

脱水固化土に対する一軸圧縮試験と針貫入試験の相関性に関する一検討

日建設計 ○山崎誓也 片桐雅明
 沿岸技術研究センター 春日井康夫 藤村立行
 国土交通省九州地方整備局 北原政宏 西野智之 石田道昭
 九州大学 笠間清伸 高田義人

1. はじめに

近年、浚渫土砂とセメントを混合した脱水固化土の実用化に向けた研究¹⁾が進められている。これらのセメント改良土の品質管理方法は、ボーリングコアを用いた一軸圧縮試験による強度評価が一般的であるものの、それはその供試体内部の部分的な強度性状や分布を把握することが難しい。供試体内部の強度性状を定量的に把握する試験方法の一つとして針貫入試験が有効と考えられる。

そこで本報告では、室内で作製した脱水固化土供試体の上面・底部・側面において机上型の針貫入試験を行い、供試体位置ごとの針貫入勾配を整理して、別途行った一軸圧縮強さとの相関性についてまとめたので報告する。

2. 脱水固化土と各種実験の概要

表-1,2 に、母材の物理特性と供試体作製条件の概要を示す。供試体作製に用いた母材は、新門司沖粘土である。固化材は高炉スラグセメント B 種を使用し、固化材添加率は母材の乾燥重量に対する比率で 30%とした。

供試体作製方法は、まず母材と固化材の初期含水比 w がおよそ 2 倍,3 倍の液性限界となる 120%, 200%となるように加水調整した。次に、所定の添加率の固化材を加えて、十分攪拌させた後、 $\phi 50\text{mm} \times h250\text{mm}$ のモールドに試料を充填し、定圧載荷試験機を用いて 5MPa で定圧載荷して脱水した。排水条件は上下端周面排水とし、圧密終了は 2t 法で決定し、その時を圧密度 100%とした。なお、圧密度 100%の脱水時間と沈下量は $w=120\% : 35$ 分, 119mm, $w=200\% : 20$ 分, 134mm であった。圧密終了後、モールドから脱型した供試体を 7, 28 日間水中養生し、それらの供試体に対して一軸圧縮試験と針貫入試験を実施した。

一軸圧縮試験のひずみ速度は 1.0%/min とした。また、針貫入試験では $\phi 0.84\text{mm}$ の木綿針を用い、載荷速度は 1.0mm/min, 貫入深度は表層から 10mm とした。試験箇所は、定圧載荷試験機で脱水して作製した際の供試体の上面(以下 top と呼ぶ)と底部(以下 bot と呼ぶ)、側面(以下 lat と呼ぶ)それぞれ 3 か所とした(写真-1 参照)。なお、側面では上面から 15mm 離れた上部(-t)、中央部(-m)、底部より 15mm 離れた下部(-b)の 3 か所とした。

3. 一軸圧縮試験結果

図-1 に $w=120\%$, 200%の供試体に対して一軸圧縮試験を実施し

表-1 母材の物理特性

試料名	新門司沖粘土
土粒子密度 $\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$	2.70
液性限界 $w_L(\%)$	67.2
塑性指数 I_p	37.2

表-2 供試体作製条件の概要

初期含水比 $w(\%)$	120, 200
固化材添加率(%)	30
脱水圧力(MPa)	5
脱水条件	上下端周面排水
養生日数	7, 28 日間
養生条件	水中養生

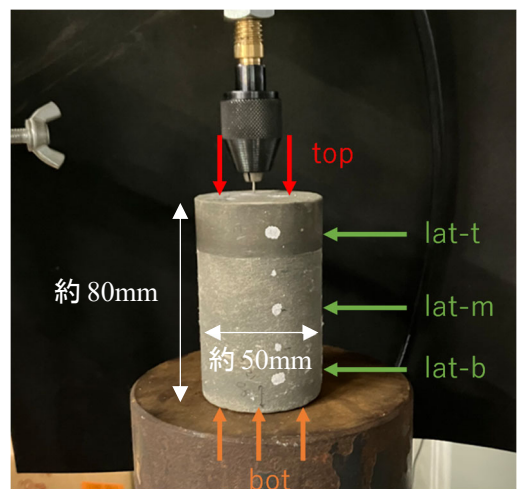


写真-1 針貫入試験の実施位置

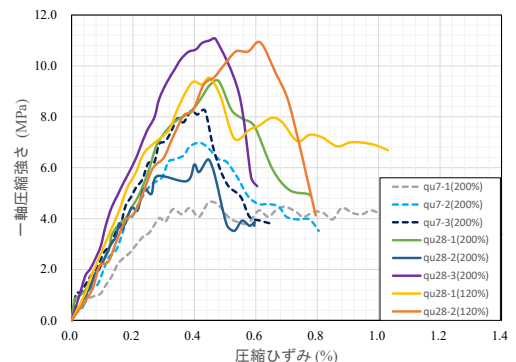


図-1 一軸圧縮試験結果 ($w=120, 200\%$)

た結果を示す。試験結果は、 $\epsilon = 0.5\%$ 程度で最大一軸圧縮強さとなり、養生7日で4~8MPa($w=200\%$)、養生28日で9~11MPa($w=120\%$)、6~11MPa($w=200\%$)となった。

4. 針貫入試験結果

図-2に $w=120, 200\%$ の供試体に対する貫入力 P と深度の関係を示す。10mm 貫入時の貫入力は、 $w=120\%$ で $P=270\sim 550\text{N}$ 、 $w=200\%$ で $P=250\sim 400\text{N}$ となった。最大貫入力は両者とも top で、最小貫入力は lat-b となった。

図-3に供試体位置と針貫入勾配の関係を示す。図に示す記号は● : 1mm, ■ : 5mm, ▲ : 10mm 貫入時の針貫入勾配を示している。なお、塗りつぶしが $w=120\%$ 、白抜きが $w=200\%$ である。針貫入勾配は同一の供試体位置で多少のばらつきはあるものの、top と bot それぞれの平均針貫入勾配の誤差は $\pm 10\%$ 程度となった。これらは初期含水比の違いに関わらず、同様の挙動を示した。これらに比べ lat は、針貫入勾配が小さくなる傾向を示し、特に lat-b は 10N/mm 程度異なる結果となった。その要因として、供試体作製時において側方変位が生じない(K_0 圧密)ように脱水したため、側方方向の圧力が鉛直方向の載荷圧よりも低くなったものと考えられる。

5. 針貫入勾配と一軸圧縮強さの相関性

図-4に針貫入勾配と一軸圧縮強さの関係について示す。●はセメント処理試料に針貫入試験を実施した既往の測定値²⁾を、▲は本実験で行った実験値を示す。実験値は既往の測定値の最大と最小のばらつきの範囲内にあり、その範囲は半分程度であった。脱水処理した固化土に対する実験値は既往のセメント処理試料の針貫入勾配と一軸圧縮強さの相関性と同様と判断できた。

6. まとめ

本検討では脱水固化土に対して一軸圧縮試験と針貫入試験を行い、以下の結果が得られた。

- top と bot の針貫入勾配は概ね同様の値を示した。また、これらは初期含水比の違いに関わらず、同様の挙動を示した。
- 供試体側面の針貫入勾配は、top と bot のそれより 10 (N/mm)程度小さかった。
- 脱水固化土の針貫入勾配と一軸圧縮強さの関係は、既往の測定値のばらつきの範囲内に位置した。

<<参考文献>>

1) 上野ら(2020) : 浚渫土砂を用いて作製した大型高強度固化処理ブロックの長期強度特性, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol.76, No.2, I_630-I_635.
 2) (株)丸東製作所 : https://www.eg.aktio.co.jp/wp-content/uploads/RVD41000_SH-70_tori.pdf

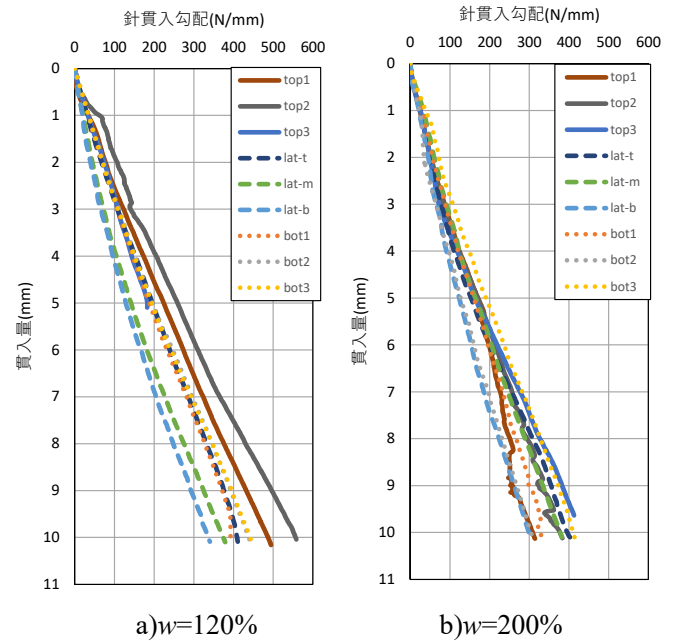


図-2 貫入力と深度の関係(養生 28 日)

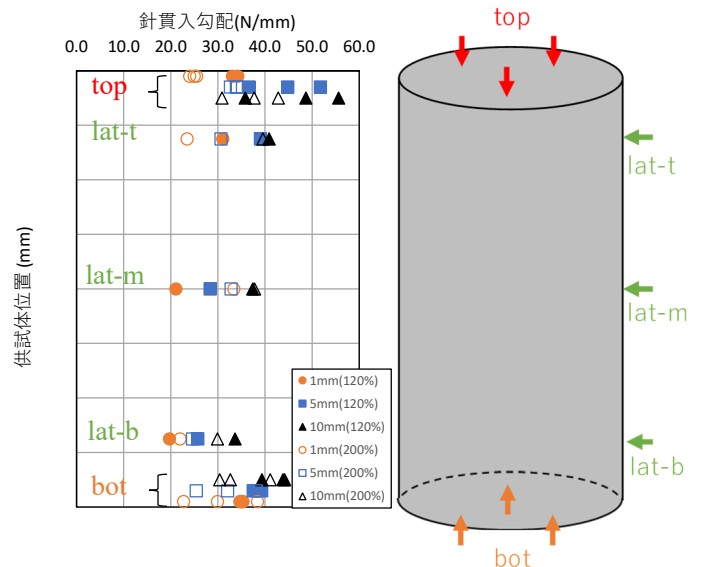


図-3 供試体位置と針貫入勾配の関係(養生 28 日)

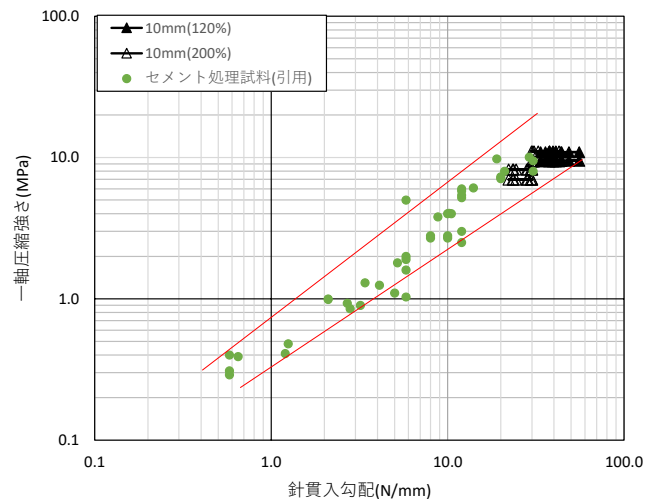


図-4 針貫入勾配と一軸圧縮強さの関係