

流があつても、その移動勢力にうちかつて導流堤に沿う堆積を阻止し調節するか、逆にあるいは浸蝕する結果となることがある。新潟港の西海岸に関する限り、その欠損は、分流、河口浚渫による補給土砂の喪失よりも主としてこの導流堤の影響によるものと信ずる。導流堤の海岸に及ぼす影響はきわめて大きいから、(1) 海岸と導流堤法線との交角、(2) 計画されるべき導流堤の延長、並びに附近等深線の線形、(3) 卓越せる波浪の方向、強さ、来襲継続時間、(4) 漂砂の方向とその移動量、等について充分検討し、海岸に及ぼす影響を総合的に判断し対処しなければならない。漂砂をとまなう沿岸潮流を重視し、導流堤をこの流れにさからわず馴致するように線形を選ぶことも時に必要であるが、むしろ築造後における激浪の影響を検討予想して、この変化を利導することが導流堤本来の目的達成をより効果的にすることもできることに留意すべきである。

(7-17) 高島3号棧橋の設計について

正員 京浜港工事事務所 比 田 正

1. 高島3号棧橋の概要 高島3号棧橋は 15 000 t 級船舶2隻を同時けい留するため長さ 190 m、巾 70 m、水深 -10 m の大型棧橋を、約 30 m の厚さの粘土層を有する軟弱地盤上に築造する難工事である。その総工費 8.5 億円に対し昭和 27 年当初1億円をもつて着工したが、同年 12 月 7.5 億円が追加され昭和 28 年度内に急速に完成せしめることになった。従つて実質上1年半以内に、狭い現場の海面で基礎床掘・杭打・基礎捨石を施工し、脚柱ケーソン 33 基を作成・据付し、しかも上部構造及び取付棧橋を完成しなくてはならない。従来軟弱地盤上の海中構造物の施工は長い工期を要するのが普通であるが、これを急速に完成し得るか否かは、軟弱地盤の基礎構造及び棧橋主体の構造をいかに設計するかによつて左右されることになる。

2. 地質調査 軟弱な粘土の組織を破壊せずにサンプルを採取するため、ボーリングに際しわが国最初の Thin-wall sampler を使用して Undisturbed sampling を行つて土の力学試験の試料とした。同時に現場において杭の載荷試験を行い摩擦杭の支持力決定の資料とした。一方また弾性波地盤探査並びに杭の打止り試験の結果をボーリング結果と対比して、基礎岩盤の深度及びその傾斜を推定し、支持杭工法を取り得るか否かを検討した。さらに杭打試験においては杭周辺粘土の remolding とその recovering の状況を観察するとともに、土の物理試験結果により土の軟弱度を考察して設計・施工の参考とした。

3. 基礎構造の設計 現場における土の圧縮試験として Unconfined compression strength (q_u) を測定し、土の内部摩擦角 $\phi=0$ と仮定し、剪断強度 (s) すなわち粘着力 (c) を $s=c=q_u/2$ の関係より算定した。その結果は水深 -10~-36 m の間では $c=0.22\sim0.65 \text{ kg/cm}^2$ であつたが、杭の載荷試験及び既存の高島2号棧橋の検討の結果を考慮して設計には $c=0.3 \text{ kg/cm}^2$ を用いた。粘土が remold された場合の圧縮強度と自然のままの圧縮強度の比である Sensitivity ratio (SR_1) は Tschebotarioff 氏の論に基づき至の等しい点で比率を取ると、 $SR_1=3.3\sim10.2>4.0$ となり High sensitive である。しかしながら地震時の remolding の程度が実証されていない今日では、sensitivity の考えを直接設計に取り入れられないので安全率でカバーすることにした。基礎杭を支持杭にすると Negative skin friction 杭が垂直に打込めない場合の彎曲に対する懸念、木杭の圧縮強度の不足並びに木杭以外の場合の工費増大等の問題があるので、摩擦杭工法を採用することにした。摩擦杭1本の支持力は杭表面積と粘着力 c の積であるから、杭平均径 30 cm、杭長 24 m、 $c=0.3 \text{ kg/cm}^2$ の場合の支持力は 67.5 t となる。これに対する設計荷重は常時 25 t、地震時 44 t であるから安全率は設計基準の 2.5 及び 1.5 以上となる。また杭先端の基礎地盤支持力は Tschebotarioff 氏の計算式によれば 25 t/m^2 となり設計の 5 t/m^2 に対し安全である。また杭中心間隔は Terzaghi 氏の論によれば最大杭径の $3\sim3.5d$ 以上が望ましいが、高島の場合は $d=40 \text{ cm}$ であるのに対し最小杭間隔は 1.5 m に定めた。

4. 棧橋構造の設計 各種の棧橋構造を比較検討の結果、超大型ケーソン4基をもつて棧橋を形成せしめ、基礎は Sand pile 工法によるものが最適であつたが、工期と工費の点で実現できなかった。決定案は底版 $22\times 11 \text{ m}$ 、高さ 12.5 m の脚柱ケーソン 33 基を主体とし、取付部は杭式構とした。ケーソンは側壁は下部の $1/3$ にとどめ、この壁にも剪力の一部を分担せしめる計算をした。側壁のない部分は臨時の鋼板の蓋を取りつけて進水浮遊させる。壁の減少によりコンクリート量を減じ自重を軽減させるとともに地震時の水平力の軽減をはかつた。ケーソン相互は上部床桁では剛結を避けて不等沈下による上部の破損の懸念をなくするほか、上屋もこれに準じた連結度を保つこととした。棧橋全体の強度に関しては、脚柱ケーソン基部に割石を詰めるかたわらピヤー外廓には巾

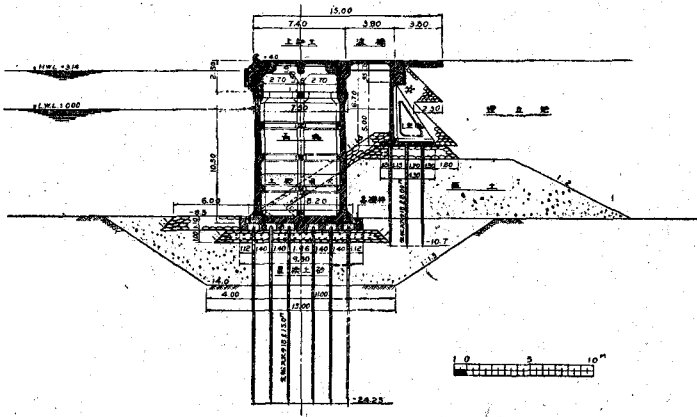
10m、厚さ3mの割石を置き、ビャー先端部の脚柱に対しては特に基礎杭の数を増加すること等により安全性を高めることに努めた。ケーソンの急速施工にはバッチャープラントを使用するほか、極力機械化を図つたが、これについては別の機会に改めて紹介したい。

（7—18） 函塊を脚柱とする横棧橋式繫船岸について

正員 宇野港工事事務所 青 島 茂 一

宇野港においては国鉄の代替施設として、工費2億4400万円をもつて、昭和27年度より商港突堤の修築に着手しており、水深8.5m及び水深7.5mの繫船岸2バースを築造中である。繫船岸の構造は、宇野港は海底地盤が軟弱であるので、岸壁の沈下、地震時における安定度並びに工費等の点より、種類の構造について比較検討の結果、函塊を脚柱とする横棧橋式のものを選択することとなつた。大型船を対象とする横棧橋についてはすでに筒構式の例があり、これは棧橋全体としての重量も軽く、棧橋の剛性が高められている点において最も進歩したものとされているが、ブレースした筒構自体に浮揚力がないので、運搬据付のために特殊のフロートを設備する必要のある点、また鉄筋コンクリート筒構の構造が複雑で製作費が嵩む点等よりしてよほど大規模な工事でない限り経済的な施行は困難と思われる。もし筒構の代りに函塊を使用し、これをある間隔に配置して脚柱とする場合は、函塊の浮力を利用することが可能となるので施工も容易となり工費は低減される。しかしこの場合まづ脚柱体の重量が問題となるが、これは函塊の内部へコンクリートや砂壁等を填充するのをとどめることによつていちじるしくその重量を軽減できよう。この場合中詰のない函塊に対しては剛性が問題となるが、函の周壁を厚くして数段の水平骨格をめぐらすこと、さらに函内に支柱や水平梁を配置する等の措置によつて函塊の強度を高めることができると考えられる。次に筒構式の場合には垂直荷重の全部が筒脚の局部に集中するが、函塊の場合には

図—1 宇野港水深8.5m 横機橋断面図



は函の底面全体が支承となるので荷重を広範囲に分布することができ、函底にフーチングを付けることによつてさらに支承面積を拡大することが可能である。また基礎杭については、支持杭の場合には底面全体に分散された杭群によつて荷重は直接杭先端部の下層地盤に伝達されることになり、摩擦杭の場合には杭1本当りの負担力を軽減することができよう。次に函塊を脚柱とする場合の水平滑り出しに対しては、函塊と基礎杭群とを結合することが最も安全な方法であつて、これがために函底に

鉄筋コンクリート版を敷き、その杭孔に杭群の頭部を嵌込み水中コンクリートをもつて結着せしめることにした。この場合コンクリート版と函底とはやや重複する感みはあるが、コンクリート版によつてさらに脚柱の支承面積を増大せしめる効果があり、工費も棧橋費の5%以内に過ぎない。棧橋背後の土留壁は、地震等の非常時における被害が棧橋に及ばないように棧橋本体と独立せしめたが、この種の棧橋においては土留壁の前面が傾斜しているために、地震時において法面の崩壊、マウンドの移動等のために土留壁に変位を生じ、背面土砂の流れを招いた例が少なくないので、土留壁の構造については特に慎重を期し充分なる安全度を持たすべきである。本港においては土留壁としてL型壁体を使用することとしたが、基礎に対しては約2m²当り1本の松丸太杭を打込んで、垂直荷重を直接下層地盤に伝え、つとめてマウンドにかかる圧力を緩和せしめるようにした。また壁体の水平滑動に対しては函塊の場合と同様に壁体底面と基礎杭群とを結合せしめる方策を講じた。なお棧橋の上部橋面工はすべてコンクリート単桁の組立式とし棧橋本体及び土留壁と分離せしめることとした。また棧橋の床下に浸入する波浪の水衝に対しては橋面に水抜孔を考慮しているが、本港は港内静穏であるので浸入波による被害の懸念は少ないと思われる。宇野港においては以上の点を考慮の上、横棧橋の設計となし、各コンクリート構造物の製作