

有明海北岸低平地における完新世砂層の密度特性と更新統の地域的性質

佐賀大学理工学部 ○学 今泉 郁也

佐賀大学低平地沿岸海域研究センター 正 日野 剛徳

佐賀大学大学院工学系研究科 学 姫野 季之

1. はじめに 著者らの属する研究グループは、有明海北岸低平地の有明海沿岸道路・大川佐賀道路における地盤調査結果に基づいて、当地の地盤工学的性質の解明を進めてきている¹⁾。本報では、まず当地における乱さない完新世砂層の密度特性について検討する。次に、更新統の地域的性質について検討した結果を述べる。

2. 調査の位置および結果の一例 図-1 に、本報の検討に用いたボーリングの調査位置を示す。後述する検討の便宜上、筑後川から嘉瀬川にかけてNo.1からNo.27の番号を付すことにする。図-2 に、当地で最も深く掘削されたNo.27の土性図を示す。下位から更新統かつ非海成の川副層dK、同様に非海成の中原層下部dN₂、中原層上部dN₁、非海成の阿蘇-4火砕流堆積物dAso-4、非海成の三田川層dMのように区分され、これら更新統の上位に完新統かつ非海成の蓮池層下部aH₁、海成の有明粘土層aA_cおよび非海成の蓮池層上部aH_uが重なる。自然含水比w_n、液性限界w_Lおよび塑性限界w_pからなるコンシステンシー特性の観点から、更新統全体としてw_nはw_Lとw_pの間にあり、液性指数I_Lは1を下回っているが、完新統では同値を上回っている。圧縮指数C_cについて、更新統では全体的に1を下回るが、川副層dKとの深部にも関わらずC_cの値が2を超える事実が目される。完新統における同値は1を上回っていることから、前述の検討とともに典型的な高鋭敏性・高圧縮性の地盤といえる。

3. 完新世砂層の密度特性に関する検討 本報の対象とした地域では、完新統に2層の砂層が含まれ、浅部のそれはA_{s1}層と呼ばれ、深部のそれはA_{s2}層と呼ばれてきている²⁾。前者は地点によって厚く現れることがあり、後者は地点によらず1m程度の層厚を保ち、水平連続性に富む³⁾。有明海沿岸道路の建設に際しては、完新統の間に分布するこれらの砂層が液状化を引

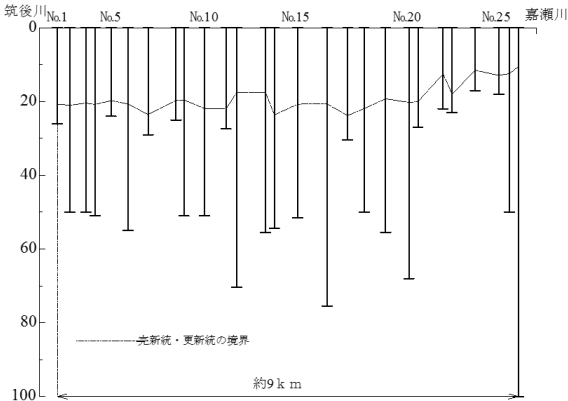


図-2 ボーリングの調査位置

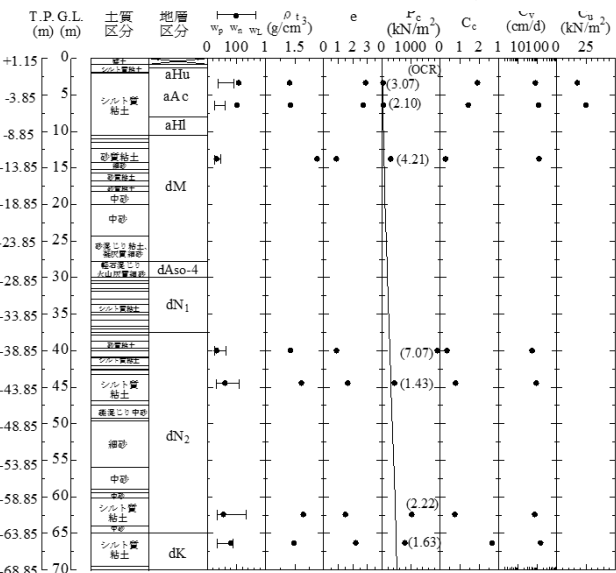


図-1 ボーリング No.27 の土性図

区間	No.	深さ(m)	土質区分(柱状図)	記事	N値	分類(粒度試験)	実測値 ρ_t (g/cm³)	NEXCO(2006)値 ρ_t (g/cm³)	実測値 /NEXCO値
諸富～川副	1	3～3.8		非常に緩い	2	細粒分質砂	1.703	1.80	0.95
	2	6.25～7.25	シルト混じり砂		4	細粒分質砂	1.645	1.70	0.97
	4	9～9.8	火山灰質砂	非常に緩い	2	砂混じり細粒土	1.489	1.70	0.88
	5	6～6.8	貝殻混じり細砂	非常に緩い	2	細粒分質砂	1.594	1.80	0.89
	6	10～11	貝殻混じり粗砂	中くらい	19	細粒分質砂	1.802	2.00	0.90
	7	7～8	貝殻混じり中砂	中くらい	16	細粒分質砂	1.834	2.00	0.92
	7	17.5～18.3	シルト混じり細中砂		2	細粒分質砂	1.786	1.70	1.05
	8	4～4.8	砂質シルト		1	細粒分質砂	1.680	1.70	0.99
川副～本庄	10	4.5～6.3	シルト混じり細砂	非常に緩い	0	細粒分質砂	1.680	1.70	0.99
	11	7～7.8	砂質土	非常に緩い	1	細粒分質砂	1.693	1.70	1.00
	11	21～21.8	粘土混じり砂	緩い	7	細粒分質砂	1.790	1.70	1.05
	12	4.7～5.5	砂	非常に緩い	1	細粒分質砂	1.920	1.80	1.07
	14	18～18.8	砂	緩い	10	細粒分質砂	1.999	2.00	1.00
	15	18.5～19.3	砂	中くらい	15	細粒分質砂	1.758	2.00	0.88
	19	2.5～3.3	粘土混じり砂	非常に緩い	2	細粒分質砂	1.738	1.70	1.02
本庄～西与賀	20	4～5	細砂	緩い	4	細粒分質砂	1.807	1.80	1.00
	21	4.3～5.3	シルト混じり細砂	非常に緩い	1	細粒分質砂	1.759	1.70	1.03
	22	4.5～5.3	細砂	非常に緩い	2	細粒分質砂	1.848	1.80	1.03
	23	4.5～5.3	シルト質細砂	非常に緩い	0	細粒分質砂	1.893	1.80	1.05
	24	3～3.75	細砂	非常に緩い	1	細粒分質砂	1.742	1.90	0.92
	25	2.3～3.2	シルト質細砂	非常に緩い	1	細粒分質砂	1.700	1.70	1.00
	27	12.3～12.9	砂質粘土	硬い	6	砂質粘土	1.882	1.90	0.99

表-1 湿潤密度試験の一覧

き起こすことが懸念されているため、凍結法により乱さない状態で砂供試体が採取され、土質試験に供されている⁴⁾。当該砂供試体を用いた湿潤密度試験の一覧を表-1に示す。参考のために、柱状図情報およびNEXCOによって公表されている値⁵⁾を併記している。実測値の中には、砂層とはいえ 1.5g/cm^3 を下回る値が認められる。実測値とNEXCO値の比は0.88から1.07の範囲を示す結果を得た。

4. 更新統の地域的性質に関する検討 図-3に、 w_n と C_c の関係を示す。まず、図中に示す地域区分は地盤調査の際に便宜的に区分されたものを踏襲している。白色のドット（更）と表示群で示される更新統の結果について、値の分布は完新統との間で大きな変化を示さず、 w_n は100%を下回りながらも2.5以上の高い C_c を示すものまで認められる。更新統の地域的性質を定性的に把握するために、 $30\% \leq w_n \leq 190\%$ および $0.3 \leq C_c \leq 2.8$ を目安に各地域区分ごとの相関関係を求めた結果、諸富～川副（○）で最も高い圧縮性を示す傾向にあるのを始め、本庄～西与賀（□）、川副～本庄（△）の順で圧縮性が低まる傾向がうかがえる。図-4に、 I_L と C_c の関係を示す。同図における I_L と C_c の相関関係もそれぞれ $0.1 \leq I_L \leq 1$ および $0.3 \leq C_c \leq 2.8$ を目安に求めている。検討の結果、本庄～西与賀（□）で最も高い鋭敏性・圧縮性を示すのを始め、諸富～川副（○）、川副～本庄（△）の順で同性質が低まる傾向がうかがえる。特に、本庄～西与賀（□）では I_L が1を下回る範囲で更新統の C_c がプロットされても、2.5以上の高い C_c の値を示す更新統の I_L は1に近いことが注目される。著者らの一部は先に、 I_L が卓越する粘性土の $e\text{-log } p$ 曲線は逆S字の傾向を示すことを指摘している⁶⁾。また、Igaya et al.は、本報の検討の対象とした地域の近傍における実証盛土試験の挙動解明を進める中で、更新統に属する粘性土層も沈下層となることを初めて明らかにしている⁷⁾。これらの既往の知見に基づけば、本報の対象とした地域の地盤においても、特に更新統に属する粘性土層の沈下・変形挙動に慎重を要するのがよい。

5. おわりに 本報で得られた知見を要約すると、次のとおりである：1) 乱さない完新世砂層の湿潤密度が実測された結果、 1.5g/cm^3 を下回る値が確認された。実測値とNEXCO値の比較の結果、両者の比は0.88から1.07の範囲を示す結果を得た；2) 本報の検討の対象とした地域における更新統の鋭敏性・圧縮性は両端で卓越し、中間で低まっている傾向を得た。

謝辞：本報の検討に際し、国土交通省九州地方整備局佐賀国道事務所からデータを提供していただいた。記して感謝の意を表します。

参考文献：1) 中里ら：平成26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，pp.315-316，2015.；2) 吉岡ら：土と基礎，Vol.42，No.4，pp.33-38，1994.；3) 三浦ら：低平地研究，No.5，pp.45-58，1996.；4) 国土交通省九州地方整備局佐賀国道事務所，応用地質：2分冊の2，大川佐賀道路（諸富～川副地区）地質調査業務報告書，2011.；5) NEXCO：第一集土工編，設計要領，p.I-44，2006.；6) 赤峰ら：第31回地盤工学研究発表会平成8年度発表講演集，2分冊の1，pp.595-596，1996.；7) Igaya et al.：Lowland Technology International, IALT, Vol.13, No.1, pp.41-46, ISSN 1344-9656, 2011.

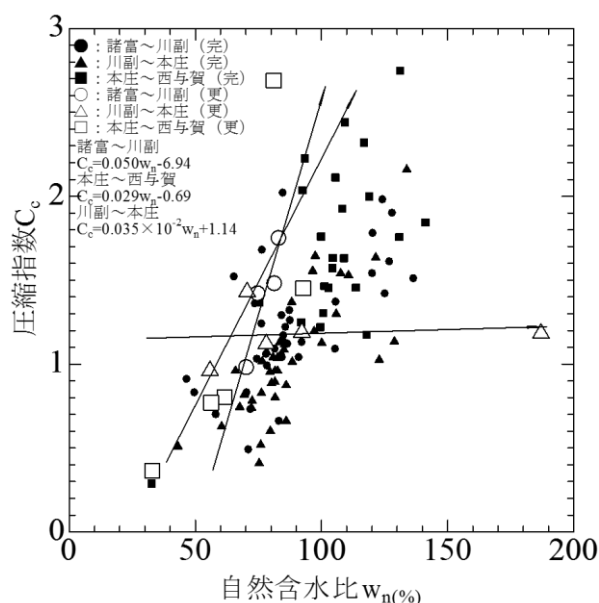


図-3 自然含水比と圧縮指数の関係

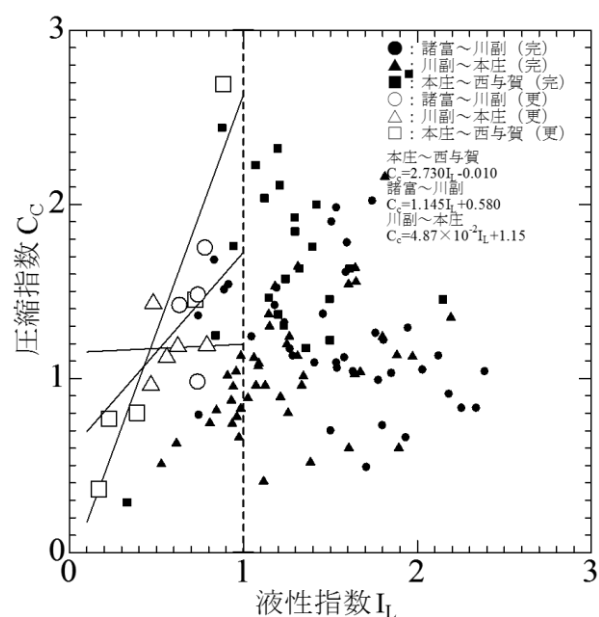


図-4 液性指数と圧縮指数の関係