

空港整備事業に用いた気泡混合処理土の長期安定性の検討

港湾空港技術研究所	正会員	渡部 要一
港湾空港技術研究所(研修生)	正会員	三枝 弘幸 植田 智幸
広島大学大学院	正会員	土田 孝
S G M軽量土工法協会	正会員	○新舎 博 御手洗義夫

1. はじめに

近年の沿岸域における工事では、軽量性・自立性による沈下防止や土圧低減が期待できるとともに、短期に土地利用が可能となる軽量混合処理土が利用されており、同処理土は浚渫土のリサイクル利用という観点からも大変注目されている地盤材料の一つである。平成8年の東京国際空港沖合展開第Ⅲ期事業では、シールド工事に伴う発生土を原料とする軽量混合処理土を外周護岸の背面埋立に利用した。これは、空港整備事業における軽量混合処理土の最初の適用事例であり、発泡ビーズ混合処理土と気泡混合処理土の二材料が用いられた。本論文では、その後も着実に施工実績を伸ばしてきた気泡混合処理土の方に着目し、外周護岸の施工から10年という長時間を経た地盤から試料を採取して、その長期安定性について検討した結果を報告する。

2. 試験概要

調査対象である東京国際空港の外周護岸(東護岸)は、新C滑走路建設に伴い、在来の二重矢板式廃棄物護岸を4mほど嵩上げしたものである。これに伴い、発生が予想される護岸背後の沈下や矢板に作用する地震時土圧を低減するため、裏込め材として気泡混合処理土が施工された¹⁾。原料土には、同時期に行われた京浜急行羽田線を空港ターミナルに延伸するためのシールドトンネル工事の発生土が使用された。配合については、目標密度 ρ_t を 1.1g/cm^3 と設定し、高炉セメントB種を固化材として、また合成界面活性剤系の起泡剤を10倍希釈し、20倍発泡したものを気泡として用いた。原料土の物理特性および気泡混合処理土の配合条件は土田ら(2000)の文献¹⁾を参照されたい。サンプリングは近接する3箇所(No.1-1～1-3)で実施した。得られた不攪乱試料を用いて、それぞれ一軸圧縮試験、針貫入試験、圧密試験、弾性波測定、pH試験、Ca含有量試験を行い、材料特性の長期安定性を検討した。なお、弾性波測定は一軸圧縮試験用に成形した供試体を用いて行い、pH試験およびCa含有量試験は供試体成形時の削りカスを使用した。また、湿潤密度 ρ_t は成形後の各力学試験用供試体の質量と体積より算出した。これらの試験結果の中でも、本論文では、気泡混合処理土の劣化現象を反映するパラメータとして湿潤密度 ρ_t 、pH、Ca含有量、一軸圧縮強度 q_u 、針貫入抵抗 P を取り上げ、電子顕微鏡(SEM)による内部構造の観察画像を交えて、材料としての長期的な安定性を検討した。

3. 試験結果

図-1に湿潤密度 ρ_t 、pHおよびCa含有量の深度分布を示す。 ρ_t については、特に今回の114ヶ月のデータが他材齢のものより著しくばらついており、一部で設計密度 1.2g/cm^3 を上回る大きな値を示す部分が確認された。しかし、空気や水に接触することで、材料特性が最も変質すると予想される上面($z=0.75\text{m}$ 付近)や下面($z=3.5\text{m}$ 付近)近傍ではなく、内部において密度が高くなっていることから、吸水等による劣化というより、むしろ打設時の地盤特性そのものの不均質性ではないかと考えられる。これらの一部の大きな値を除けば、計測値が管理基準値である $1.1\pm 0.1\text{g/cm}^3$ の範囲内に分布しており、深度に対してほぼ一様な状態となっていることが確認できる。一方、若干のばらつきはあるものの、pHやCa含有量も深度に対してほぼ一様であった。これは、中性化や酸性化に起因したpHの著しい低下や、溶脱によるCa含有量の低下が現れておらず、内部は高い気密性が保持されていることを示唆する結果である。加えて、図-2に示す一軸圧縮強度 q_u および針貫入抵抗 P といった強度特性においても、部分的な弱層は見られず、深度方向への増加傾向が確認された。この結果から、地盤内は十分な強度(q_u では 196kPa 以上)が一貫して保持されており、安定した状態を維持し続けていることが窺える。

キーワード 気泡混合処理土、長期安定性、劣化

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1 港湾空港技術研究所 地盤・構造部 土質研究室 TEL046-844-5053

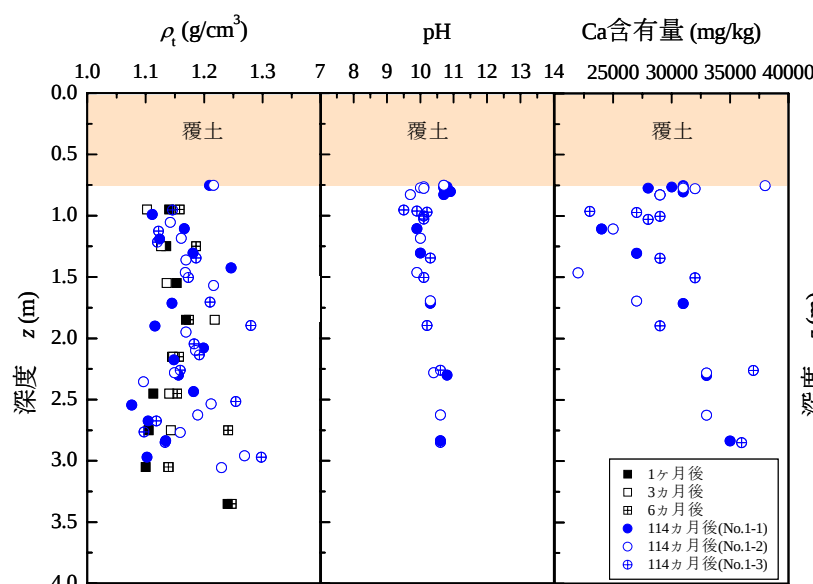
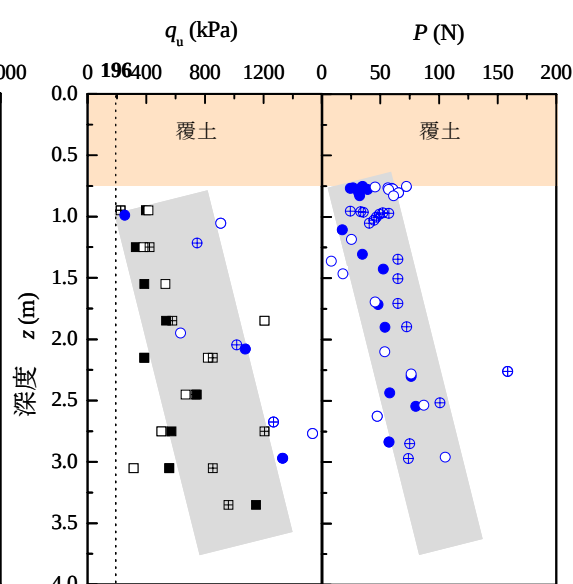
図-1 ρ_t , pH, Ca含有量の深度分布図-2 q_u , P の深度分布

図-3に平均 ρ_t と平均 q_u の経時変化を $\pm\sigma$ (標準偏差)の範囲とともに示す。どちらも調査時期によりばらつきに増減が見られるものの、その平均値においては、経時的な劣化傾向は見られない。特に q_u については、一般のセメント固化処理土に見られる増加傾向を示している。この結果は、10年という長期にわたって気泡混合処理土が安定した状態を保っているということであり、当時よりさらに進歩した現在の施工・品質管理技術の下では、材料特性をさらに長期にわたって安定的に維持することが可能であると推察される。走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて、気泡混合処理土の内部構造を観察した結果を図-4に示す。

10年経過した現在においても、針状のセメント水和物であるエトリンガイトが発達した状態を、500倍の観察画像から確認することができる。このことは、気泡混合処理土の材料特性が長期にわたって保持されているという各種試験結果を裏付けるものである。しかし、100倍の観察画像に見られるように、ごく一部においては、気泡の大きさや形状に変状(大きな気泡や変形した気泡)が観察される部分もあった。これは、調査対象の気泡混合処理土が、地盤材料として、初めて空港整備事業に本格的に利用されたという事情もあり、当時の施工技術が発展途上であったことを示唆するものである。

4. まとめ

10年という長期時間を経た気泡混合処理土地盤から不攪乱試料を採取し、室内試験および顕微鏡観察を行った結果、気泡混合処理土としての所要の材料特性が十分保持されており、材料としての有用性が確認された。

【参考文献】1) 土田 孝, 藤崎治男, 巻渕正治, 新舎 博, 長坂勇二, 彦坂周男: 建設発生土を原料土とする軽量混合処理土の護岸工事への適用, 土木学会論文集, No.644/VI-46, pp.13-23, 2000.

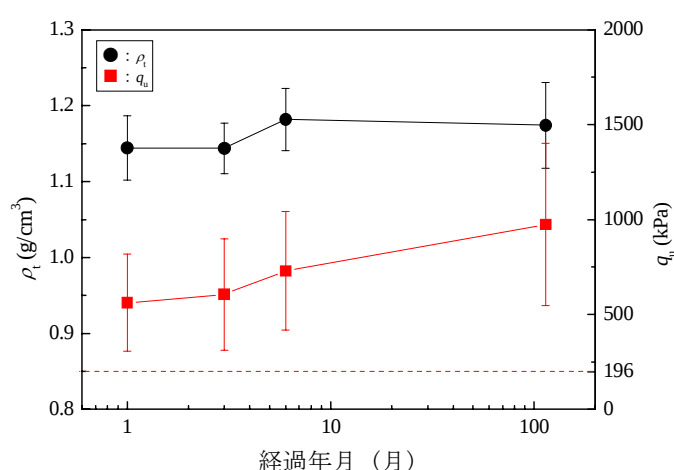
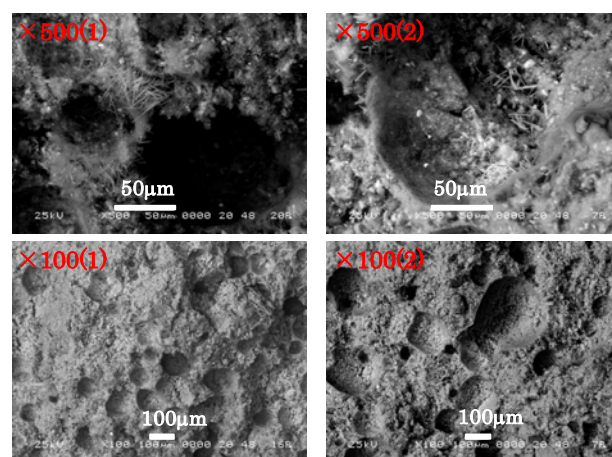
図-3 ρ_t , q_u の経時変化

図-4 SEMによる内部構造観察画像