

異なる混合処理方式による事前混合処理工法の改良実績について(その2)

事前混合処理工法協会 正会員 四宮 圭三

日本国土開発(株) 正会員○高垣 豊

1. はじめに

国土強靱化対策を背景に空港・港湾施設では、岸壁等の液状化防止や土圧低減に向けた耐震強化改修工事の進むなかで、事前混合処理工法の適用が増えている¹⁾²⁾³⁾。これらの改修工事では、経済性と環境負荷の低減を実現するため、砂礫、砂質土、粘性土などの多様な現地発生土砂が活用されている。本報では、既設岸壁の液状化対策を目的に岸壁の背後地盤を掘削し、その掘削土を事前混合処理した異なる混合処理方式の改良実績を前報³⁾に引き続いて報告する。最大粒径 75mm を超過した掘削土は、回転式破碎混合機による 50mm 程度以下に破碎・細粒化する場合が多く、粒径の比較的小さい掘削土は、破碎機能を保持しない自走式土質改良機の混合処理方式の適用が多い。これらの工事実績を踏まえて、各混合処理方式による改良効果を考察する。

2. 使用土砂の粒度特性および安定材の施工配合

使用土砂の粒度加積曲線を図-1 に示す。C 港は原料土と回転式破碎混合機による破碎した土砂、E 港は本機による破碎土砂の粒度加積曲線である。C 港は本機処理後、礫分は減少、砂分は 33% から 43% に増加、破碎後の土砂は細粒化した。破碎後土砂の室内配合試験による安定材添加率は C 港が 4.2%、E 港は 11.8% である(図-1)。改良目的は液状化対策であり、設計基準強度 $q_{udd}=100\text{kN/m}^2$ に割増係数 $\alpha=2.0$ を乗じた室内配合試験の目標強度は $q_{udl}=200\text{kN/m}^2$ とした。安定材の高炉セメント B 種の配合決定は、C 港の処理土埋立地盤では中詰と密詰の平均乾燥密度 $\rho_{ddl}=1.479\text{g/cm}^3$ 、E 港では水深 5m 程度の埋立深さであり、最近の同種工事の実績を考慮し、密詰の平均乾燥密度 $\rho_{ddl}=1.193\text{g/cm}^3$ に設定した。

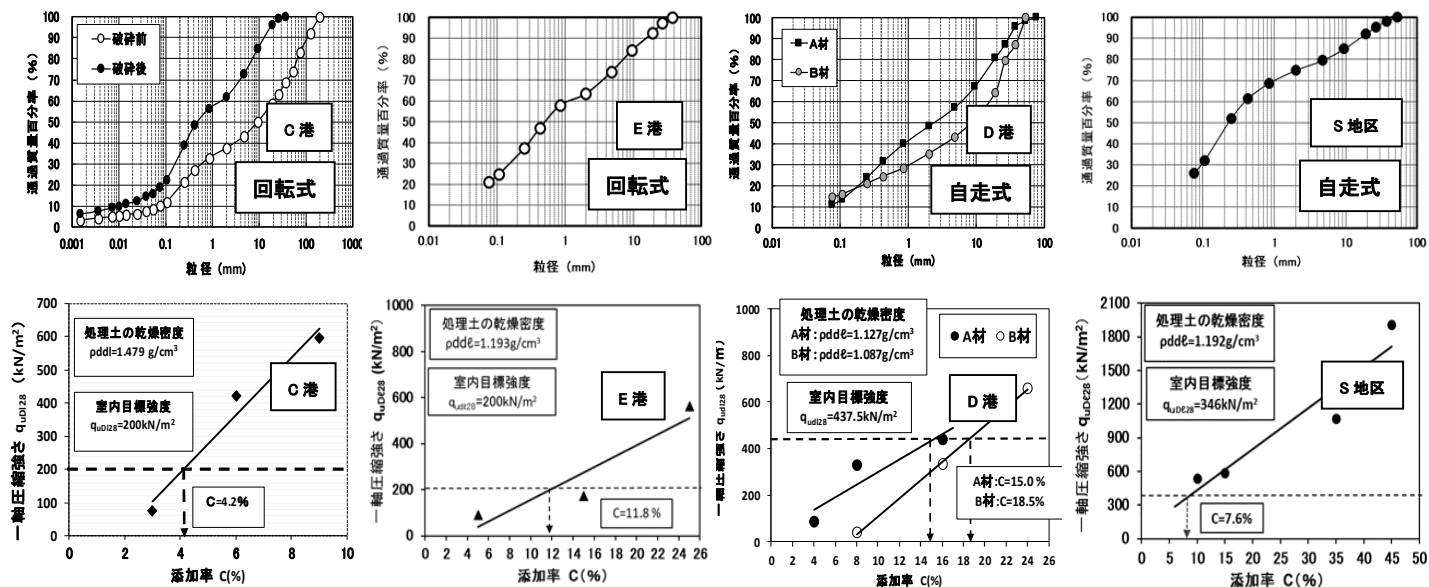


図-1 使用土砂の粒度加積曲線(上)及び一軸圧縮強さと安定材添加率の関係(下) (C 港、E 港、D 港、S 地区)

一方、D 港は自走式土質改良機により、2 種類の土砂を混合処理し、A 材は礫分 52%、砂分 37%、細粒分 11%、B 材は礫分 65%、砂分 20%、細粒分 15%、S 地区は礫分 25%、砂分 49%、細粒分 26%である(図-1)。安定材添加率は A 材 C=15.0%、B 材 C=18.5%、S 地区 C=7.6%である(図-1)。D 港の改良目的は液状化と土圧低減対策、S 地区は液状化対策である。D 港の室内配合試験の目標強度は、設計基準強度 $q_{udl}=175\text{kN/m}^2$ に乗じる割増係数 $\alpha=2.5$ から、 $q_{udl}=437.5\text{kN/m}^2$ 、S 地区は $q_{udl}=173\text{kN/m}^2$ に乗じる割増係数 $\alpha=2.0$ から、 $q_{udl}=346\text{kN/m}^2$ とした。

国土強靱化、事前混合処理工法、回転式破碎混合、自走式土質改良、環境負荷低減

〒305-0883 茨城県つくば市みどりの東 18-1 日本国土開発(株) つくば未来センター TEL 029-895-0551

安定材の高炉セメントB種の配合決定は、処理土埋立地盤(D港)は中詰と密詰の平均乾燥密度 $\rho_{ddl}=1.127\text{g/cm}^3$ (A材), $\rho_{ddl}=1.087\text{g/cm}^3$ (B材), S地区は3m程度の埋立地盤での実績により, 上載する重機の締固めを考慮して, 密詰の平均乾燥密度 $\rho_{ddl}=1.192\text{g/cm}^3$ に設定した。

3. 事後調査結果

事後調査は1ヵ月後の処理地盤をボーリングし, 一軸圧縮強さを測定した。C港は設計基準強度 $qudd=100\text{kN/m}^2$ に対し, 最深部では約 150kN/m^2 の低い強度を示した。このことは, 海底の軟弱浮泥を巻き込んだ影響と推察される。また地表面付近は 500kN/m^2 以上の高い強度が確認されており, 重機転圧の締固め効果が寄与したと考えられる。このような傾向はD港, E港, S地区でも確認され, 各処理土は設計基準強度を満足していた。

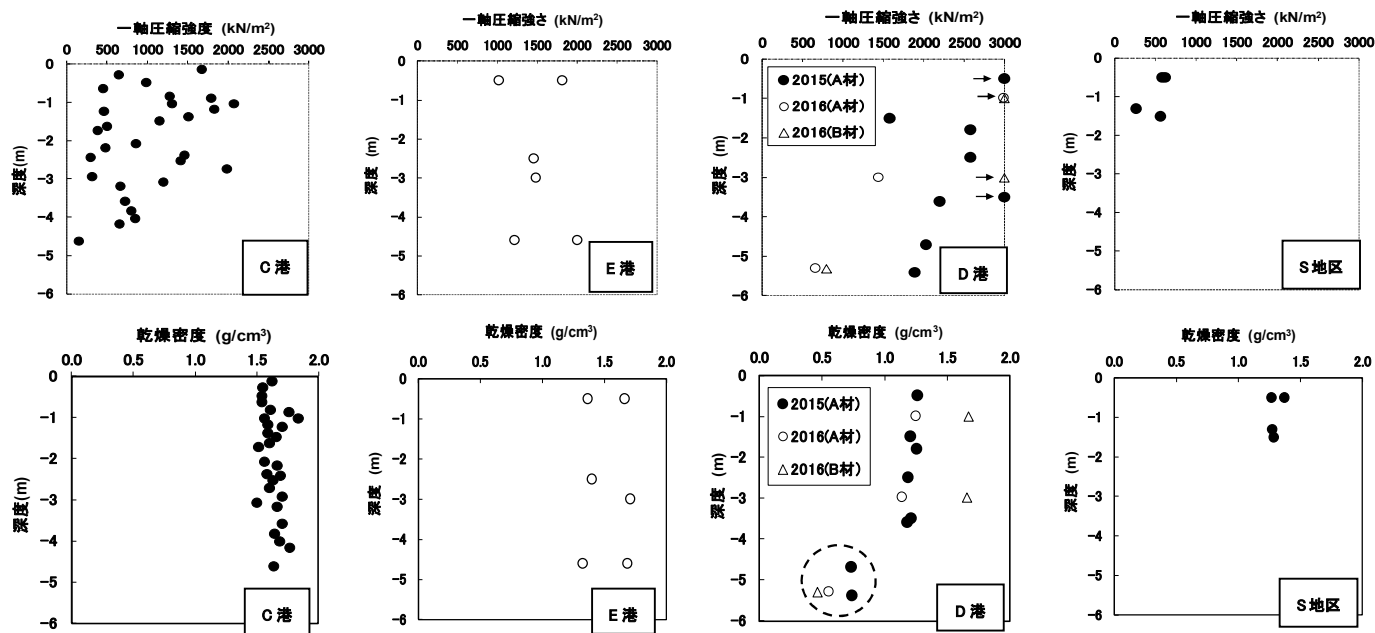


図-2 事前混合処理1ヵ月後の処理地盤調査結果 (C港, E港, D港, S地区)

4. 礫補正を考慮した現場密度の推定結果

現場密度の推定結果を表-1に示す。E港とS地区の母材乾燥密度 (1.216, 1.216) と室内配合の推定乾燥密度 (1.067, 1.108) では差が見られた。一方, Walker Holtz による現場密度の推定結果では, E港の現場母材乾燥密度 (②) は $\rho_d=1.241\text{g/cm}^3$, S地区は $\rho_d=1.240\text{g/cm}^3$ となる。礫補正しない場合は, E港(回転式)では密度比 1.14, S地区(自走式)は 1.10 となり, 礫補正後(①/③)は両方式ともに密度比 0.98 となった。これより, 礫分が多い場合は回転式破碎混合方式によると, 礫補正の有無による密度比に及ぼす影響は, 自走式土質改良方式に比べて小さく, 一方, 礫分の少ない場合は破碎効果のない自走式土質改良方式でも影響が少ないことから, 使用材料に応じた最適な混合方式の選定は, 安定材添加量等の経済性や品質確保でも効果的ではないかと考えられる。

表-1 現場密度の推定結果

方式	港湾等	安定材 添加率 %	室内配合		事後調査		現場密度推定値		③	①/②	①/③
			処理土推 定乾燥密 度 g/cm ³	母材推定 乾燥密度 g/cm ³	処理土 乾燥密度 g/cm ³	① 母材乾燥 密度 g/cm ³	② 礫補正後 母材乾燥密 度 g/cm ³	礫未補正 母材乾燥 密度 g/cm ³			
回転式破碎 混合方式	C港	4.2	1.479	1.419	1.641	1.575	1.440	1.419	1.09	1.11	
	E港	11.8	1.193	1.067	1.36	1.216	1.241	1.067	0.98	1.14	
自走式土質 改良方式	D港A材	15.0	1.127	0.980	1.209	1.051	1.225	0.980	0.86	1.07	
	D港B材	18.5	1.087	0.917	1.661	1.402	1.388	0.917	1.01	1.53	
	S地区	7.6	1.192	1.108	1.308	1.216	1.240	1.108	0.98	1.10	

5. まとめ

粒径の大きい土砂は, 回転式破碎混合方式の破碎・細粒化で, 室内配合段階の地盤推定密度が現場処理地盤に近づきやすい。さらなる処理地盤情報の蓄積と検討を進める予定である。【参考文献】1) 四宮, 高垣, 山崎: 回転式破碎混合工法による事前混合処理工法の実施事例, 2016 土木年講, 2) 栗林, 酒井, 四宮, 高垣: 事前混合処理工法による移動式改良機を用いた液状化・土圧低減事例, 2017 土木年講, 3) 四宮, 高垣: 異なる混合処理方式による事前混合処理工法の改良実績について, 2018 土木年講。