

論 說 報 告

土木學會誌 第十四卷第三號 昭和三年六月

關門連絡線に關する第一回調査報告

會員 工學士 大井上前雄
理學士 佐伯謙吉

First of the Progress Reports on the Proposed Subaqueous
Tunnel across the Shimonoseki Strait.

By Chikao Oinoue, C. E., Member,
Kenkichi Saeki, B. Sc.

内 容 梗 概

鐵道省に於て關門連絡線計畫に關し目下地質其の他の調査中なるが本編は其の概要を説述せるものなり。

Synopsis

This paper is an excerpt from the report on the work of investigation, carried out by the Department of Railways, on matters connected with the proposed tunnel to connect Hondo and Kyushu. It concerns chiefly with the results of borings made in the line of the tunnel, to show the nature of the ground through which the latter is to pass.

目 次

第一章 關門連絡計畫に關する沿革	2
第一節 從來の經過	2
第二節 最近の調査	3
第二章 大瀬戸地質調査	5
第一節 地質概況	5
第二節 地質調査試錐孔	6
第三節 試錐機械及試錐方法	7
第四節 試錐足場	12
第五節 浮足場	12
第六節 海中試錐に對する航路標識	14

第七節 工程及工費	15
第八節 試錐結果	19
第三章 大瀬戸通過船舶調査	21
第一節 設 備	21
第二節 航行船舶の概況	21
第三節 風信, 風速	22
第四章 大瀬戸潮流調査	22
第一節 調査概況	23
第二節 流速計	23
第三節 流速調査	24
第四節 調査費	26
第五章 三角測量	26
第一節 三角網の撰定	26
第二節 三角測量の設備	27
第三節 測量用機械器具	27
第四節 測 角	27
第五節 日本製 スチールテープ による基線測量	28
第六節 水準測量	29
第七節 工 費	31

第一章 關門連絡計畫に関する沿革

第一節 従來の経過

我邦鐵道が國有となりてより以來全國鐵道の輸送は益々圓滑となり一方輸送數量も亦漸増せるを以て諸種の改善施設が行れたが、九州及北海道は一帶の水路を以て遮斷せらるゝ關係上本土との鐵道連絡は完全に行かない。殊に九州に對しては痛切に其の感を深ふして居た。明治 44 年、後藤新平男鐵道院總裁となるや茲に意を致し、關門連絡に関する研究を開始せしめ、之に對する具體案を定むるに至つた。即其の連絡方法としては橋梁、隧道及列車渡船の 3 案を撰定考慮せられたが列車渡船案は潮流、船舶航行、天候の變化等當地の狀況に照して甚不利なりとの理由を以て他の 2 案に就き其の調査を開始することゝなつた。

(一) 橋梁案 本案に關しては東京帝國大學教授工學博士廣井勇氏に調査設計を委囑し同博士は大正 5 年 3 月詳細なる設計を報告した。之に依れば連絡線路延長約 8 哩、早鞆瀬戸

に於て中央徑間 1860 呎の橋梁を架設するものにして其の總工費約 2140 萬圓となつて居る。(土木學會誌第五卷第五號所載)

(二) 隧道案 本案は明治 45 年鐵道院技師岡野昇氏實地を踏査し彦島を經て大瀬戸海峡に海底隧道を掘鑿するの線路を選定し大正 2 年 1 月之が報告を提出した、其の線路延長約 哩、内海底隧道部約 1 哩である。

次で大正 3 年京都帝國大學教授工學博士田邊朔郎氏歐米出張に際し、海底隧道工事遂行能否の調査を委嘱し同 4 年 5 月同博士より本工事は全然遂行可能にして水底部隧道のみの工費約 1300 萬圓を以て足るの報告を得た。(土木學會誌第五卷第六號)

(三) 第一回地質調査 兩來隧道、橋梁兩案に就き比較研究の結果經費及軍事兩方面よりするも前者を有利と認め鐵道省に於ては隧道案を採用し、大正 8 年度以降 10 箇年計畫にて工費 1816 萬圓の豫算を以て工事施工の事とし帝國議會(大正 7 年第四十一回議會)の協賛を得、大正 8 年より同 9 年に亘り鐵道省工務局に於て線路の實測及地質調査を施行した。(土木學會誌第七卷第四號所載)

本調査の結果工事遂行は益々可能なること明となり其の計畫設計等の進捗を計つたが、遇々歐洲戰爭後物價勞銀の暴騰に遭遇し隧道工事には少くも 3000 萬圓以上の經費を要することとなり既定豫算と甚しき懸隔を見るに至つたので工事着手の機を得ず、其の後大正 13 年第五十四帝國議會に於て改良費豫算改訂を爲すに當り大正 17 年度以降新規着手工事は一時之を除く方針とせるを以て本工事も亦一旦豫定改良計畫より削除せらるゝに至つた。

第二節 最近の調査

(一) 調査概要 上記の如く隧道計畫は豫算の都合により一旦改良計畫より削除せられたるが、元來本計畫は最初に於ては本土、九州間に旅客直通列車を運轉し以て旅客交通の便利を圖るを主眼としたので、其れは今日の如く他に急施を要する工事多々あるに際しては不急なりとの見解に出で一旦打切られたのである、然るに現今に於ける關門間輸送状態は永く之を未解決のまゝ放任し難きを以て大正 14 年以降本海峡の交通を改良する施設に就き、鐵道に於ては經濟的並に技術的各見地より夫々調査を進めたが其の調査概要を略記すれば次の様である。

現下の關門間輸送方法は旅客は 4 隻の汽船を以て 44 往復をなし、貨物は下關より小森江に貨車航送船 5 隻(1 隻積載貨車 6 輛乃至 7 輛)を以て 51 往復を行ふ、將來貨客の増加に對しては旅客の方は當分尙餘力を有するも貨物は其の増加歩合激甚にして、今後も従前の勢を以て推移するとせば今日の貨車航送設備に多少の改良を施すも一方向 140 萬噸餘の輸送は其の最大限度にして、昭和 8 年度には既に本限度に達するの計算となる。

仍て先づ關門間改良計畫の對策として研究考慮の上大體次の 5 案を得た。

- 一 橋梁連絡
- 二 船車連絡設備の増設
- 三 現在航送貨物の一部を海運に移すこと
- 四 彦島小倉間列車航送の開始
- 五 海底隧道連絡

之等に就て比較研究を爲せるに工費、輸送量、經常費其の他經濟的關係等の諸方面より見て隧道案を以て最有利なりとなすの結論に達した。而して隧道の開鑿に決定するも其の施工方法として曩に大正 8 年以前に於て調査したのは盾構壓搾空氣式 (Air Shield) のみであつたが、更に本調査に於ては沈埋式方法 (Trench and Sinking Method) をも比較研究の目的を以て増加し之に對し別に一つの隧道地點を撰定した。

上記の報告は相當調査の結果であるが事重大なるを以て大方識者の意見を聴取し之を決定すべきものにして、之が爲鐵道省に於ては次の如き各種會議を開催し諸種の研究、討議を遂げた。

大正 15 年 9 月 6 日	關門連絡線改良計畫打合會議
“ 9 月 8 日	關門隧道に關する局長會議
“ 9 月 27 日	關門海底隧道技術會議
“ 9 月 30 日	省外權威者會議

右會議の結果前掲報告通り隧道案を採用するは最適當の計畫にして今後財源の都合を見て成る可く速に着手すべきであるが、其の掘鑿施工方法に至りては尙充分の調査研究により盾構式、又は沈埋式孰れかに決定すべしとの結論に到達せり、仍て鐵道省に於ては大正 15 年 12 月 17 日關門隧道は近く財源の決定を待ちて着手することの省議を確定するに至つた。

(二) 現在の調査作業 斯くして永く未解決のまゝ放任せられたる本計畫も愈遂行することに決定せるを以て、往々調査又は準備の缺陷により中途工事に蹉跌を來すが如きことなからしめんがため技術上周密なる調査研究を爲すこととした。即ち下關改良事務所長大井上技師は隧道施工方法其の他に關して、海外各國に於ける實例に對し研究の目的を以て大正 15 年 11 月より昭和 2 年 9 月に至るまで歐米各國を歴訪視察し、一方鐵道省に於ては昭和 2 年 1 月下關改良事務所を廢し直ちに同所に工務局關門派出所を設置し、本省工務局と相提携して専ら隧道調査事務に當らしめることとなつた。

又調査費豫算としては特に約 80 萬圓を計上し昭和 2 年 4 月より次の項目に亘りて調査作業に着手した。

- 一 隧道地點の地質調査

二 大瀬戸に於ける潮流調査

三 同上船舶航行状態

四 測 量

五 隧道施工法の比較研究

之等の調査は目下何れも作業半であつて未だ完結せるに非ずと雖現在までに判明せるもの又は一部終了せるものに付以下順次説明する。

第二章 大瀬戸地質調査

第一節 地質概況

關門連絡線に關係する地域は下關市街の一部、小瀬戸、彦島の一部、大瀬戸及大里海岸に跨る數平方哩を包含する。關係地域の地盤を構成する岩石は水成岩、火成岩並に變成岩の 3 種に大別する。

(一) 水成岩 岩石の碎屑物或は動植物の遺骸が水底若くは陸上に沈澱堆積して生ぜる所謂第二次的岩石であつて、主として粘土、砂、礫等又は動植物の遺骸よりなる。生成時代の新舊により大いに其れ等の碎屑物質の凝結度即ち岩石の堅硬度を異にするけれども何れも層理 (Stratification) を有するを特徴とする。生成時代の順序により分類すれば次の通りである。

(1) 中生大統

ジュラ紀層 砂岩、圓礫岩、頁岩及古凝灰岩 (シャルシクイン) の累層

(2) 新生大統

第三紀層 砂岩、圓礫岩、頁岩の累層にして薄き炭層を挿む事がある

第四紀層

洪積層 ^{ワム} 礫母、砂、礫、粘土等

沖積層 砂、礫、粘土等

(二) 火成岩類 地中の深所に迸入し、若くは地表に噴出せる熔融岩漿の冷却凝結せる後生ぜる所謂水成岩に對して初生的の岩石であつて、主として結晶礦物及玻璃物質より成り、水成岩と異り塊狀構造を特徴とし、亦其の堅硬度は岩石中の節理並に裂隙の多寡によりて大いに相違する。

本地方に發達する火成岩類は次の 3 種である。

(1) 花崗岩

(2) 輝綠玢岩

(3) 石英斑岩

(三) 變成岩類 火成岩若くは水成岩が種々の變質作用により石理及構造上に著しい變化を受けて生ぜるものであるが、此の地域に於ける其の分布は極めて狭小にして僅か前記火成岩類がジュラ紀層の頁岩に貫入する際、兩岩石の接觸する附近に頁岩の接觸變質作用によりて生ぜる粘板岩を見るに過ぎない。

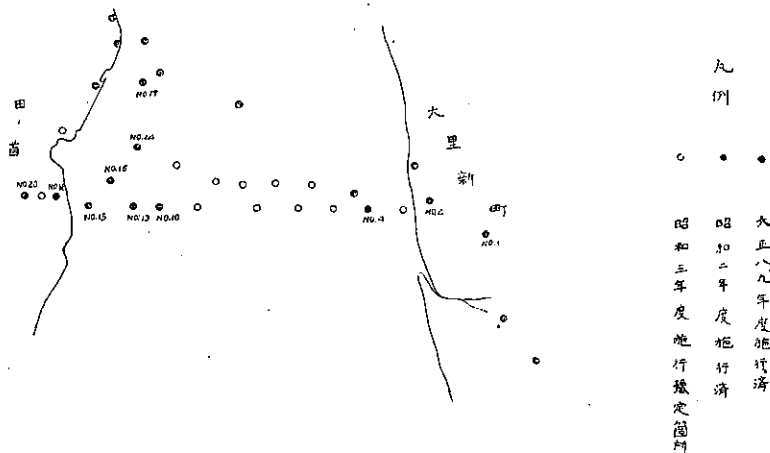
所掲の岩石中現在までの試錐結果に遭遇せるものは、火成岩の全部、水成岩としてはジュラ紀層に屬する頁岩、洪積紀の礫母及粘土、沖積紀の砂、礫、粘土等、變成岩としては粘板岩である。

第二節 地質調査試錐孔

地質調査試錐孔とは地中に潜在する岩石の分布状態を窺知し得べき標本を採取する目的を以て地中に穿たるゝ鑽孔を云ふ。

該試錐孔は豫定線に沿ふて平均排列を取らず、地質的推定に基き重要な箇所には特に密に、さまで重要ならざる地點には疎に配置する方針を以て撰定せる箇所は第一圖に示すが

第一圖 大瀬戸地質調査位置略圖



如く、陸上部 6 箇所、海中部 17 箇所合計 23 箇所である。昭和 2 年 4 月 1 日着手以來現在も繼續中にして、同年 12 月末日迄完了せる分は陸上部 4 箇所、海中部 7 箇所都合 11 箇所、未だ豫定の半数にも達しないから到底完全なる報告を書く事は出来ないが、調査の爲準備せる主要なる機械器具、其れ等の使用方法及成績、試錐の工程及工費の概要に就て節を追ふて記述する。

第三節 試錐機械及試錐方法

本地質調査に使用せる試錐機械及其の他に之に附屬使用せる器具並に價格は第一表に示す。

第一表 大瀬戸地質調査の爲準備したる主要機械器具使用目的及價額表

名稱	數	製造會社名	使用目的	價額
手送式試錐機	1	ガドリウス	主として堅硬なる地質の箇所に使用	再用品
水壓式試錐機	1	サリヴァン	同上	19 362.000
衝撃式試錐機	1	キーストン	主として粘土、砂礫層等の箇所に使用	7 560.000
空氣壓縮機	1	インガーツル ランド	浮足場空氣槽に送氣に使用	再用品
ホータブルコン プレッサー	1	ニューマチック ツール	同上補助として使用	〃
手捲クレン(5噸捲)	1	—	田ノ首に設備し諸材料積卸に使用	〃
ニューマチックホ イスト(5噸捲)	1	—	浮船に据付け木造 Derrick 運轉及 船捲揚に使用	〃
ニューマチック ハンマー	1	マツキャンナ アリー	海中木造假足場杭打ち込み又は引抜に 使用	3 280.000
石油發動機(7馬力)	1	池貝工作所	傳馬船に据付け海陸連絡に使用	910.630
〃 (5馬力)	1	戸畑鑄物會社	同上	854.600
鐵製浮足場	1	三菱彦島造船所	海中試錐作業臺として使用	47 000.000
浮船(幅24' 長70')	1	村上造船所	コンプレッサー据付け及重量品運搬に使用	7 800.000
桂燈浮標	2	—	浮足場に對する航路標識	15 376.000
パイプハウス	2	鈴木啓正社	材料倉庫	2 541.800
パイプ天幕	2	〃	試錐作業小屋	1 520.000

試錐孔の掘鑿に用ふる試錐機は一般に錐鋼の回轉及衝撃の二原理に基きて考案されたる回轉式試錐機と衝撃式試錐機との2種に大別することが出来る。尙前者は錐進機の構造によりて手送式(ハンド・フィード)、水壓式(ハイドロリック・フィード)及螺旋式(スクリュー・フィード)の3種に區別し、後者は上總掘式、鐵棒式、急擊錐鑿式及ロープボーリング等に區別する。

本調査に選擇せる試錐機は手送式試錐機、水壓式試錐機の回轉式2機並に衝撃式試錐機1機合計3機にして前2者は主として堅硬なる岩盤に適用し、後者は沖積層若くは洪積層の如き軟弱粗鬆なる岩石に使用する。之等の構造及試錐方法に就て簡述する。

(一) 手送式試錐機 本調査に使用せるはガドリウス會社製で大正8、9年の地質調査に使用したものを一部修理して再用了。其の大體の使用方法は當時の報告(土木學會誌第七卷第四號)に記載せられてあるから茲には省略する。

本機は其の名稱の示す如く掘進と共にロッドの降下進行を手力リーバーにて送り込むものである。沖積層又は洪積層の如き軟弱粗鬆な土壤或は砂礫層の場合、若くは岩盤中特に軟弱な部分では本回轉式機でもボーリング・ロッド終端にチゼル又はクロスビット等を取付け、之

を上下運動せしめて衝撃動作にて掘進する。而して地盤が岩盤となりて衝撃では充分な進行を得られない場合に始めて回転式に依り、カッター・クラウン又はダイヤモンド・クラウンを使用する。試錐進行中沖積層又は洪積層の如き軟弱なる地層若くは岩盤にても特に甚しく風化せる部分に於ては、往々其れ等の物質の崩壊により試錐孔が閉塞される爲に掘進の續行不可能となる場合がある。斯る危険を防止する爲崩壊を惹起し易き部分には豫め試錐に先立つて内徑 3 吋の鋼鐵製のドライヴィング・チューブを打ち込みつゝ掘進し漸次之等の沈澱物の堅さが増すか、或は龜裂が少くなれば試錐を進めたる後にチューブを打ち込む方法を取り、崩壊の憂なきに至りて始めて其の打ち込みを中止する。然し乍らダイヤモンド・クラウンを使用するが如き堅硬なる岩盤に於ても往々途中斷層又は甚しく龜裂の發達する裂罅帯に遭遇し、ドライヴィング・チューブを打ち込む事が出来ないので、非常に困難を感じる場合が少くない。斯る場合には其の部分急硬セメントで膠結し其の硬化を待ちて試錐を維持するか、或はケーシング・チューブを挿入して崩壊を防止するが、然しケーシング・チューブを使用すれば其れ以下の掘進には其の内徑より小なるクラウンを用ひねばならなくなり、隨て錐孔の徑は段々小さくなるからケーシング・チューブは出来る限り肉の薄いものの方が有利である。

沖積層又は洪積層中大なる玉石に遭遇する場合はダイヤモンド・クラウンを用ひて其れに穿孔し、鉋力板等で徑 $1\frac{1}{2}$ 吋、長さ 10 呎位のダイナマイト・ケースを作り、之にダイナマイトを裝填し、電氣コードを取り付け、靜かに穿孔中に挿入し電氣發火器により爆發を行ひたる後、ドライヴィング・チューブを打ち込む。爆發の際はチューブ等の毀損せざる様 2~3 米引き揚げ置き、爆發後直ちに再び崩壊の爲に閉塞せられざる様チューブの打ち込みを要する。

該試錐機に於ける地質標本の採取は次の如き方法による。試錐中は絶えずポンプによりて送水し、水は一旦試錐孔底に達したる後再びロッドとドライヴィング・チューブ又はケーシング・チューブの空隙を上昇して表面に還流し、其の際孔底に於ける土砂並に切粉を標本の一部として運搬する。此の還流水を木製の長さ 9 呎、幅 6 吋、深さ 6 吋位で 4 箇所の砂溜間仕切を施したる箱樋に導き、運搬物を沈澱せしめて主として軟弱粗鬆なる沖積層亦は洪積層の標本として採取する。又カッター・クラウン或はダイヤモンド・クラウンを使用せる場合には穿孔の爲生ぜる切粉は前同様沈澱採取する事が出来るが、主要なる岩盤標本は核心としてコア・チューブ中に収まり、クラウンに取り付けられたるコア・ホルダーによつて引き揚げらる。何れの場合にも是等還流水は多量の土砂及岩粉を含有する爲特色ある色を呈するから、其の色は地層の變化を窺知する有力な資料として記録せねばならぬ。

前陳の如く該機の標本採取方法は堅硬なる岩盤の處ではダイヤモンド・クラウンを用ひて岩石を直接核心として截斷し得るのであるから極めて有效と言へるが、然し粘土層又は砂礫層の如き處ではチゼルによる地層の攪亂並に送水による地層の洗滌等の爲、完全なる沈澱堆

積の状態を判定するには極めて不完全なる方法たるを免れない。

試錐中に於ける送水は軟弱なる地層よりの標本採取に際して不可缺なるのみならず、又クラウンを使用する場合にも1分間100回轉、甚しき時は200回轉にも達する回轉の爲に生ずる熱の冷却用水として是非必要なものである。若し送水不充分的儘試錐を繼續する時は發熱してクラウンが焼けダイヤモンドの脱落を來すが如き危険を伴ふから、ポンプに裝置せる水壓計の壓力並に水の還流状態をよく注意しポンプに故障ある場合は直ちに掘進を中止せねばならぬ、然し送水が完全に行はれても地表迄還流せざる場合、又は送水以上に多量の水を還流する場合がある。之は地層中に水を著しく吸収する間隙の存在及著しき含水帯の存在を物語るもので、前者は試錐孔崩壞の際と同様セメンテーションによるか、或はケーシング・チューブを挿入して防止すべきである。

試錐中にはボーリングロッド其の他は始終引き揚げる必要がある。此の際は試錐機臺に裝置せる磨擦車に原動機より動力を傳へ、水平軸上の捲胴を回轉させ之に捲きつけてあるワイヤーロープを三脚檣の頂上の滑車を経て試錐孔の直上に懸垂し、其の下端に釣を付けボーリングロッドにホイスタング・スウィーベルを螺旋で取り付けて引き揚げる、之を挿入する際も亦同様である。

ダイヤモンドはダイヤモンド・ボーリングに於ては其の生命とも稱すべき大切なるものにして、其の良否並に植え込み技術の如何は試錐の成績と密接な關係を有つ。試錐用ダイヤモンドは裝飾用種とは大いに異り、不透明黒褐色を帯び稍々多孔質で普通ブラックダイヤモンドと稱せらる。龜裂の有無、密度の大小、形狀の適否等は鑑定上重要な性質にして、植え込みに對する形狀良好にして、龜裂無く且密度の大なるものを選択する事が必要である。實際現場の成績に徴しても他の條件が同じであれば密度の大なるもの程磨耗率が小さい。密度は大體比重3.0以上を合格標準とした方がよい様に思はれる。使用すべきダイヤモンドの大きさはクラウンの大小肉の厚薄等によつて大いに異り、時には3乃至4カラット又時には1カラット或は其れ以下のものが必要である。本調査では2カラット内外のものを使用した。又1箇のクラウンに植え込む可きダイヤモンドの數もクラウンの大きさによつて異り、小型のものは6個、大型のものは8個乃至12個位が普通で此の外にクラウンの外面の磨滅を防ぐ爲外周に2個乃至4個の小さきものを目石として植え込む事があるが、大瀬戸では小型クラウンには6個、大型には8個、外周に各々2個の目石を植え込んだ。

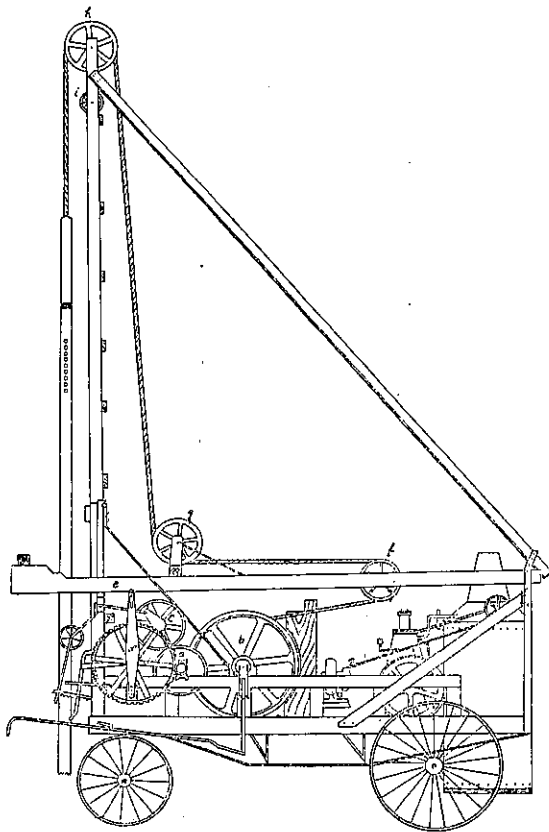
試錐終了すればケーシング・チューブ、ドライヴィング・チューブはジャッキを以て全部引き抜くが、然し試錐孔を其の儘放置するは後日隧道工事施行に際し空氣盾構式を採用する場合は空氣が逸出する様な危険があるから、チューブ引揚げと同時にセメントモルタル填充を完全にやる様に努めた。

(二) 水壓式試錐機 本調査の爲に購入せるは サリヴァン會社製 CN 機なるも、納入期日が豫定より遅延せると作業の都合上とて目下丁度使用中である爲今回報告する程の材料は尙出來て居ない、従つて詳細なる記述は後日に譲る。

本機は寫眞第一に示す如くで石油發動機ポンプ及試錐機は鐵製フレーム上に載る。而して試錐方法もチゼル、ダイヤモンド・クラウン、ドライヴィング・チューブ、ケーシング・チューブ等を使用する點は手送式試錐機と殆んど同様にして、唯特に異なるは手送式に於ては試錐の進行に伴ふロッドの送込がフィードリーバーによりてなされるが、該機に於てはボーリングロッドをチャックにて緊締するスピンドルの一部にハイドロリック・シリンダーを裝置し、水壓によりて送込む點である。

(三) 衝撃式試錐機 ロープボーリングに屬するキーストン試錐機にして、前述の手送式及水壓式とは全然其の掘進原理を異にし文字通り専ら上下の衝撃によつて掘進し、主として

第二圖 衝撃式試錐機



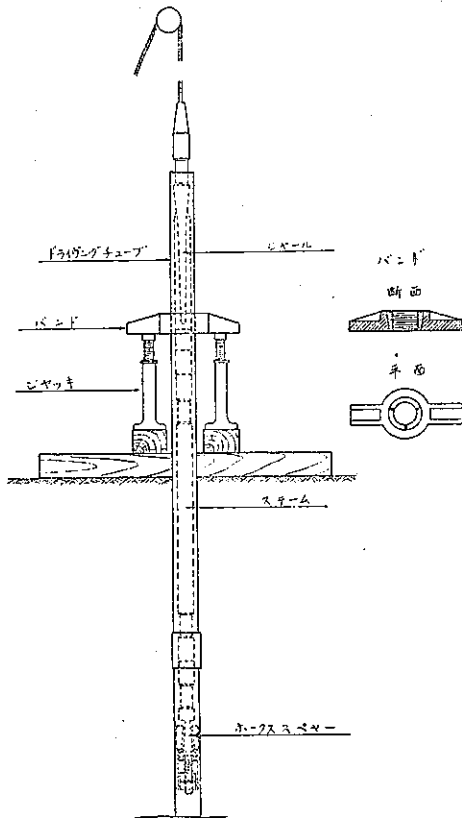
沖積層又は洪積層の如き軟弱粗鬆なる地層の試錐に適する。其の構造は第二圖に示すが如く2個の車輪の上に組立てられたる木製車體上に汽罐及機關が載り、此の機關の運轉はベルトによりホイールに傳導され之から滑車によりて1分間に約40回の上下運動をカットビット或はロックビットに傳へ以て掘進する事が出来る。

此の場合も亦手送式試錐に於けると同様崩壊し易き地層にては試錐孔閉塞の憂ひあるを以て、ドライヴィング・チューブ打込みを要するが、チューブは鋼鐵製にして内徑6吋である。チューブは該試錐機の特徴たる衝撃を利用して極めて容易に打込む事が出来る。チューブには毀損を防ぐ爲下端にシュー、上端にヘッドを螺込みたる後、試錐孔に挿入しデリック頂上の滑車よりチューブ内にマニラロープに連結せるステムを降下し、其の上部に角材をボルトで

締結し、ステムの上下運動による打撃力を此の角材によりてチューブに傳へれば容易に打込む事が出来る。

該機に於ける地質標本採取装置は該機の軟弱なる地層に於ける偉大なる掘進能力と共に推奨するに足るもので、回轉式試錐機のチゼルによるワッシュボーリングの到底比肩し得ざる處である。即本機の特徴はカットビット内に裝備せるコアバレルにより軟弱なる地層の沈澱堆積の状態を餘り攪亂せず採取する事が出来る。随つて該機は沖積層若くは洪積層などの發達する地方の試錐に於ては極めて有効である。尙大なる玉石或は岩盤でも裂隙の多い處ではロックビットを使用するが、其の際にはコアバレルは利用出来ないから、一度ロックビットを以て破碎せる碎片をサンドポンプで取り上げねばならぬ。

第三圖 ドライヴィング・チューブ引き抜き設備



試錐終了後は手送式の場合と同様試錐孔にセメントモルタルを填充しつゝドライヴィング・チューブを順次引き上げねばならぬが、此の場合は手送式の時と異りチューブの径大なるのみならず亦主として地層の軟弱なる箇所に試錐されるのであるから、其の打込みの深さも手送式の時は概ね7,8米で済むに反して殆んど試錐孔と同深の20米乃至25米に達するを以て單にジャッキのみでは引抜きに非常なる困難と手数を感ずる爲、ジャッキを用ふると共に特種の引抜き方法を講ずる。第三圖に示すが如く一方ドライヴィング・チューブの一部にバンドを嵌め、其の兩突起に各々ジャッキ1臺宛を掛ける。同時に他方掘進の際にカットビット或はロックビットを使用したと同様にデリック頂上の滑車より懸垂せるマニラロープにステム、ジャール及ホークススペヤーを順次に取付けてチューブ内の適當の位置に止めて、運轉を開始すればホークススペヤーは

ジャール及ホークススペヤー内のスプリングの働により上向の力を受ける時はホークススペヤーに裝置せる楔の爲チューブの内面に固着するも、下向の力を受ける時は楔は緩みて力を傳へない爲、チューブはジャッキの作用並にステム及ジャールの重量による上向の打撃を協力

によりて、比較的容易に引抜き得るのである。尙試錐孔が深く、随つてチューブの打込みも深い場合にはジャッキだけで引抜き事はジャッキに對する荷重が過大となる結果、時には其れを毀損せしむるのみならずチューブの上部の繼手は其の全荷重に堪へずして切斷する等の危険がある。然し乍ら前述の如くホークススペアーを使用すれば、チューブ中何れの箇所でも抵抗の最も大なる部分に其れを止めて、チューブに直接上向の打撃を與へる事が出来るから、損傷の憂がなくすむ。

第四節 試錐足場

陸上部では松角材で 15'×36' の大きさの作業臺を作り之を天幕張りとした。

海中部に於ける作業臺は水深淺き所では末口 7 寸長さ 32 尺の杉丸太杭を 28 本植え込み、末口 5 寸の松丸太二つ割材を以て結構し、之に 60 封度軌條を架け渡し其の上に正 1 寸の松板を敷き詰めて 15'×36' の木造棧橋を設置した。又水深大なる所では種々の點より木造棧橋設置困難なりし爲、鐵製の浮足場(第五節に詳述)を製作し之を作業臺として利用した、尙木造棧橋足場、浮足場共に其の上に天幕張試錐小屋を設置せる點は陸上部と同様である。

海中に於ける木造棧橋足場用杉丸太杭打は浮船上の木造ドリックを應用してニューマチック・パイルハンマーを用ひたが、其の際錨を以て碇置せる浮船は完全なる足場として役立ちたるのみならず、又木造ドリックは杭打槽の働きをなしたるを以て、他に何等特別の設備を要せずして、水深 18 尺潮流 2 哩乃至 3 哩の海中に於ても比較的容易に施行し得たのである。又杭抜きの場合にはパイルハンマーを逆に使用し、之亦容易になし得た。

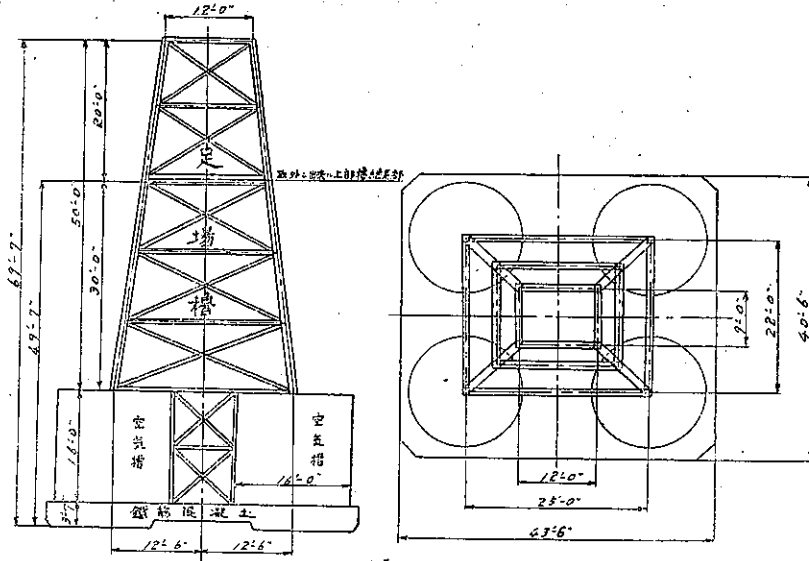
第五節 浮足場

(一) 設計 海中の水深大なる所にては、試錐作業の足場としては上記の如き杭打式は施工困難でもあり其の實行不可能なる故一般には浮船又は スパッドスカウ(支柱を以て浮船を水底に支持するもの)等を用ふるが、大瀬戸海峡にては潮流の大なること及通過船舶の多數なることの爲之は適當とは言へない、従つて當海峡に適當する足場として一種特別の浮足場(第四圖)が考案されたのである。

浮足場は曾て大正 8, 9 年の當海峡地質調査にも使用した事があるが、今回使用のものも之と殆んど同設計で其の製作所も亦前同僚三菱造船會社彦島造船所の請負に係り製作費 47 000 圓工事期限約 3 箇月を要したのである。(寫眞第二参照)

其の設計及構造は土木學會誌第七卷第四號に所載と大同小異であるから記述は省略するが、先に使用して種々の經驗を得て居るから今回は其の設計及製作に色々改良を施した、其の主要な點は次の様である。

第四圖 浮足場の大略圖



- (1) 空気槽の漏氣を防ぐ目的にて 重要なる接合部の 電気接合には優秀技工を使用し、特に嚴重なる監督の下に施工を丁寧にした（従て其の 作業成績の示す通り漏氣などは今までに生じて居ない）。
- (2) 浮揚の節に足場の荷重が空気槽に直接傳はると 其の接合部に無理を生じて破損の惧があるから、上部鐵製櫓の部材を槽内を通じて基礎混凝土まで延長して取付け、荷重は之より更に槽内の隔壁に傳はり基礎上に廣く分配される設計にした。

浮足場の主要寸法及重量等

名稱	重量(噸)	浮力(噸)	寸法
足場鐵製櫓	34		高さ 69'-7", 最上面 10'×13', 最下面 22'×25'
空氣槽 4 個	74	368	直徑 16', 高さ 16', 1 個の空氣量 3 200立方呎
基礎鐵筋混凝土	362	155	厚さ 2'-7"~3'-7", 大き 43.5'×40.5', 混凝土量 25 立坪
計	470	523	

浮揚時に於ける吃水約 17呎

吃水 1 呎を増すに要する重量約 23噸

(二) 浮揚作業 浮足場を移轉するには、先づ浮揚させる事が必要である。其の方法は空氣壓搾機を積載せる浮船を足場櫓に繋留し、壓搾機の有する氣槽より内徑 4 吋長さ 30 呎 4 本連結總長 120 呎の護謄蛇管（50 封度毎平方吋の内壓に耐へるもの）を足場櫓上の送氣用バルブボックスに連結し之に依りて送氣す。斯くて送氣し初めてより浮揚する迄、約 1 時間

20 分を要す。斯く長時間に亘り壓搾機を繼續送入中不幸にして故障起れば、潮流の關係上其の日の仕事は全部中止するの止むなきに至るを以て之が對策として、2 回に分けて送氣する方法を取り、第一回は移轉の前日に對角線の 2 槽にのみ送氣し水を全く排除し、其の内の壓搾空氣と水壓との平衡を待ちて之を他の 2 槽に連結して送り込む、然る時は 4 氣槽内の水面は皆約半分の箇所て水平となり互に平衡す。此の間に起る氣槽内の壓力の變化は總て排氣用バルブボックスに設けられたる氣壓計によりて知り、水面の高さも之により殆んど完全に算定する事を得。之等に要する時間は前者に約 45 分、後者に約 40 分にして、此の第一回目の送氣は一面に於て各氣槽の漏氣試験を意味するのである。斯くて移轉の當日に第二回目の送氣を 4 氣槽同時に行ふ時は約 33 分にして完全に浮揚す。浮足場が傾斜して居る場合は、第二回目の送氣に際し深きもの程早く送氣し初め、4 氣槽内の水量を平衡せしめ安定なる浮揚を爲さしむ。浮足場が完全に浮揚し終ればバルブを締め護謨蛇管を外して空氣壓搾機船を離し曳航に掛る（寫眞第三參照）。

沈下礎置せしむる場合は、既に述べし如く排氣用バルブボックスを開放すればよい。之に要する時間は水深により多少差違あるも約 15 分を要す。

浮足場移轉の曳航には關釜連絡船の下關岸壁發着に際し、曳船の用を勤むる田浦丸、豊浦丸、福浦丸の 3 艘を使用し、周 4 時の鋼索條をコンクリート基礎の上に埋込みたる環縮釘に取付けて曳船に連結す。移轉作業は潮流速き場合は押流され所要の位置に曳航すること困難なる爲小潮の轉流時を見計ひて行ふ。

斯くて礎置されたる足場は海底の狀態により數日間は多少移動する事あるを以て其の充分靜止確定するを待ちて試錐作業を始む。

足場の前後 300 呎を距て、ピンチ瓦斯柱燈浮標を設け航海の爲に備ふ。

昭和 2 年 6 月 10 日進水してより前後 8 回の移轉、5 回の試錐作業中、唯 1 回帆船衝突の際送氣管を突曲げられし爲、之を取換へたのみで、其の間十數回に亘る帆船、胴船の衝突に對し、之と云ふ損害もなく甚好成绩を擧げて居る。

第六節 海中試錐に對する航路標識

地質調査箇所たる大瀬戸は實際的重要航路の一にして、1 日間の航行船舶數々百隻の多きに達するから、斯る航路中に作業臺を設置するは自他共に極めて危險を伴ふ場合多きを以て、逕信省と協議せる結果左記の如く完全なる航路標識を設置した。

航路標識に關する逕信省との協定事項

- 一 ホーリング工事施行の爲使用する浮足場には平均水面上 20 呎の高さに於て周圍少くも 1 海里の距離より見得べき様、紅白兩燈（紅燈の下に白燈、白燈の高さを平均水面上 20 呎となすこと）を縦に

運揚し、其の間隔を 3 呎とすること並に前記浮足場設置場所に對し其の上下流兩側に各 40 米の距離に於てピンチ瓦斯不動紅光柱燈浮標を碇置すること、而して前記浮足場は工事進捗に連れ其の豫定線に沿ひ移動する場合各燈火の關係位置を變更せざること。

二 前記各燈火は孰れも日没より日出迄之を表示し、晝間は鐵道省旗を掲げること。

前記航路標識の内柱燈浮標は之を鐵道省に於て設備することはピンチガス供給其の他色々の點に於て非常なる手数を要する爲ピンチガスの供給、浮標の碇置其の他の保守一切を燈臺局に委託した。

第七節 工程及工費

(一) 工程 地質調査試錐は昭和 2 年 3 月 23 日彦島田ノ首陸上第十八號試錐より着手したのであるが、當時は本省工務局保線課より保轉を受けた手送式試錐機（大正 8,9 年大瀬戸地質調査に使用せるもの）1 臺であつて、種々機械の修理を要したのと亦最初の試錐にして従事員の不熟練なりしとにより充分なる成績を挙げ得なかつた。浮足場は 6 月上旬竣功の運びに至りたるを以て直ちに同月 11 日田ノ首沖第十四號箇所へ曳航碇置し、一時陸上部の試錐を中止して試錐機移轉に着手し 6 月 17 日之を了し、愈々 6 月 24 日より試錐を開始せるも海上の作業は之亦最初にして陸上部と異り、次の如き未經験なる困難に遭遇したのである。

(1) 潮流烈しき爲浮足場の浮揚並に曳航は轉流（東流より西流へ又は西流より東流へ）前後の憩流時にあらざれば極めて危険である。然りと雖移轉作業可能なる憩流時は小汐の場合に於てすら僅か 1½ 時間位を極限とし、大汐に際しては極めて短時間となるため、試錐終了が丁度大汐に際會するが如き場合には小汐を待つ爲貴重なる時日の空費を餘儀なくせられた。

(2) 今回浮足場を使用して試錐せる第拾、拾參、拾四、拾六、拾七號等は全部田ノ首沖合にして、附近海底には 1 米乃至 2 米にも達する漂砂の沈澱堆積あるため、浮足場を沈淀したる後と雖、其の下敷となれる漂砂が洗流されて浮足場の基礎が海底地盤に固定する迄數日間を要し、移轉直後試錐に着手し得なかつた。

(3) 浮足場を使用する場合にはドライヴィング・チューブの直接海中に在る部分は 12, 3 米の深さに達するのみならず、亦時には 6 呎以上の潮流に曝されるので甚しく振動して異様の音響を發し、其の振動はボーリングロッドよりフィードリーバーに傳はり、孔底に於ける状態を充分に感知する事を妨げリーバーの操縦加減に著しく影響する様な事があつた。

衝擊式試錐機は大里沖第四號に於ける木造棧橋足場に据付けて、7 月 29 日より試錐に着手したが當初は附屬品の完備せざると、従事員の熟練を缺けるとに依り意の如く進捗せなかつたが、慣れるに従つて漸次良好なる成績を挙げ得た。

手送式及衝擊式の兩試錐機により昨年末迄に終了したのは11箇所で總試錐延長 290.350m, 其の内手送式にて施行せるは 7 箇所で田ノ首側陸上にて 2 箇所, 其の 1 箇所の平均試錐深 32.357m, 平均試錐日數準備跡片付休業等を通算して 53 日間, 又海中にて 5 箇所(全部浮足場による)其の 1 箇所平均試錐深 23.644m, 平均試錐日數準備跡片付を通算して 39 日を要した。衝擊式によるものは 4 箇所で大里側陸上にて 2 箇所, 其の 1 箇所平均深 26.715m, 平均試錐日數準備跡片付を通算して 20 日間, 海中にては大里沖及田ノ首各 1 箇所(何れも木造足場に依る)で 1 箇所平均深 26.970m, 平均試錐日數 57 日間を要した。尙是等工程に就ては第二表を参照して戴き度い。

第二表(1) 地質調査施行箇所々要日數表(手送式)

箇 所	試錐期間	準備日數	試錐日數	移轉日數	休業日數	掘鑿深 米
第 18 號試錐箇所(陸上)	自昭和 2 年 3 月 23 日 至 " 5 13	7 ^日	36 ^日	4 ^日	5 ^日	34.866
第 20 號試錐箇所(陸上)	自 " 4 25 至 " 6 16	19	21	11	2	29.848
第 14 號試錐箇所(海中)	自 " 6 17 至 " 8 4	8	25	12	4	27.000
第 10 號試錐箇所(")	自 " 8 5 至 " 9 6	12	15	5	1	25.800
第 13 號試錐箇所(")	自 " 9 7 至 " 10 6	6	14	7	3	24.020
第 16 號試錐箇所(")	自 " 10 7 至 " 11 18	4	33	3	3	23.000
第 17 號試錐箇所(")	自 " 11 19 至 " 12 30	7	25	5	5	18.400

第二表(2) 地質調査施行箇所々要日數表(衝擊式)

箇 所	試錐期間	準備日數	試錐日數	移轉日數	休業日數	掘鑿深 米
第 4 號試錐箇所(海中)	自昭和 2 年 7 月 29 日 至 " 10 30	54 ^日	28 ^日	4 ^日	8 ^日	29.931
第 2 號試錐箇所(陸上)	自 " 10 31 至 " 11 23	2	16	4	2	27.800
第 1 號試錐箇所(")	自 " 11 24 至 " 12 9	1	10	3	2	26.130
第 15 號試錐箇所(海中)	自 " 12 10 至 " 12 30	2	12	6	1	24.010

(二) 工費 本調査は尙繼續中にして遺憾乍ら正確なる決算額を揭示するを得ないが、現在迄の調査費を總括すると第三表の様になる。

第三表 地質調査費細別表

種 別	金 額
大瀬戸地質調査總額	165 040.063
内 譯 (一) 作業費	43 971.578
(1) 準備費	4 246.043
人件費	1 942.100
材料費	2 303.943
(2) 試錐作業費	34 386.915
人件費	7 672.400
材料費	26 714.515
(3) 試錐箇所移轉費	2 941.270
人件費	2 839.050
材料費	102.220
(4) 作業渡船費	1 107.900
人件費	552.900
材料費	555.000
(5) 桂燈浮標保安費 (燈臺局委託)	1 289.450
人件費	571.160
材料費	718.290
(二) 機械器具費	119 725.760
(三) 雜 費	1 342.725

調査費を試錐機の種類及錐の種類に依り細別するに際して、機械器具は尙引續き使用するものなるが故に、之等の償却に對する割當細別は全部の調査終了後に譲り、試錐作業費のみを區分すると第四表の(1),(2)に示す通りである。同表に見らるゝが如く試錐1米當り作業費は手送式に於ては 177.7439、衝撃式に於ては 17.7955 にして其の間非常なる相違を示して居る。

第四表(1) 錐別試錐作業費(手送式)

箇 所	錐の種類	地層の 厚さ	ダイヤモンド 費を除き たる作業費	ダイヤ モンド費	試錐作業費	1 米當り ダイヤ モンド費	1 米當り 試錐作業費
第 18 號 試錐箇所	チゼル	13.510	126.809		126.809		9.385
〃	カットビット	1.598	120.972		120.972		75.702
〃	クロスビット	1.567	316.662		316.662		202.810
〃	ダイヤモンド ビット	18.191	1 218.615	1 972.711	3 191.326	108.444	175.434
	計	34.866	1 783.058	1 972.711	3 755.769	108.444	107.720

箇所	錐の種類	地層の 厚さ	ダイヤモンド 費を除き たる作業費	ダイヤ モンド費	試錐作業費	1 米當り ダイヤ モンド費	1 米當り 試錐作業費
第 20 號 試錐箇所	チゼル	米 5.035	139.262		139.262		27.658
〃	カットビット	0.625	44.475		44.475		71.160
〃	クロスビット	0.740	58.707		58.707		79.333
〃	ダイヤモンド ビット	23.448	1 266.648	1 853.478	3 120.126	79.046	133.065
	計	29.848	1 509.092	1 853.478	3 362.570	79.046	112.656
第 14 號 試錐箇所	チゼル	4.520	178.400		178.400		39.469
〃	カットビット	3.600	115.635		115.635		32.120
〃	クロスビット	0.238	236.607		236.607		994.147
〃	ダイヤモンド ビット	18.642	1 056.726	5 461.925	6 518.651	292.990	349.675
	計	27.000	1 587.368	5 461.925	7 049.293	292.990	261.084
第 10 號 試錐箇所	チゼル	7.540	197.969		197.969		26.255
〃	カットビット	4.810	151.215		151.215		31.458
〃	ダイヤモンド ビット	13.450	706.268	2 026.860	2 733.123	150.695	203.200
	計	25.800	1 055.447	2 026.860	3 082.307	150.695	119.469
第 13 號 試錐箇所	チゼル	7.640	67.902		67.902		8.887
〃	ダイヤモンド ビット	16.380	660.009	999.700	1 659.709	61.031	101.325
	計	24.020	727.911	999.700	1 727.611	61.031	71.923
第 16 號 試錐箇所	チゼル	4.090	89.327		89.327		21.701
〃	ダイヤモンド ビット	18.910	2 417.661	3 900.000	6 317.661	206.240	334.091
	計	23.000	2 506.988	3 900.000	6 406.988	206.240	278.564
第 17 號 試錐箇所	チゼル	2.790	180.179		180.179		64.580
〃	カットビット	2.690	65.823		65.823		24.469
〃	ダイヤモンド ビット	12.920	1 677.597	5 150.925	6 828.522	398.678	528.523
	計	18.400	1 923.599	5 150.925	7 074.524	398.678	384.485
	合計	182.934	11 033.463	21 365.599	32 459.062	116.794	177.436

第四表(2) 錐別試錐作業費(衝撃式)

箇所	錐の種類	地層の厚さ 米	試錐作業費	1 米當り 試錐作業費
第 4 號試錐箇所	ロックビット	8.410	171.345	20.374
	カットビット	21.521	413.928	19.234
	計	29.931	585.273	19.554

第 2 號試錐箇所	ロックビット	12.600	193.938	15.393
	カットビット	14.700	271.858	18.494
	計	27.300	465.796	17.061
第 1 號試錐箇所	ロックビット	12.380	219.980	17.769
	カットビット	13.750	243.618	17.718
	計	26.130	463.598	17.743
第 15 號試錐箇所	ロックビット	20.600	375.058	18.207
	カットビット	3.410	33.128	11.181
	計	24.010	413.186	17.309
	合計	107.371	1 927.853	17.955

此の大なる相違は主としてダイヤモンドの使用、不使用、一部試錐箇所にてける地質的相違に起因するは勿論なるも、堅硬緻密なる岩盤の試錐にてける標本採取にはダイヤモンドに優る何者も見出されない現在では致方がない。然し乍ら此の相違は一面速かなる工程及適當なる標本採取装置と共に衝撃式試錐機が軟弱なる地層にてける試錐に最も適當する事を暗示するものと言へる。尤も回転式にててもチゼルによる場合の作業費は 1 米當り 22.00 見當にして衝撃式と大差なきが如く見ゆるも、工程の遅々たる點、標本採取方法の不完全なる點は到底比較すべくもない。随つて試錐に先立つて豫め附近の地質を推定し、試錐機の選定を誤らざる事が極めて肝要である。

第八節 試錐結果

昨年末迄終了せる海陸併せて 11 箇所の試錐の地質に關して一言する。既に前にも御断りして置いた通り、詳細なる岩石の性質及地質構造上の記述並に地質断面圖の作製は、之を試錐全部完了の曉に譲り、今回は單に試錐箇所地質柱狀圖(附圖第一)を作製し、其れ等にてける岩石の性質を簡述するに止める。

(一) 水成岩

(1) 頁岩 (Shale) ^{ケツ} 暗灰若くは褐色を呈し、主として粘土質物より成る緻密質の岩石なるも、一定平面に沿ふて剝理發達する爲其の方向に剝げ易く、且風化烈しき爲極めて軟弱である。第十四號にて約 6 米の區間に互りて見られ、下部は石英斑岩の接觸變質作用により粘板岩に推移する。

(2) 壤母 (Loam) 柔軟なる一種の赤土にして、粘土、砂、有機物、水酸化鐵等より成る。洪積紀の陸成堆積物にして、第十八號にて約 8 米の區間に於て見らる。

(3) 砂 (Sand) 主として石英若くは長石粒より成る、所謂花崗質砂にして、又多量の貝殻を含み、海峡に於ては漂砂とも稱す可く、海岸に近き試錐の全部の上層 2 乃至 4 米間に發達する。

(二) 火成岩

(1) 眞砂土及花崗岩 (Granitic Soil and Granite) 眞砂土は第一、二、四號試錐に於ける地表若くは海底砂質沈澱物を除きて、全試錐深に見らるゝ。母岩は角閃花崗岩にして主として長石、石英、角閃石等より成る。然し堅硬なる岩盤と稱すべきものは全試錐深に亘り殆んど見られず、時に岩塊が眞砂土(烈しき風化作用の結果、一般に花崗岩の發達する地方によく見らるゝ花崗岩質風化土にして、俗に眞砂土と稱する)中に見らるゝに過ぎない。眞砂土は殆んど花崗岩其の儘の石理並に構造を有し、明かに花崗岩より生ぜるものなる事を示す。衝擊式試錐機は斯る地質に對して最も明瞭なる標本を提供する。

(2) 石英斑岩 (Quartz-porphyry) 白色乃至淡灰色を呈し、堅硬緻密なる岩石にして、普通石質の石基中に石英、長石、及角閃石の肉眼的班晶を含むが、亦之等を含まず微晶質の事もある。然し試錐中にては一般に裂隙が發達してをる爲に比較的脆弱にして、特に第十五號の如きは全試錐深に對し衝擊式試錐機を用ひたるも、進行最も良好であつた。

(3) 輝綠玢岩 (Diabase-porphyrte) 特有なる暗綠色若くは暗褐色を呈し、極めて堅硬緻密なる岩石にして、往々斜長石及輝石の肉眼的班晶を含む。第十六號は試錐深殆んど全部該岩石にして、而も裂隙なき爲、標本の採取率最も良好であつた。(寫眞第四)然し試錐困難にして、試錐日數の割合に試錐の深さが浅かつたのである。

(三) 變成岩

(1) 粘板岩 (Slate) 特有なる黑色を呈し、堅硬緻密にして、主として粘土質物より成り、時々石英、雲母等の粒子を混じ、又石英斑岩の接觸變質作用の結果黃鐵礦、黃銅礦等の金屬礦物を含み、尙多數の方解石が毛狀脈をなして貫いて居る。剝理を有するため其の方向に割れ易い。十四號、十八號、二十號等に於て石英斑岩と共に現れて居る。

尙附圖第一は地質の外に試錐時間及試錐方法をも示すから参照され度い。試錐時間の長短は第七節の試錐所要日數の多少と共に、大略岩石の硬軟の度を察知せしむる。

之等 11 箇所の試錐結果を極めて簡単に綜合すれば、大里側第一、二、四號を除き、殆んど總て 4~5 米にして岩盤に達するも、一般に 13,4 米附近は龜裂よく發達する爲比較的脆弱である。

次に彦島側と大里側とは發達する岩石に著しき相違あり、前者に於ては石英斑岩、輝綠玢岩、粘板岩、壘垣等多岐多様に亘るも、後者に於ては殆んど全部眞砂土である。此の事實は隧道工事實施に際して特に重要な事柄であると同時に、亦地質的見地よりも非常に興味ある研究問題にして、今後の試錐に於て兩者の關係は出來得る限り明かにし度いと熱望してゐる。

第三章 大瀬戸通過船舶調査

本調査は沈埋式施工法と密接なる関係を有する重要調査の一にして、主に通航船舶の状況と共に一部驗潮、風速、風信等の関係の調査をも包含する。殊に通航船舶調査は他に参考資料なき爲一段と大切である。本調査は去る昭和 2 年 8 月 1 日より 2 箇年間の豫定を以て開始せられた。随つて未だ調査半ばにして、充分なる報告をなし得ざるは遺憾であるが左に設備、並に概況及結果に就て一言する。

第一節 設 備

彦島町田ノ首區字八幡山の大瀬戸附近一帯を俯瞰し得る小丘上にブラック式見張所を設け、日本光學工業會社製特種望遠鏡を備へて通航船舶を調査し、晝夜間斷なく繼續してをるが、夜間の調査に對しては特種の施設なき爲僅に船舶の燈火様式に依つて船種や總噸數を推定するに過ぎない。當初相當な燈火を設備する計畫なりしも之は實現に至らなかつたのである。

驗潮は大里海岸及小門内務省埋立地に 1 箇所宛驗潮所を設置して調査する計畫であるが、未だ竣功しないから現在は田ノ首内務省驗潮所に於ける記録を使用して居る。

風信器は服部時計店製、風速計は玉屋商店製にして、何れも日記式 24 時間宛記録出来るものを取付けて居る。

第二節 航行船舶の概況

去る昭和 2 年 8 月 1 日調査開始以來同 3 年 1 月末日に至る 6 箇月間に於ける大瀬戸通過船舶日表の總計表は附圖第二に示し、又月表の總計表は附圖第三に示す通りである。

之等の表によれば、汽船以上の通過數は餘り大きな不同を示さないが、其の他の帆船、胴船、(普通の和船を云ふ) 舢等の所謂雜種船は日々の天候の影響を受けて甚しい變化を示す。

今前記 6 箇月間の 1 日平均隻數及噸數を計算すれば

自昭和 2 年 8 月 1 日至昭和 3 年 1 月 31 日間日々通過艘數及噸數			
最	大	1 558 艘	257 901 噸
最	小	82 艘	80 774 噸
平	均	596 艘	166 818 噸

となる。

隻數に於ける最大最少の差の大部は雜種船である、之等は主に日出より日没に亘り航行するも、潮流又は目的地の関係より同一方向より一時に數百隻の帆航船(帆船、胴船混合):が密集して來る事がある。

帆船には大さ 30 噸内外より二百數十噸に至るものあり、航路も長崎、朝鮮、大阪方面に

到るものが多い。帆航するものゝ載貨は一定せざるも、曳航せらるゝものゝ載貨は殆んど石炭に限られ阪神方面に到るもので特種の船型を有し、大きさも 100 噸乃至 200 噸位のもの多く、9 隻以内を一行として曳航さる。

胴船は大き 20 噸乃至 60 噸位にして主に若松、八幡、關門各港間を運航し、載貨は石炭を主とする。大型のものは瀬戸内海各港を経て阪神方面に到るものもあるも其の數は極めて僅である。曳航せらるゝものは若松港より關門兩港への給炭を主とする。

昭和 2 年 11 月 1 日から同 3 年 1 月末日まで 3 箇月間の調査に於ける船種別、噸數別、汽船噸數別等の割合を求めると次の様である。

	解%	帆船及胴船%	汽船%	計	
隻數百分率	6	62	32	100	
噸數百分率	0.2	13.8	86	100	
	30噸以下	30~300噸	300~1 000噸	1 000噸以上	計
汽船噸數百分率	43	29	10	18	100
		曳航	帆航	計	
帆航と曳航百分率		23	77	100	

第三節 風信、風速

風信風速共に測定開始以來今日迄僅に 6 箇月にして、夏期の後半期より冬期の前半期に亘る一部分なるが故に不完全なるは言を俟たざれども、試に其の期間を夏期と冬期との二期に分ちて、風力別に方向回数、繼續時間を見るに、疾風及強風に於て夏期は冬期より回数少く而も平均繼續時間が非常に短く、尚前者に於ては東南東の風多く、後者に於ては北西の風が多い。之等當海峽の氣象の一端を暗示するものと言ふべきである。

當海峽は東は下關港に通し、西は西北に彎曲して玄海に通じ、南北は九州彦島にて挟まる、されば夏期に吹く東南東風は強くとも波高からず、殊に夏期の強風は夏秋期一時的颱風に外ならずして、概して此の季は靜穏と言ふ可く、冬期に於ては地勢の關係上西北風は玄海方面より吹き來り、風浪高く加ふるに繼續時間長く海中作業に適せざるを示す。(附圖第二参照)

第四章 大瀬戸潮流調査

本調査も亦沈埋式施工法採用の場合には重要な事項である。本海峽に潮流の生ずる原因は日本海と瀬戸内海とに於ける潮差及時差によるは世間周知の事柄である。從來該附近の潮流に就ては専門家の實驗並に理論的研究及一般刊行物等尠からず、参考に供すべきもの多々あるも、實際の施工に對して必要な調査例へば海峽彎曲部に於ける渦流並に之に伴ふ局部的

の砂礫沈澱堆積、全水深に對する流速の關係等に就ては不備なるを免れない。斯る見地より隧道横斷線に沿ふて潮流に關する諸性質を調査する爲實施せられたるが本調査にして、特に流速測定を第一目的とするは論を俟たない。

第一節 調査概況

本調査は昭和 2 年 7 月 15 日より向ふ 1 年間の豫定で開始せられたのであるが、然し調査用船舶及機械器具に修理改造を要すべき點ありたると、従事員の不熟練等の爲、所定の流速曲線を測定するに至りしは漸く 10 月中旬であつた。

流速測定地點は海峡幅約 1600 米の處に左の如く 3 點を撰んだ。

- A 點 田ノ首より約 300 米の沖合の地點
- B 點 A 點より更に 300 米の沖合の地點
- C 點 B 點より更に 300 米大里側の地點

然し實際測定せる地點は調査用船の不足の爲、(A) 及 (B) の 2 箇所にして、使用船は傳馬船 2 隻と朝夕之等の曳航及不慮の災害に備へる小蒸汽船 (他の目的にも使用さる) 1 隻とであつた。尙調査時間は晝夜を通じて觀測するのが最も理想的であるが、豫算の關係上並に夜間は通航船舶に衝突の危険を伴ふ爲晝間に限り實施した。

尙當海峡は前述した如く冬季天候險惡にして、殊に西風、即ち玄海灘方向より吹き來る強風の爲常に波浪高く、爲に調査困難を極めたるのみならず、危険を伴ふ割に効果を擧げ得ざりしを以て一時中止して天候の回復を待つ事にしたのである。

第二節 流速計

本調査に使用しつゝある流速計は

- (一) 獨逸マックスマルクス・ウンドベルト會社製強流用流速計
- (二) 測機舎製電音裝置流速計

の 2 種である。(二) の電音流速計は普通の型式のものでブライス式を使用した。其の構造の説明は省略する。前者マックスマルクス流速計は我國海軍で一部使用し好成績を得て居るが其の構造を簡単に解説する。

本流速計はプロペラーの回轉數によりて、流速を測定し得ると同時に流れの方面をも知り得る。該機の主要部分は寫眞第五及附圖第四に示すが如く水流により廻轉するプロペラー、其の廻轉數を示す指數器、流れの方向を示す方向指示器、後方の方向舵及以上の總てを組立てるに必要な棒等より成る。

方向指示器の内部は周圍に 36 箇の室を仕切り、其の中央に支針ありて方向を示す磁針を

載せる。磁針の中央より N 極の端迄溝ありて、落下し來る小球を磁針の指示する室に導く。其の小球は測定に先立ち M に填充され、指數器内にて 30 回轉毎に 1 個宛方向指示器へ落下する様に装置さる。随つて流速測定と同時に流れの方向をも知る事が出来る。例へば x なる室に 2 個、 y なる室に 1 個の小球があるとすれば、合力を求むる時と同様に平均方向を取りて流れの方向とする。

此の流速計の得點とする處は

- (1) 正確なる流速を算定し得る事
- (2) 方向指示器によりて流れの方向を知り得る事
- (3) 丈夫にして鋭敏なる事

其の缺點とする所は

- (1) 當海峽の如く渦流の著しき箇所にてはプロペラの廻轉を開始する落下錘が輕きに過ぎ測定不能の場合を生ずる事
- (2) 測定度毎に必ず器械を上げ下げする必要ある事
- (3) 重量大にして取扱不便なる事

本調査の當初該機を使用せしに、上記の如き缺點ありしのみならず、亦該機垂直引下げ用重錘僅か 22 封度なるも、之にては到底器械を正位に保ち得ず、更に大なる重錘を要する爲、取落し等の不安あり且又人手を多く要するが故に、現在は之を海表面にのみ用ふる事にした。

電音流速計は機械共のものが取扱に輕便で修理等も容易であるが、當海峽では流速強き爲コードの損傷多く、又スイッチ用の鋼鐵針の磨耗甚しきには非常に困難を感じたが、後コードの代りに被覆線を使用し又は鋼鐵針の代りに白金線を使用して良結果を得た、之は鋼鐵針は多分海水の腐蝕作用に依る爲であらうと思はれる。

兩機とも測定中藻又は塵芥等の爲往々障害を受けた。

第三節 流速調査

該調査は海面より海底迄を 3 區間に分ち、各區間に於ける流速を測定した、因みに海深は彦島側 (A 點) で 12 米餘、航路中心 (B 點) で 16 米餘である。表面にマックスマルクス流速計、中間及海底には電音裝置流速計を使用して測定を開始したのである、次に結果に就て簡述する。

(一) 観測時間 観測時間は晝夜連續を理想とするも、夜間測定は危険なるに依り、普通晝間 12 時間測定と云ふ事にしたが、12 時間と云つても、朝夕に相當の準備時間を要するので、現在は正味 10 時間観測を標準として居る。

観測は1時間を6分し、10分間毎に1回3分間の割合で流速を測定してゐる。尤も測定時間を長くすれば、それだけ誤差が平均される理由であるが、相當の準備（マックスマルクスは測定毎に引き上げの必要がある）時間も要し又波に揺られ乍ら豆電燈の明滅を測定せねばならぬと云ふ困難な仕事なので、之を餘り長くすると云ふことは出来ないのである。

(二) 流速曲線表 比較的完全なる観測によつて流速曲線を得始めてから、まだ日が浅いので、統計的結果を云々する事は尙早過ぎる。既に調査した最大流速は附圖第五の通りである。次に2,3の斷片的推定を擧げ得るに過ぎない。

(1) 流速曲線により海面、中間、海底に於ける流速を比較すれば、普通河川の場合に於けると異なり、海面最も速く、中間之に次ぎ、海底が最も遅い。

(2) 潮位と潮流との關係は、一般に最大流速時は最高潮時より少しく先んずる様に思はれるが、最低潮時に於ては區々にして一定の關係が見られない。

(3) 潮流が東流より西流へ、又は西流より東流へ轉流する所謂轉流時をA, B兩地點に就て比較すると、大潮時、小潮時を通じて、B點が早い。之は主として地形的影響即ちA觀測地點が彎曲の凹所に當れる爲ならんと考へらる。

又轉流時は海底が早く、海面が最も遅れる様に考へらる。尙轉流時に於ける憩流時の長短は大潮時と小潮時とによりて異なり。大潮時は最も短く、小潮時に至るに従ひ漸次増大する。即ち大潮の轉流は曲線變化急激にして、小潮時は緩漫となる傾向を示す。

(4) A, B兩地點に於ける流速の相違はA點が其の流速に於て平均毎秒0.3米B點より遅い。恐らく其の原因はA點が海岸に接近せると、彎曲部の凹所に相當すると、又兩地點に於ける海底の還境の相違せる爲ならんと考へらる。

(5) 風向と流速との關係、風の表面流速に對する影響は平風迄は殆んど無いと見て差支へないが、和風以上になれば可成り著しい。尤も中間及海底は殆んど影響がない。附圖第五中の最大流速A點の7 $\frac{1}{2}$ 哩に及ぶものは風力の影響が可成り大きいと思はれる。

(三) 流速と其の繼續時間 當海峽の潮流は東流より西流に又其の反對に方向を轉ずるは前言の如くである、而して東流の最大流速より次の西流の最大流速までは約6時間である。其の中間の轉流時には一時潮流は靜止状態となるものである(憩流時)。海面上で種々の危険な工事又は困難な作業をするには此の轉流時前後が最安全である、それで上記調査した潮流曲線から流速3哩以下の繼續時間を作成して見ると附圖第六の様である、即ち此の時間が約6時間となり居るものは其の日の潮流は3哩を超へないことを示すので、之が4時間となるものは約2時間が3哩を超過した時間であることが分る。大體に於ては圖に示す様に3哩以下の時間は3時間内外である。

第四節 調査費

調査費の詳細に就ては調査完了後に譲り、今日迄の費用は次の如くである。

(一) 作業費	2 842.150
(1) 人件費	1 183.789
(2) 材料費	1 658.370
(二) 機械及器具費	9 503.400
合計	12 345.550

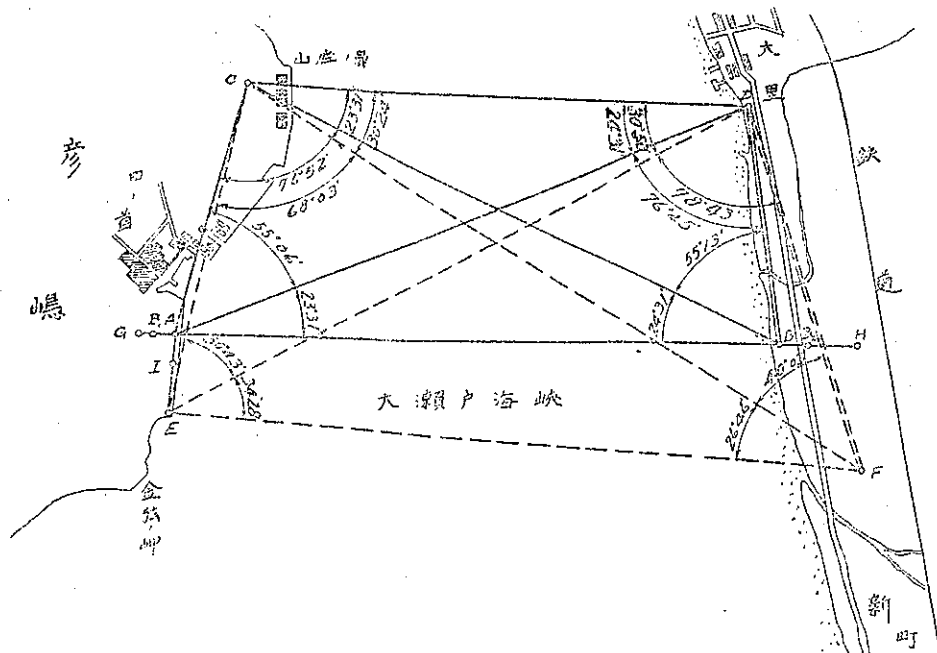
器具費中には傳馬船 6 隻を含む。

第五章 三角測量

第一節 三角網の撰定

本連絡線の大瀬戸横断の場所に於ては隧道築造工事開始に先立ち、水路幅員の測定等極めて精密厳格なる測量が必要である。従つて其の豫定線附近に三角網を設置し適當なる基線を設けて測量をなすを最良策とする。今隧道豫定線附近の地形を通覽するに、田ノ首海岸は一體に平地に乏しく、西端金ノ弦岬に近く大下關土地會社の埋立地を見るも西は鬱蒼たる金ノ弦岬の山麓に遮斷せられ、東は幅約 150 米の入江を距て、山底ノ鼻背後の丘陵に劃せられ、平

第五圖 三角網圖



地は海岸に沿ひ最大延長僅に300米に過ぎないから良好なる基線を設置し得ざるは明である。翻つて大里海岸を見るに、巨松の並木麗しき砂濱は長く帶狀をなして東北より南西に延び、隧道中心線より約700米東方サクラビール會社の建物を一劃として、裕に1700米の區間は基線選定に利用し得る。仍つて此所に本檢兩基線を設け、種々研究せる結果、第五圖に示す如く本基線648米檢基線1051米を有する三角網を設置したのである。

第二節 三角測量の設備

隧道並に本檢兩基線の兩端、其の他三角網の各頂點に三角測標を設け、之に適當なる高さの鐵筋混凝土製架臺を作り、トランシットを据へて觀測をする臺とした。架臺上部の平盤上に銅標を埋め、十字型の溝を穿つて測點とし、其の直下に石造の據點標を置き檢照とした。更に第五圖のGHIの各地點に據點標を設け、又基線内に99米の間隔に基線測點標を設置し、テープの盛り更への爲に生ずる誤差を極力避けた。(寫眞第六参照)標頂には眞鍮板を裝置せる鐵製測點金具を水平に埋め、同板上にブリキ板を定置した。之等測點標の間に基線中間支持杭を打ち徑間を16.5米(地形によつて11米)とした。

スチールテープは日本製のものを使用した。更に英國ワット會社製インバースチールテープにより再び測定する筈である。

第三節 測量用機械器具

トランシットは高級精密なるThird class Theodoliteにして、獨逸カールバンベルヒ氏の製作にかゝり、測微鏡を裝置せる1秒讀みの機械である。本機はDirection Theodoliteと稱す可きもので只1個の可動軸を有するに過ぎない。

日本製スチールテープは100米と30米の2種を使用した。其の他卷尺張伸器(Spring Balance)英國ワット會社製、(15疋まで目盛を施したもの)寒暖計、卷尺緊張用ターンバックル及風避けの幕等を準備した。

水準測量用レベルはY架式感度20秒なるもので、カールバンベルヒ氏の製作になるものである。スタッフは兩岸の距離殆んど1800米に及ぶを以て特に其の目的に適する様に考案したものである。スタッフにはロッドレベルを附したるも、錘と絲によつて見た方が却つて正確且つ迅速の様に考へられた。

第四節 測 角

下關海峡にては、天候順調の時は、朝は東風吹き、午前9時頃より徐々に方向を轉じて午後には西風となるを常とする。東風の吹く間は門司側の煤煙は海峡内の西部に立ち罩めて甚しく展望を妨ぐるも、西風に變すれば煤煙は山側に押しやられて展望稍々良好となる。隧道

豫定線は門司を距る約 3 哩の所即ち海峡の西端部にあつて、著しく前記の影響を蒙り、一般に午後は午前比して展望比較的良好であるが、夕陽博多灣上に沈む頃となれば、太陽の横射の爲観測困難となる。故に観測は普通午前 9 時より午後 4 時までの間を選んで行つた。

測角作業開始に先立ち三角測標の周圍に天幕を張り、トランシットを据へ、観測す可き測標上には規標を垂直に立てる。斯く準備成りたる後愈々測角を開始する。観測者及記録者各 1 名他に建工 3 名をして兩岸に於ける規標を嚴重に監視させる。

測角は昭和 2 年 8 月 1 日より開始し同月 30 日に終了せるも、時恰も暑中にて海水浴客多く爲に尠からざる障害を受けたる上、朝夕太陽の直射する時は陽炎の爲規標を窺ひ得ないため、曇天無風の日を選んで成る可く 1 日に 1 點を終了する様に努め漸次熟練するに従つて豫定の進捗を見るに至つた。

観測方法は機械が可動軸を只 1 個有するのみであるから普通の反覆方法に據ることが出来ない。従て次の如き方法順序に依つた、今機械を O 點に据へて角 AOB を測定する場合は始め A の規標を視準し右回轉により B を視準し其の度盛を読み、更に同方向に回轉を進めて原點 A を視て度盛を読む、次で方向を反對に左回轉して B を視度讀をなせる後 A に歸る更に望遠鏡を反轉して同操作を行ふ。次で横圓を 12 度移動せしめて上の操作を繰返し移動回數 15 回即 180 度に至つて終了する。此の方法に依り同一角度は 60 回測定することになる。

測角の記録によるに最大最小の讀みの差毎回僅に 5 秒以内に收まり、其の結果三角閉合誤差は海外に其の例を見ざるが如き成功を得たのである。

三角網の各角の實測値の整正は局所條件即ち各測點に角頂を有する諸角相互間の關係を使用して第一回整正を行ひ、次に三角網の各角が閉合圖形を形成す可き所謂一般條件により Correlate Method によつて最後の整正を行つた。Correlate Method による四邊形内角の整正とは四邊形の對角線によつて形成される 4 個の三角形中 3 個の三角形を取り、其れ等相互間の幾何學的關係より演繹し得る 4 方程式の解法にある。

本測量に於ける三角閉合最大誤差は 0.129 秒で、三角閉合最小誤差は 0.017 秒である。米國デトロイト河底隧道の記録によれば三角閉合誤差は東岸 2.55 秒西岸 2.08 秒にて本測量の結果に比すれば約 20 倍を有するものである。尙三角形内角の和 180 度に對しては約 500 萬分の 1 の誤差となる。

第五節 日本製スチールテープによる基線測量

該測量は昭和 2 年 11 月 18 日より同月 29 日に至る 9 日間に實施せるも、時期悪しく、後半月ならずして關門地方特有の暴風時期に入る爲、取り急ぎ施行せねばならなかつた。従つて

曇天無風の日のみを選ぶ事を得ず、天候の許す限り敢行せるに拘らず幸に天候に恵まれたると測量中比較的光線の力弱かりしとに依り、其の成績比較的良好であつた。但しインバースチールテープを使用する嚴密なる夜間測量は更に今春4、5月頃の好時期に施行せらる可き豫定であるから該測量は練習の意味を多く含めるものであつたが其の結果は比較的良好なりしを以て敢て記述して参考に資する次第である。

作業開始に先立ちて測定區間に風避幕を張り、巻尺緊張架臺を装置し、基線測點標上にブリキ板を取り付けテープを引き寒暖計を結びつけたる後全員を部署に就かす、次に讀點掛りは先づブリキ板上に下の眞鍮板に合せて直交線を引き基線測點標の番號、區間番號、測量の回數等を記入する。又ブリキ板の方向を示す爲山、或は川の如き簡單なる符號を記入する。然る後テープと十字線とを約3耗位づゝ10回移動する様にテープの兩端に備へたターンバックルによつて加減し各回毎に讀みを取つた。此れ等の準備終れば指揮者は尙一度テープの位置を檢查した後ピストルで觀測時を通告した。寒暖計は細き銅線を以て直接其の頭部と球部とをテープに結びつける事とした。1區間毎に60回測定を行ひ其の讀みに對し溫度、巻尺緊張力、巻尺の弛み及支持杭間の高低差に對する更正を行つたが弛みの計算に當り寒暖計の重量を集中荷重として考慮に入れた。60回の測定の結果に就きて考ふるに一般に巻尺緊張力小なる時は、基線測點標上のローラーの摩擦による影響及風の影響著しく従つて弛みの現れ方も一様ならず、テープの曲りの整正も完全に行はれざるため其の結果面白くなかつたから専ら10疋、12疋、14疋の緊張力の結果を採用する事にした。

其の結果本基線の probable error は ± 0.268 耗にして其の精密度は $\frac{1}{2421000}$ となり、檢基線は probable error ± 0.422 耗で精密度は $\frac{1}{2491000}$ となる。

以上二節に亘る實測に基きて、AB間の距離を算定すれば、1582.747m.となる。檢基線及本基線の各々を使用して算定せるAB間の距離の2値の差は70.89mm.でAB間の距離に對して $\frac{1}{22300}$ となり、良好なる結果とは言へないが幸に尙インバースチールテープによる基線測量を行ふ豫定なれば一層良好なる結果を得らるゝ事を確信する。

尙本測量に従事した人員は次の様である。

基線測量に於ける従業員歩掛り表

指揮者	讀點係り	スプリング バランス掛り	寒暖計掛り	テープ位置 整正掛り	幕張り掛り	計
1人	2人	2人	4人	2人	9人	19人

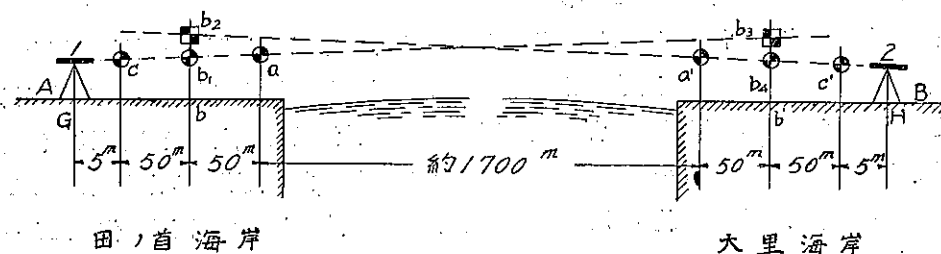
但しテープ整正掛り4人中には指揮者をも含む。

第六節 水準測量

該測量は昭和2年12月5日より同月17日に至る期間中成る可く曇天の日時を撰んで實施

されたのである。測量は冬期行はれたるにも拘はらず天候比較的順調にて大した支障もなかつたが偶々光線の烈しい照明を受けた場合には尠からず困却した。本方法の最も重要な特徴はワイレベル 2 臺を以て兩岸より同時に觀測を行つた點にある。

第六圖 水準測量實施狀態



理論的には先づ 2 臺の水準器を b 及 b' の兩點に据へ、(第六圖参照) スタッフを a と a' 及 a' と a' に相面して立て兩點間の高低差を讀みたる後機械を G 及 H に移し、 c 及 c' 上のスタッフを機械の方向に向けかへ a と c 及 a' と c' との讀みの差を前記の高低差に等しくなる様に望遠鏡の整正をなせば其の示す方向は b 及 b' 點を通過する地球の直徑に直角になる譯である。然しながら該測量に於ては Gb 及 Hb' 間の距離が極めて相接近する爲、單に G 及 H に機械を水平に据付ければ望遠鏡は全く所要の b 及 b' 點の切線方向と一致するが故に機械据付に前記の如き手数を省略してもよいことになる。其所で G 及 H に機械を水平に据付けたる後、4 本のスタッフの中 2 本は田ノ首側に面して b_1 及 b_2 の上に、他の 2 本は大里側に面して b_3 及 b_4 の上に立て、同時に觀測を行つたのである。

従事員は兩岸合して觀測者 2 人、スタッフマン 2 人、旗振り 2 人他に双眼鏡を以て對岸の旗振りを注意し其の合圖をスタッフマンに知らせ、スタッフ上の圓板を上下せしむる者 2 人の合計 8 人であつた。尙觀測に際しては觀測者機械及スタッフを交互又は同時に交換し且つ望遠鏡を正及反轉兩様に使用した。此れ等 4 條件の組合せにより起り得る 16 回の場合に對して各回尠くとも 25 回宛として 400 回以上の觀測を 4 組の觀測群に別けて行つた。かくて AB 兩岸に各 1 臺の水準器を据へ、同時に自岸のスタッフを讀み次に對岸のスタッフマンにスタッフ上の圓板を上下せしめて望遠鏡の讀みを知らせ其の數値を記入させる。兩岸の讀みの差の絶對値の平均は兩岸の眞の高低差を現す。此の場合地球の曲率半徑及光線屈折に對して更正する必要のない事は此の方法の特徴である。

	第一組	第二組	第三組	第四組
高低差	37.376cm.	36.261cm.	35.765cm.	34.780cm.
Probable error	±0.251mm.	±0.216mm.	±0.291mm.	±0.237mm.

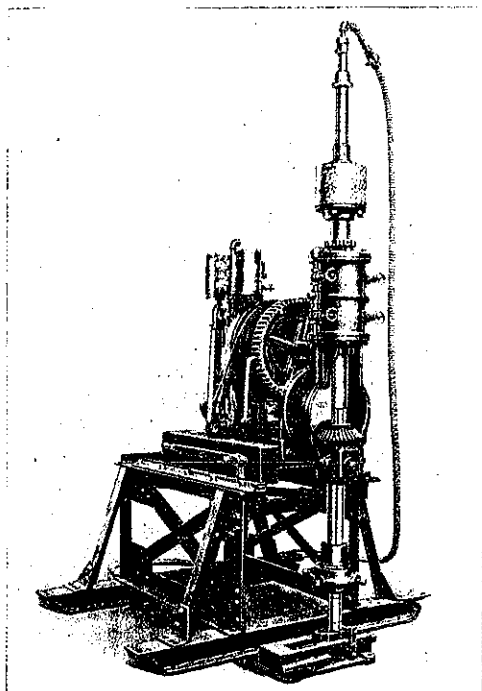
以上の結果に依つて 86.046cm. を以て兩岸假準據點 b 及 b' の高低差従つて正準據標 B_1 及 B_2 の高低差に換算すれば 156.296cm. で之だけ田ノ首側が大里海岸よりも低いと云ふ結果を示した。

第七節 工 費

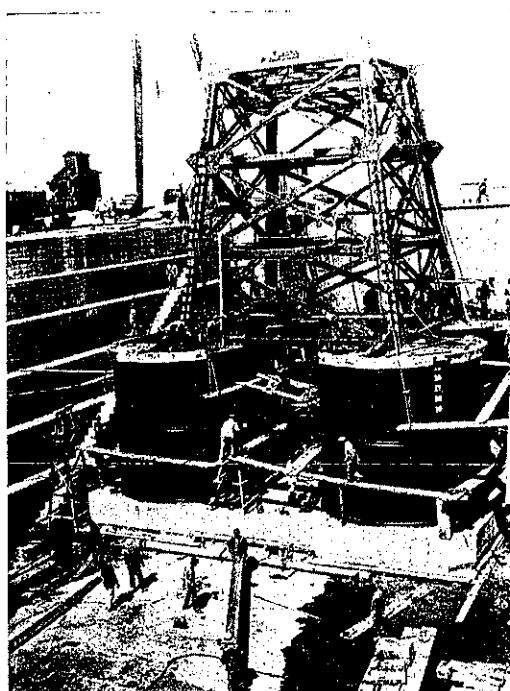
三角測量に使用した費用は今までの總計は 10 426.^円50 で其の内譯は次の通りである。

大瀬戸三角測量費總計	10 426.500
内 譯 (1) 工 費	3 581.000
人件費	3 190.000
材料費	391.000
(2) 機械及器具費	6 073.000
(3) 諸標工事費	772.500

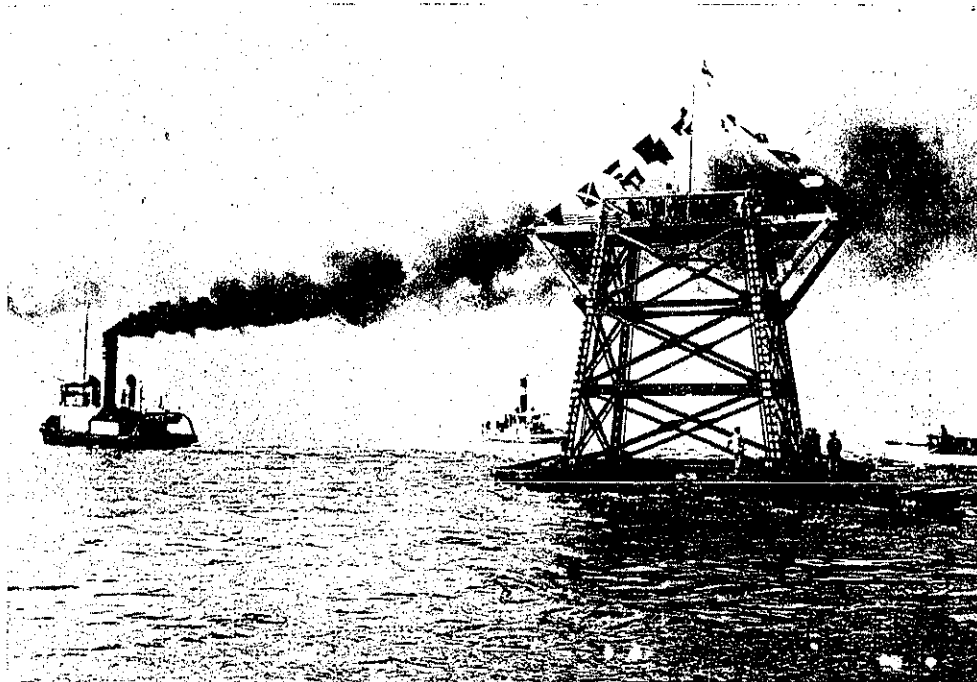
寫真第一 水壓式試錐機



寫真第二 浮足場製作工事成功圖

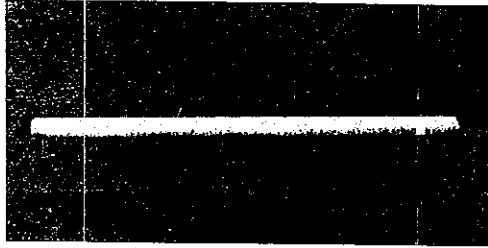


寫真第三 浮足場曳船中の圖

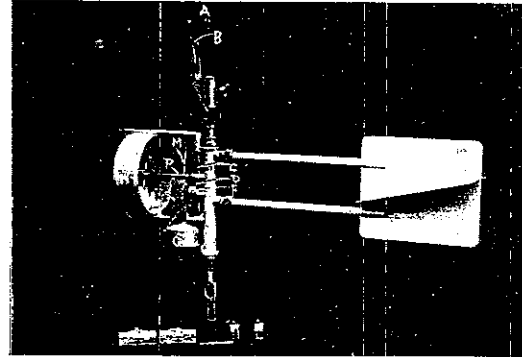


(土木學會雜誌第十四卷第三號寫真)

寫眞第四 手送式試錐機により採取せしコア



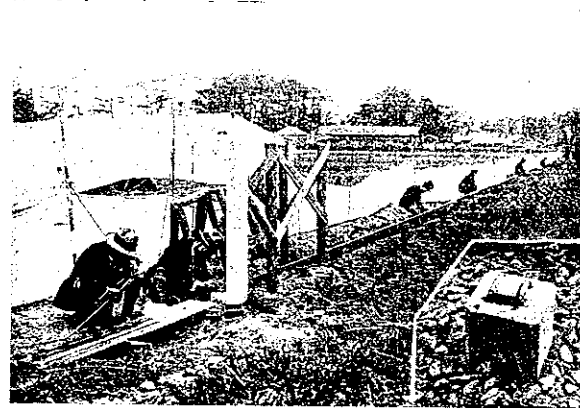
寫眞第五 マツクス・マルクス流速計



寫眞第七 三角測深及胡標

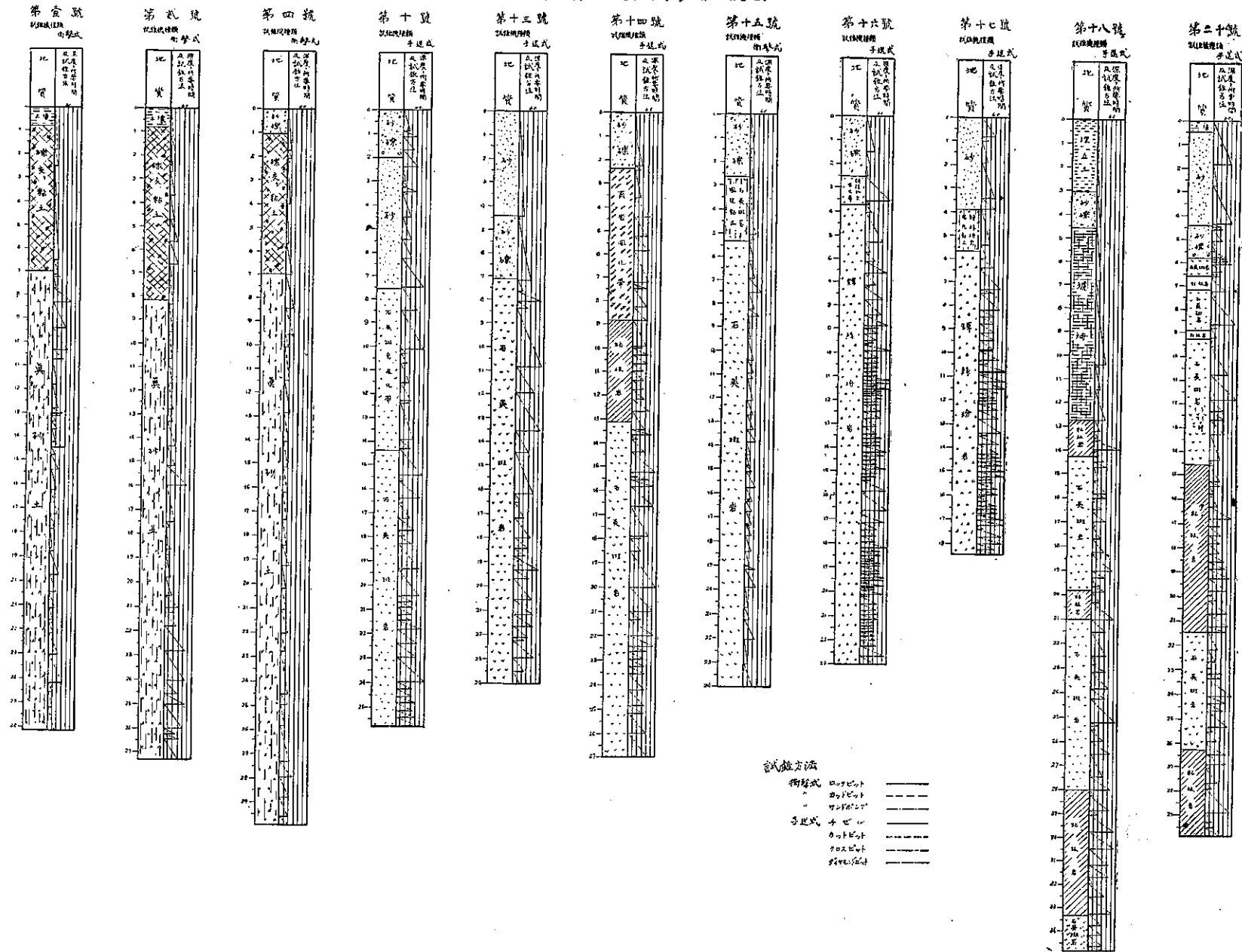


寫眞第六 基線測量實施狀態



附圖第一 地質調查試錐柱狀圖

地質調查試錐柱狀圖

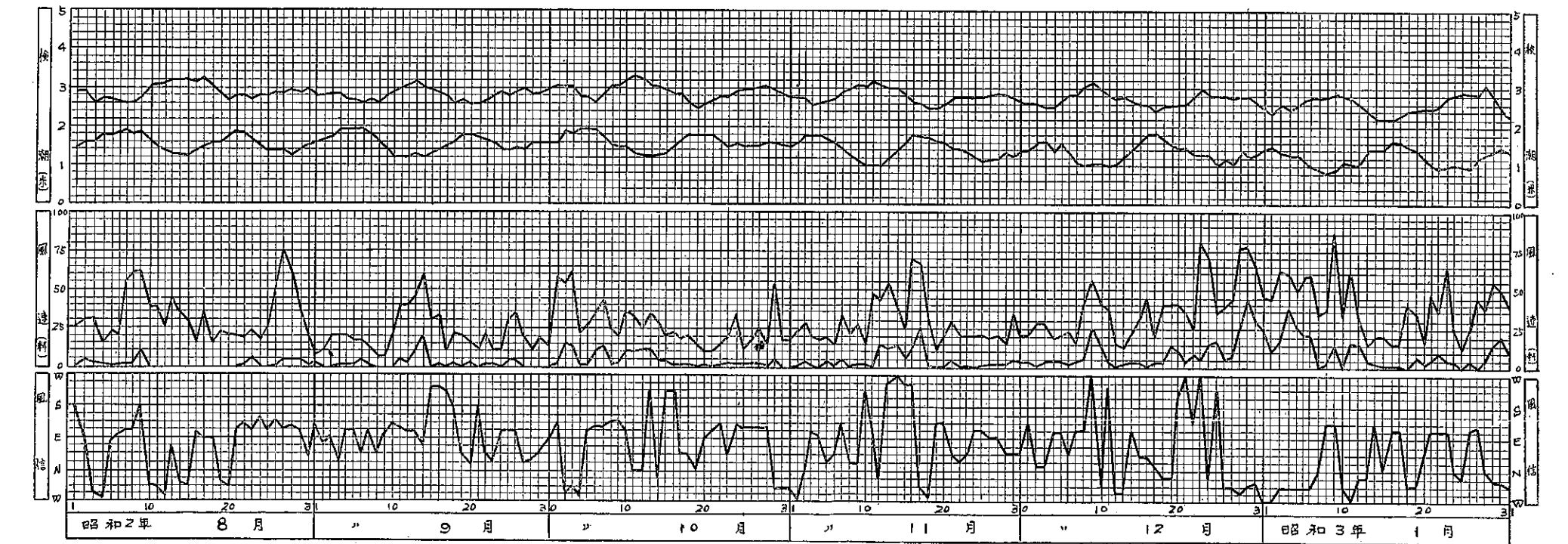
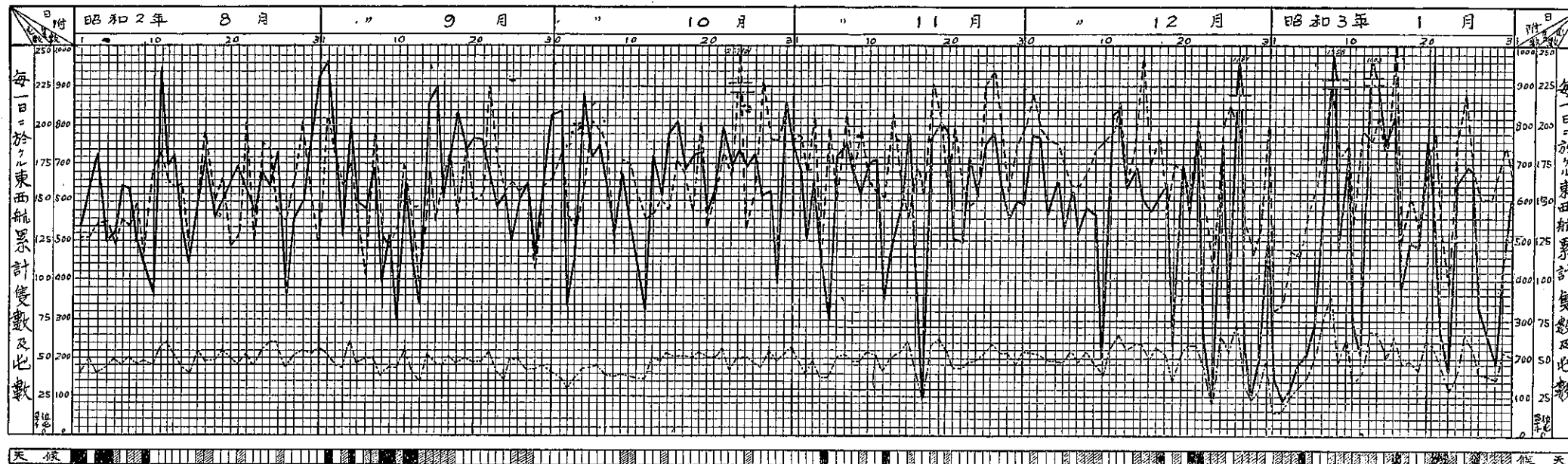


(土木學會誌第十四卷第三號附圖)

附圖第二 大潮戸通航船舶每日の總計表

表速信 潮速信 檢風信 自昭和2年8月1日 至同3年1月31日

九例 教 汽船隻數 (東艦) 汽船隻數 (西艦)

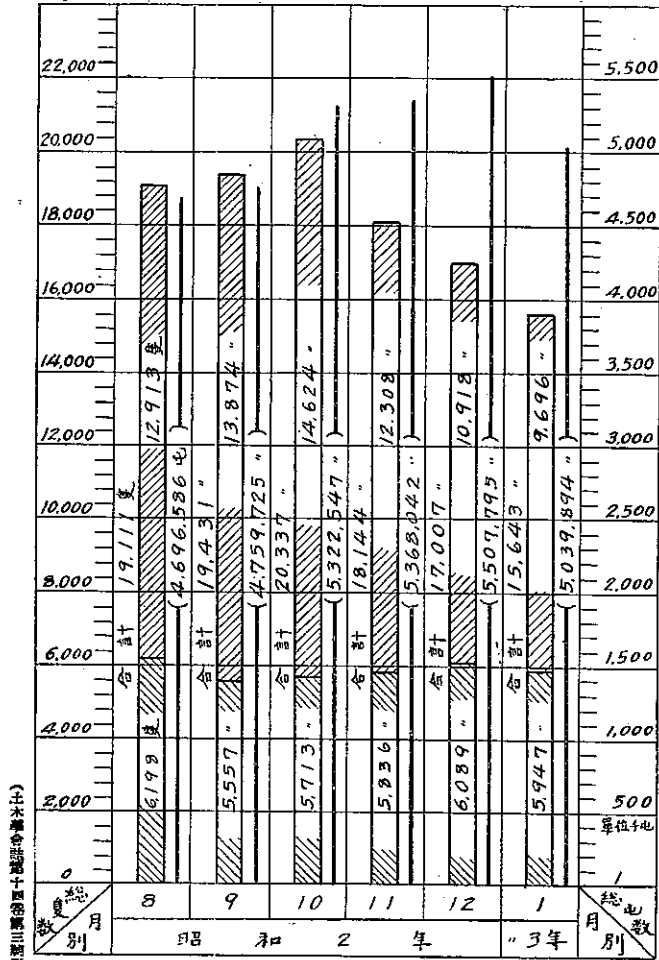


天気九例 □ 晴天 ■ 雨天

備考 檢潮及凡速ハ一日ノ最高及最低ヲ示ス 凡信ハ一日ノ概位ヲ示ス

(昭和二年八月一日)

附圖第三 大瀬戸通航船舶毎月の總計表
東航西航を合計せるもの



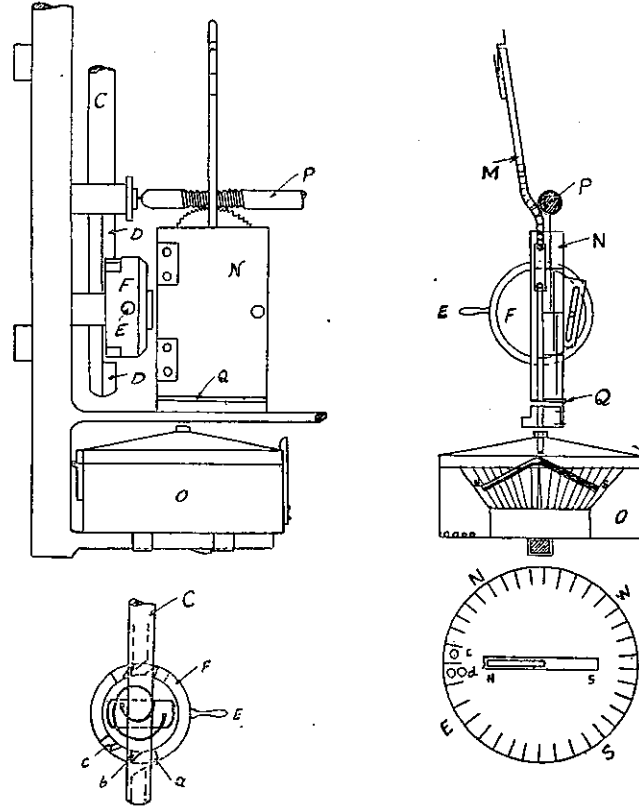
凡例

▨ 汽船

▨ 帆船、胴船及艇

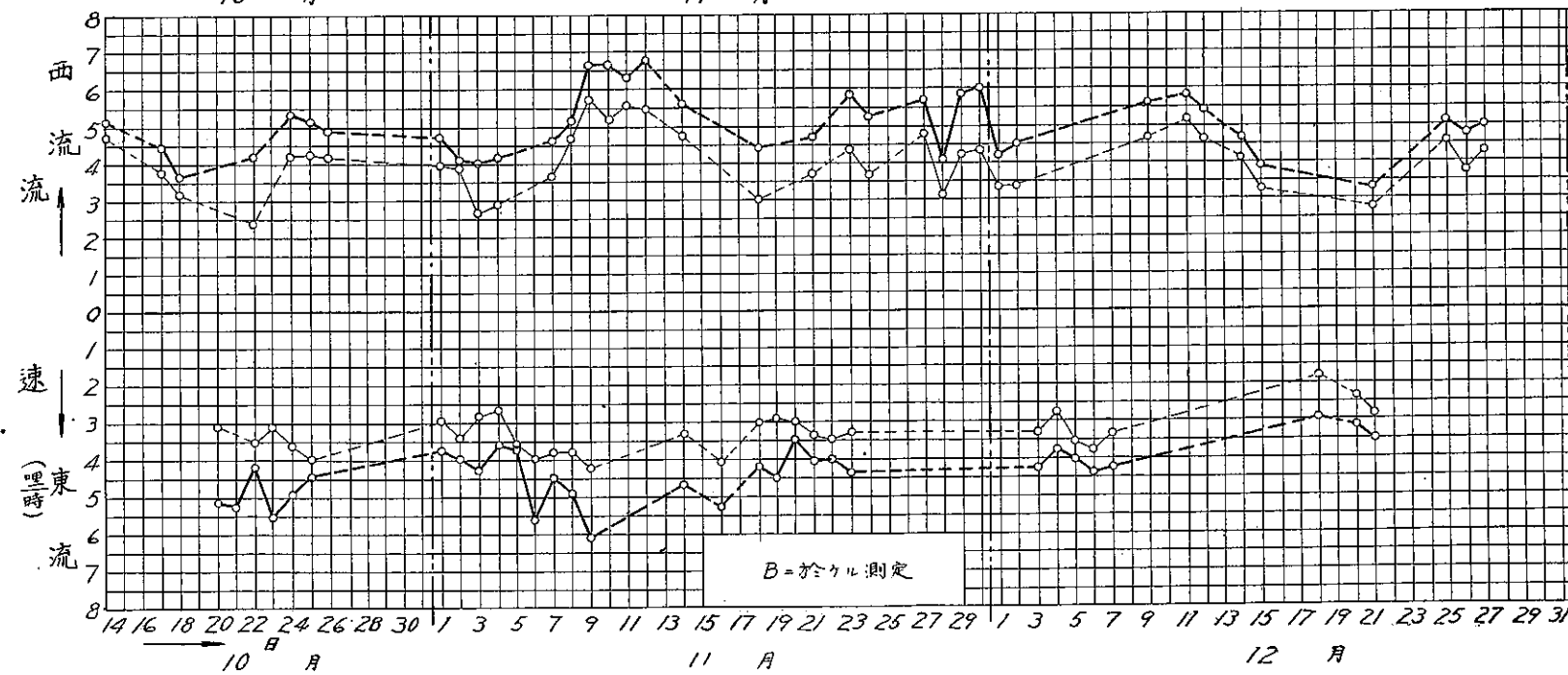
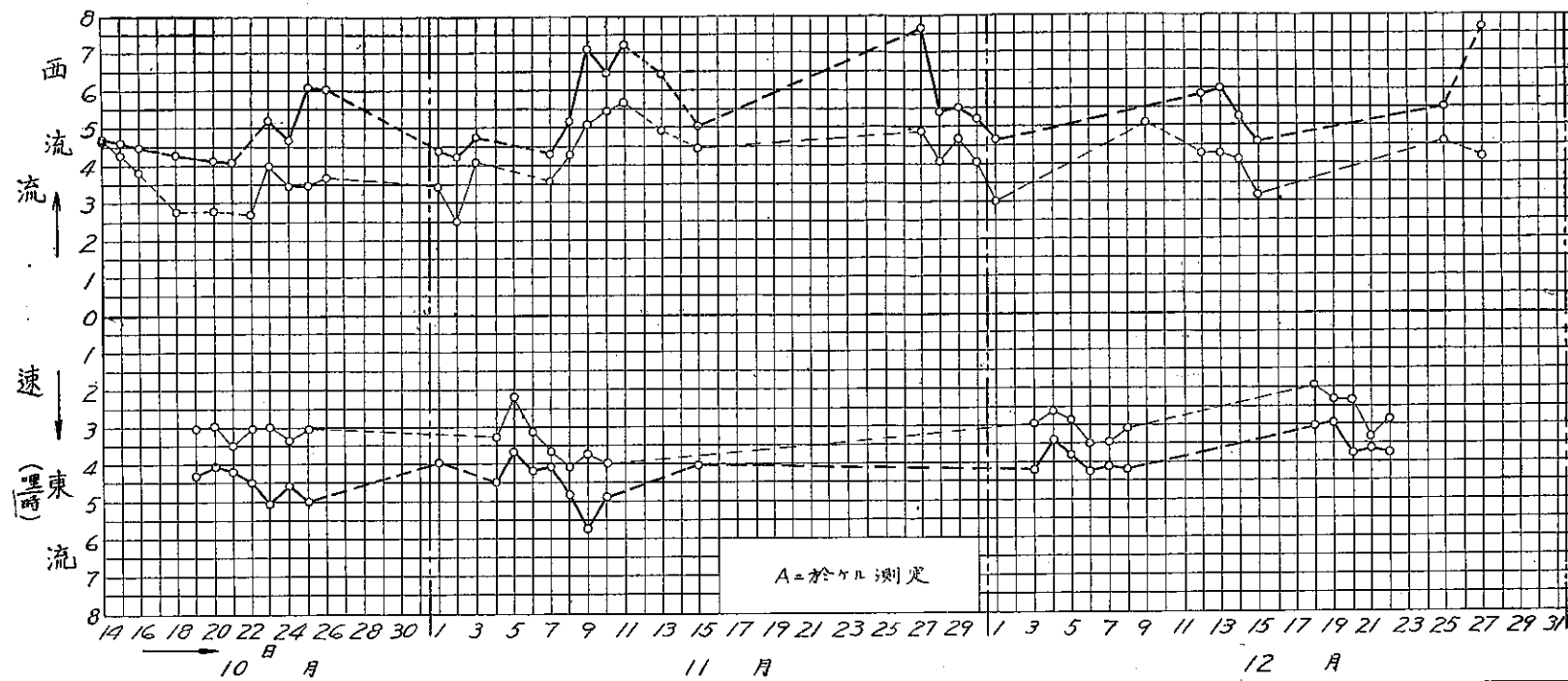
備考 軍艦ハ汽船ニ併算ス

附圖第四 マツクス・マルクス測速計詳細圖



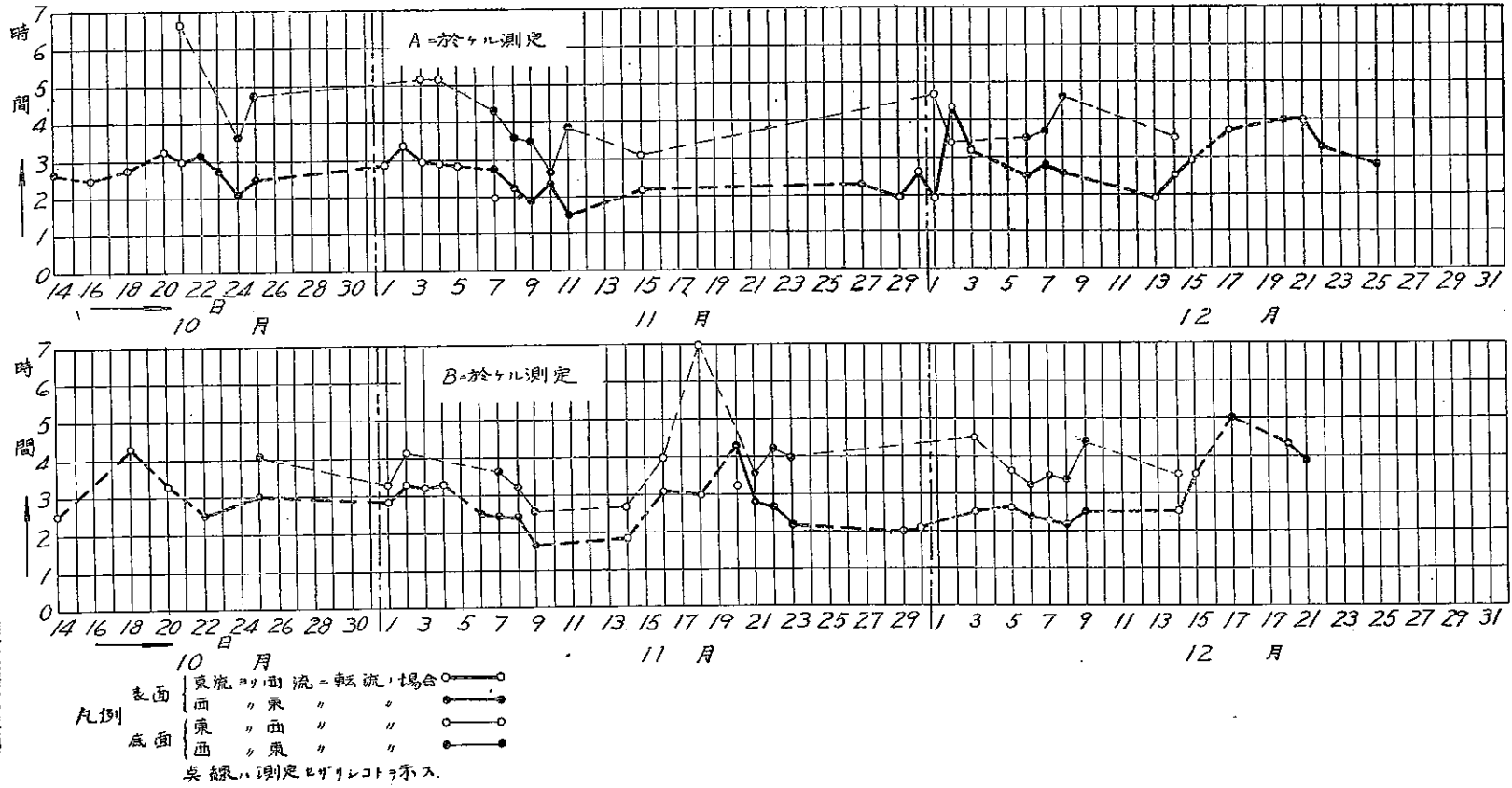
（昭和三年四月十四日）

附圖第五 最大流速



凡例
 表面=於ケル流速 ○—○
 底面=於ケル流速 ○—○
 実線ハ測定ニサリテ

附圖第六 流速3哩以下の繼續時間



(日本郵政省海防部海軍部)