

水銀圧入型ポロシメーターを用いた浚渫安定処理土の品質管理手法の検討

佐賀大学低平地研究センター 正 ○田口 岳志 佐賀大学低平地研究センター 正 日野 剛徳
 佐賀大学工学部都市工学科 正 柴 錦春 岡山大学大学院 非 山中 寿朗
 宇部マテリアルズ株式会社 非 西野 伸幸 佐賀大学工学部都市工学科 学 三浦友規子

1. はじめに 我が国では、軟弱地盤対策として各種安定材を用いた安定処理工法が多く採用されている。しかしながら、現行法における安定処理土地盤の設計・施工管理手法は日々進歩する施工機器および技術の発達に対応できていないのが現状といえる。例えば自治体が定める土木施工管理基準¹⁾を挙げれば、セメント安定処理土路盤の品質管理基準として現場密度が最大乾燥密度の93%以上を確認することが定められている。このとき安定処理土は、土中水を水和物として取り込み空隙中に針状結晶等を生成するが、その結晶自体が110℃炉乾燥で一部焼失することが知られており²⁾、上述した基準を満たすことは非常に困難といえる。そこで著者らは、佐賀低平地において着工されつつある地域高規格道路「有明海沿岸道路プロジェクト」を主軸として、実際に想定される各種地盤改良工法に着目し、安定処理土の力学・変形・劣化特性をマイクロ・マクロメカニクスの視点から調べている³⁾。本報では水銀圧入型ポロシメーターを用い、各種安定材による浚渫安定処理土のミクロ構造変化について検討し、実施工で汎用可能な品質管理手法について検討した結果を述べる。

2. 試験条件 土試料は佐賀市本庄江河口の浮泥・底泥を自然含水比 $w_n=181.7\%$ で用いた。安定材として汎用的に用いられる高炉セメント B 種、生石灰および佐賀低平地の浮泥・底泥に自然含有する第二種特定有害物質の封じ込め効果が期待される Mg 系固化材 (MgO)⁴⁾ を用いた。安定処理土供試体はプラスチックモールド ($\phi 5\text{cm}$, H10cm) で所定期間養生させ、一軸圧縮試験に用いるものとミクロ構造観察用の2種類を用意した。後者の一部を図-1の模式図に示す真空凍結乾燥法で乾燥させた後、水銀圧入型ポロシメーターを用い、空隙径分布および累積空隙容積を調べた。空隙径の計測用試料は、標準的な室内配合試験において100 kN/m² を満たす添加量を各安定材で採用した。装置は Micromeritics 社製を用い、測定条件は圧力範囲：P=3.45kPa～207MPa、水銀表面張力： $\sigma=485\text{ mN/m}$ 、水銀接触角： $\theta=130^\circ$ とした。安定処理土の空隙径分布は図-2に示すように、土の空隙へ水銀を圧入したときの水銀柱の変位から求めた。

3. 試験結果 図-3に、各種固化材を用い添加量を変化させた場合の一軸圧縮試験結果を示す。安定材の種類によらず添加量の増加に伴い一軸圧縮強さは増加している。しかし、Mg系固化材は他の安定材と比べて添加

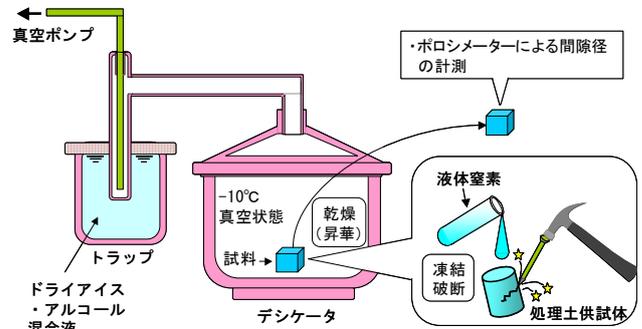


図-1 真空凍結乾燥法による試料の作製(模式図)

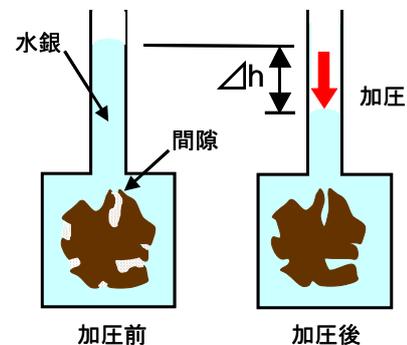


図-2 水銀圧入型ポロシメーター(概念図)

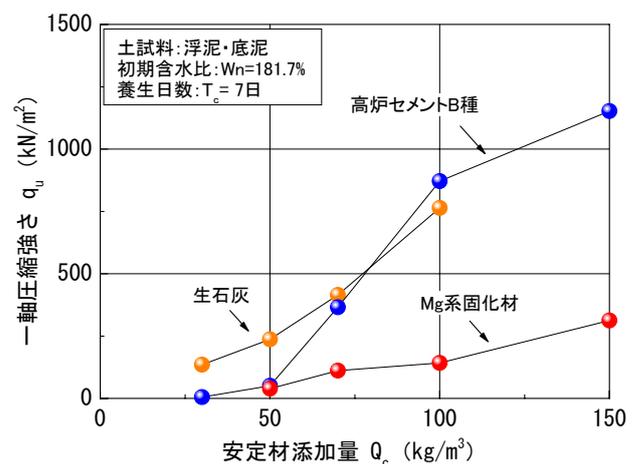


図-3 一軸圧縮強さ q_u と安定材添加量 Q_c の関係

量の増加に伴う強度増加が小さい。これは、安定材の違いにより強度発現メカニズムも異なると考えられる。このことをマイクロ構造の視点から調べた間隙容積 V_{dp} と間隙径 d_p の関係として図-4 に示す。この図より、未処理土が $d_p=1\mu m \sim 10\mu m$ において V_{dp} のピークがみられるのに対し、処理土のものは d_p が小さいほうにスライドしている。さらに各処理土はほぼ同等の一軸圧縮強さであるのに対し、その間隙構造が多様に変化している。これは、それぞれの安定材により生成された生成物が異なること、生成物の大きさと量等の影響も受けていると推定される。

図-5 にこのときの累積間隙容積 ΣV_{dp} と d_p の関係を示す。この図において $d_p=0.01\mu m$ の ΣV_{dp} は試料の総間隙容積とみなすことができ、これに着目すれば未処理土と処理土の総間隙容積は約 0.2 ml/g 減少し、安定材の種類による差異は 0.05 ml/g 程度と小さいことがわかる。また、生石灰の $\Sigma V_{dp} \sim d_p$ 曲線は他のものと比べて最も緩やかなカーブを呈している。これは間隙径の分布に偏りが少ないことを意味しており、添加量が 50 kg/m^3 と他の処理土と比べて最少であるのに同等の強度を発現している理由とも捉えることができる。

図-6 に Mg 系固化材を 3 パターンの添加量で配合した場合の V_{dp} と d_p の関係を示す。添加量が増加するにつれて V_{dp} のピークとなる d_p が小さなほうへスライドし、そのピーク自体も段階的に減少している。この結果は、図-3 で示した添加量の増加に起因する強度増加の裏づけといえ、添加量が多いほど土の間隙に生成物が充填され、緻密な間隙構造が構築されたことを意味している。同時に現場で行われている密度測定に代わり、安定処理土地盤の実質的な品質管理手法として有効であると考えられる。

4. まとめ 1) 佐賀低平地の浮泥・底泥を同等の強度を有するように安定処理した場合、その間隙容積と間隙径の関係から安定材特有の間隙構造が存在し、総間隙容積は安定材の種類による差異は小さい。2) Mg 系固化材で安定処理した場合、添加量の増加に伴い間隙径分布が段階的に変化し、強度増加の指標として用いれば安定処理地盤の設計・品質管理手法として汎用可能である。

謝辞 本研究は、平成 19～20 年度における文部科学省科学研究費補助金 基盤研究(C)：19560493 ならびに特別研究促進費-基盤 C 相当：19569006 の助成を受けて実施したものである。記して感謝の意を表します。

参考文献 1) 山口県土木建築部管理課：山口県土木工事施工管理基準（一部改訂版），pp. 2-26, 2003. 2) 岡林茂生，田坂行雄，丸屋英二：セメント安定処理した泥炭の強度発現性について，第 35 回地盤工学研究発表会発表講演集，pp. 1223-1224, 2000. 3) 日野剛徳，田口岳志，柴 錦春，荒牧軍治：佐賀低平地の有明海沿岸道路プロジェクトにおける軟弱地盤の特性と浚渫土の盛土材料としての有効利用に関する研究，土と基礎，56-1, pp. 28-31, 2008. 4) 三浦友規子，田口岳志，日野剛徳，柴 錦春，山中 寿朗：佐賀低平地における酸化マグネシウムを用いた浮泥・底泥の安定処理特性と溶出特性に関する基礎的研究，平成 19 年度 土木学会西部支部研究発表会，2008.（投稿中）

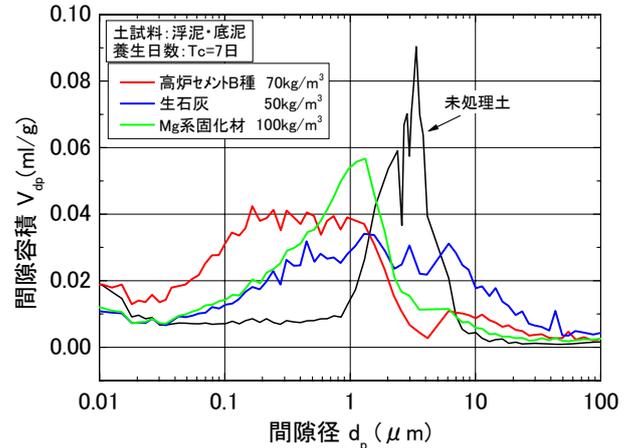


図-4 安定材を変化させた場合の $V_{dp} \sim d_p$ 関係

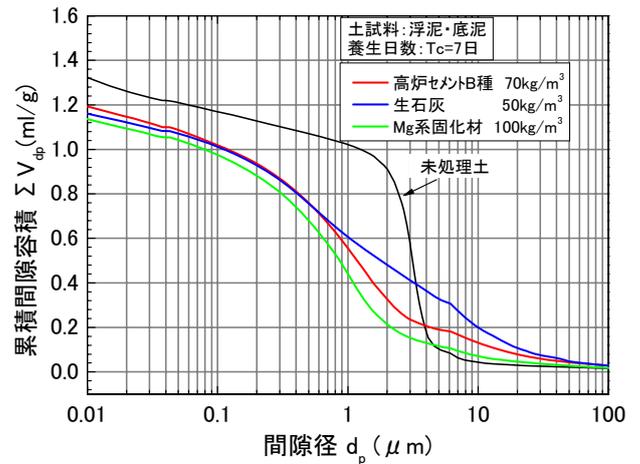


図-5 安定材を変化させた場合の $\Sigma V_{dp} \sim d_p$ 関係

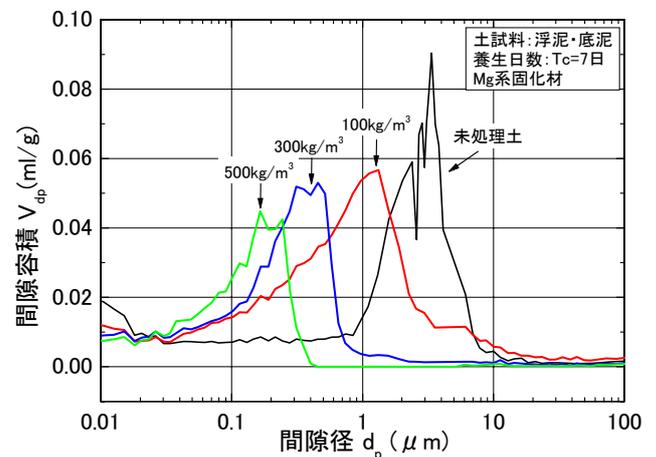


図-6 添加量を変化させた場合の $V_{dp} \sim d_p$ 関係