

羽田再拡張事業 D 滑走路建設における軽量混合処理工の配合検討

東亜建設工業(株) 正 ○居場 博之, 正 御手洗 義夫, 正 永留 健
国土交通省東京空港整備事務所 貴船 哲央

1. はじめに

羽田 D 滑走路建設工事における埋立部と栈橋部の境界部分において、接続部護岸に作用する土圧低減、埋立部の沈下抑制を目的として、軽量混合処理土(以下;SGM)が埋立材として用いられる。SGM の設計打設量は約 79 万 m³であり、平成 21 年 5 月から 11 月まで、2 船団で施工予定である。本工事では SGM の原料土として、第一航路の移設に伴う浚渫土砂および他事業より提供される土砂(以下;他事業土試料)を有効利用する計画となっている¹⁾。本稿では、着工前に行われた SGM の室内配合結果を示すとともに、施工計画上の若材齢時の地耐力の検討を含めた配合検討結果を示す。

2. 原料土の物理・化学特性

原料土の採取場所を図-1 に示す。今回対象となる原料土は第一航路部浚渫土(現空港側)、および他事業土試料の 2 つの土源に大きく分けられ、さらに下記に述べるように、物性値によって、第一航路浚渫土は A、B の 2 種類に分類した(表-1)。粒度分布では、いずれの試料もシルト分以下の細粒分含有率が 90%以上であるが、他事業土試料は、第一航路浚渫土と比較して、粘土分含有率が多い。コンシステンシー特性では、第一航路 B の試料は液性限界、塑性限界ともに、他の試料と比較して大きな値となっている。また、第一航路Bの試料は強熱減量や有機分含有量が特に大きな値を示している。

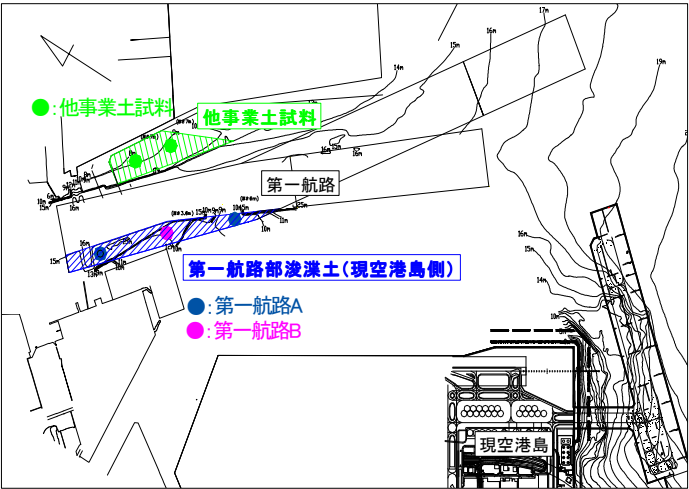


図-1 原料土採取場所

3. 配合試験結果

SGM の設計単位体積重量(以下;単体重量)は、原地盤の圧密沈下終了後に残留水位以下となる部分を境界として水中部が 11.5kN/m³、気中部が 10.0kN/m³と設定された¹⁾。設計基準強度は材齢 91 日で $q_u=200\text{kN/m}^2$ である。配合試験は上記の原料土を用いて、含水比と固化材添加量をそれぞれ 3 水準に変化させて実施した。SGM の現場配合目標強度は、技術マニュアル²⁾より、設計基準強度の 2.2 倍の $q_u=440\text{kN/m}^2$ とした。配合目標単体重量は、水中部が 11.0kN/m³(設計値▲0.5 kN/m³)、気中部は 10.0kN/m³である。また、施工時の圧送性や材料分離抵抗性の影響を考慮して、SGM の流動性は既往の実績³⁾より、混合プラントのフロー値で 15~20cm 程度であることから、混練り直後のフロー値が 18cm を満足することとした。

表-1 原料土の物理・化学試験結果一覧

土源	第一航路部A	第一航路B	他事業土試料
土粒子密度 ρ_s g/cm ³	2.642 ~ 2.656	2.557	2.663 ~ 2.712
礫分 (2~75mm) %	0 ~ 1	0	0 ~ 1
砂分 (0.075~2mm) %	0 ~ 9	1	1 ~ 7
シルト分 (5~75 μ m) %	44 ~ 53	44	23 ~ 29
粘土分 (5 μ m未満) %	37 ~ 56	55	65 ~ 76
液性限界 wL %	85.4 ~ 102.3	173.4	103.6 ~ 119.2
塑性限界 wP %	36.2 ~ 36.5	53.6	37.2 ~ 38.3
塑性指数 IP	49.2 ~ 65.8	119.8	66.4 ~ 80.9
pH	8.4 ~ 8.5	8.0	8.1 ~ 8.4
強熱減量 Li %	8.2 ~ 9.4	14.0	9.1 ~ 12.2
有機物含有量 %	3.5 ~ 3.9	6.6	3.7 ~ 4.2

配合試験結果を基に、SGM の要求性能(単体重量、一軸圧縮強さ、流動性)を満足する調整泥土(原料土に加水したもの)のフロー値、固化材添加量は、次の手順で決定される。1)SGM のフロー値が 18cm となる時の調整泥土のフロー値を求める、2)各調整泥土のフロー値に対する一軸圧縮強さと固化材添加量の関係を求め、配合目標強度 $q_{u91}=440\text{kN/m}^2$ を満足する固化材添加量を決定する。

室内配合試験結果の一例を図-2 および図-3 に示し、上記の手順によって求められた調整泥土のフロー値、固化材量な

キーワード 羽田 D 滑走路、空港、埋立、軽量混合処理土、配合試験

連絡先 〒230-0035 神奈川県横浜市鶴見区安善町 1-3 東亜建設工業(株) TEL 045-503-3741

どから設定された配合を表-2 に示す。これらの結果から、第一航路 B のケースの必要固化材添加量が最も多くなっているが、原料土の有機物含有量が多いことが強度発現に影響しているものと推測される。

4. 若材齢における支持力検討

本工事では、SGM 打設足場用仮設盛土(高さ 2.5m, 上幅 11m)設置→100t クローラークレーンにて SGM 打設(2.5m/層)→仮設盛土撤去・移設→次ステップの SGM 打設, という流れで施工する計画である。この計画では SGM に盛土とクローラークレーンによる荷重強度(59kN/m^2)以上の強度が必要となる。今回は、施工上の安全性から、この値を下回る現場強度の出現率(不良率)を全体の 10%未満と考え、現在の設定配合($q_{u91}=440\text{kN/m}^2$)で施工可能になるまでの養生期間の検討を行った。

検討条件として、SGM の現場強度が正規分布であると仮定し、その変動係数は技術マニュアル²⁾より、 $v=35\%$ とした。既に述べたように不良率を 10%とすると、現場配合目標強度に対する必要最低強度は、材齢 91 日で $q_{u91}=240\text{kN/m}^2$ ($=440 \div 1.835$)と計算される。

図-4 は、別途、材齢 1, 2, 3, 7 日までの若材齢の室内配合試験を行い、上記に示した室内配合試験結果とあわせて、材齢 91 日に対する強度の大きさを調べた結果である(原料土:第一航路 B)。また、図中には、材齢 91 日で上記の必要最低強度 $q_{u91}=240\text{kN/m}^2$ に対する各材齢での換算強度も示している。この結果より、今回の設定配合で施工する場合、養生 3 日以上で、施工上の必要強度(59kN/m^2 以上)が確保できることがわかった。

5. まとめ

今回の SGM の室内配合試験結果をまとめると、以下のとおりである。

- SGM のフロー値 18cm, $q_{u91}=440\text{kN/m}^2$ となる時の調整泥土のフロー値は 37~45cm, 固化材添加量は 72~103kg/m³ であり、気泡量の多い気中部の固化材添加量が水中部よりも多くなる。また、第一航路 B の試料は他の試料に比べて、固化材添加量が多い結果となっている。なお、これらの配合調整は、現在施工中の管中混合処理土の実績も考慮しながら、原料土の浚渫場所、調整泥土の密度~フロー特性、固化材や気泡添加前後のフロー値の変化などに留意して進めていく必要があると考えている。
- 今回の配合試験で決定した配合で施工する場合、施工時の盛土荷重およびクローラークレーンによる重機荷重を考慮し、最低 3 日間の養生が必要となる。

参考文献: 1)大和屋ら:羽田再拡張事業 D 滑走路における軽量混合処理工の設計と計画, 第 64 回土木学会年次学術講演会, 2009.9. (投稿中), 2)(財)沿岸技術研究センター:軽量混合処理土工法技術マニュアル(改訂版), 2008.7., 3)輪湖ら:軽量混合処理土工法の港湾施設への適用, 土木学会論文報告集 No.602 Vol.IV, pp35~52, 1998.9.

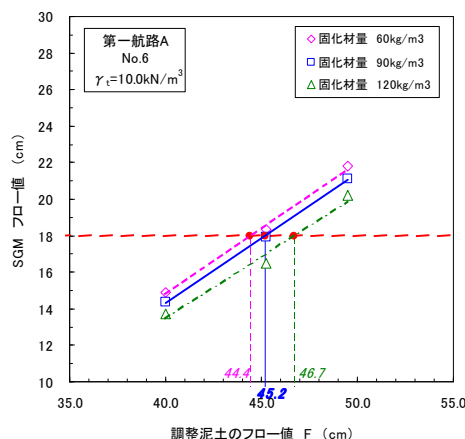


図-2 調整泥土とSGMのフロー値の関係

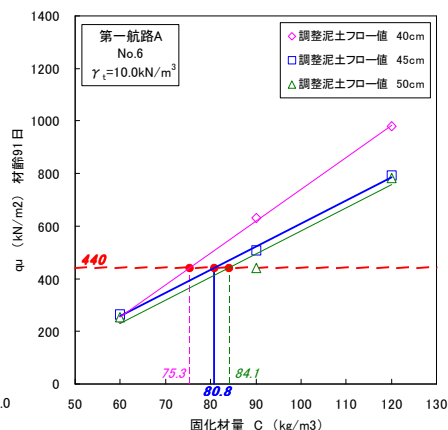


図-3 固化材添加量と一軸圧縮強さの関係

表-2 試料別の配合表(左:気中部、右:水中部)

試料名	SGMの目標単位体積重量 10.0kN/m ³				SGMの目標単位体積重量 11.0kN/m ³			
	調整泥土		固化材添加量 (kg/m ³)	気泡量 (体積%)	調整泥土		固化材添加量 (kg/m ³)	気泡量 (体積%)
	単体重 (kN/m ³)	フロー値 (cm)			単体重 (kN/m ³)	フロー値 (cm)		
第一航路A	11.7	45.0	80	19.4	11.9	43.0	78	12.0
	11.8	42.5	76	19.8	11.9	39.0	72	11.5
第一航路B	11.2	42.0	103	17.2	11.3	37.0	84	7.6
他事業土試料	11.9	43.0	78	20.5	11.9	42.0	76	12.1
	11.7	44.5	70	19.1	11.7	44.0	68	10.2
	11.9	41.0	69	20.0	11.8	43.0	72	11.2
	11.7	43.5	74	19.4	11.8	42.0	73	10.9

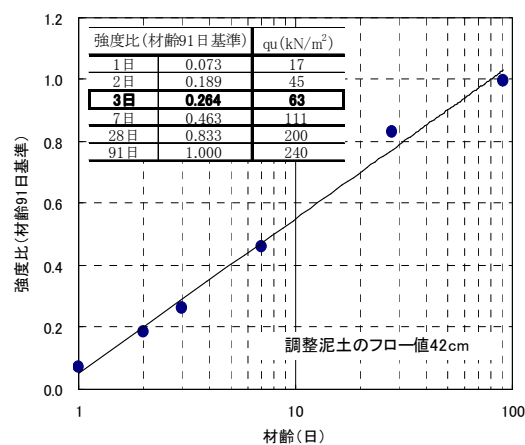


図-4 材齢と強度の関係