

IV-9

八代港-10^m岸壁の軟弱地盤対策^{案1}について

運輸省中四港湾建設局

正会員

大島 寅

//

//

〇山 輝昌利

八代港は昭和41年度より、非常に軟弱な地盤に、-10^m岸壁を2バース(370^m)建設しつゝある。構造は矢板式で、基礎地盤の改良工法としては、サンドドレーン工法を採用した。しかしこれ迄の施工区内では粘着力の増加が設計値迄達していない。ここでは土質状況^図、当初の設計、粘着力不足による設計の一部手直しについて述べてみる。

§1 土質

土質の構成はfig-1の如く(代表的部分のみ)-4.6^m~-10.0^m迄は砂質土であり、それ以下-24^m迄はシルト質粘土層をなし、-24^m以下は砂質土である。

シルト質粘土の物理、力学試験結果の主なものを挙げてみると、焼土比重 $\gamma_s = 2.58 \sim 2.72 \text{ g/cm}^3$, 単位体積重量 $\gamma = 1.55 \sim 1.68 \text{ g/cm}^3$, 含水比 $w = 60 \sim 75\%$, 焼度分析結果は砂10~20%, シルト20~60%, 粘土20~40%である。一軸圧縮強度 q_u 値 $= 0.2 \sim 0.6 \text{ kg/cm}^2$ の範囲である。圧密試験の結果はfig-2の通りである。これから $m_v = 5.5 \times 10^{-2} (\text{cm}^3/\text{kg})$ $C_v = 5.1 \times 10^3 (\text{cm}^2/\text{sec})$ を設計値として採用した。

§2 当初の設計

① 岸壁の構造

岸壁の構造として次の設計条件

の下に比較が行なわれた。

水深 -10^m 天端高 +5.5^m

H.W.L. +4.3^m L.W.L. ±0.0^m

残留水圧 +2.0^m 設計波度 $H_d = 0.05$

上載荷重 常時 2^{t/m} 地震時 1^{t/m}

構造については、普通鋼矢板、

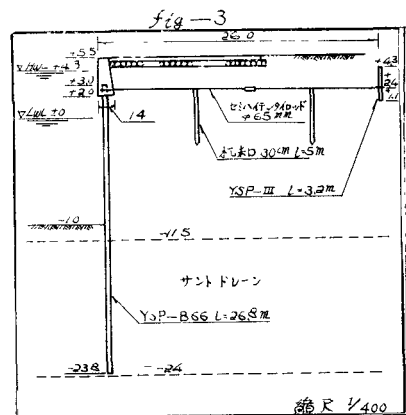
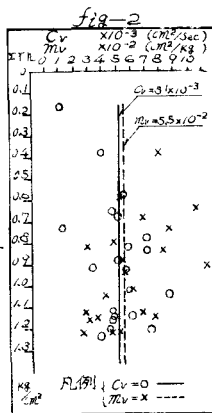
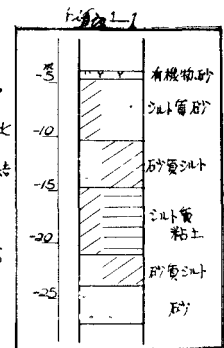
箱型鋼矢板、棚式鋼矢板、鋼矢板セル案、など検討されたが、-10^m岸壁で

あるため、断面係数 α が大きい箱型鋼矢板案に決定した。標準断面はfig-3に示す。

主な計算結果を示すと、

$$\text{① 矢板の根入根に対する安全率 } F_s = \frac{\text{タイロフト取付点に作用する土圧によるモーメント}}{\text{タイロフト取付点に作用する土圧+残留水圧によるモーメント}} = \frac{5.35 \times 5.5 \text{ t-m}}{4.46 \times 10 \text{ t-m}} = 1.20$$

② 矢板断面の検討を行うと、矢板の最大曲げモーメント(タイロフト取付点と-10.0^mをピン支持として土圧及び残留水圧^{荷重}として作用)による断面係数 $Z(\text{cm}^3) = \frac{M_{\text{max}}}{\sigma_{ca}} = \frac{101.89 \times 10^5 \text{ kg-cm}}{1.800 \text{ kg/cm}^2} = 5660 \text{ cm}^3$, これからY.S.P.B₇₇矢板の継ぎを前後面使用すると断面係数は7400^{cm}有するので十分である。



1) タイロットの断面は、 $D = \sqrt{\frac{4T}{\pi}} + \text{腐食量} = \sqrt{\frac{4 \times 2.6 \times 10^3}{\pi}} + 2 \times 0.005 \times 50 = 6.35 \text{ cm}$ 故に $D = 6.5 \text{ mm}$ を使用する。但し材質はセミハイテン材である。

2) その他、控壁等の計算は省略する。

1) サンドドレーン

サンドパイルの径を 50 cm 、配置を一辺 2.5 m の三角形として -25.0 m 迄打ち込むものとする。圧密期間を 80% とし $d_c = 1.05d = 1.05 \times 2.5 = 2.62 \text{ m}$

$$n = \frac{d_c}{d_w} = \frac{2.62}{0.5} = 5.24$$

R.A. Barron の図表より

$T_v = 0.2$ とする。

d_c = ドレーンの配置によって異なる内径
 d_w = ドレーンパイル径 d = ドレーンパイルの内隔
 T_v = 平均圧密時係数

$$C_v = 5.1 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{sec} = 0.044 \text{ m}^2/\text{day} \quad \text{とすると} \quad t = \frac{d_c^2 T_v}{C_v} = \frac{2.62^2 \times 0.2}{0.044} = 31 \text{ 日} \text{ とする。}$$

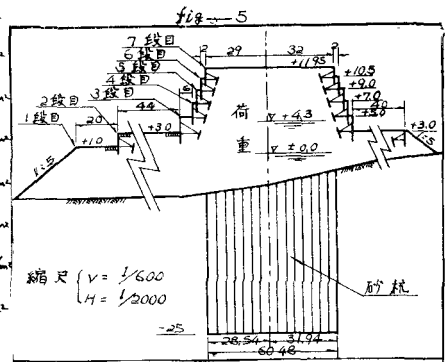
2) 載荷荷重

圧密試験結果、内陸比一圧密曲線から、Casagrande の方法により、先行荷重（先行土盛り高）を換算すると -30 m となる。これは原地盤の平均深さ -46 m より 16 m 浅くなる。

次に載荷荷重を検討する。荷重の載荷高を決める条件として $\sigma_u = 0.5C$ （極限支持力、これに対する安全率 $F_s = 1.2$ ）
 2) 荷重増加に対する粘着力増加の割合、 $\frac{\Delta \sigma_p}{\sigma_p} = 0.25$ これの 80% 圧密として $0.25 \times 0.8 = 0.20$ がある。

以上の2条件及び fig-1 の土質条件により各段階での荷重載荷高を計算すると次の如くなる。

載荷高	沈下量	80%圧密完了後の高さ	Cの増加量
第1段 $-30 \sim +0.8 \text{ m}$	0.3 m	0.5 m	1.92 t/m^2
第2段 $+0.5 \sim +2.6 \text{ m}$	0.25 m	2.35 m	2.94 t/m^2
第3段 $+2.35 \sim +4.5 \text{ m}$	0.25 m	4.25 m	3.51 t/m^2
第4段 $+4.25 \sim +6.2 \text{ m}$	0.2 m	6.0 m	4.21 t/m^2
第5段 $+6.0 \sim +7.8 \text{ m}$	0.2 m	7.6 m	4.86 t/m^2
第6段 $+7.6 \sim +9.25 \text{ m}$	0.2 m	9.05 m	5.45 t/m^2
第7段 $+9.05 \sim +10.55 \text{ m}$	0.15 m	10.4 m	6.0 t/m^2



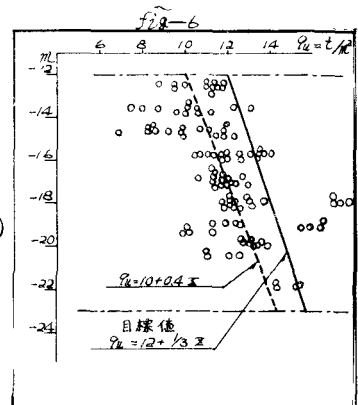
この計算に基づき荷重の施工断面を検討した結果、
 fig-5 に示す通り決定した。

3 設計の一部手直し

1) 60 m 以内の値不足対策

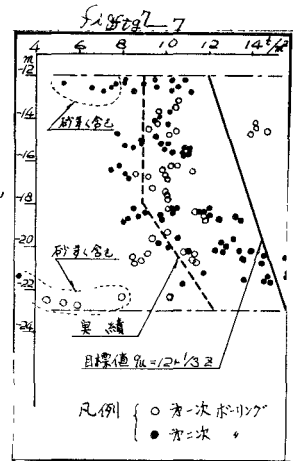
初めの 60 m 以内に於いて第7段迄荷重と載荷した後の値をプロットしたのが fig-6 である。これは設計値に対して -12.0 m で、約 2 m 低い値を示している。対策としては $\sigma_u = 10.0 + 0.4 \sigma_c$ ($\sigma_c = 20$) として再計算し、矢板の長さも 1.6 m 延長する事で解決をはかった。

即ち矢板長さ $l = 29.4 \text{ m}$ とし、打ち深度 -25.1 m とした。これにより、矢板根入長に対する安全率 $F_s = 1.29$ となった。又タイロットの径、控壁矢板の長さも各々増加する事になった。



ii) 次の 100m 区間 q_k 値不足対策

先般段階の q_k 値をプロットしたのが Fig-7 である。設計強度に比して q_k 値が小さい。(●印)更に下部には程増加割合が小さく、謂う立っている状況である。この結果、更に時間をかけて q_k 値の増加を期待することにして、1ヶ月放置し再度 q_k 値を求めた。(○印) これによつて、全体的な傾向として -18m より下部は q_k 値が増加しているのが介する。しかし設計値に比して未だ小さく、このまゝオグ線の荷重裁荷を行つた場合の円弧上りの検討を行つた所、安全率が 1/10 で極めて危険であるので荷重裁荷を中止した。従つてこの q_k 値で矢張り構造が成立つか検討を行つた結果、根入れを更に増加させ、深度を -25.6m にして、安全率 $S.F. = 1.29$ であった。従つて 50m 根入れを増加で施工した。



iii) 昭和 44 年度荷重裁荷区間 150m について

この 150m 区間の内、100m については q_k 値が前と同じ程度増加しているもので、矢張り構造も前と同じでよいと思われた。残りの 50m については先般段階荷重裁荷に於いて q_k 値が非常に低い。円弧上りの面から、それ以上の荷重裁荷は危険であり、これ迄のように矢張り長さの増減だけで安定計算が成立するかは疑問である。対策については、i) q_k 値の増加を ~~求める場合~~ 円弧上に安全なカウンターウエイトを考へて荷重をのせる。ii) 再度サンドドレーンの打設、iii) q_k 値の増加がないとして、欄式岸壁にする。iv) 矢張り長さで持たすことが出来ない等である。これらについてはいずれも内題文があり今後更に検討することになる。

サンドドレーン工法は粘着力増加のパラッキ、設計値遠達しない事など内題文が非常に多い。特に q_k 値が非常に低い値の場合、構造物を全面的に再検討しなければならない。又 q_k 値が何故低い値を示すのの原因がこれ迄の所よく介らない。次のバーヌを建設する場合別り工法と ~~考慮~~ ^{利用} 出来ないかと考えている。