

# 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5年結果報告-

(一社) セメント協会	○正会員 野田 潤一
三菱マテリアル(株)	正会員 清田 正人
住友大阪セメント(株)	正会員 近藤 秀貴
(独) 港湾空港技術研究所	正会員 森川 嘉之

## 1. はじめに

セメント系固化材は、近年、大幅に需要が増加しており、その適用範囲は、軟弱地盤の安定処理だけにとどまらず、構造物の基礎地盤改良や耐震化、液状化対策にも広がりを見せている。また、汚染土壌対策にも一定の効果が認められている。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、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調査(材齢20年まで)を目的に、共同研究を開始した。具体的には、2009年、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。このコラムから材齢毎にコアボーリングを行い、物理試験および化学試験を実施した。今回は、材齢5年の試験結果の一部を報告する。

## 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。土槽内の底は取り外し、地下水位の影響を調査できるようにした。土質差異の影響をなくし、改良体からの六価クロム溶出量を確認する目的で、試料土は六価クロムが溶出しやすい火山灰質粘性土( $W_n=88.5\%$   $\rho_t=1.412\text{g/cm}^3$ )に置換し、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)を用いてコラム( $\phi 60 \times 300\text{cm}$ )を4本ずつ築造した。配合は、設計基準強度 $500\text{kN/m}^2$ 、固化材添加量 $350\text{kg/m}^3$ 、水固化材比80%のスラリー混合とした。コラムの打設後は、同じ試料土で20cm覆土した。

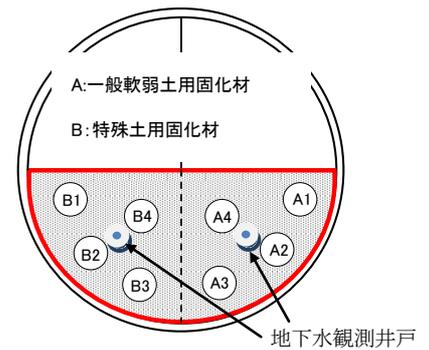


図1 施工状況(平面図)

施工後から半年間の地下水位変動状況を図2に示す。降雨の影響により水位に変動があるものの、概ねGL-2.0m程度である。さらに、材齢1、3、5年のコア採取時の水位測定でもGL-2.0mであった。なお、試験フィールドの詳細は、過去の報告を参照されたい<sup>1-2)</sup>。

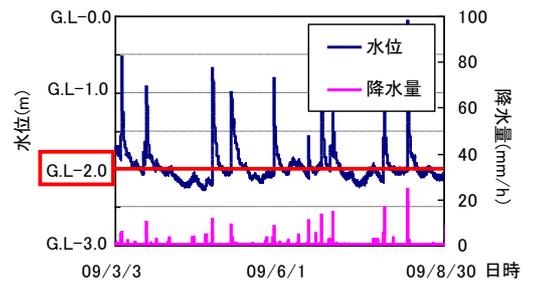


図2 地下水位の変動状況

### 2.2 試験項目

試験項目を表1に示す。試験には、各コラムから硬化後各材齢でコアボーリングにより採取する供試体を使用した。今回は、一軸圧縮強さと六価クロム溶出試験の結果を報告する。

表1 試験項目

	試験項目	
コア供試体	一軸圧縮強さ (JIS A 1216)	六価クロム溶出試験 (環境庁告示第46号法)

### 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3に示す。ボーリングコアは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。一軸圧縮試験用供試体は、無水カッターにより $\phi 6.5 \times 13\text{cm}$ に成形し、深さ方向1mに付き3本とした。六価クロム溶出試験は、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本とした。上述の水位GL-2.0mより上の位置を「水位上」、下の位置を「水位下」とする。

キーワード：セメント系固化材、改良体、長期安定性、材齢20年、一軸圧縮強さ、現場施工

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 一軸圧縮強さ

各材齢の一軸圧縮強さの変動係数を表2に、材齢と一軸圧縮強さの関係を図4に示す。図4にはセメント協会で過去に実施した長期試験(10年試験)<sup>3)</sup>の結果も図示した。最も大きな一軸圧縮強さの変動係数は、材齢28日において改良体Aが0.32、改良体Bが0.46であった。変動係数は0.10~0.50との報告<sup>4)</sup>があり、一般的な水準の試験施工と考えられる。

材齢28日から5年における強度増加比(5年/28日)は、改良体Aで2.25、改良体Bで2.65となり、改良体の強度は長期材齢においても安定的に維持されていることが確認された。また、10年試験と同種の固化材を使用した改良体Aは、10年試験と同様の強度発現性を示した。

#### 3.2 六価クロム溶出試験

試験に供した試料は、水位上および水位下の各々の平均強度に最も近いものとした。改良体からの六価クロム溶出量(最大値)を図5に示す。六価クロムが溶出し易い火山灰質粘性土を対象としたため、改良体Aの材齢1年までは、溶出量が環境基準値(0.05mg/L)を超過するものの、材齢3年以降では環境基準値を満足した。

一方、改良体Bでは、5年まですべての材齢において環境基準値を満足した。これは、セメント系固化材における六価クロムの固定化作用によるものと推察される。また、コラムの周辺土(約11cm離れた未改良土)および円形土槽内の観測井戸から採取した地下水について、六価クロム溶出量を測定したが、いずれの材齢においても六価クロムは検出されなかった。

### 4. まとめ

(1) セメント系固化材を用いた改良体の強度は、材齢5年において材齢28日の2倍以上となり、長期材齢においても安定的に維持されていることが確認された。

(2) 六価クロム溶出量は、試料土が火山灰質粘性土においても、材齢3年以降では固化材の種類に係らず環境基準値を満足した。また、材齢5年までのすべての材齢において、周辺土および地下水からの六価クロムは検出されなかった。

今後、材齢20年まで試験を継続する予定であり、次回は材齢10年で計画している。また、改良体への六価クロムの固定化を長期材齢の室内試験で検討する予定である。

#### 【参考文献】

- 1) 中村弘典 高橋章市 清田正人 田坂行雄 柳原勝也：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
- 2) 中村弘典 高橋章市 北誥昌樹 森川嘉之：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1年結果報告-：第65回年次学術講演会 pp.1065-1066.2010
- 3) (社)セメント協会：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 2002.3
- 4) 日本建築センター：建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針

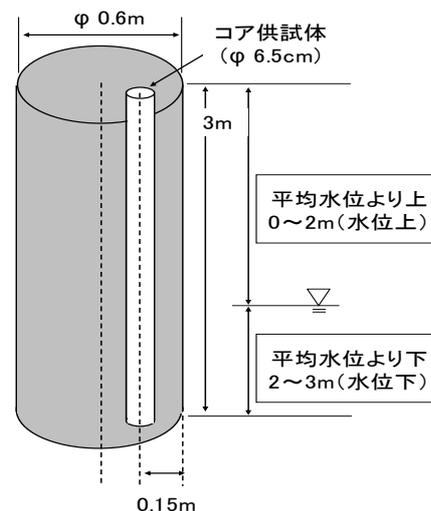


図3 試験供試体採取位置

表2 一軸圧縮強さの変動係数

試料名	28日	1年	3年	5年
改良体A	0.32	0.17	0.18	0.21
改良体B	0.46	0.33	0.40	0.35

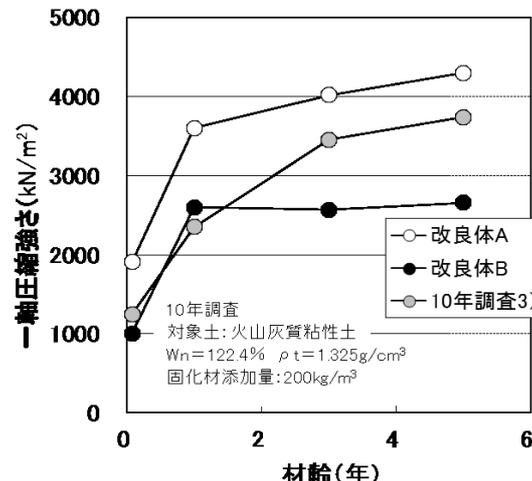


図4 材齢と一軸圧縮強さの関係

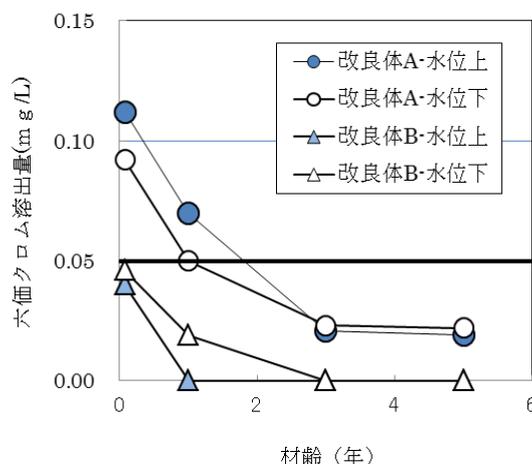


図5 改良体からの六価クロム溶出量(最大値)