

有明海沿岸道路（福富鹿島道路）における有明粘土層の地域的性質

佐賀大学理工学部 ○学 山崎 陸 学 江本和生
 佐賀大学 正 日野剛徳 学 SINDETE, Mathiro Jose

1. はじめに 佐賀県政下の有明海沿岸道路の建設事業は、2021年7月における佐賀福富道路の開通を経て、福富鹿島道路の建設に至ろうとしている。福富鹿島道路では概略・詳細設計のための地盤調査が進み、データが充実してきている。筆者らの属する研究グループは、同地盤調査の進展のたびに旧堤防下の地盤を対象とした概略設計パラメータ¹⁾、活性度の地域的・深さ的性質²⁾、などの検討を進めてきた。本報では、福富鹿島道路における2021年12月までに得られた全線下の有明粘土層の地盤調査結果を用い、同地層の地域的性質に関する検討を行った。

2. 調査位置と堆積状況 図-1に、福富鹿島道路の地盤調査位置を示す。38か所の調査結果の内、緯度経度が記されている36か所分を同図にプロットしている。福富インターチェンジ(福富IC)を始点とし、佐賀県杵島郡白石町深浦を終点とする。図-2に、福富鹿島道路の地下断面を示す。同図の左から右にかけて東西の方角を示すが、廻里江川から以西は南北の方角に転じている。有明粘土層の層厚は約10~25mである。蓮池層上部の堆積が稀なのは、同地が干拓からなることによる。図-3に、福富コアを示す。同コアは、福富鹿島道路の地下断面に資する基準地盤調査結果の一つであり、福富IC付近で得られたものである(図-2中の16313号)³⁾。同コアではG.L.12mに鬼界-アカホヤ火山灰(K-A_h)の層準が確認されている。K-A_hは約7300年前の鬼界カルデラ噴火によるテフラであり、有明海が海進から海退に移行する時期とほぼ同時期に堆積したものである。K-A_hを境として、以深の有明粘土層は海進期の堆積物(本報ではA_{c2}層と呼ぶ)、以浅の同層は海退期の堆積物(本報ではA_{c1}層と呼ぶ)に区分される⁴⁾。

3. 地盤工学的性質 福富コアにおけるK-A_hの水平連続性を以西に外挿し、同テフラを境に有明粘土層をA_{c2}層とA_{c1}層に二分する。各地盤調査結果の標高は変動し、同テフラの層準も同様である。区分の確実性を高めるために、G.L.5~10mにA_{c1}層としての地盤調査結果を求め、G.L.15~20mにA_{c2}層のものを求めた。表-1に、全域の地盤工学的性質の平均値、標準偏差および変動係数を示す。両者の平均値を比較すると、w_nとeの値は減少、ρ_t、ρ_cおよび



図-1 福富鹿島道路の地盤調査位置

表-1 全域における地盤工学的性質の平均値・標準偏差・変動係数

定数	A _{c1} , A _{c2}	平均値	標準偏差	変動係数
自然含水比	A _{c1}	118.56	11.83	0.1
w _n (%)	A _{c2}	82.68	13.35	0.16
湿潤密度	A _{c1}	1.39	0.034	0.025
ρ _t (g/cm ³)	A _{c2}	1.51	0.054	0.036
間隙比	A _{c1}	3.13	0.33	0.11
e	A _{c2}	2.2	0.31	0.14
圧密降伏応力	A _{c1}	56.52	28.82	0.51
ρ _c (kN/m ²)	A _{c2}	124.77	33.55	0.27
非排水せん断強さ	A _{c1}	19.06	6.53	0.34
c _v (kN/m ²)	A _{c2}	39.26	10.3	0.26

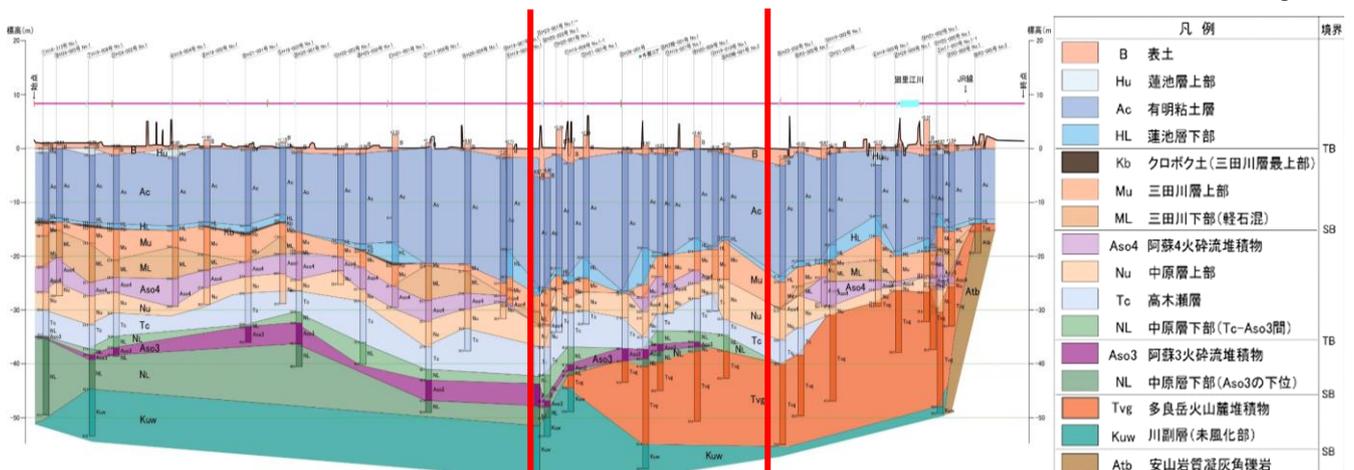


図-2 福富鹿島道路の地下断面

表-2 ゾーニング後の地盤工学的性質の平均値, 標準偏差, 変動係数

定数	A _{c1} , A _{c2}	全域			旧堤防内			旧堤防外			西部		
		平均値	標準偏差	変動係数									
自然含水比	A _{c1}	118.56	11.83	0.10	120.66	13.06	0.11	116.91	13.19	0.11	116.87	7.90	0.07
w _n (%)	A _{c2}	82.68	13.35	0.16	69.16	13.64	0.20	83.96	13.67	0.16	88.44	6.86	0.08
湿潤密度	A _{c1}	1.39	0.03	0.03	1.38	0.03	0.02	1.39	0.03	0.02	1.39	0.04	0.03
ρ _t (g/cm ³)	A _{c2}	1.51	0.05	0.04	1.56	0.07	0.04	1.51	0.05	0.03	1.49	0.03	0.02
間隙比	A _{c1}	3.13	0.33	0.11	3.18	0.38	0.12	3.11	0.34	0.11	3.07	0.23	0.07
e	A _{c2}	2.20	0.31	0.14	2.04	0.24	0.12	2.20	0.32	0.14	2.34	0.19	0.08
圧密降伏応力	A _{c1}	56.52	28.82	0.51	48.68	16.40	0.34	61.12	36.40	0.60	64.50	34.20	0.53
p _c (kN/m ²)	A _{c2}	124.77	33.55	0.27	121.75	34.72	0.29	119.92	30.05	0.25	131.99	39.18	0.30
非排水せん断強さ	A _{c1}	19.06	6.53	0.34	18.38	6.74	0.37	18.59	4.61	0.25	21.02	8.03	0.38
c _u (kN/m ²)	A _{c2}	39.26	10.3	0.26	32.11	6.54	0.20	40.51	11.19	0.28	41.85	9.34	0.22

び c_u (=一軸圧縮強さ q_u/2) の値は増加している。統計学では 0.1 以下の変動係数が望ましいとされているが、ρ_t 以外の同値は 0.1 以上となっている。p_c で 0.5 を超えており、最も高い値になっている。

4. ゾーニング後の地盤工学的性質

本報では、図-2 の赤線に示す有明海旧堤防の内外および西部と調査地を 3 分割するゾーニングを試みた。ゾーニング後の地盤工学的性質の平均値, 標準偏差および変動係数を表-2 に示す。w_n

の平均値が旧堤防内で大幅に低下しているのは、干拓による陸域化の差が関与していると考えられる。ゾーニング前後の変動係数について比較すると、旧堤防内外では増加し、西部では減少する結果を得た。ρ_t と e の変動係数について、ゾーニング前後で A_{c1} 層と A_{c2} 層ともに差は認められなかった。p_c について、ゾーニング後も変動係数が旧堤防外と西部の A_{c1} 層で 0.5 を超えている。旧堤防外では、旧堤防の天端で地盤調査を行っているか所があり、旧堤防の荷重による圧密が進行して過圧密粘土になっているのが原因と考えられ、140~180kN/m² の値が計測されている。この部分を除いた平均値, 標準偏差および変動係数を求めると、それぞれ 49.87kN/m², 10.33 および 0.21 のようになる。また、西部では、廻里江川右岸の堤防においてボーリングが行われており、旧堤防外と同様に A_{c1} 層に属しながら 180kN/m² を超える値が計測されている。これを除いた西部の平均値, 標準偏差および変動係数を求めると、それぞれ 56.33kN/m², 10.47 および 0.19 のようである。旧堤防内と西部の c_u について、変動係数が 0.3 を超える値を示している。これは、上述してきた旧堤防による圧密のほかに貝殻片や腐植物を多く含むことによると考えられる。e, p_c および c_u のゾーニング前後の変動係数において A_{c2} 層では A_{c1} 層程の大きな変化は見られなかった。

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) 福富鹿島道路における有明粘土層の地盤工学的性質を論ずる際、深さ的には鬼界ーアカホヤ火山灰 (K-A_h) に着目することによって変動係数が抑えられる可能性を示した；2) 旧堤防に基づくゾーニングの結果、有明粘土層における海退期堆積物 (A_{c1} 層) では変動係数が物理的性質 (w_n, ρ_t および e) では 0.1 前後の低い値を、力学的性質 (p_c, c_u) では 0.2 以上の高い値を示した。

謝辞：本報の検討に際し、佐賀県有明海沿岸道路整備事務所ならびに佐賀大学非常勤講師・下山正一博士には貴重な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) 芳西ら：平成 23 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, CD-ROM, 第三部門, pp.517-518, 2012. ; 2) 陣内ら：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, 第三部門, pp.373-374, 2015. ; 3) 佐賀県国土整備部・NPO 法人技術交流フォーラム: ボックスカルパートの深層混合処理工法基礎〜着底方式の手引き (案)【令和 2 年度改訂版】~, 223p, 2020. ; 4) 下山ら：佐賀地域の地質, 地域地質研究報告, 5 万分の 1 地質図幅, 福岡 (14) 第 71 号, NI-52-11-9, (独) 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 97p, 2010.

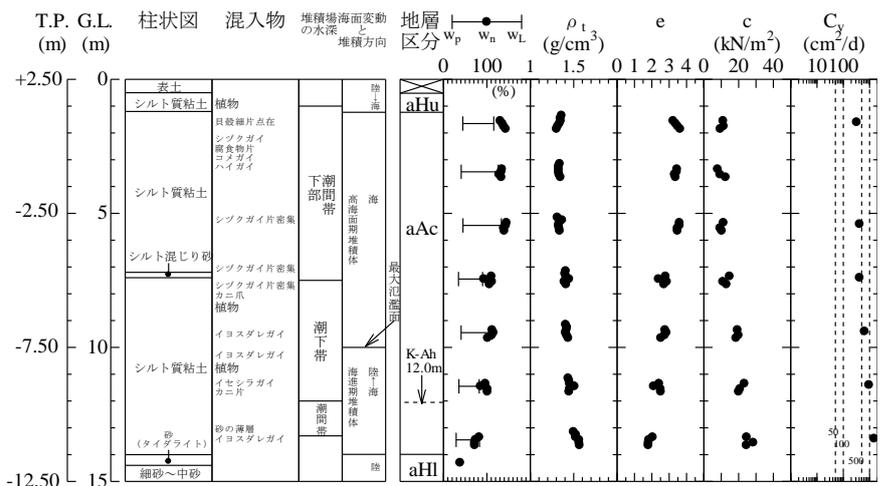


図-3 福富コア (16313号)