

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

東亜建設工業(株) 正会員 ○永留 健 御手洗義夫
 正会員 堺谷常廣 大和屋隆司
 関東地方整備局東京空港整備事務所 板倉 新
 関東地方整備局 正会員 野口孝俊

1. はじめに

羽田 D 滑走路建設外工事は、供用後 30 年間の維持管理を含めた「設計・施工一括発注方式」で発注された工事であり、さらに構造物は 100 年間の耐久性が求められるものであった。そのため、接続部護岸に適用された気泡混合処理土(以下、SGM と称す)にも長期耐久性を考慮した設計が初めて導入された。また、設計後には原位置での気泡混合処理土の曝露条件や配合条件にあわせて室内実験を行いながら、より詳細な予測・検討を実施し、維持管理計画に反映させている。

本報は、羽田 D 滑走路建設外工事で適用された SGM の既往実験に基づく試設計で行なった強度劣化範囲の予測方法を示すとともに、設計後に実施した室内実験結果からその妥当性を検証するものである。

2. 既往実験に基づく試設計における強度劣化範囲の推定

本工事で計画されていた SGM は、長期耐久性を定量的に検討して設計に反映させる必要があったことから、2005 年に既往の研究成果である池上らの検討結果¹⁾を参考にして、長期耐久性に関する試設計を行った。

池上らは、固化処理土に対する経時的な強度低下の劣化深さ $D(\text{mm})$ の推定式として、(1)式を提案している。

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

ここに、(1)式中にある A は劣化速度をあらわす定数、 t は経過年数である。なお、既往の実験では対象とした固化処理土の材齢 28 日後の一軸圧縮強さが $q_{u28}=228, 637\text{kN/m}^2$ の 2 ケース、曝露条件が海水中、淡水中、粘土中の 3 ケースの計 6 ケースで 105 日間の曝露実験を行っており、 A 値は 14.4~52.4 の範囲であった。このときの A 値は低強度のものほど高く、曝露条件が海水中、土中、淡水の順に高かったことを報告している。

本工事で適用された SGM の設計断面²⁾を図-1 に示すが、強度劣化の検討は土中に覆われている曝露面に対して行った。試設計での長期的な劣化深さの推定は、既往の実験結果のうち実際の SGM の配合や曝露条件と最も近いケース($q_{u28}=228\text{kN/m}^2$ 、土中曝露)で得られた A 値=25.3 を用いて強度劣化深さを推定した。推定結果は表-1 に示す通りで、30 年間での強度劣化深さは 139mm であった。

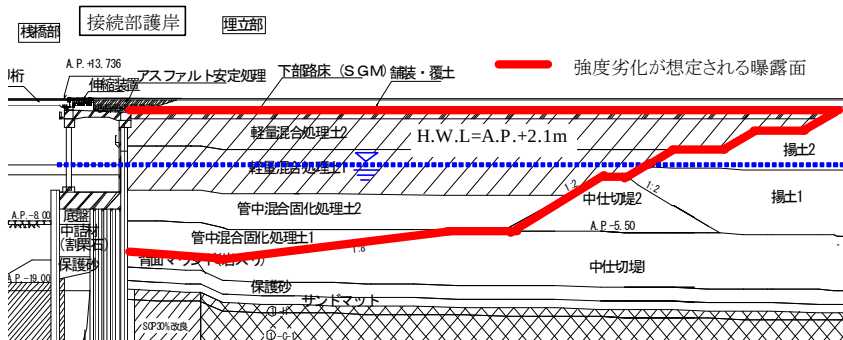


図-1 検討断面図

3. 妥当性確認実験

(1) 実験概要

既往実験に基づく試設計での強度劣化深さの推定方法の妥当性を検証するために、実際に使用する予定の原料土を用いて作製した SGM に対して、想定される曝露条件に近い状態で室内曝露実験を行なった。曝露実験に使用した SGM の仕様を表-2 に示す。それぞれの配合の試料は、内径 80mm、高さ 80mm 程度のモールドに充填した後、上面をラップで密閉し、温度 20℃、湿度 95%以上の養生容器に入れて所定の期間だけ気中養生した。このとき、実施工を想定して、地下水位以下の SGM(軽量混合処理土-1)については気中での養生日数を 1 日とし、地下水位以

表-1 長期的な劣化深さの予測値(試設計)

	経過年数(年)							
	1	3	5	10	20	30	50	100
強度劣化深さ(mm)	25	44	57	80	113	139	179	253

表-2 実験に用いた SGM の仕様

対象試料	作製密度 $\rho(\text{g/cm}^3)$	配合強度 $q_{u28}(\text{kN/m}^2)$	曝露条件
軽量混合処理土-1 (地下水位以下)	1.12	200	気中養生1日後 海水飽和土中曝露
軽量混合処理土-2 (地下水位以上)	1.02	200	気中養生28日後 淡水不飽和土中曝露

キーワード 気泡混合処理土、長期耐久性、劣化、曝露実験

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町 1-3 東亜建設工業(株) 技術研究開発センター TEL045-503-3741

上のSGM(軽量混合処理土-2)は気中での養生日数を28日とした。養生後にそれぞれを海水で飽和している土砂と淡水で不飽和にしている土砂の入った容器の中にモールドをそのまま埋設して曝露実験を開始した(図-2)。ここで、モールドに充填した試料は上面のみを曝露してそれぞれの条件で放置し、所定の期間(1, 3, 6, 12, 24, 36ヶ月)後にモールド試料を取り出し、上面から小型コーン貫入試験³⁾を実施し、貫入抵抗値を実測した。同時に、それぞれの配合で気中養生(温度20℃, 湿度95%以上)した試料についても試験した。

(2) 実験結果

図-3に、それぞれの条件で曝露された試料の小型コーン貫入試験により実測した貫入抵抗値から得られた貫入抵抗比の深度分布を示す。ここで、貫入抵抗比とは、曝露試料の貫入抵抗値を同じ材齢で気中養生した試料から実測した貫入抵抗値で正規化した値である。どちらの曝露条件の試料とも曝露面付近の貫入抵抗比が低く、時間の経過とともにその影響深さが深くなっているのが確認できる。ここで、渡邊らの評価方法⁴⁾と同様の方法(劣化深さ:貫入抵抗比<0.9)でそれぞれの劣化深さを算出して、曝露期間と劣化深さの関係を図-4に整理した。図をみると、実験初期のデータがばらついていてもののほとんどのデータが(1)式のA値が9.2と18.1として

推定したラインの間に位置しており、試設計で推定したA値を25.3としたときよりも、劣化の進行が遅い結果であった。菊池ら⁵⁾は、複数の調査結果をもとに劣化深さ推定の検討を行っており、気泡混合処理土の強度劣化深さは(1)式の関係で推定でき、調査結果でのA値は11.2~14.1程度であったことを報告している。今回の室内実験で得られたA値の範囲で長期的な劣化深さを推定したものを表-3に示すが、今回の結果から、既往実験に基づく試設計で推定した劣化深さはやや安全側であったことが考えられる。そして、30年間での強度劣化深さは最大で99mmと推定され、試設計値の7割程度の値だった。

4. おわりに

今回、羽田D滑走路建設外工事で適用されたSGM地盤の設計後に実施した室内実験結果から長期的な強度の劣化深さを推定し、設計時の推定結果と比較することによって、その妥当性を検証した。その結果、既往実験に基づく試設計での設定はやや安全側であったものと考えられる。

《参考文献》1) 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回年次学術講演開要集第III部門，pp.1073-1074，2004。2) 大和屋ら：羽田再拡張事業D滑走路建設における軽量混合処理土の設計と計画，土木学会第64回年次学術講演開要集第III部門，pp.979-980，2009。3) 田中ら：小型コーン貫入試験による覆土環境下の気泡混合軽量土の強度分布-SGM暴露実験-，土木学会第60回年次学術講演開要集第III部門，pp.571-572，2005。4) 渡邊ら：羽田再拡張事業D滑走路における管中混合固化処理土の長期的特性，第54回地盤工学シンポジウム論文集，pp.497-502，2009。5) 菊池ら：気泡混合軽量土の長期安定性に関する検討，第46回地盤工学学会研究発表会講演集(投稿中)。

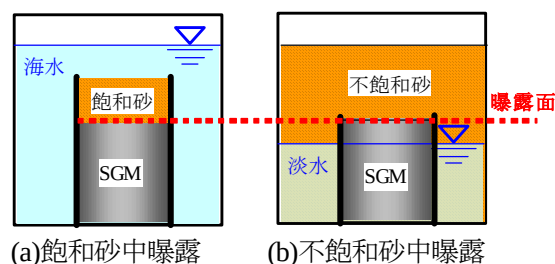


図-2 曝露実験概略図

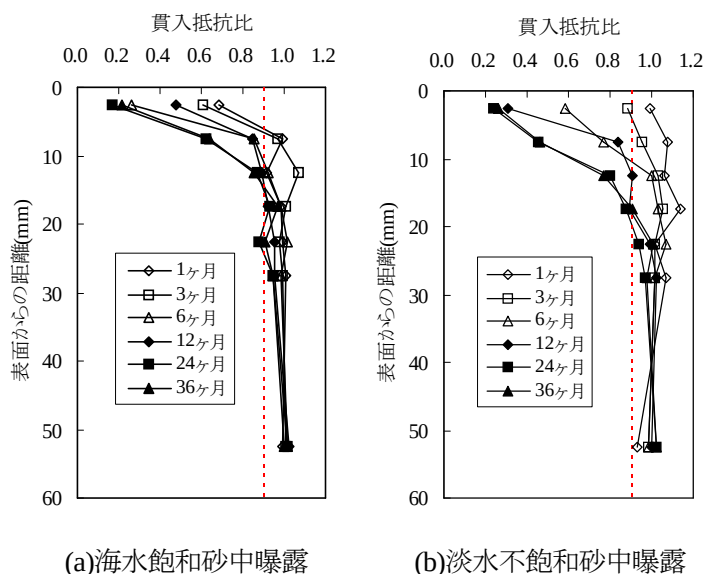


図-3 小型コーン貫入試験で得られた貫入抵抗比の深度分布

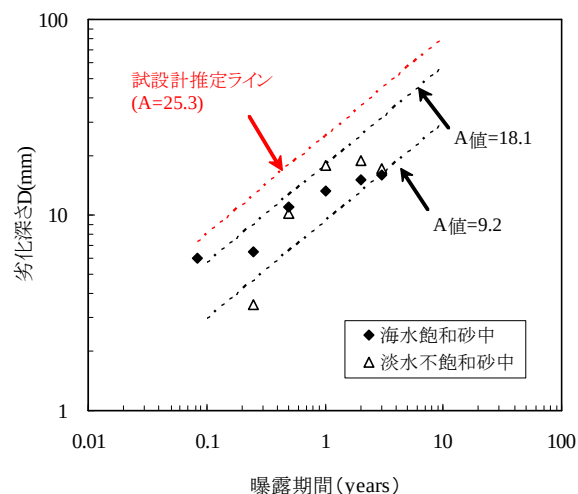


図-4 劣化深さと曝露期間の関係

表-3 長期的な劣化深さの推定値(実験後)

	経過年数(年)							
	1	3	5	10	20	30	50	100
試設計(A値=25.3)	25	44	57	80	113	139	179	253
実験結果(A値=18.1)	18	31	40	57	81	99	128	181
実験結果(A値=9.2)	9	16	21	29	41	50	65	92