

羽田空港 D 滑走路の軽量混合処理土（SGM）の長期耐久性について

東亜建設工業株式会社

正 田中洋輔, 正 永留健, ○正 御手洗義夫

国土交通省 関東地方整備局 東京空港整備事務所 能登谷健一, 正 山田崇人

1. はじめに

羽田空港 D 滑走路は多摩川河口域の海上部に位置し、多摩川河口部の河川流向に配慮し、河口部を栈橋構造とし、埋立人工島との複合構造となっている。D 滑走路の栈橋部と埋立部の境界に位置する接続部護岸の構造として、高耐力鋼管矢板井筒構造が採用され、井筒背面の埋立材として、土圧を軽減するために気泡混合処理土（以降、SGM）が採用されている^{1),2)}。SGM の設計において、100 年間にわたる長期耐久性が要求されている。このため、事前に実際の打設環境を想定した室内曝露試験を実施し、この結果が設計に反映されている。また、設計後に実施した室内試験でその妥当性が検証されている³⁾。

現在も継続中の D 滑走路の維持管理業務の「固化処理土の長期耐久性に関するモニタリング」の中で、実際に打設された SGM の試験体を覆土内に埋設し、定期的に試験体を取り出し、室内試験により劣化の程度について検討している。今回は、埋設から 10 年経過までの SGM 試験体に対して実施した室内試験結果について報告する。

2. SGM 試験体と埋設位置

SGM 試験体は、実際の気中打設の施工されたもので作成されており、SGM の目標密度は 1.02g/cm^3 （気中部）、設計強度は $q_{\text{uck}}=200\text{kN/m}^2$ である²⁾。

SGM 試験体の埋設位置を図-1 に示す。SGM の試験体は、直径 $10\text{cm}\times$ 高さ 20cm の円柱形であり、これをプラスチック容器内に山砂とともに収め、この容器を表層から 1.3m の深さに埋設してある。なお覆土表面は、乳剤塗布による防塵処理がされている（厚さ 15cm ）。

この埋設された試験体を定期的に取り出し、室内試験（一軸圧縮試験、小型コーン貫入試験）を実施し、SGM の長期耐久性について検証した。室内試験実施日程については、表-1 に示す。一軸圧縮試験は、処理土の強度、密度の長期的な安定性の確認、小型コーン貫入試験は、覆土との接触部付近の劣化の進行の度合いを確認する。試験体の数量は、1 ケースあたり 23 体（一軸圧縮試験 20 体、小型コーン貫入試験 3 体）である。

3. 試験方法

一軸圧縮試験は、 $\phi 10\text{cm}\times h 20\text{cm}$ の円柱試験体から外周部を取り除き、直径 5cm 、高さ 10cm の円柱供試体に成形し、湿潤密度の測定、一軸圧縮試験を実施する（図-2(a)）。小型コーン貫入試験は、円柱試験体の頂部より、所定の深度において小型コーン貫入試験を実施し、試験体の劣化深さを算定する。先端角度 30° のコーンを 2mm/min の速度で貫入し、 5mm 貫入時の貫入抵抗を求め、1 深度あたり 3 箇所実施し、平

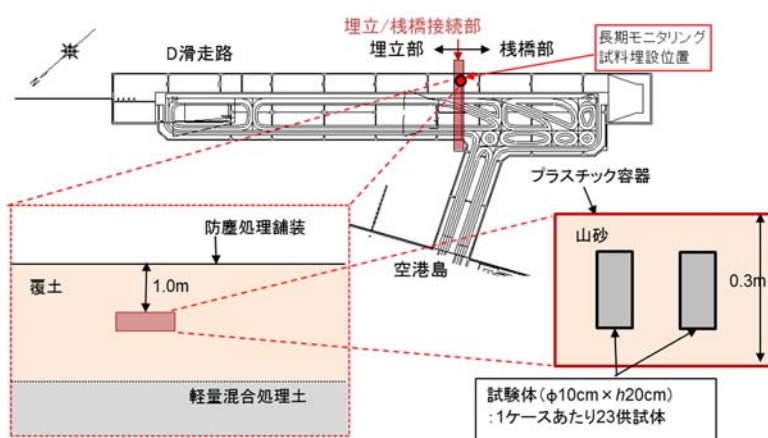


図-1 気泡混合処理土試験体の埋設位置

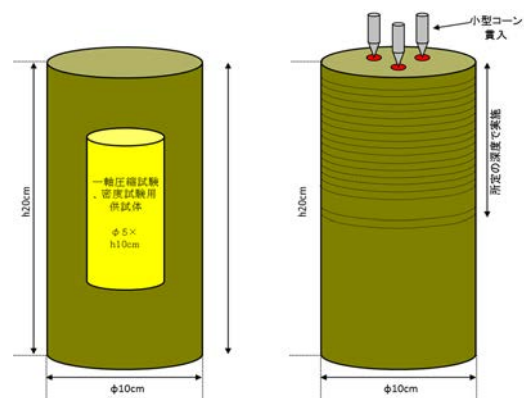


図-2 一軸圧縮試験、小型コーン貫入試験供

キーワード：埋立人工島、接続部護岸、軽量混合処理土、長期耐久性、劣化深さ

連絡先：〒163-1301 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パークタワー31 階 東亜建設工業（株） TEL 03-6757-3841

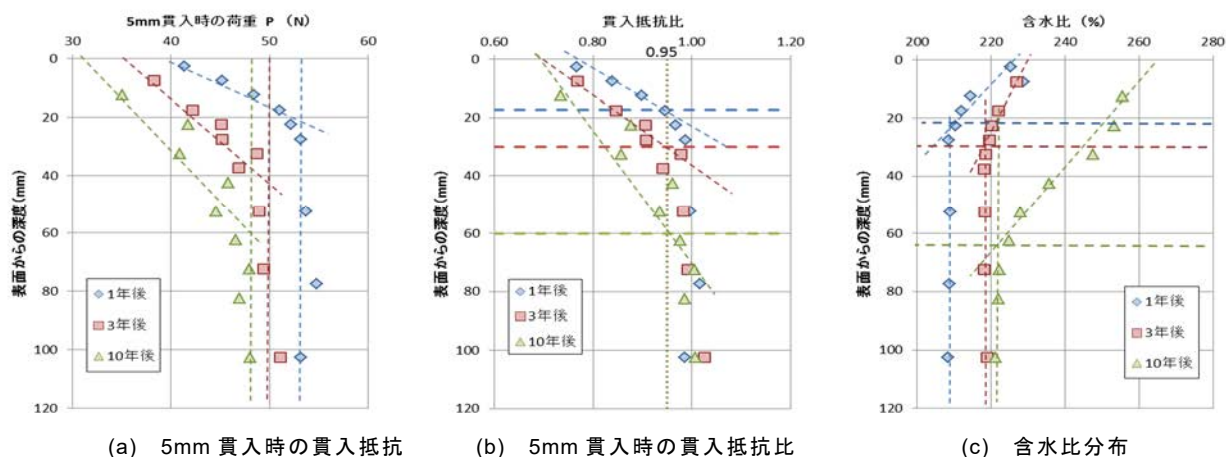


図-3 小型コーン貫入試験結果と含水比測定結果

均値を求める。これを深度方向にプロットし、劣化深さを算定する（図-2(b)）。

4. 劣化深さの設定（設計時）

劣化深さについては、池上らの検討結果⁴⁾を参考にして、下記の式(1)を提案している。

$$D = A t^{0.5} \quad \cdots (1)$$

式(1)中の係数 A は劣化速度を示す定数、 t は経過年数である。池上らによれば、材齢 28 日固化処理土 ($q_u=228\text{kN/m}^2$) の場合、海中曝露で $A=52.4$ 、土中曝露で $A=25.3$ と報告されている⁴⁾。この結果から羽田 D 滑走路の SGM の試設計時では、 $A=25.3$ として劣化深さを推定した。また設計後に実施した試験で、 A 値が 9.2~18.1 の範囲にあることを確認している³⁾。

5. 試験結果

(1) 小型コーン貫入試験：図-3(a)、(b)は、埋設から 1、3、10 年後の各試料の深度方向の小型コーン貫入試験結果（貫入抵抗および貫入抵抗比）を示す。ここで貫入抵抗比とは、貫入抵抗を表面から 70mm 以深の貫入抵抗（平均）で正規化したものである。図より、いずれも曝露面の表面部に近いほど貫入抵抗が小さく、かつ養生年数が長いほど、貫入抵抗が低下している深さが多いことが確認できる。図-3(c)は供試体の含水比分布であるが、含水比の増大と強度低下の影響範囲（深さ）がほぼ一致していることが分かる。

(2) 劣化深さ：図-3(b)より、貫入抵抗比が 0.95 付近の深度を劣化深さとして、経過時間との関係をプロットした結果を図-4に示す。なお、同図中には既往の結果も併せて示す。今回得られた結果は、設計時の設定値 $A=25.3$ とした場合の予測より若干小さな値であり、事前試験で予測した範囲にある。

(3) 一軸圧縮強さ：10 年目の供試体の一軸圧縮強さ（平均）は $q_u=819\text{kN/m}^2$ であり、設計強度 $q_{uck}=200\text{kN/m}^2$ を大きく上回っていることが確認された。

6. まとめ

羽田空港の D 滑走路で施工された SGM の長期耐久性に関して、試験体の埋設から 10 年後までの調査結果より、気泡混合処理土の劣化の程度は当初の想定に近い結果となった。また、一軸圧縮強さも設計強度以上を確保していることが確認できた。このほかに SGM の施工箇所では、沈下やレーダ探査等のモニタリングも継続しているが、異常は報告されていない。これらの結果より、打設から 10 年後の時点で SGM の健全性は確保できていると評価できる。

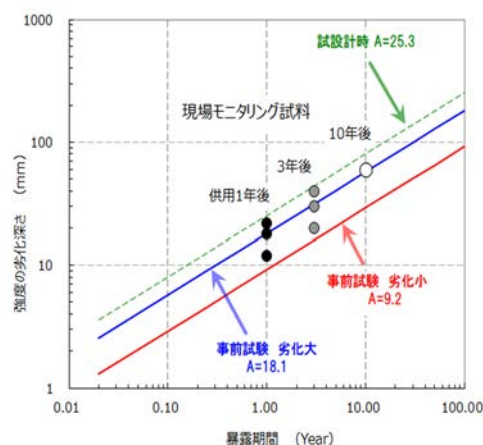


図-4 劣化深さの経時変化（事前予測と実測）

【参考文献】

- 野口ら：羽田空港 D 滑走路の設計、土木学会論文集 C（地圏工学）、Vol.68、No.1、pp150-162、2012.2）野口ら：羽田空港 D 滑走路埋立部の施工と維持管理、土木学会論文集 C（地圏工学）、Vol.68、No.2、pp305-320、2012.3）永留ら：羽田 D 滑走路における長期耐久性を考慮した気泡混合処理土の設計、土木学会第 66 回年次学術講演会、P11-12、2011.4）池上ら：セメント改良土の劣化進行に関する簡便予測手法、土木学会第 59 回年次学術講演開概要集第 III 部門、pp.1073-1074、2004.5）大谷ら、X 線 CT 法を用いた気泡混合処理土の浸透・乾燥現象の解明、土木学会論文集 No. 701/III-58、pp293-302、2002.