

石巻港南浜3頭岸壁（複合矢板）の設計と施工について

宮城県石巻港湾事務所

大友 公

福原 武晴

1. 概要

石巻港釜地区に昭和36年より建設中の工業港は、42年3月に第1船が入港して以来、すでに100隻を超える外航船が入港し、活発な活動が続けていることは、皆様御承知のとおりであります。

本報告は、昭和42年度に完成した南浜3頭水深90m、10000 m^2 /w 岸壁の設計と施工についてその概要を述べるものであります。

即ち、工業港であるための産業上の要請から来る急速施工と、土質構成からくる設計断面の節減から、“複合鋼矢板工法”を採用したものでありますが、この工法は、国内での公共事業での前例に乏しい関係もあり、ここでその概要を報告するものであります。

2. 岸壁工法決定までの経過

南浜1万 m^2 岸壁は、前述のごとく特別港湾整備事業にもとづき、十条製紙株式会社との合併施行で早急な完成を要望されていた為、昭和42年度単年施工と云う条件を負われ、工事期間の関係上、地盤改良等は行わず現地盤の終で施工する、いわゆる急速施工法を検討する事になった。図-1に示す土質について述べますと、

地表面（KP+10 m 程度）

より-125 m までは平均N値

15前後の細砂層、-125より

-280 m までは $C = 4 \sim 5\%$ のシルト層、-28 m より-30 m

が $C = 2\%$ 前後の貝殻混りシルトで、この層が軟弱と考え

られた為、に岸壁設計上の大きな問題点となった。-30 m 以

深-37 m までN値15前後のシルト質細砂で、-37 m 以深はN

値40以上の砂礫層を形成して

いる。この土質条件をもとに

斜面形式（挟持巾員30 m ）と

直立形式（矢板）の2種類に

ついて円形切りを検討した。その結果-30 m を通る近りの最小安全率は直立式で $SF_{min} = 1.12$ （図

-2）斜面形式で $SF_{min} = 1.18$ （図-3）と求められ（各れも常時）規定の安全率 $SF_{min} = 1.30$ に

満たなかつたので、-28 $\text{m} \sim -30\text{m}$ の貝殻混りシルト層の粘着力の取り方が問題となり、種々検討

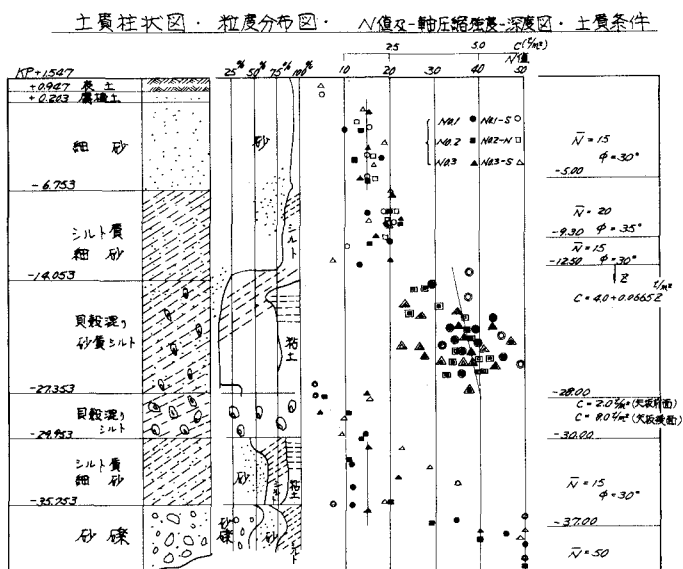


図-1 土質柱状図及土質条件

ついて円形切りを検討した。その結果-30 m を通る近りの最小安全率は直立式で $SF_{min} = 1.12$ （図-2）斜面形式で $SF_{min} = 1.18$ （図-3）と求められ（各れも常時）規定の安全率 $SF_{min} = 1.30$ に満たなかつたので、-28 $\text{m} \sim -30\text{m}$ の貝殻混りシルト層の粘着力の取り方が問題となり、種々検討

を重ねた結果岸壁法線を境として前面の粘着力は前回通りの条件とし、 $C = 2\%$ 背面の粘着力は貝殻混りシルト層に多大に含まれている貝殻のみを取り出し、直接剪断試験を行なった所、内部摩擦角 $\phi = 8^\circ$ が求められ現地ボーリングに於ける N 値が3~6で $\phi = 10^\circ \sim 15^\circ$ を示す事等から、この摩擦角を $-28m \sim -30m$ の深度に於ける円形にりの抵抗と考え粘着力に直すと $C = 8\%$ に相当する事が解り、この条件をもとに再度にり計算を行なった。斜面形式に於ては桟橋巾員 $20m$ 、 $25m$ 、 $30m$ の3段階及び直立式のにり計算と併行して矢板式岸壁の設計を行ない、計算方法は根入れの部分に2個の交差を仮定し、図式解法で求めるローマイヤーの方法を採用した。尚、桟橋巾員 $20m$ のにり計算の結果、 $SF_{min} = 1.3$ 以上の安全率がある場合には巾員 $20m$ 桟橋と矢板式岸壁とを比較し、工費、工期等からみて有利な構造を採用する事に決定した。

前記諸条件のもとに円形にり計算を行ない、

桟橋巾員 $20m$ の S

$F_{min} = 1.21$ 、桟橋巾員 25

m の $SF_{min} = 1.21$ 、桟

橋巾員 $30m$ の S

$F_{min} = 1.22$ (図

-2) と各々規

定安全率に満た

なかつた。一方

図式解法を試み

直立式の円形に

りをも併せて計

算した結果、に

りの $SF_{min} = 1.25$

が求められ、斜

面形式に於ける

にり安全率より

上回る結果が得

られた。

従つて、斜面

形式(桟橋)は

規定の安全率に

満たない事及び

工費、工期の面

に於て矢板式岸

壁よりも不利に

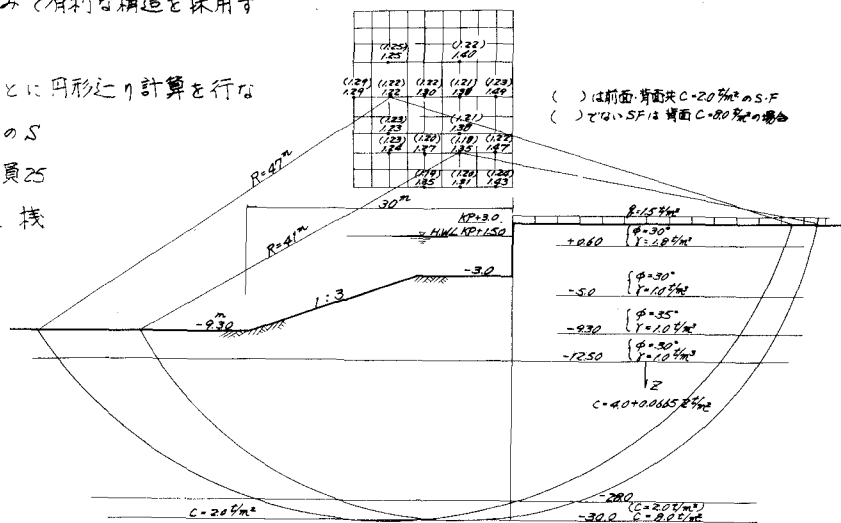


図-2 桟橋巾員 $30m$ の円形にり

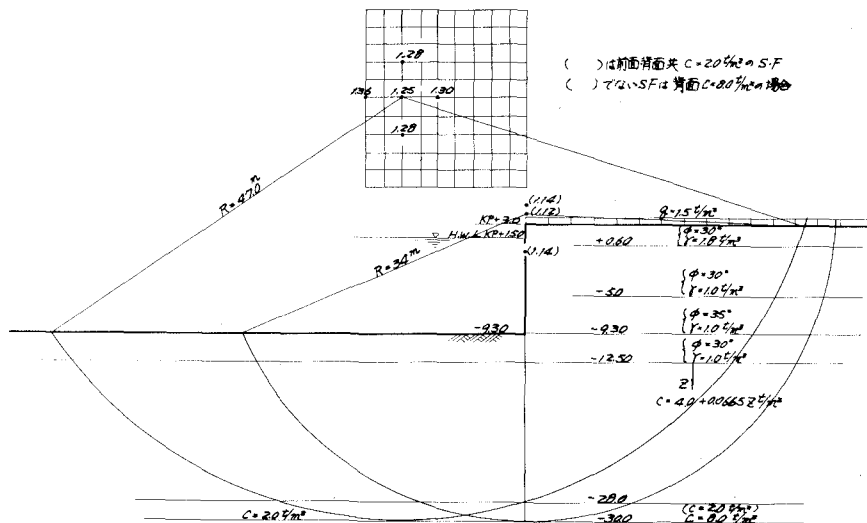


図-3 直立式に於ける円形にり

なる事等、矢板式岸壁を採用する事に決定した。

3. 矢板式岸壁の設計

矢板式岸壁に於ても-30mを通る円形にりの規定安全率が得られない事から、矢板は-30m以深にも打ち込みにより外力を矢板の剪断抵抗にも分担させる形式とし、図解法による計算からは地震時で-2770mの根入れで安全率 $SF = 1.0$ になるが前記の通りの問題があり、とり面抵抗モーメントの不足を主効剪断力と仮定し、その剪断力による抵抗は受働土圧で受け持つものとして根入れ長を決定した。その結果-323mの根入れで良い事が解った。又図-4の図解法によつて最大曲げモーメント $M_{max} = 70 \text{ tm}$ (常時)、 130 tm (地震時)が得られ必要断面係数 $Z = 4815 \text{ cm}^3$ が求まり地中部の最大曲げモーメント $M_{max} = 25 \text{ tm}$ (常時)、 63 tm (地震時)より $Z = 2333 \text{ cm}^3$ が得られ上部矢板と下部矢板の断面係数が異なるタイプとした。タイロッドは2mピッチとし、図解法より求められた取付反力 $RA = 215 \%$ (常時) 32% (地震時)よりハイテン材の60%を使用し、控工は長杭として考へ、横抵抗の方法から断面、根入れを決定しその結果断面係数 $Z = 2270 \text{ cm}^3$ 以上、根入れ長は25m以上となった。

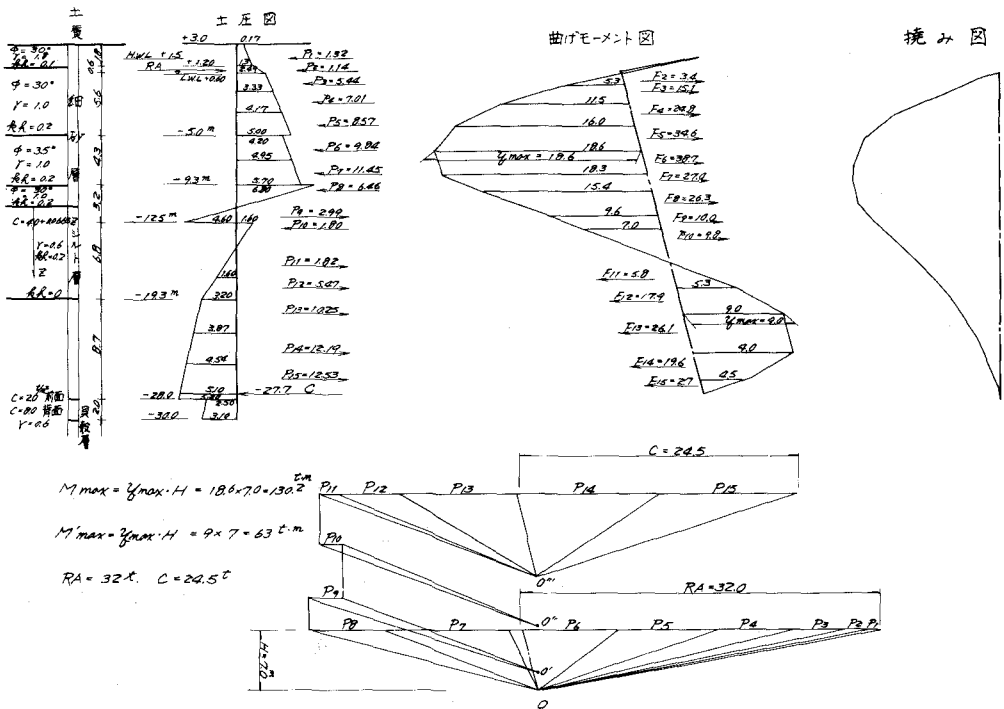


図-4 図解法 (地震時)

4. 矢板式岸壁の施工方法 (主として本矢板) について

a) 打ち込み関係

岸壁施工に当り先ず考えられる事は矢板を打つ方法である。この岸壁は矢板を2枚上下に継ぎ、全長37mの矢板で、図-1に示す様に-12mまでは平均N値20前後の砂層である為、前面を-450m

までグラブ浚渫船によって浚渫し、下杭にかかる摩擦抵抗を極力少なくするために杭打船による海上打を送った。矢板打込に当って矢板法線の曲折を防止するためには完全な導材が必要であり、本工事に於て導杭は、H形鋼 $400\text{mm} \times 400\text{mm} \times 15\text{mm}$ を 2.5m 間隔に打設。導梁を下段はH形鋼 $300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 10\text{mm}$ 、上段は角材 $300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 10\text{mm}$ として溝形鋼にて取付け、溶接足場に兼用した。

又、矢板の法線方向の倒れを防止するため屏風打とし、作業内容としては建込みと打込みに分けられる。建込みは非常に重要な作業であり、法線上の通り傾斜を防ぐため2方向よりトランシットにて倒れを修正した。

建込深さは下杭全長の $\frac{1}{3}$ で約 6m

打込み深さは約 10m である。打

込みの最後になりましたが、使用杭打機は矢板の重量からデーゼルハンマーM-40にて行なうことにした。

6) 上下矢板の継手溶接

矢板は必ずしも同一の巾を持って加工されていない為、製鉄会社のデータを基に矢板仮置場で上杭、下杭の巾をマーキングし、継手溶接する事により打込抵抗を少くし、グリップの離脱及び継手溶接時間を短縮する事ができる。又、複合矢板は図-6に示す様に製作工場にて溶接し現場地に搬入した。

現場継手に使用した溶接機はダイネオートA-4T型で電流は交流で 500A である。矢板の断面は図-7に示す様にFSPVL型で $W=500\text{mm}$ 、 $R=200\text{mm}$ 、 $t=24.3\text{mm}$ であり溶接ワイヤーはフジ、ノンガスワイヤーNA-503.2 mm を使用した。矢板の両先形状は両面 $50^\circ \sim 60^\circ$ の大開先で行ない、溶接は半自動のため手溶接と比較して溶け込みが大きいので鋼矢板の裏ハズリは行なわなかった。又、矢板のソメ部分は溶接が不可能であり、

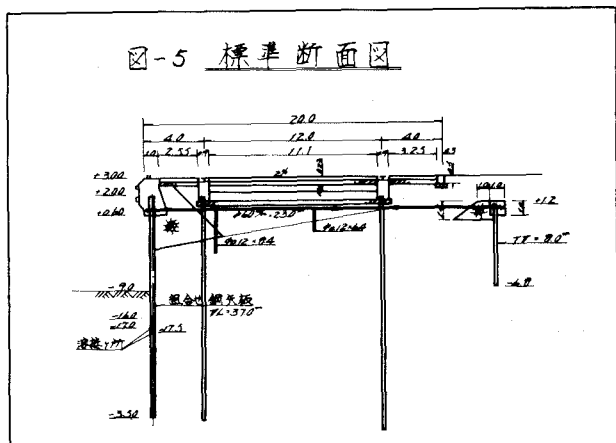
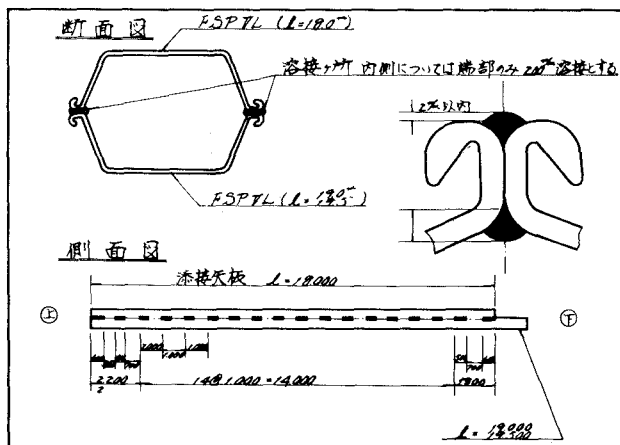


図-6 組合せ矢板製作図



従って、溶接はツメ部分より40～50%残して行なった。溶接によって生ずる歪みは始末、終末に於て孔を明けこれを除去した。溶接は1層から3層まで電流を上げて溶込みを大きくし4層から8層まではビート外觀を良くするために電流を300～350 Aに下げで行った。天板1枚の溶接時間は約1時間である。溶接の検査はX線写真と肉眼にて確認し溶込み不足、スラグ巻込み等がない様持に注意した。

c) 打込み結果について

1日当りの打込み枚数は3～4枚で1枚当りの打撃回数は1766回、リバンド量0.60cm、貫入量は0.90cmであった。

図-7 FSP-VLの開先形状

