

高松港湾域の上部更新統土の土質特性

愛媛大学工学部 フェロー会員 森伸一郎

愛媛大学工学部 学生会員 河田皓一

東建ジオテック 正会員 〇田仲伊一

四国地方整備局高松港湾空港技術調査事務所 下元幸夫

1. はじめに

高松港朝日地区沖合いに堆積する上部更新統土の土質特性について報告する。調査に伴い同海域に堆積する砂質土層より採取した材化石の ^{14}C 年代測定を行い、この層が後期更新世の地層であることを明らかにした。

2. 地質・地層構成

高松港湾域では、基盤岩を覆って鮮新世後期～更新世中期の三豊層群が堆積し、その上位に上部更新統～完新統が堆積する。

調査は、図-1に「A」と記載した区域で行った。地層は上部更新統と完新統に区分され、護岸部を除いて完新統土が浚渫されている。図-2の表土層(Ts)は浚渫土が再堆積した地層で、乱れのない完新統土と区分した。上部更新統土は、下位より砂礫層(Dg)・礫混じり砂層(Dsg)及び砂質土層(Ds)に区分され、砂質土層(Ds)・礫混じり砂層(Dsg)内にそれぞれ第1・2粘性土層(Dc1・Dc2)を介在する。 ^{14}C 年代測定は、図-2に「 ^{14}C ⇒」と記載した箇所ですらより採取した材化石で実施し、「41000年前以前(後期更新世)」という結果を得た。

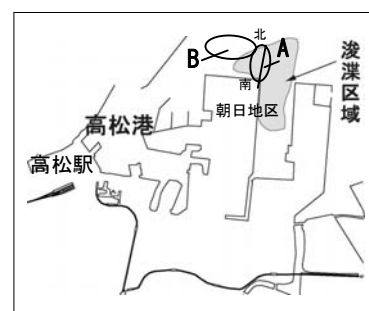


図-1 調査地

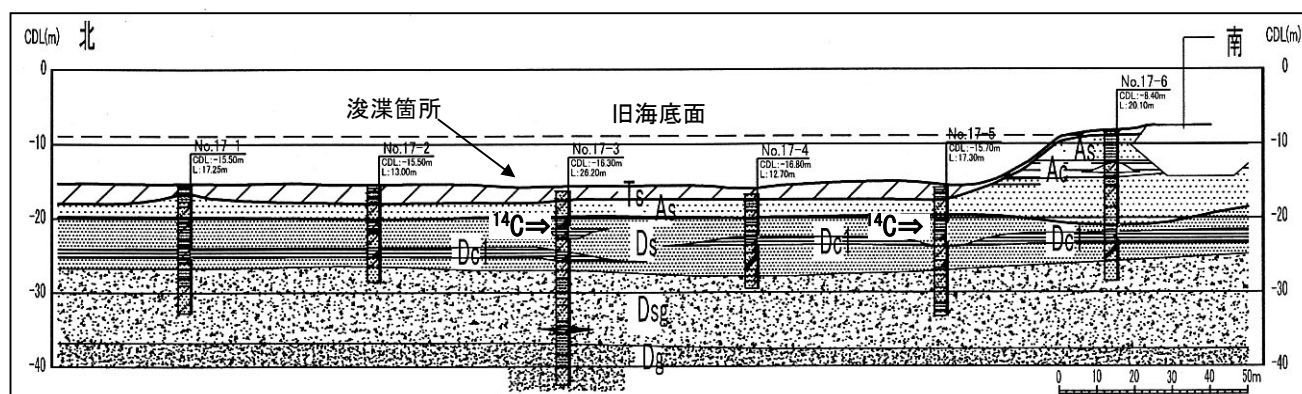


図-2 南北方向地質断面

3. N値特性

図-1に記載した「B」区域でも土質調査が実施された。「B」区域の地層構成は「A」区域と基本的に同じであるが、浚渫されていないため完新統土が10m程度の層厚で堆積する。図-3に浚渫の有無により区分した上部更新統のN値相対頻度分布図を示す。Ds層・Dc1層は浚渫有のN値の分布が小さいほうに移動し、平均N値も小さくなっている。これは浚渫による拘束圧の減少によるものと考えられる。

図-4に「A」「B」両地区あわせたN値-深度分布図を示す。完新統砂質土(As)は $N=0\sim50$ と幅広い値をとり、深度とともにN値が増加する傾向を示す。上部更新統は、砂質土(Ds): $N=2\sim35$, 第1粘性土(Dc1): $N=1\sim13$, 礫混じり砂(Dsg): $N=30\sim50$, 第2粘性土(Dc2): $N=1\sim14$, 砂礫(Dg): $N\geq 45$ を示し、いわゆる上部更新統のN値特性の範囲に入らない[砂質土(Ds): $N\leq 10$], [第1粘性土(Dc1): $N\leq 4$]を含んでいる。

4. 物理特性

砂質土(Ds)と第1粘性土(Dc1)より採取した乱さない試料の単位体積重量は、Ds:平均 $\gamma_t = 18.8\text{kN/m}^3$,

keyword: N値, 圧密特性, せん断特性, 弾性波速度, ^{14}C 年代測定

連絡先: (株)東建ジオテック松山支店 〒790-0036 松山市小栗 1-6-26 tel089-945-3328 fax089-943-4688

Dc1：平均 $\gamma_t = 17.5 \text{ kN/m}^3$ である。

粒度組成をまとめ、図-5 三角座標に示す。砂質土 (Ds) は、礫分を 0～20%，細粒分を 5～65% 含み、同一地層でも試料により礫分・細粒分含有量に相違がある。これは、砂質土 (Ds) がシルトを混入した細砂を主体とし、不均質に砂質シルト・礫混じり砂質土の薄層を介在するという地層の特性を反映している。

5. 圧密特性

第1粘性土層 (Dc1) の圧密降伏応力 P_c は $240 \sim 330 \text{ kN/m}^2$ ，圧縮指数 C_c は $0.485 \sim 0.894$ を示す。このうち P_c は、浚渫前の有効上載荷重より大きく、過圧密粘土と判別できる。

6. せん断特性

第1粘性土層 (Dc1) の一軸圧縮強さ q_u は、 $159 \sim 205 \text{ kN/m}^2$ (平均 $q_u = 183 \text{ kN/m}^2$) を示す。この q_u は、コンシステンシーが硬い [$N=8 \sim 15$] (Terzaghi and Peck) に相当する。

三軸 CU 試験より求めた全応力正規圧密領域の強度増加率は $C_u/P=0.315 \sim 0.341$ を示し、海成粘土の $C_u/P=0.28 \sim 0.30^*$ の範囲外にある。

7. 弾性波速度

PS 検層で求めた弾性波速度を表-1 にまとめる。同表より、 $V_s \geq 300 \text{ m/s}$ となる砂礫層 (Dg) を耐震設計の工学的基盤と考えることができる。

8. まとめ

調査海域の上部更新統土は CDL-22m (TP-23.4m) 付近以深に堆積し、その最上部に Dc1 を介在した Ds 層が分布する。上部更新統 Ds 層は完新統 As 層より N 値が小さい。Dc1 層の圧密降伏応力 P_c と一軸圧縮強さ q_u は、一般的な上部更新統の範囲に入る値を示すが、N 値はそれに比較して小さい。

Ds 層の N 値が As 層より小さいのは、粘性土を介在した不均質な中間土であることに起因するが、Ds 層・Dc 層の両層は浚渫による拘束圧の減少で N 値が小さくなっている。上部更新統という N 値が大きいある

いは強度や剛性が大きいことが多いが、小さい場合もあり、特に浚渫で拘束圧が大きく減少しているところでは、N 値の取り扱いや評価に注意が必要である。

最後に、「B」地区の調査データを提供して頂いた香川県土木部港湾課の関係各位には感謝の意を表します。

注※－「港湾の施設の技術上の基準・同解説（上巻）」（国土交通省港湾局監修）-11.3.3 P-244)

参考文献：四国地方土木地質図〔（財）国土技術研究センター〕、四国臨海平野地盤図〔中国地方基礎地盤研究会編〕、香川県高松平野における沖積層の層序と堆積環境〔第四紀研究（川村教一）〕

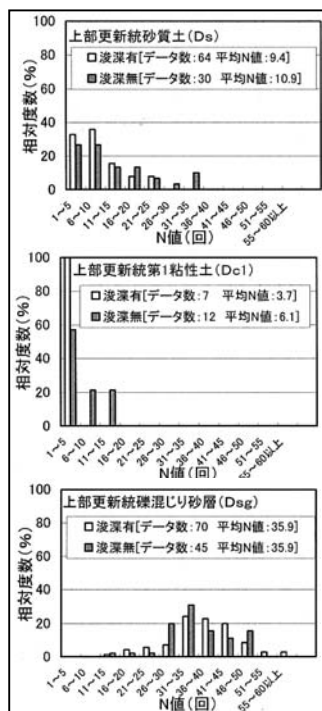


図-3 N 値相対頻度分布図

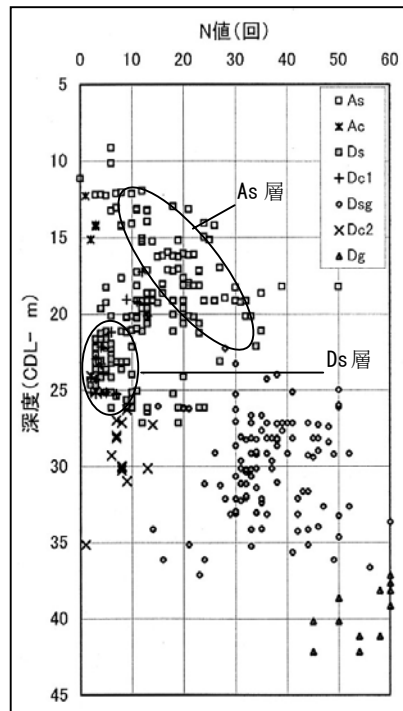


図-4 N 値-深度関係図

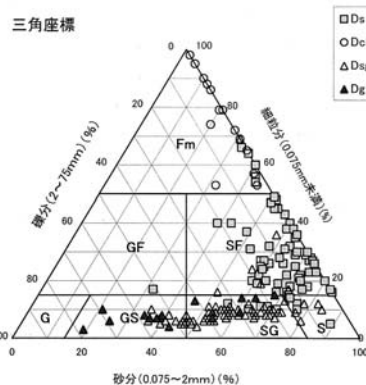


図-5 三角座標分類図

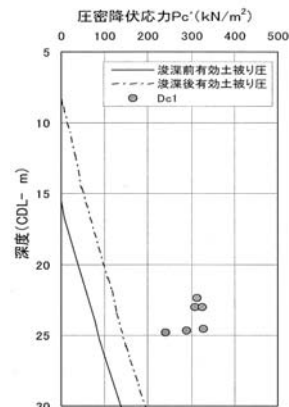


図-6 P_c -深度関係図

表-1 弾性波速度測定結果表

深 度 (CDL- m)	層厚 (m)	地質 時代	地層名	N 値 (回)	P 波速度 V_p (m/s)	S 波速度 V_s (m/s)
19.9～21.2	1.3	完新世	砂質土 (As)	≒32	1818	202
21.2～23.8	2.6	後期 更新世	砂質土 (Ds)	3～5	1686	182
23.8～25.3	3.10		第1粘性土 (Dc1)	2～4	1587	163
25.3～27.0	1.7		砂質土層 (Ds)	≒13	1757	201
27.0～29.8	2.8		礫混り砂 (Dsg)	33～41	1864	242
29.8～32.9	3.1			30～34	1869	250
32.9～36.8	3.9			14～44	1860	268
36.8～39.7	2.9		砂礫層 (Dg)	60 以上	2043	363
39.7～42.9	3.2			45～54	1818	357