u の間には非常に高い相関性が認められ、現場採取試料ではバラツキがある。b) 土の種類および処理方法によって V_s と γ_u の相関係数が異なり、対象土ごとに確認する必要がある。喜田ら¹⁾はA試料とよく近似した。c) 室内配合試料と現場採取試料とでは同値の V_s において現場の一軸圧縮強度の方が過小値をとり、その比は、A試料; $\gamma_u(\text{現場})/\gamma_u(\text{室内}) = 0.112 V_s^{0.280}$, B試料; $\gamma_u(\text{現場})/\gamma_u(\text{室内}) = 0.0526 V_s^{0.346}$ であり、施工管理において考慮すべき要素である。

4. おおひ

ここではP波速度の関係資料は割愛したがP波と γ_u との相関性は明瞭ではなく一般に土質力学的情報との対応はS波速度による方がよい²⁾とされている。本試験で処理土の管理に弾性波速度の利用可能なことがめづつたが実用上、今後は種々の改良事項と資料の蓄積が必要であると考へる。

参考文献) 1) 喜田ら: 第17回土質工学研究発表会 2) 土質工学会編: 土と基礎の物理探査

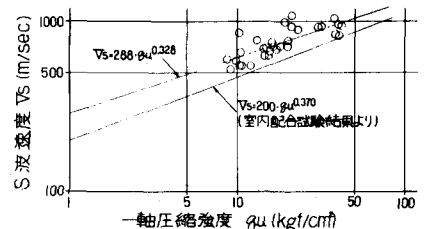


図-8 B試料(現場採取)