

砂質土（建設発生土）を利用した軽量混合処理土工法の施工

五洋建設(株) 齋藤 洋貴 正○海野 寿康
正 秋本 哲平 正 新舎 博

1. はじめに

小名浜港大剣埠頭先端取付部の災害復旧工事において、被災した護岸の復旧と耐震性の向上を目的として軽量混合処理土（SGM 軽量土¹⁾）工法を適用した。軽量混合処理土は、原料土に海水、軽量化材、固化材などを混合して作製される密度 0.8～1.3g/cm³、圧縮強度 100～500kN/m²の地盤材料である。本工事では、原料土として現地発生土を使用し、軽量化材として気泡を混合した。また、現地発生土が砂質土であることから、水中打設を安定した状態で行うために、添加材としてベントナイトを使用した。本報は、砂質土を利用した軽量混合処理土工法の施工について述べたものである。

2. 配合決定

軽量混合処理土工法では、材料分離の防止やポンプ圧送性および施工性を考慮して、粒径 10mm 以下に篩った原料土を用いることが多く¹⁾、本工事においても建設発生土を粒径 10mm 以下に調整して使用した。原料土は砂分 43.3%、シルト分 50.3%より、シルト ML に分類されるが、液性限界 w_L が 47.6%と低く、水中での不分離性を確保するためには、ベントナイトの添加が必要であった。

設計において定められた一軸圧縮強さ（設計基準強度）は、200kN/m²であった。配合目標強度は、技術マニュアル¹⁾を参考に割増率 $\alpha=2.2$ として、440kN/m²に設定した。配合目標密度は、水中に打設する場合、1.10g/cm³とし、設計密度は気泡内への水の浸入による 0.05 g/cm³の密度上昇を考慮して 1.15g/cm³に設定することが多い¹⁾。しかしながら、本工事は、水深が 1.0m 以下であることから（図-3 参照）、配合目標密度＝設計密度＝1.10g/cm³とし、施工は 1.10±0.03g/cm³以内で管理した。流動性はフロー試験(JHS A 313)で確認することとし、施工性と既往の施工実績より 18±2cm を目標値に設定した。配合試験は、調整泥土の含水比を 125%、140%、155%、固化材添加量を 100kg/m³、150kg/m³、200kg/m³に変化させて、フロー値への影響と処理土の発現強度への影響を確認した。

図-1 に含水比とフロー値の関係を示す。含水比が高くなるほどフロー値が大きくなっており、含水比 140%において、目標フロー値 18cm に最も近いフロー値となった。調整泥土の含水比は 140%に設定した。図-2 に固化材添加量と一軸圧縮強さ qu_{28} の関係を示す。この図より、固化材添加量は、配合目標強度 (440kN/m²) 以上となる 130kg/m³に設定した。一軸圧縮試験時の供試体密度は、1.10±0.03g/cm³以内であった。決定した配合を表-1 に示す。

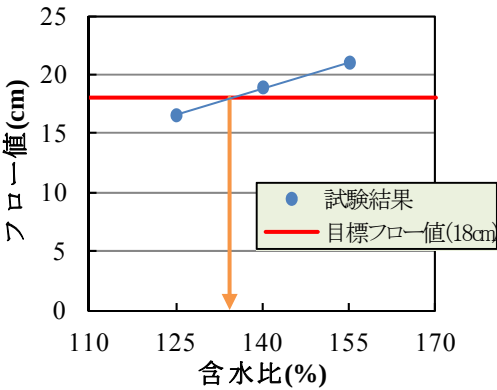


図-1 各配合におけるフロー値

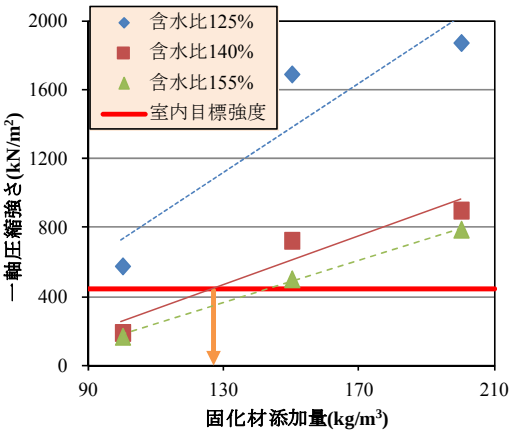


図-2 固化材添加量と一軸圧縮強さ

表-1 決定配合

決定配合	項目	混練前					セメントスラリー		気泡			合計
		原料土	調整水	添加材	膨潤水	合計	スラリー水	固化材	起泡剤	希釈水	空気	
W=140 C=130	重量(kg)	380.0	238.6	19.0	190.0	828	130.0	130.0	0.630	11.732	-	272
	密度(g/cm ³)	2.451	1.03	2.60	1.00	1.417	1.03	3.04	1.02	1.00	-	0.7
	体積(ℓ)	155.0	231.7	7.3	190.0	584	126.2	42.8	0.6	11.7	234.6	416

3. 施工

施工断面を図-3 に示す。処理土投入箇所は、ケーソン式護岸の背面上部であり、ケーソン直上部の裏埋土を掘削、分級し、原料土として使用した。軽量混合処理土投入箇所底面高は+0.5m であり、H.W.L.が+1.5m であるため、水深は 1.0m 以下であった。

施工フローを図-4 に、施工システムを図-5 に示す。施工は次のようである。①掘削土分級：掘削土は粒径 10mm 以上を 20%程度含んでおり、そのまま網目 10mm の振動篩いにかけて施工性が悪いので、網目 22mm で 1 次調整を行った。1 次調整はバックホウのバケットにエキスパンドメタルを設置して篩いを行った。②解泥工：粒径 22mm 以下に調整した原料土を加水攪拌し、流動化させた。③振動篩い工：流動化した原料土を振動篩いにかけて粒径 10mm 以下の原料土に調整した。④調泥工：ベントナイト泥水と混合し、設計密度 1.417g/cm^3 になるように加水調整を行った。⑤混練工：ベントナイト泥水はベントナイト（ネオクレイ）と水道水を重量比 1:10 で混合攪拌し、4 時間以上膨潤させたものを使用した（加泥工）。なお、ベントナイトの膨潤時間については、配合試験において 4 時間と 24 時間でほとんど差がないことを確認している。その後、固化材と海水を重量比 1:1 で混合した固化材スラリーと事前発泡させた気泡を管路ミキサで混合した。起泡剤はテルフォーマ KA を用い、水道水で 20 倍に希釈し、希釈溶液をコンプレッサーの空気圧により 20 倍に発泡させて気泡を作製した。⑥打ち込み工：打ち込みにはトレミー管を用い、ラフタークレーンで吊り下げて取り回した（図-3 参照）。全打設数量は 1555.8m^3 であり、1 日の打設量は平均 250m^3 程度であった。

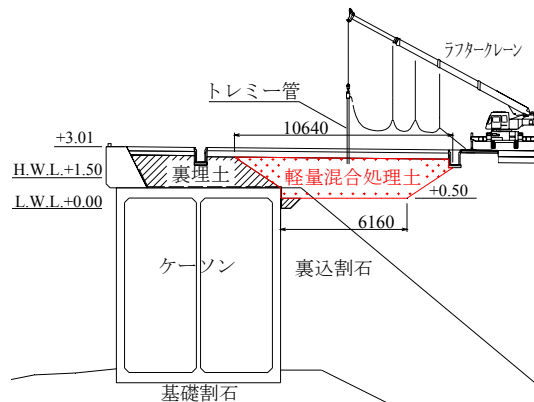


図-3 施工断面

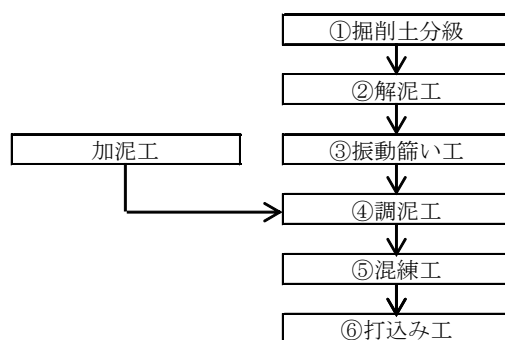


図-4 施工フロー

配合試験で実施した水中分離抵抗性試験¹⁾により、打設流量 $43\text{m}^3/\text{hr}$ で打設した場合の懸濁物質濃度 ss が 75.3mg/l 、水素イオン指数 pH が 8.9 および水中打設と気中打設の強度比が 0.92 であり、いずれも基準値内であることから、材料分離が生じないと判断され、打設流量は $43\text{m}^3/\text{hr}$ とした。

打設から 28 日後に施工箇所の中央でボーリングを行い、試料を採取して一軸圧縮試験を 6 本実施した。試験結果によると、湿潤密度は設計値 1.10g/cm^3 に対し、 $\pm 0.03\text{g/cm}^3$ 以内であり、一軸圧縮強さは $780\sim 1,145\text{kN/m}^2$ となり、設計値 200kN/m^2 以上を確保することができた。

4. おわりに

本工事では、砂質土（現地発生土）を原料土として用いて軽量混合処理土を作製した。砂質土を原料土とする場合、流動性の低下が懸念されるため、添加材としてベントナイトを使用することで施工に必要な流動性を確保することができた。また、材料分離を防止することもでき、品質の良い軽量混合処理土を打設することができた。

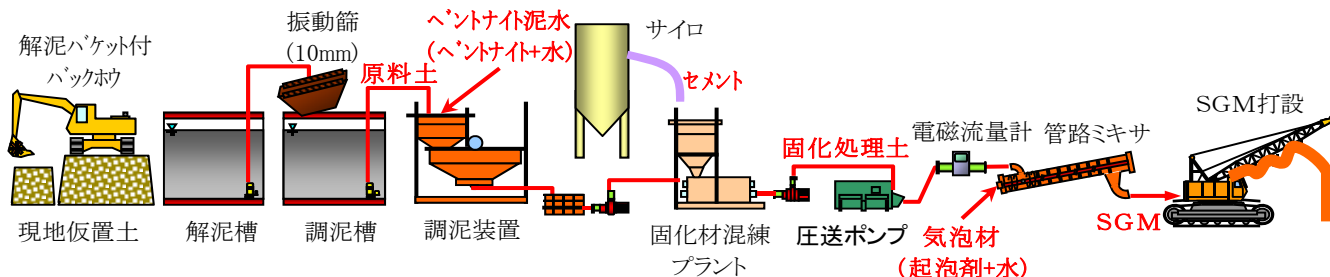


図-5 施工システム

参考文献 1)軽量混合処理土工法技術マニュアル(改訂版):(財)沿岸技術研究センター,平成 20 年 7 月. 2)安間ほか:羽田空港国際線エプロン部における気泡混合処理土の施工, 第 43 回地盤工学研究発表会,pp.29~30,2008