

異なる暴露条件下の脱水固化体の表層部の状態比較

日建設計 正会員 ○山崎誓也 大石幹太 片桐雅明
 沿岸技術研究センター 春日井康夫 重村洋平
 国土交通省九州地方整備局 西野智之 貞方貴宏 立石悠貴
 九州大学 笠間清伸 古川全太郎 八尋裕一 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体の実用化に向けた研究¹⁾が進められている。新たに開発された材料の実用化にむけての課題の1つが、その材料の長期特性が明確になっていないことである。特に、材料の外部と接触する表層からの特性変化は、実用化に向けて明らかにしておく必要がある。

地中でセメントと土を混合した深層混合処理土では、この課題に対して、針貫入試験を用いて、未部改良部との境界部からの強度分布を把握し、表層からの劣化進行具合を評価している²⁾。そこで、本検討では、暴露条件が異なる脱水固化体に対して針貫入試験を行い、表層部付近の固化体の状態を針貫入勾配で評価したので報告する。

2. 脱水固化体の概要ならびに針貫入試験の実施計画

針貫入試験を行った脱水固化体(高さ1m×幅1m×長さ約1m)は、新門司沖土砂処分場周辺の海底から浚渫された粘土をスラリー状にし、それにセメントを加えて混合した後に、5MPaの圧力で脱水させたものである。脱水固化体の母材である浚渫粘土の物理特性¹⁾を表-1に、脱水固化体の28日養生時の強度・物理特性¹⁾と暴露条件を表-2に示す。試験体No.1-aとNo.1-wは作製時期が同じで、前者の暴露条件が気中で、後者は水中である。またNo.2-wの暴露条件はNo.1-wと同じで、作製時期はNo.1-wの約1年後、 q_{u28} はNo.1-wの1.5倍程度高かった。

針貫入試験は、写真-1に示す針貫入試験機(針 $\phi=0.84$ mm)を用いて実施した。

試験体No.1-aでは、写真-2に示す側面から100, 115, 130mm離れた位置と各深度で針貫入試験を行った。表層から深度10mmまでは、5mm貫入時の貫入力を、深度10mm以深では5,10mm貫入時の貫入力を読み取り、原点を通る割線勾配として、針貫入勾配を求めた。次の針貫入試験を行う前に、所定の深度まで脱水固化体の表層をはつり、同様に針貫入試験を行った。この作業を深度40mmまで繰り返し行った。

試験体No.1-w, No.2-wでは、写真-3に示すエリアで針貫入試験を実施した。表層から深度10mmまでの所定貫入深度ごとの貫入力を読み取り、No.1-a同様に針貫入勾配を求めた。試験体No.1-w, No.2-wでは、毎回針貫入試験の実施位置をずらし、同一深度の貫入力をNo.1-wでは計3回、No.2-wでは計5回計測した。

表-1 脱水固化体に用いた浚渫粘土の物理特性¹⁾

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
塑性指数 I_p	57.9



写真-1 針貫入試験機の針の仕様

表-2 脱水固化体の養生・暴露条件と強度・物理特性

試験体	作製時期	浚渫粘土 初期含水比(%)	固化材 添加率(%)	q_{u28} (MPa)	w_{28} (%)	暴露条件	経過年数
No.1-a	2018年2月	200	40	3.6	44.6	気中	4年
No.1-w				5.2	67.2	水中	
No.2-w	2018年12月			8.3	62.4	水中	3年

キーワード 針貫入勾配 脱水固化体 表層部 気中暴露 水中暴露

連絡先 〒102-8117 東京都千代田区飯田橋 2-18-3 株式会社日建設計 TEL03-5226-3030

3. 脱水固化体の一軸圧縮強さの長期特性

図-1 に試験体 No.1-a, No.1-w, No.2-w からコアリングした試料の一軸圧縮強さの経年変化を示す。暴露3年程度の q_u は No.1-a で 3.5MPa 程度, No.1-w で 7.5MPa 程度, No.2-w は 8.0MPa 程度となった。これらは q_{u28} とほぼ同様の値を示したことから, 暴露期間3年程度では暴露条件の違いに関わらず, コアリングした試料の一軸圧縮強さに違いがないことが確認できた。なお, 暴露4年の No.1-a は, 一軸圧縮試験に適用できる試料採取ができなかった。

4. 脱水固化体の暴露条件の違いによる表層からの劣化比較

図-2 に試験体 No.1-a, No.1-w, No.2-w の針貫入勾配と深度の関係を示す。No.1-a の×印は側面からの平面距離が 100 mm, □印は 115 mm, ○印は 130 mm の位置の値を示している。試験体 No.1-a の針貫入勾配では, 表層付近で 1~2N/mm, 深度 50mm 付近で 8N/mm 程度となった。試験体 No.1-w の針貫入勾配では, 表層付近で 4N/mm 程度, 深度 10mm 付近で 8N/mm 程度であり, いずれの試験体も表層から深くなるにつれて, 針貫入勾配が大きくなった。

また, 試験体 No.1-a の平面方向の針貫入勾配に着目すると, 側面からの平面距離に近いほど針貫入勾配が小さくなる傾向を示した。このことから, 表層から劣化が進行していくことが確認できた。今回はばらつきの上限と下限の平均値を針貫入勾配の採用値とし, 各試験体の表層の状態について確認してみた。

試験体 No.1-a では深度 40mm, 試験体 No.1-w では深度 9mm を境に針貫入勾配と深度の関係の挙動が大きく変化した。この針貫入勾配と深度の関係の変曲点を劣化深度の定義とすると, 気中暴露条件下の劣化深度は, 水中暴露のそれよりも大きいことがわかる。

試験体 No.2-w の劣化深度は, 深度 5mm 前後と試験体 No.1-w のそれよりも浅かった。この要因は暴露期間が約1年短いこと, 本試験体の q_{u28} 値が No.1-w のそれよりも 3MPa 程度高かったことと考えられる。

5. まとめ

異なる暴露条件下の脱水固化体の表層からの状態変化を針貫入勾配で評価した結果, 水中暴露条件下の脱水固化体の方が, 気中暴露条件下のそれよりも劣化深度が浅いことが確認できた。

今後もこれら脱水固化体に対して針貫入試験を継続的に実施し, 脱水固化体の表層部の劣化進行具合を長期的に把握する予定である。また, 新たに脱水固化体を作製し, 作製直後からの表層部の状態変化を調べていく予定である。

<<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) 大石幹太(2022): 深層混合処理工法で構築された改良体の長期特性と評価, 基礎工, Vol.50, No.2, p.16-p.21.

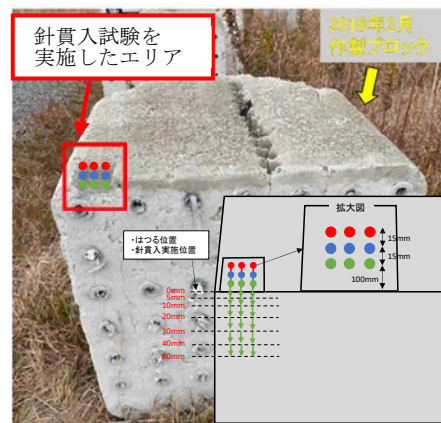


写真-2 気中養生した脱水固化体と針貫入試験の実施位置



写真-3 水中養生した脱水固化体

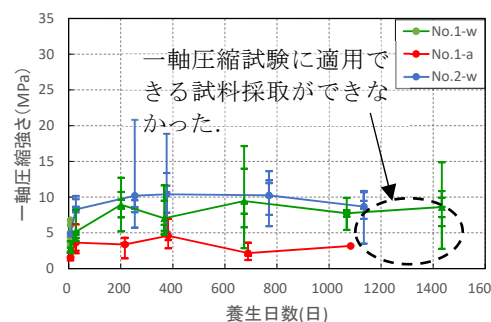


図-1 一軸圧縮強さの経年変化

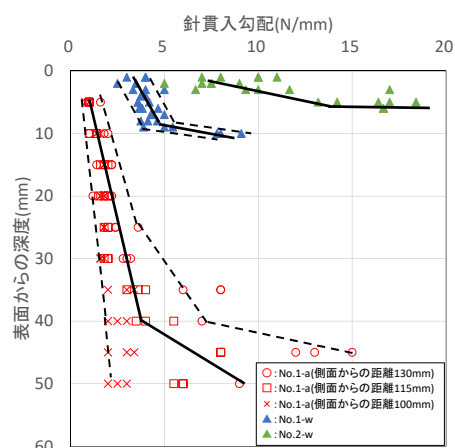


図-2 暴露条件が異なる脱水固化体の表層からの劣化比較