

此公式に依りて桁及版の最小安全厚を決定するに例へば許容最大挠度を徑間(時)の  $1/360$  とし、鐵筋の應力を  $16\,000$  封度/平方吋、鐵筋の彈性率を  $29\,000\,000$  封度/平方吋とすれば(3)式より

$$d = \frac{L}{360} = \frac{16\,000 CL^2}{29\,000\,000 d [2(1-k)]}$$

$$d = \frac{C}{10(1-k)} L \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

$n=15$  の平衡界面に對して  $L$  の係數を計算すれば第三表を得る。

支承状態	載荷状態	桁の有效高
突 桁	集中荷重	$\frac{L}{9.4} = 0.107 L$
	等布荷重	$\frac{L}{12.5} = 0.080 L$
單 桁	中央集中荷重	$\frac{L}{37.5} = 0.0267 L$
	三分の一・點集中荷重	$\frac{L}{29.5} = 0.034 L$
	等布荷重	$\frac{L}{30} = 0.033 L$
固定端 桁	集中荷重	$\frac{L}{75} = 0.0133 L$
	等布荷重	$\frac{L}{100} = 0.010 L$

上記の公式は矩形桁のみならず丁桁に於ても有效高を突線の下端より鐵筋に至る距離の 2 倍にとることによりその撓度が概算せられ、若し中立軸の位置が正しく求められるならば更に精確な結果が得られる。丁桁の中立軸は比較的上部にある故、同高の矩形桁に比してその撓度に對する剛性は極めて大きい。一般に、桁の徑間が非常に長いか又は桁高が特に低いかの場合を除いては撓度の御限が設計を支配することは少いが、或る荷重に依る撓度が必要なるときには公式(3)より容易に而も相當精確に算出することが出来る。

(佐藤實政抄譯)

# ボルドー港の新棧橋

Transatlantic Passenger Jetty at the Port of Bordeaux.  
(By Brysson Cunningham, D. Sc., M. Inst. C. E., Eng. No. 33482, Oct. 7 1932.)

Bordeaux の Autonomous Port Authority は港勢發展及南フランス大西洋岸地方の商業門戸として其有する自然的好條件の開發のため港灣擴張工事計畫を研究してゐた。其事業中主なるものは外港 Le Verdon に旅客乗降用棧橋を設け Bordeaux 港に寄港する客貨の増大を促進し併せて L'Atlantic 級の新造優秀船の就航する南米航路に對する設備改善を計らんとした。本棧橋は其設計、規模及施工方法の獨創的なる點等著しき特徴を有し港灣技術者の注意を惹くものである。

Bordeaux 港の1年間の乗降旅客数は夫々 5 萬及 6 萬に達し、港としても主要なる項目となつてゐる結果を等

乗客の迅速なる海陸の連絡、陸上交通機関の利用に依り可及的速かに目的地へ到着したいと云ふ一般的の要求を満すことが出来れば港の将来に大なる發展を來すべきものと港灣當局者は認めた。恰も London 港の Thames 河口 Tilbury に於ける海陸連絡設備の如く Bordeaux 港に於ても Gironde 河口 Le Verdon に上陸設備を完備し海陸の敏捷なる聯絡を計らんとした。

本計畫は最初 1910 年頃より地方當局の注目する所となり 1914 年 Le Verdon 外港工事に關する決議が議會を通過したが、大戰に依り不幸中絶し 1928 年に到り初めて Autonomous Port Authority の手に依つて工事が着手された。

Bordeaux 及 Le Verdon の位置は附圖第一に示す様に又棧橋の配置及附近の地形は附圖第二に明かである。上陸棧橋は延長 317.5 m, 水深内側 -12 m, 外側 -14 m で、兩側に各々 1 隻の航洋船収留が出来る。取付棧橋は延長 312 m, 複線の鐵道軌道及道路を通じ、上陸棧橋との連絡部は延長 60 m の梯形の棧橋から出來てゐる。

上陸棧橋は幅員 38 m で複々線の軌道、二階建の臨港停車場及附屬の荷役設備を有し、道路は棧橋基部では軌道と同一面にあるが斜路に依つて停車場の階上床面と同高迄高められる。附圖第三は構造物の主要斷面を示す。

上陸棧橋は 5 個の區割より成り、各々長さ 60 m, 4 組の圓筒脚で支へられる。其詳細は附圖第四に依り明かであり、寫真第一、第二の工事寫眞には各部の一般配置が良く示されてゐる。梯形の連絡棧橋の先端は上陸棧橋と、基部は取付棧橋と同じ幅を有し、20 m 間隔の 3 組の圓筒脚に支へられる。

取付棧橋は幅員 15.45 m, 全體として半徑 202 m, の圓弧状をなす。之は 4 個の區割より成り、内 1 個は長さ 79.98 m, 他は 77.98 m で、各々 2 組の圓筒脚を持ち圓筒の間隔は縦 28.20 m, 橫 9.50 m である。4 個の最初の圓筒は橋臺の役目をし全高を通じ直徑は 40 m, 心々間隔は 9.50 m。取付棧橋に使用された圓筒の初めの 17 個は長さ 21.50 m, 附圖第八の様な形狀をなし原設計のもので、他の圓筒は全部改良され、長さ 26.50 m, 形狀は附圖第七に示される。取付棧橋の床面高は +8.33 m であるが、緩傾斜を付け基部から 38 m の箇所で +10.00 m の高さとなり、其他は水平の床面を有してゐる。

河口の地層及自然の基礎に就ては附圖第九の地質圖の様で、下層の粘土層は 5~6 m の厚さを有し堅く繰り表面部を削取れば重量構造物の支持にも充分であつた。

下部構造は質質的であること且つ不動性と強度とを要求されてゐたから杭打、方塊積、函塊等の基礎工も研究されたが現在の事情に良く適當しなかつたため非筒基礎が採用された。

升筒基礎の工法も色々あるが Le Verdon で施工した方法は新案で要求された條件に適ひ有效な又著しく迅速なことが證明せられた。此工法は Ponts et Chaussées の主任技術者 Caquot 氏の考案に基き港灣當局者の研究したもので實際の裝置の詳細設計は Autonomous Port Authority の主任 Léveque 氏の指揮に成つた。

Caquot 氏の方法は Suction dredger に似た工法で其要領は強力なポンプを備へ圓筒中に挿入した管の底部に空氣を供給し内部の砂を吸揚げることである。Le Verdon で使用した設備は 6 個の外徑 250 mm 吸揚管を圓筒の内壁に沿つて對稱的に裝置し管は上端及中間の數箇所で肘状連結に取付けられ、内部からの排出孔を有してゐた。各管の中央部以下には徑 50~60 mm のガス管を通じ、其内部に壓搾空氣を流し、底部に取付けられた砂面の高さに依り調節出来る姿管に達せしめた。空氣はガス管下端の 36 個の傾斜孔口から噴出し、圓筒内の砂は水と共に攪拌されて "emulsion" の状態となる、夫して同時に壓搾空氣は其有する kinetic energy の一部を砂に與へて、混合物の吸揚管への吸引を容易にした。此 "émulseur" と稱する裝置の詳細は附圖第五、第六に示される。

圓筒は鐵筋コンクリート造(佛製アルミナ・セメント使用)で、全長 26.5 m, 柱體は長さ 21 m, 徑 4 m, 壁厚

0.15 m、脚部は鐘形に擴り徑 7.5 m を有し、重量は約 290 t、棧橋附近の工場にて水平状態にして製作された。附圖第八は最初の設計に依るもの、附圖第七は改良形を示し之は前者よりも沈下の抵抗が小であつた。寫真第一は圓筒製作場と棧橋との關係を示し、寫真第三は圓筒の鐵筋配置の状態を示す。

最初の計畫では吸揚管は柱體の外側に固定されてゐたが、破損等の恐のため内部に移された。初期の試験中に遭遇した困難の一つは、圓筒内部が攪拌されてゐる時外部の水壓が過大となる結果、外部から圓筒内へ鐘狀部の端の下を潜つて砂が“吹込み”，又は“吸込”まれたことであつた。此作用は小さな補助管を備へて、柱内の吸上げられた砂の代りに水を入れることに依つて防がれた。此壓力平均装置は附圖第七の左に示されてゐる。

各圓筒の上端には鋼製の杵が固定され“émulseur”を支へ、同じ臺に傾斜計を置き、圓筒沈下の不正を自動的に示して沈下を整正し、條件に合ふ様にポンプを運轉したが、柱體を鉛直に保つことは大して困難でなかつた。“émulseur”に依り補正出来る範囲は 10% 内外に過ぎぬため、全工程中圓筒を強力な起重機で支へてゐる必要があつた。

圓筒は養生を終へてローラーにて斜路へ運び、特別に製作された二つの鉤を有する 300 t のシャーレッジ起重機船で釣る事の出来る所に進水させた。其處で圓筒は鐘狀部及廻轉軸（柱體を貫いた鋼棒の）の 2 頭所で起重機に固定され（附圖第七）、水平の儘現場に運搬し、鐘狀部の鉤を下して垂直に起された（寫真第四）。起された圓筒は据付位置に出来る丈正確に据へ、海底に達する迄下げられたが、其時の誤差の最大は 0.40 m であつた。上述の作業中に吸揚管とポンプとを結合し、据付が終れば直ちにポンプの運轉を開始した。廻轉軸を釣してゐる鉤は圓筒の沈下に應じて下げ、砂の鐘内に吹込むことを防いだ。圓柱刃端が粘土層に達し内部の砂が全部排出された時に、強力なポンプを運轉して内部の水位を下げれば、更に繼續して粘土層中に沈下した。此圓筒底部の形狀のために、棧橋の重量荷重に耐へ、又刃端を粘土層中に 0.40~0.50 m も壓し込むことが出来た。

次に圓筒底部を水中コンクリートにて塞ぎ、其硬化後中詰コンクリートを施工し、頭蓋を置き（寫真第五）之を支承として型枠を立て、連結桁及上部構造のコンクリート工を施した。

圓筒沈下速度は、工事の進行と共に相當改良され、1926 年の假試験では 1 時間 7 cm の豫定であつたが、竣工近くには 1~1.8 m も得られた。最も速い例としては、圓筒を起電機に取付けた時から、刃端が粘土層に達した時迄、僅か 5~9 時間を要したのみで、其内 2 hr. は運搬及据付に費され、残りがポンプ運轉時間であつた。

上述の方法に依る水中圓筒沈設は貫通すべき層が砂質でなく粘土質の場合でも、suction cutter dredger と同様に rotating cutter を使用すれば、大した困難なしに成功するものと考へられる。

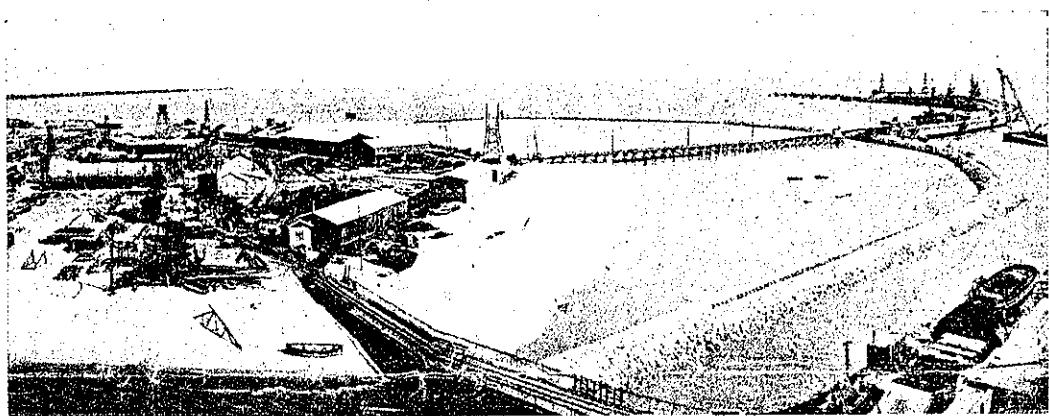
Le Verdon の経験よりして次の様な結論が發表された。

- 1) 此方法にて沈設された圓筒が曝露された場所に使用される場合には、天候の良否に左右される時が多いため、仕事を出来る丈速く終る様に準備することが緊要であつた。
- 2) 斯る大型のものを取扱ふ結果、非常に強力なる起重設備の使用を要す。
- 3) 拳大の小石を含む砂礫層を貫通する場合も “émulseur” に依る沈設には何等大した障害を與へない。
- 4) 計算で必要とする “émulseur” よりも多くを使用する方が有效であつた。
- 5) 沈下の迅速さを確實にするためには、排出される土質に依りて何の位の深さで沈下が止るかを判断し得る様な、訓練され經驗ある人に “émulseur” を運轉せしむることが必要である。

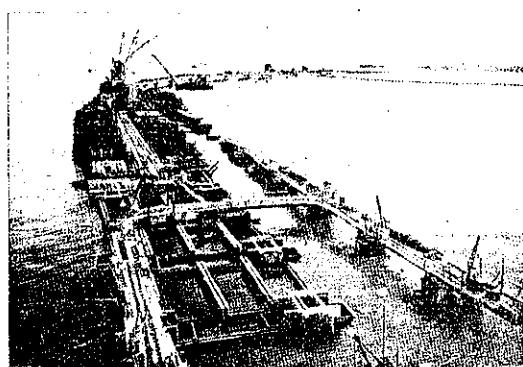
以上の工事の工費概算總額は 195 000 000 法であつた。

（原田忠次抄譯）

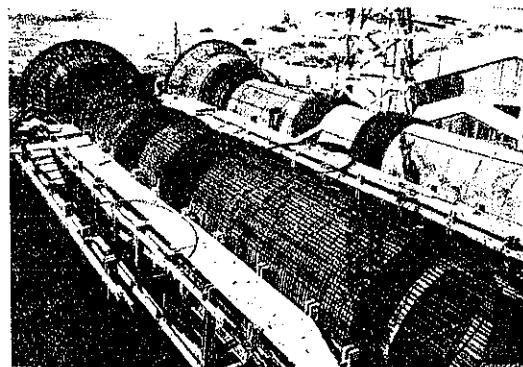
寫眞第一



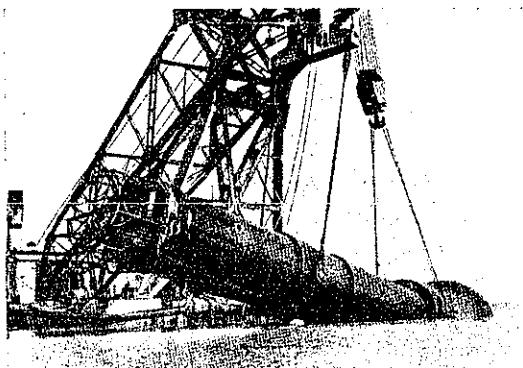
寫眞第二



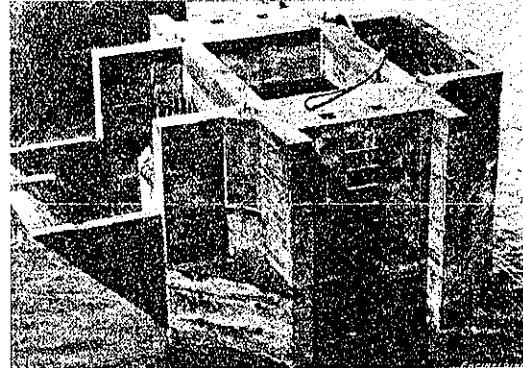
寫眞第三



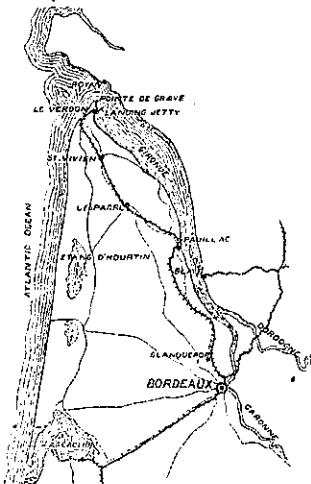
寫眞第四



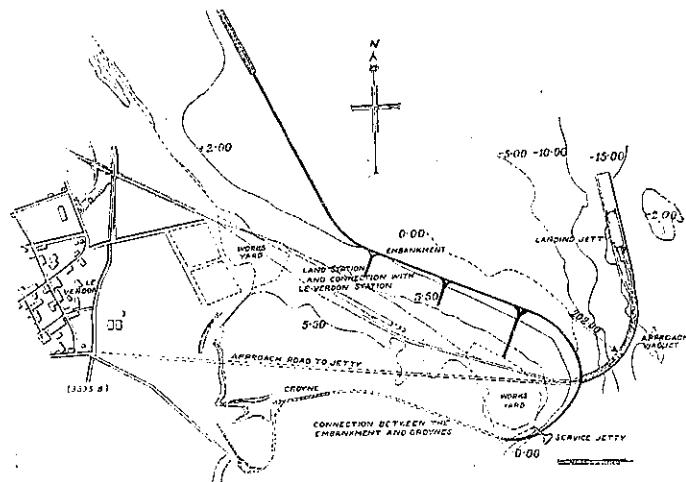
寫眞第五



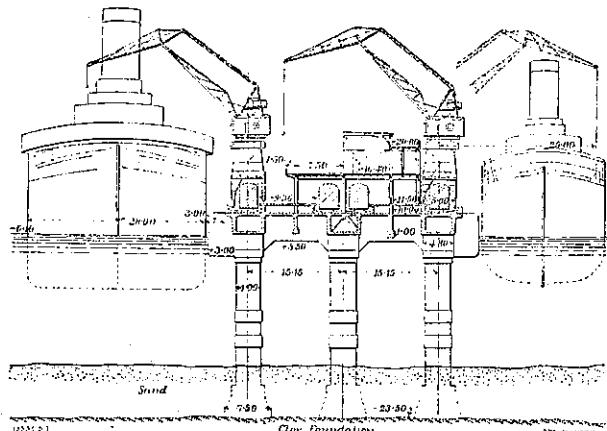
## 附 圖 第 一



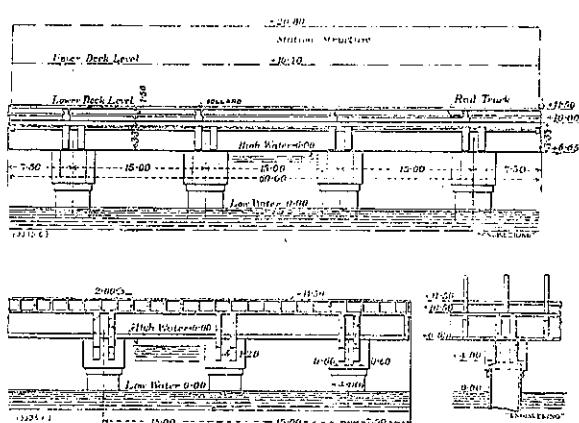
## 附 圖 第 二



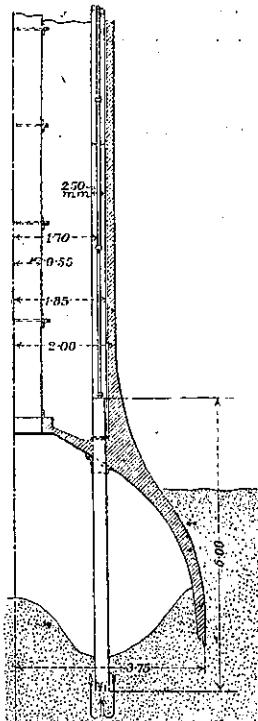
### 附圖第三



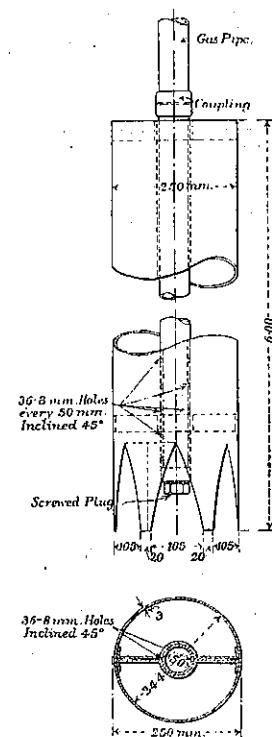
附 圖 第 四



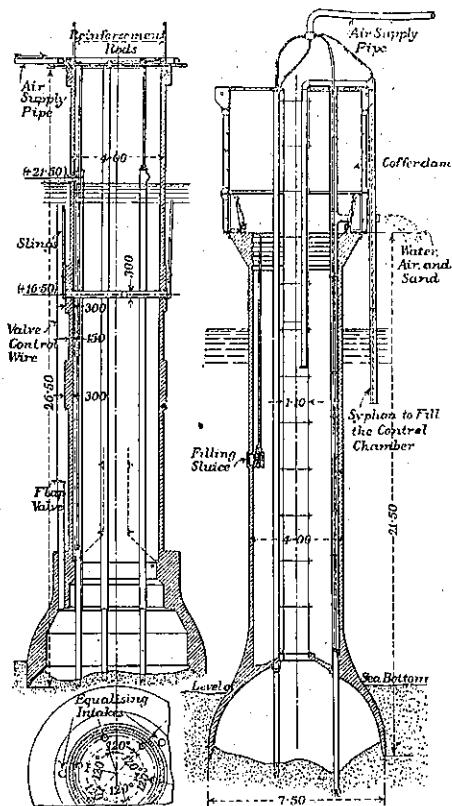
附圖第五



附圖第六



附圖第七



附圖第八

附圖第九

