

セメント系固化材を用いた改良体の長期安定性に関する研究
-材齢 10 年結果報告 (2)-

(一社)セメント協会
(株)デイ・シイ
宇部三菱セメント(株)
港湾空港技術研究所

○正会員 野田 潤一
正会員 二戸 信和
黒澤 功
正会員 高橋 英紀

1. はじめに

近年,セメント系固化材の需要は増加しており,2018 年度の需要量は 845 万 t に及んだ. その用途は軟弱地盤の安定処理だけでなく,構造物の基礎地盤改良や耐震化,液状化対策など多岐に利用されている. しかし,セメント系固化材を用いた改良体の長期安定性に関する検討事例は少なく¹⁾,不明な部分も多いのが現状である. そこで,港湾空港技術研究所とセメント協会は,改良体の長期安定性 (材齢 20 年まで)の確認を目的とし,共同研究を開始した. 2009 年に同研究所の敷地内において,CDM 工法の現場施工を実施し,柱状改良体(コラム)を築造した²⁾. このコラムから材齢毎 (28 日,1 年,3 年,5 年,10 年) にコアボーリングを行い,昨年度材齢 10 年の一部の内容を報告している³⁾. 今回は,材齢 10 年の新たに判明した結果について報告する.

2. 試験概要

2.1 試験フィールド

施工平面図を図 1 に示す. コラムの築造は,港湾空港技術研究所内にあるコンクリート製の内径 6m の円形土槽内で行った. 土槽底版は撤去し,地下水位の影響を受けるようにした. 土槽内には火山灰質粘性土 ($W_n=88.5\%$ $\rho_t=1.412\text{g/cm}^3$) を充てんし,均質な土質とした. 一般軟弱土用固化材 (固化材 A) と特殊土用固化材 (固化材 B)

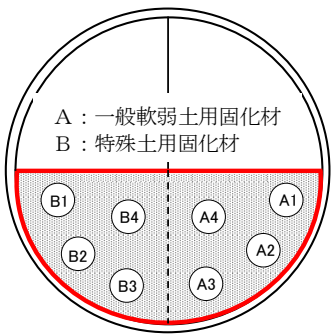


図 1 施工状況(平面図)

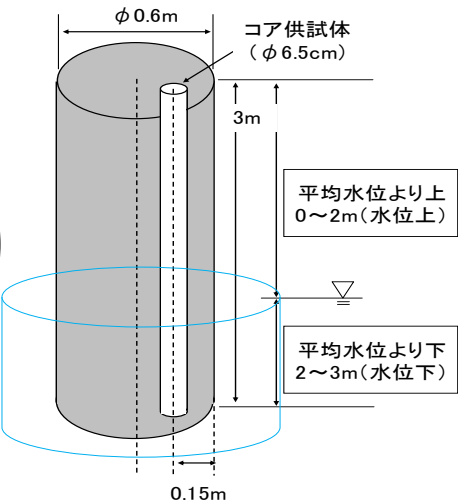


図 2 試験供試体採取位置

を用いてコラム ($\phi 0.6\times 3\text{m}$) を 4 本ずつ築造した. 設計基準強度は 500kN/m^2 ,水固化材比は 80% (固化材添加量 350kg/m^3) とし,スラリー混合とした. コラムの打設後は,同じ試料土で 0.2m 覆土した. その他詳細は,過去の文献を参照されたい²⁻³⁾.

2.2 試験項目

試験項目を表 1 に示す. 一軸圧縮強さと六価クロムの溶出特性については,昨年度報告済みであり,今回は,改良体の含水比,針貫入試験,CaO 含有量,pH および粉末 X 線回折結果を報告する.

2.3 試験供試体の採取・成形方法

試験供試体の採取位置を図 2 に示す. コアは 8 本のコラム(図 1 参照)からそれぞれ採取 ($\phi 6.5\text{cm}\times 3\text{m}$) した. 水位 G.L-2.0m より上の位置を H,下の位置を L とする. 化学試験用の試料は,一軸圧縮試験後の供試体の水位上および水位下から各々 1 本から採取した. 針貫入試験の供試体は,施工直後の杭頭より改良土を採取し, $\phi 10\times 20\text{cm}$ に成型し,材齢 28 日に土槽内に埋戻した. その後材齢毎に掘り起こし,測定した.

表 1 試験項目および試験方法

測定項目		規格	報告
物理試験	一軸圧縮強さ	JISA1216	昨年度 ³⁾
	針貫入勾配	JGS3431	今年度
	含水比	JISA1213	今年度
化学試験	CaO含有量	JCASI-12	今年度
	pH	JGS0211	今年度
	粉末 X 線回折	-	今年度
	六価クロム溶出量	環告 46 号法	昨年度 ³⁾

キーワード:セメント系固化材,改良体,長期安定性,粉末 X 線回折,CaO 含有量,針貫入

連絡先: 東京都北区豊島 4-17-33 TEL (03) 3914-2695 FAX (03) 3914-2690

3. 試験結果

3.1 針貫入試験結果

針貫入試験から回帰式⁴⁾により算出した推定一軸圧縮強さの経年変化を図3に示す。改良体Aの方が改良体Bより強度が高い傾向がみられた。これは、昨年度報告したボーリングコアの一軸圧縮強さと同様の傾向であった。針貫入試験は改良体の表層の強度を評価していると考えられるが、材齢10年においても材齢28日より高い値を維持している。

3.2 含水比

含水比の経年変化を図4に示す。改良体A,Bともに、地下水位に関係なく、含水比80%程度を維持しており、長期材齢においても大きな変化は認められなかった。

3.3 CaO含有量

CaO含有量の経年変化を図5に示す。地下水位の上下に係わらず、改良体AのCaO量は20~23%程度、改良体Bは16~19%程度を維持しており、長期材齢においても変化は認められなかった。

3.4 改良体のpH

改良体のpHの経年変化を図6に示す。改良体の種類および地下水位の上下に係わらず、pHは11~12を維持しており、長期材齢においても変化は認められなかった。

3.5 粉末X線回折

粉末X線回折の経年変化を図7に示す。材齢10年においてもセメント水和物(エトリンガイト)のピークは変化なく、長期にわたり安定的にセメント水和物が存在していることが確認された。

4 まとめ

- (1)セメント系固化材を用いた改良体の一軸圧縮強さは、針貫入試験から算出した一軸圧縮強さから、材齢10年においても安定して一定以上の強度を維持していることが確認された。
- (2)改良体の含水比、CaO量およびpHは、地下水位の上下に係わらず、材齢10年においても大きな変化は認められなかったことから、改良体内部からのセメント成分の溶脱はほとんどないものと判断される。
- (3)粉末X線回折の結果により、材齢10年においても材齢28日以降の材齢と同様にセメント水和物(エトリンガイト)が確認された。セメント系固化材を用いた改良体が長期にわたり強度をはじめとする物理的、化学的安定性を維持していると推測される。次回は材齢15年での調査・試験を計画している。

【参考文献】

- 1) 清田正人 松山祐介 重田輝年 泉尾英文 中村弘典:セメント系固化材を用いた改良体の長期安定性-材齢22年-:セメント系構造物と周辺地盤の化学的相互作用研究小委員会成果報告書,pp.473-478.2014
- 2) 中村弘典他:セメント系固化材を用いた改良体の長期安定性に関する研究:第64回年次学術講演会 pp.887-888.2009
- 3) 野田潤一他:セメント系固化材を用いた改良体の長期安定性に関する研究-材齢10年結果報告-:第74回年次学術講演会
- 4) 岡田滋 泉谷泰志 飯塚友之助 堀内澄夫:針貫入試験による軟岩地山強度の推定,土と基礎,Vol.32,No.2,pp.35-38,1985

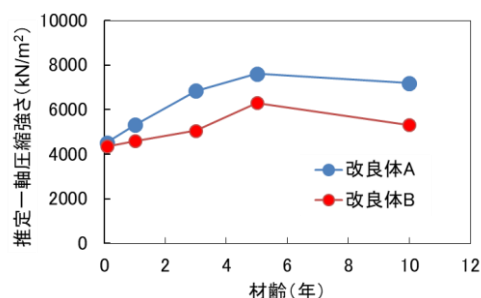


図3 推定一軸圧縮強さの経年変化

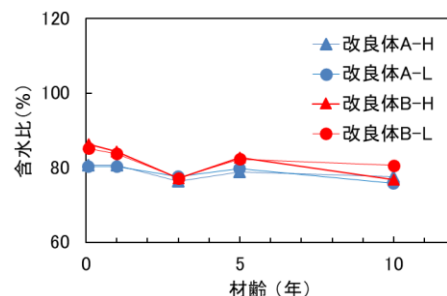


図4 含水比の経年変化

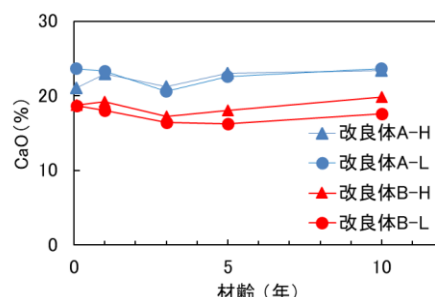


図5 CaO含有量の経年変化

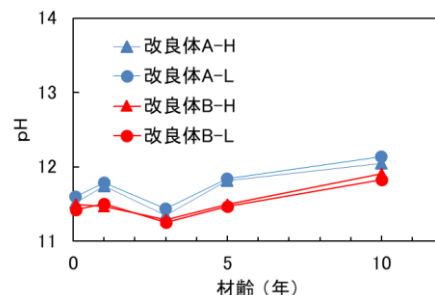


図6 pHの経年変化

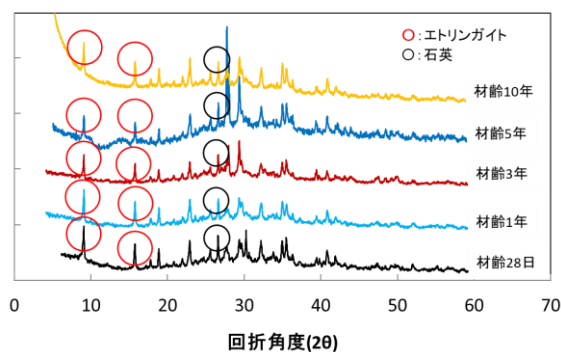


図7 粉末X線回折の経年変化