

有明海北西岸低平地における有機質土の土質特性と改良効果に関する基礎的検討

佐賀大学理工学部 ○学 寺田守光

佐賀大学大学院工学系研究科 学 Serigne Mansour Mbodji 学 姫野季之

佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正 日野剛徳

1. はじめに 2016 (平成 28) 年 6 月 23 日 (木) に生じた佐賀県政下の有明海沿岸道路 (佐賀福富道路)・芦刈南インターチェンジの崩壊事故を契機として, 予期せぬ地下の有機質土の存在が深層混合処理工法による改良柱の強度発現に及ぼす影響に注目が集まり始めている. 本研究では, 同道路の福富工区における深さ 15m 付近および深さ 18m に存在する 2 層の有機質土層から乱さないように採取された土試料を用い (以後, 前者を TW1, 後者を TW4 と呼ぶ), 同土試料の土質特性および改良効果に関する基礎的な検討を行った.

2. 実験方法 写真-1 に TW1 から得られた試料の状態を, 写真-2 に TW4 の状態をそれぞれ示す. TW1 および TW4 の土試料に対し, 物理化学試験および土質試験を行った. これらの基本的な土質特性の把握の後, 残存試料を用いて室内配合試験を行った. 佐賀県政下の有明海沿岸道路において使用の実績を重ねつつある六価クロムレスのセメント系固化材および有機質土対応のセメント系固化材の 2 種類を準備し, 配合量 $C=100\text{kg/m}^3$ および $C=200\text{kg/m}^3$, 水セメント比 $W/C=1.0$ の条件で室内配合試験 (JGS 0821-2009) を行った. なお, 後述の配合試験結果に関する検討では養生日数 7 日のものについてのみ論じる. 限られた残存試料量のため, 一般的に用いられている $d50\text{mm}\times h100\text{mm}$ からなる寸法の供試体の作製が困難であった. 本検討では, 高谷ら¹⁾による $d25\text{mm}\times h50\text{mm}$ からなる小型供試体の寸法を採用した.



写真-1 TW-1



写真-2 TW-4

表-1 有機質土の物理化学的性質と土質特性

土 質	TW-1	TW-4
$\rho_s (\text{g/cm}^3)$	2.764	2.593
w (%)	84.4	94.0
$\rho_t (\text{g/cm}^3)$	1.374	1.392
$\rho_d (\text{g/cm}^3)$	0.745	0.718
e	2.709	2.611
S_r (%)	86.3	93.5
w_L (%)	92.0	58.7
w_p (%)	40.8	27.2
I_p	51.2	31.5
I_L	0.9	2.1
$q_u (\text{kN/m}^2)$	59.1	42.6
ε_r (%)	1.4	1.4
物理化学		
ORP	145	33
pH	6.52	6.84
塩分 (g/L)	3.6	3.4
強熱減量 (%)	9.4	7.4

3. 有機質土の物理化学的性質と土質特性 表-1 に, 有機質土の物理化学的性質と土質特性の一覧を示す. TW1 および TW4 とともに, 深さによらず含水状態は卓越し, 密実状態は低劣する軟弱の様相を呈している. 液性指数 I_L の観点から, 特に TW4 の鋭敏性は高いことがうかがえる. 酸化還元電位 ORP の観点から, 両地層は深さによらず酸化状態 (好気性状態) を示している. 既存のボーリング資料²⁾に照らせば, 両地層は完新世の蓮池層下部 (TW1) および更新世の三田川層 (TW4) に区分されると考えられる. 両地層は非海成層に区分されることから, 塩分が 2 次的に侵入してきているとみなすべきである³⁾. すなわち, 2 次的な地盤環境の変化を強くきたしている地層といえる. 強熱減量の値はそれぞれ, TW1=9.4%, TW4=7.4%の値を示す結果を得た.

4. 異なるセメント系固化材の使用に基づく改良土の強度発現に関する検討 図-1 は、TW-1 の供試体の配合量と固化材の種類の違いに伴う応力-ひずみ曲線を比較したものである。配合量の視点に基づく、 100kg/m^3 の曲線群および 200kg/m^3 の曲線群において、それぞれ固化材の違いによる強度発現の違いは認められない。他方、配合量の違いの視点に基づく、前者の曲線群に比べ後者の強度発現は 2 倍以上の差を示す。図-2 に、TW-4 の供試体の配合量と固化材の種類の違いに伴う応力-ひずみ曲線群を示す。配合量 200kg/m^3 の条件を伴うものにおいては塩ビ管から供試体を取り出せないほどに高い強度発現を示すものがあつた。他方、取り出した供試体の強度発現のばらつきは著しく、中にはセメント配合による効果を見いだせない傾向を示すものが認められた。セメントスラリー混練時の均質性には十分に注意しているため、このようなばらつきを示す原因について定かでない。本検討で六価クロムレスのセメント系固化材および有機質土対応のセメント系固化材を用いたのは、改良対象土が有機質土のため、セメント系・石灰系固化材を用いた地盤改良の際の天敵となる有機物の影響を間接的に計ることにあつた。同有機物の影響が顕著な場合、有機質土対応のセメント系固化材が効果を発揮することを想定させることによる。本検討の場合、固化材の違いに伴う強度発現の違いは認められず、むしろ地層の違いに伴う強度発現を示すとの実験事実が得られることになった。

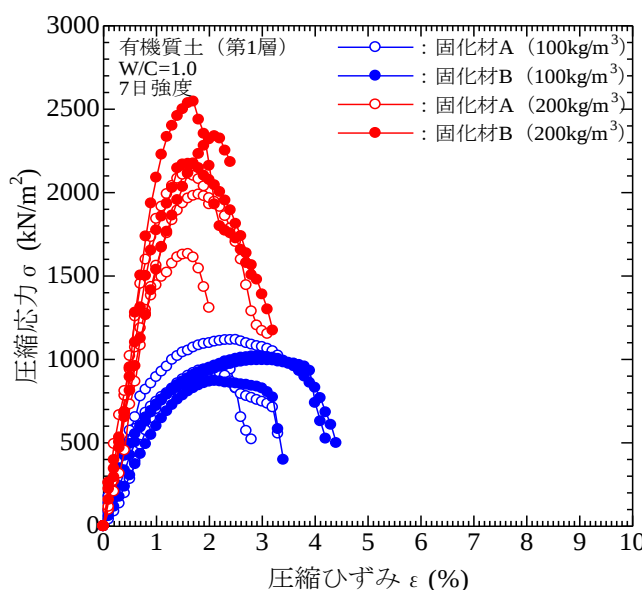


図-1 応力-ひずみ曲線

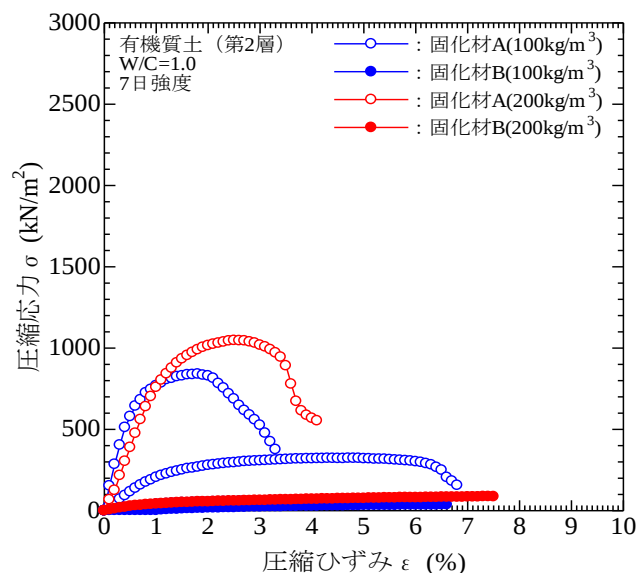


図-2 応力-ひずみ曲線

5. おわりに 本検討で得られた知見を要約すると、次のとおりである：1) 本検討の対象とした有機質土層群の土質特性として、含水状態の卓越、密実状態の低劣を伴う軟弱の様相を呈していることを始め、液性指数の観点から下層の鋭敏性は高いことがうかがえた；2) 物理化学的性質の簡便な指標となる酸化還元電位等の値から、両層は深さによらず酸化状態（好気性状態）を示していることを始め 2 次的な地盤環境の変化を強くきたしているといえる；3) セメント系固化材を用いた室内配合試験の結果、異なる有機質土層において異なる強度発現を示す傾向が得られた；4) 両層においてセメント系固化材の違いに基づく強度発現の傾向の違いは認められず、下層ほど強度発現の著しいばらつきを示した。

謝辞：本研究の実施に際し、科学研究費補助金・基盤研究(C)（一般）・課題番号 15K06212 の補助を受けた。また、佐賀県有明海沿岸道路整備事務所には、平成 28 年度受託研究における小課題としての機会を与えられるとともに、試料を提供していただいた。さらに、経済産業省九州経済産業局による平成 28 年度戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン事業）（研究代表者：大久保博晃（ワイビーエム））による補助を受けた。記して感謝の意を表します。

参考文献：1)高谷ら：平成 28 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，CD-ROM，第Ⅲ部門，2017。（投稿中）；2)Hino et al. : Proceedings of the International Symposium on Sustainable Geosynthetics and Green Technology for Climate Change (SGCC), Bangkok, Thailand, CD-ROM, pp.307-316, 2012.；3)日野ら：地盤工学会誌，地盤工学会，Vol.62, No.1, Ser.No.672, pp.53-59, 2014.