

弾性波速度に着目した固化処理土の一軸圧縮強度特性

九州大学大学院 学○上野和敬 正 中川康之 古川全太郎 八尋裕一
 東京工業大学 正 笠間清伸 国土交通省九州地方整備局 正 根木貴史 南正治
 沿岸技術研究センター 正 善功企 春日井康夫 日建設計シビル 正 片桐雅明

1. 目的

浚渫土砂を地盤工学的に有効利用する方法の 1 つとして、高含水比の浚渫土砂にセメントなどの固化材を混合した高圧脱水することで、高強度な固化処理土を作製するものがある。本文では、簡便な固化処理土の強度推定を目的として、高圧脱水固化処理をした一軸圧縮試験用の供試体を作製し、固化処理土の弾性波速度と一軸圧縮強さを調査した。さらに、これらの結果と既往の研究で導かれている安定処理土の弾性波速度と一軸圧縮強さの関係式を比較した。

2. 実験概要

供試体を作製する母材は、新門司沖土砂処分場（2期）において浚渫された粘土（以降、新門司沖粘土と呼ぶ）を用いた。固化材は高炉スラグセメント B 種を使用した。新門司沖粘土の物理特性を表-1 に示す。母材の初期含水比は、新門司沖粘土の液性限界の 1.5 倍に調整した。固化材添加率は、試料の乾燥重量に対して 40% とした。供試体は、粘土に固化材を加えたのち含水比が 150% となるように水を加え調整した。供試体の作製・養生条件として、温度 20°C で湿度 95% の常温環境と温度 5°C で湿度 75% の低温環境を設定した。常温環境と低温環境に用いる 2 種類の恒温恒湿養生室を用意し、実験に用いる粘土、固化材および水は事前に所定の温度で養生したものを使用した。試料を十分に攪拌したのち、直径 50mm、高さ 250mm モールドに気泡が残らないように 3 段階に分けて充填し 5MPa で加圧した。作製した供試体を恒温養生装置内で表-2 に示す所定期間養生した。それぞれの養生日数において超音波伝播速度測定装置を用いて供試体の上面と底面間の伝播時間を測定し、その後一軸圧縮試験 (JIS A1216) を行った。

表-1 物理特性

試料名	新門司沖粘土
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.634
液性限界 w_L (%)	100.5
塑性限界 I_p	57.9
強熱減量 L_i (%)	8.76

表-2 実験条件

土質試料	新門司沖粘土
固化材名	高炉スラグセメント B 種
初期含水比	1.5 w_L
固化材添加率	40%
脱水圧力	5MPa
養生条件	常温(20°C, 95%), 低温(5°C, 75%)
養生日数	3, 7, 14, 28, 58, 91 日

3. 試験結果

図-1 に固化処理土供試体の養生日数と一軸圧縮強さの関係を示す。一軸圧縮強さは、常温環境では養生 3 日の 10MN/m² から養生 91 日で最大で 15MN/m² の強度になった。低温環境では養生 3 日の 5MN/m² から養生 28 日までに 8.5MN/m² に達したのち大きな変化はみられない。養生 28 日までは養生日数に経過に伴い一軸圧縮強さは増加する傾向にある。

図-2 に固化処理土供試体の測定した弾性波速度と養生日数の関係を示す。常温環境と低温環境ともに 1600~2300m/s を推移した。低温環境では養生 3 日の 1700m/s から養生 91 日の 2100m/s まで増加した。

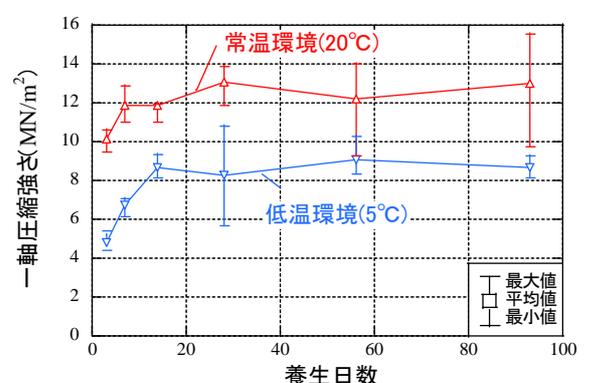


図-1 一軸圧縮強さと養生日数

キーワード 固化処理土 一軸圧縮強さ 弾性波速度

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地 九州大学大学院 防災地盤工学研究室 TEL 092-802-3384

図-3 に測定した弾性波速度と一軸圧縮強さの関係を示す。弾性波速度の増加に伴い一軸圧縮強さは増加した。弾性波は供試体の密度が大きいとより速く伝わり、また固化材の固化や結合が進行することでも増加すると考えられる。今回室内で作製した供試体と大型脱水固化処理装置で作製した約 1m³ のブロックから取り出した供試体を比較すると、同じ一軸圧縮強さの時に室内で作製した供試体の弾性波速度は 300m/s 程度遅くなった。室内で作製した供試体は、高压脱水をする際にモールドの上面、底面および側面をろ紙で覆うことで排水を可能にしたが、高压脱水の過程で混合土の間にろ紙が入り込み隙間が生じた。この隙間により伝播時間が長くなり本来の弾性波速度から遅くなったと考えられる。

また、弾性波速度 V_s と一軸圧縮強さ q_u の関係式は以下の式(1)で表すことができる。関係式を求める際に線形関数や指数関数も適用したが、相関に大きな違いがみられないため、式(1)の累乗関数の結果をまとめる。

$$q_u = \alpha V_s^\beta \quad (1)$$

ここで α は弾性波速度が 1.0 のときの一軸圧縮強さを、 β は強度増加率を表す。常温環境で養生した供試体の関係式を式(2)に、低温環境で養生した供試体の関係式を式(3)に、大型脱水固化処理装置で作製した供試体の関係式を式(4)に示す。

$$q_u = 1.1924 V_s^{0.3041} \quad R=0.40152 \quad (2)$$

$$q_u = 0.0213 V_s^{0.7794} \quad R=0.66121 \quad (3)$$

$$q_u = 5.4549 \times 10^{-18} V_s^{5.3852} \quad R=0.9759 \quad (4)$$

式(2),(3)は弾性波速度のばらつきが大きいため相関係数が低い。

図-4 に一軸圧縮強さの実測値と式(2)~(4)から求めた推定値の関係を示す。関係式で比較的高い相関がみられた低温環境供試体と大型脱水固化処理装置供試体は推定値と実測値の差はほとんどの供試体で 2MN/m² となり近い値を示したが、常温環境供試体の推定値は実測値との間に 2~3MN/m² の差がみられる供試体もあり精度の低い結果となった。

次に、喜田ら¹⁾による一軸圧縮強さと弾性波速度の関係式から導かれる式(5)をと式(2)~(4)を比較する。

$$q_u = 5.5 \times 10^{-6} V_s^{1.8726} \quad (5)$$

式(2)、式(3)は養生日数の経過に伴う一軸圧縮強さの変化が小さいため強度増加率を表す β の値は小さくなり、 α の値は大きくなった。

4. 結論

(1) 固化処理土は弾性波速度の増加に伴い一軸圧縮強さは増加し、低温環境では $q_u = 1.1924 V_s^{0.3041}$ の関係式が成り立つ。(2) 固化処理土の一軸圧縮強さは、常温環境では推定値は実測値の間に 2~3MN/m² の差がみられたが、低温環境では差は小さく収まり、弾性波速度は一軸圧縮強さの推定に使用できる可能性がある。

参考文献

1) 喜田大三・久保博・漆原知則：弾性波試験による安定処理土の強度測定，大林組技術研究所報。(25), pp.90-94

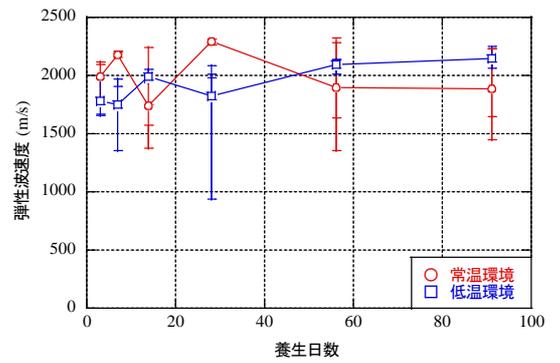


図-2 弾性波速度-養生日数

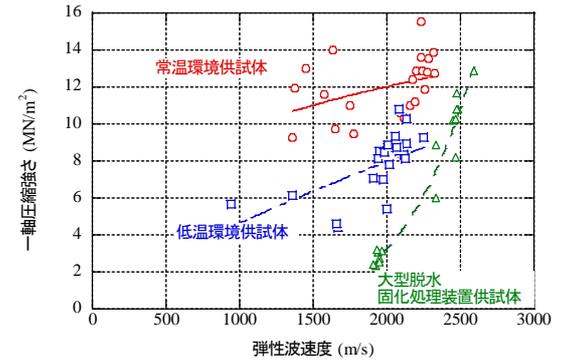


図-3 弾性波速度と一軸圧縮強さの関係

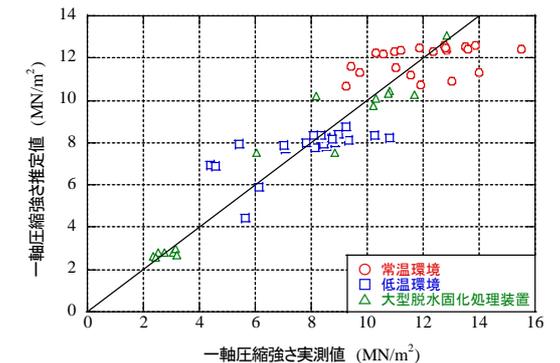


図-4 推定値と実測値