

討 議

土木學會誌 第十六卷第十一號 昭和五年十一月

關門隧道工事に就て二三の私見

(第十六卷第六號所載)

會員 工學博士 大井 上前 雄

木津正治氏が標記の御意見を本誌上に發表せられたるに就て、本計畫提案の責任者として、之れに對する卑見を陳述することは筆者の義務であらうと考へ、討議欄に本編の御掲載を乞ふ事に致しました。

本編を御覽になる讀者の御了解に便なる様、豫め下記の事實を申し述べて置き度いと思ひます。

木津氏の掲記せられたる

1 關門關釜連絡設備改良に關する設計調査報告 は大正15年、筆者が下關改良事務所長在任中、關門及び關釜連絡の改良に就て研究せる意見を、鐵道省工務局長に提出せるものであります。

2 關門連絡客貨増進の趨勢と海底隧道の要否に關する調査 は門司鐵道局が本省の命により研究せる關門隧道に關する經濟調査であります。

3 關門隧道設計説明書 附小門海峽埋築に關する研究 は筆者が水路部 chart により踏査をなし、圖上に於て適當と認めらるゝ連絡線路を撰定し、海底隧道の設計には、preliminary design として Detroit River Tunnel を手本とせる沈埋式隧道を提案し、其の工法を説明せるものであります。

4 工務資料第八號 (鐵道省工務局編纂) デトロイト河底隧道工事 は鐵道省山田隆二技師が、Transactions, A. S. C. E. 及び Minutes of Proceeding, I. of C. E. に掲載せられたる、デトロイト河底隧道工事の報告書を抄譯せられたものであります。

此れ等の調査報告等は (4 を除き)、鐵道省内の關係者に配付せられしに止まり、外部には發表されて居ないものであります。

此れ等の調査報告等が動機となり、更に本問題の調査を開始することになり、筆者は海外の實例調査の命を受けて歐米へ出張致しました。然して筆者の出張中に下關改良事務所は廢止せられ、其の代りに工務局關門派出所が新設せられ、専門的に關門連絡の調査に當ること

になりました。其の當時門鐵工務課長たりし山田正隆技師は關門派出所長兼務を命ぜられ、又内務省下關土木出張所の木津技師は、永年關門海峡の改良工事に従事せられ、地方の事情に精通せらるゝを以て、鐵道技師兼務を囑托して調査上の御援助を願ふ事になつたのであります。

筆者は昭和2年9月調査を終へて歸朝し、山田技師の後任森川技師に代りて關門派出所長を命ぜられました。木津技師の御意見は其の翌月拜見しましたが、私の考は變りませんでした。

其の後關門派出所の調査漸次進捗し、隧道計畫が稍具體的になりました時、土木學會關西支部の御依頼で“關門隧道の調査及計畫に就て”と題し、昭和4年1月に一場の講演を致しまして、其の大意は本誌第十五卷第七號に掲載になつて居ります。

・ 標記の木津氏御意見は、筆者が大正15年に提案せる preliminary design に對するものであつて、筆者の考を誤解されて居る點もあり、又今日現場の調査進捗して判明せる事實に對照する時は、御意見の當つて居ない事も種々ありますが、當時の御意見を其の儘御發表になりたる事より見て、今日に於ても同じ御意見であるかの様に推測せられ、又他にも木津氏同様の疑念を抱かるゝ方が無いとも限らぬと思ひますから、木津氏の列擧せられたる御意見の順序に従つて、一通り筆者の所見を陳述致し度いと思ひます。

第一章 隧道海底部の工法

1. 壱溝の掘鑿

(イ) 木津氏の御意見にては、地質は岩盤に遭遇することもあらうけれども、大體は兩岸に露出せる所謂地山と同一のものと想像さる。との事でありましたが、boring の結果より見れば、左程簡単なものでなく、相當複雑せる地質であつて、沈埋式工法により掘鑿すべき部分の地質状態は下記の通りであります。

門司寄の海峡幅約 1/3 に當る部分は、厚き圓礫土（礫交り粘土）の下に花崗岩の風化せる眞砂土の層があり、共によく締りて居れども、掘鑿比較的容易なる良質の地盤であります。これより更に深くなれば、眞砂土の下に於て終に花崗岩の盤に達します。

彦島寄の海峡幅約 2/3 に當る部分は、花崗岩進入の爲其の一部に接觸變質せる岩石がありますが、其の大部分を占めて居るのは火成岩の花崗班岩であります。其の表面即ち海底に近き部分は、分解作用を受けて殘積土となつて居りますが（木津氏の所謂地山?）、其れ以下主として隧道の位置に相當する部分は岩石でありまして、其の上部は風化岩であるが、下方に進むに従つて硬さを加へて居ります。然し此の岩石は一體の solid mass を形成せるので

は無く、縦横に發達せる龜裂により細片に破碎されて居ります。其の理由は、彦島と九州とは太古に於て相接續せる土地なりしも、地殻の變動により陥落し、無數の斷層が此の海峡地帯に生じた結果であらうと想像せらるゝのであります。

海峡地質の硬軟一様ならざる時は、塹溝掘鑿の側勾配も之れに従つて異つていゝ筈であつて、之れは初より一定してかゝる可きものでなく、工事實施の状況に應じて適當に決定すべきものと思ひます。preliminary design の圖面に塹溝の側勾配が約 1 割見當に圖示しありし爲、一定の 1 割勾配を筆者が豫定せる如く想像されて居るのは木津氏の誤解であります。而して地質の如何は boring の結果を見ざれば不明ではあるが、豫算見積に大體の見當をつける爲には、地質の如何に拘らず大凡の掘鑿坪數を豫想する必要ありて、筆者は概算に於て 1.5 割の side slope として坪數を計上したのであります。

其の後 boring の進捗に伴ひ海峡地質の大體が判明致しました。即ち海底の薄き砂層及び風化の度大なる殘積土の外は、よく締りたる良質の地層であり、岩盤の部分は下方に進むに従つて風化作用を受けぬ堅岩となるけれども、縦横に龜裂せる状態より推して、掘鑿は比較的困難であるまいと想像されます。而して掘鑿坪數の概算に於て、岩石 1.0 割、風化岩 1.2~1.5 割、海底軟弱層 2.5 割の勾配を假定して見ると、當初の豫定 1.5 割平均に近きものとなりますが、之れは大分安全の見積りであつて、工事實施の際はより急勾配に掘鑿し得るだらうと信じて居ります。

木津氏の引用せられたる門司及び下關岸壁の床掘は、海底表面の軟き地層であり、又 bucket dredger を使用されたと云ふことであるから、之れに依りて地質及び掘鑿方法を異にする場合を判斷することは無理であらうと思はれます。

参考として海外工事の實例を擧ぐれば、下記の通りであります。

Detroit River Tunnel	1.41 割、	軟弱粘土層
Harlem River Tunnel	1.0 割平均、	上部 150 呎軟土、以下砂礫層
G. A. Posey Tube (Oakland)	1.0~1.5 割、	砂交り粘土
Detroit River Vehicular Tunnel	設計 1.0 割なりしも	0.5 割に掘鑿

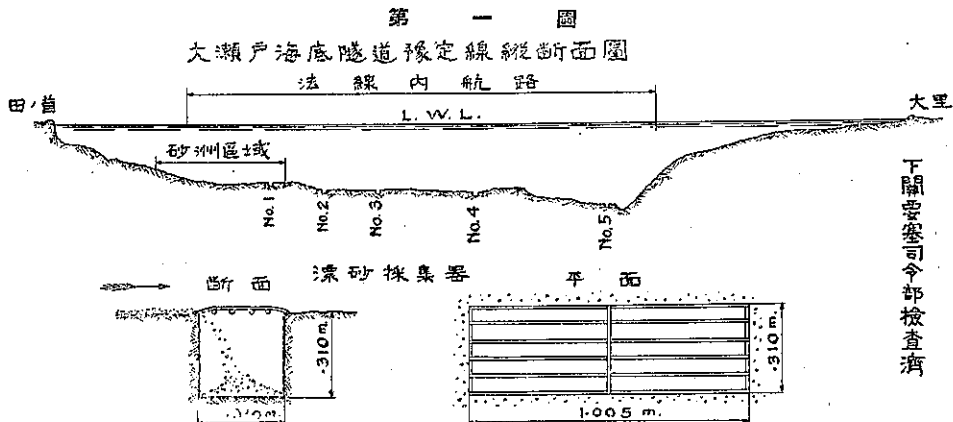
次に木津氏は、掘鑿塹溝の side slope が工事中崩壞することを心配して居られますが、Detroit River Tunnel 工事では何等斯かる懸念がありませんでした。又 Harlem River Tunnel は丁度關門海峡の如く、1 日 4 回 tidal current の流れる所であるが、工事中其の溝側の cave in する様な傾向は更に無かつたと、工事設計者 Hoff 氏が申して居ります。其の他の工事に於ても、斯かる事故のあつた事を聞きません。一寸考へると、陸上の切取工事と異なり水に浸つて居る場合には、斯かる危険がある様に考へられますが、事實は之れと反對であつて、陸上にては風化作用により勾配の崩れる傾向を有すれども、深き水中の掘鑿に

於ては、水壓により土砂を押へつける爲、却て崩れ難いのであらうと想像されます。昨年萬國工業會議の際來朝された元米國土木學會長 Robert Ridgway 氏が、關門隧道調査事業の視察に來關せられし時、此の點に就て御意見を尋ねましたが同様の御考へでありました。又手近き實例を擧げて見ますれば、内務省土木出張所に於て大瀬戸海峽を 10 米の深さに浚渫せられし爲、其の法線に當る浚渫の堺目が階段状をなして居る所があります。關門派出所にては漂砂關係の調査で、度々潜水夫を入れて海底の検査をして居りますが、此の階段の箇所が 0.2 割位の勾配にて直立して居り、地質は圓礫土であつて、數年間潮流に洗はれながら崩壊する様子なく、浚渫當時の状態を維持して居る事を確しかめて居ります。又漂砂調査の爲、田ノ首前面の海底に掘鑿せる壚溝（關門隧道の調査及計畫に就て参照）は今日では漂砂の爲埋没しましたが、其の一端は粘土質の層中に 1.5 米程殆ど垂直に切り取りたる儘にて、觀測中の數箇月間何等の異狀をも認めませんでした。

以上の事實より判斷する時は、地質に相當して深く水底に掘鑿せる壚溝の side slope は、少くも工事期間中容易に崩壊するものでなく、潜水夫が溝中に入るを恐るゝだらう等といふ御心配は全く杞憂に過ぎないと信じて居ります。

(ロ) 海峽の漂砂に關する御意見に就ては、“關門隧道の調査及計畫に就て”中の漂砂に關する調査の項を御覽になれば、田ノ首前面の砂洲の状態がお解りの事と思ひます。此の砂洲區域内の沈澱は、工事着手に先ち sand pump 等に依りて除去して置けば、工事中掘鑿に累を及ぼすが如き虞は無いと思ひます。又溝の掘鑿は 0.5 米以上の餘掘を爲すこと故、多少の沈澱があつても差支無く、必要あれば sand pump を使用して何時にても溝底を掃除する事が出來ます。掘鑿の際溝の周圍に移動式の假框等を使用する必要は無いと思ひます。

上記田ノ首寄砂洲以外の地點に就ては、潜水夫に依りて豫定線附近の海底を詳細に検査しましたが、海底の凹所に砂溜がある位の事で、溝の掘鑿に影響する様なものはありませんでし



た。然し潜水夫の検査は憩流時に於てのみ行ひ得るのであるから、是丈の調査にては猶充分と言ひ得ないのであります。元來此の海峡の海水は清澄で、砂を含んで居ないことは知られて居りますが、1日に4回の潮流が東西に通過する地點であるから、假令海水中に suspend して流るゝものが無くても、海底を轉動して居るものが有るまいかと言ふ疑問があり、若しありとすれば其の量を知り度いと思ひ、種々の試みを致しましたが、次に述ぶる方法に依りて略其の概要を推知する事が出来ました。

此の目的に使用せる設備は第一圖に示せる如く、隧道中心線に沿ひ、海底5箇所に鐵板製の漂砂採集函を埋設することでありました。函の大きさは $0.31 \times 0.31 \times 1.0$ で、其の上には第一圖の如く格子戸型に丸鐵を組合せたる蓋を置き、之れが海底面とすれすれになる様埋設致しました。最初憩流時に潜水夫に依りて函内を清掃して置き、次に他の憩流時を待つて潜水夫を入れる時は、其の間の潮流中に海底を轉動して函中に落溜せる漂砂を採集することが出来るのであります。斯かる方法によりて採集せる漂砂の量は、潮流の速さ、季節、採集函の位置等によりて異れども、昭和5年1月より同年6月に至る期間内の中潮時に採集せる27日間の平均數量は次表の通りであります。

海峡幅員1米當り平均1晝夜採集量

函の位置	第一號	第二號	第三號	第四號	第五號
採集量(立)	83.384	4.124	7.083	2.237	0.869

第一號は其の位置田ノ首前面の砂洲中にある故、多量の採集があつた譯で、他の位置のものとは全く其の性質を異にして居ります。第二乃至第五號のものが眞の海底轉動漂砂量を示して居ります。

上表の如く、此の轉動漂砂量は航路中心に近き第三號が最大で、兩岸に向つて急速に其の量を減じます。又此の漂砂の内容は場所によりて異れども、平均では石炭焚殻 37 %、貝殻 34 %、砂利及び砂 23 %、石炭 6 % 位の割合となつて居ります。

却説海底に塹溝を掘るに當り、轉動性漂砂の影響如何を考察しまするに、假に漂砂に無限の供給ありて毎回の潮流により溝底に轉落するものとし、轉動量最大なる第三號の位置に於て100日間に推積すべき量を計算して見ると、隧道の延長1米に付き0.71立方メートルとなります。故に溝底幅14.7米に對しては推積高さ0.048米、即ち1.6寸に過ぎずして、心配すべき程度のものでなく、sand pumpにて除去する事も容易であります。

以上縷述せる處により、關門海峡に於て沈埋式工法によりて隧道工事を施行するとしても、漂砂の關係より困難を感ずる様な處は無いと斷言してよからうと思ひます。

(ハ) 當海峡に於ける岩盤破碎の工具としては、rock cutter が尤も之れに適せること申

す迄も無き事であります。地質調査の結果、岩盤の大部分が龜裂して居る事が解つたのであるから、drill boat を用ひて爆破する事は餘り必要でなく、むしろ cutter によりて之を緩めて行けば宜いと思ひます。cutter も 15 噸位のもので充分でないかと考へられます。

木津氏の御意見中に、岩質が非常に硬いと、cutter の point がちびつて作業が困難であるから、drill を使用せねばならぬ。とあるは如何でありますか。筆者は自分で rock cutter を使用した經驗を持ちませぬが、先般調査に出張せる際英國の Lobnitz 會社へ参り、rock cutter に就て同社の技師に種々質問を致しました、其の時の技師の答が下記の通りであつて、筆者は道理がある様に感じたのであります。

Rock cutter が硬岩破碎に適せぬ等といふ事は、舊式の機械を使用せる人か、又は適當の使用法を知らぬ人の言ふ事であつて、改良されたる新式の機械を適當に使用すれば、如何なる硬岩にても破碎出来ないものはない。其の理由は最硬岩の有する毎平方呎の crushing strength より餘程大なる重量が、cutter の尖端に集中して落下するのみならず、impact を以て之れを打撃するからである。舊式の碎岩船にありては錨のみにて船を固定せる爲、風や浪や附近を通る船の餘波の爲、多少の動搖は免れない、従つて ram を引上げて落下せしむる時岩盤の打撃點が常に移動する爲、充分の効果が無いのである。新式の碎岩船では spud を用ひて船を固定し、即ち水と縁を切ることによりて絶対に其の動搖を防ぎ、別に取付けたる guide によりて ram を垂直に落下せしむる様になつて居る。又昔は ram を高く引上げたものであるが、新式のものにては僅に數呎の高さより guide の中を落下せしむる爲、毎回の落錠必らず同一點を打撃することになり、漸次岩盤に穿孔して之れを壓し割り、終に八方に crack を生ぜしむる様になる。斯くして深さ約 3 呎を標準として cutter を次の位置に移し（前後左右約 3 呎の距離に）、同一の作業を繰返すのであつて、此の方法によれば如何なる硬岩にても破碎する事が出来る。との意見で在りました。

而して同技師は實例として、同國 Aberdeen 港改良工事の狀況を説明し、新式の Lobnitz cutter によりて破碎せる岩片を見せて呉れました。此の Aberdeen 港の岩盤は有名なる硬岩の由にて、黒色の強靱なる岩石でありました。筆者は其の岩名を失念しましたが、普通の granite よりは遙かに tough であると言ふ事で、ram は 18 噸のものを使用して居るといふ事でありました。又他の一例として、同國 Holyhead 港改良工事に、Lobnitz cutter 使用の狀況を聞きましたが、之れは Aberdeen 港の岩盤程硬からず、15 噸 ram を使用して居るといふ事でありました。筆者は Holyhead 港の破碎岩片を乞ひ受けて歸りましたが、其の質 quartz であつて、専門家の鑑定では關門海峡の岩石より硬からうと言ふことであります。

又同技師の意見によれば、cutter point は少くも 1 箇月に 1 回位は取替へる事を要する。此

の point は特別製法で、中心の鋼が周圍より硬くしてあり、常に尖鋭を保つ様になつて居るが、撃衝により漸次磨滅する事を免れない故、碎岩の効果を擧げ様と思へば注意して取替ねばならぬ。Aberdeen 港の岩盤は特別硬き爲、中々1箇月もたない、10日許りで取替へて居る。元來硬き岩盤を破壊する作業であるから、之れに對して一方に何か loss のあるのは當然の事であつて、碎岩機の point を取替へる事は、爆破作業にダイナマイトを要するが如きものだと言つて説明しました。然らば point がちびつて仕舞ふ迄取替ず置き、岩盤の破碎出來ないと言ふ事は、施工上の注意に缺くる所あるのではありますまいか。

要するに地質調査の結果より見て、關門隧道の塹溝掘鑿工事に、硬き岩盤に遭遇する事はあるまいと思はれますが、假令一小部分に於て斯かる場合に會することあるも、rock cutter を使用して之れを除去することは困難で無からうかと想像さるゝのであります。

(=) 關門隧道豫定の掘鑿深度に於ては、其の工具として bucket dredger 又は dipper dredger の不適なることは申す迄もなきことで、之れには掘揚式浚渫機を使用する外ありませんまい。dipper は能率の良い機械でありますが、深さ 15 米以上になれば spud に於ける strain 過大となり、製作困難なる旨英米の有名なる製造者も申して居りました。却説掘揚式の浚渫機の内如何なるものが最適であるかは一概に斷言出來ず、研究を要することと思はれますが、clamshell 又は priestman の大型のものを使用すれば、双口にかかる重量大なる爲 penetrating power 大にして、當海峡の固く締れる地層にも適すると私は考へて居ります。Detroit River Tunnel にては 3 cub. yds. の clamshell bucket を使用し、Harlem River Tunnel にては 4.5 cub. yds. のものを用ひました。Oakland-Alameda の George A. Posey Tube では 5 cub. yds. のものを使用して居たと記憶して居ります。3 cub. yds. のものにては 5~6 噸の重量あり、5 cub. yds. 位になれば 10 噸近くの重量になりますから、餘程硬き地盤でも掘鑿する事が出來ます。orange peel 型のものなれば猶一層硬き地層にも適することと思ひます。又碎岩浚渫の目的には、爪付きの bucket が良いかも知れません。要するに地質が一樣で無いのであるから、bucket も 1 種類と限らず、種類の異なるものを用意するが宜しからうと考へられます。

掘揚式浚渫機を使用した實例に就て見るに、Detroit River Tunnel にては 1 日 (12 時間) に平均 700 cub. yds. を掘鑿して居ります。又 George A. Posey Tube の工事を筆者視察の際には、12 時間に 800 cub. yds. を掘鑿するといふ事でありましたから、海底隧道の塹溝の如く、平面積の割合に立積の大なる掘鑿工事に於ては、掘揚式浚渫機は決して能率の悪い機械とは思はれません。

2. 鐵筒の製作 略す

3. 鐵筒の沈設

(イ) 筆者の preliminary design は机上の計畫であつて、地質調査も始めて居ない時の設計であります。従つて鐵筒接合點に設置する基礎工も、Detroit River Tunnel の設計に準じて假定したるものに過ぎません。今日 boring の結果より見れば、地質は豫想以上に良好でありますから、基礎工としては單に溝底に砂利を敷均らし、コンクリート塊を据付けた位のもので良からうと思ひます。或は場合によつては水中コンクリート工にしても良いかも知れません。

元來此の接合點に於ける基礎工の目的は、鐵筒を正しき位置と略豫定に近き高さに据付ける爲であつて、鐵筒は氣筒により懸吊せる故、基礎工の支承すべき重量はむしろ輕微であります。故に稍大なるコンクリート塊を使用すれば、I beam grillage は使用する必要はなからうと考へて居ります。

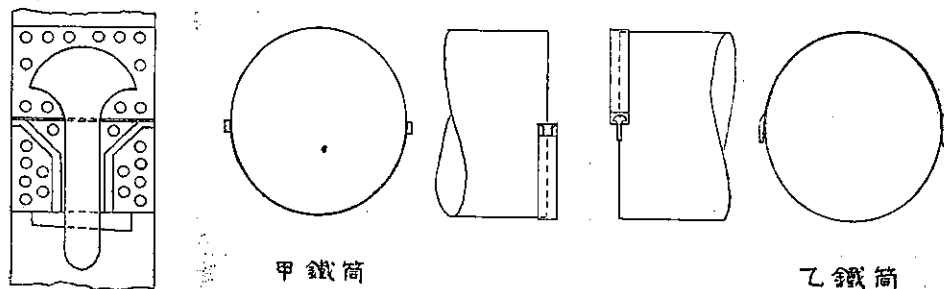
(ロ) 沈設作業の起重機には、コンクリート船又は浚渫船を一時使用するつもりであります。沈設鐵管を正しき位置に据付くる爲には、此れ等の工作船は是非共 spud の装置を有することを必要であると考へて居りますが、spud に関しては猶後程筆者の考を述べることに致します。

(ハ) 鐵筒沈下の作業は、小潮の憩流に近き時を撰んで行ふのであつて、適當の品を使用すれば、ホースが纏れて困ると言ふ様な事はあるまいと思ひますが、若し實施の際萬一左様の虞があつても、之れを豫防する工夫は如何様にも出来る事と思ひます。

(ニ) 略す。

(ホ) 鐵筒の沈設は尤も重要な作業である故、之れに都合よき小潮時を撰ぶ許りでなく凡ての點に於て作業を簡單且つ容易ならしむる工夫が必要であると考へて居ります。それで鐵筒の長さも preliminary design では 81 米にして居りましたが、唯今は Detroit River Tunnel 鐵筒の約 2/3 の 53 米に変更致しました。之れは現場へ曳船又は溝底へ沈下の際、其の操縦と作業を容易且つ迅速ならしめんが爲めであります。

第 二 圖



鐵筒接合の設計も初めは Detroit River Tunnel の例に倣ひ、鐵筒外端の周圍にボルトを締付け連結することにして居ましたが、之れを新デトロイト車道隧道の設計を少しく改案するものに變更致して居りますから、圖面に就て簡単に其の説明を致しませう（第二圖は簡單にする爲 single tube を示せり）。

第二圖中甲を初め沈設せる鐵筒とし、乙を後に沈設し、甲に接合すべき鐵筒とします。甲筒は其の端に近き diaphragm により基礎工の支持をうけて居りますが、乙筒の方は基礎工には關係なく甲筒と接合することにより間接に支承さるゝことゝなります。甲筒の端には其の下半周に外方に半分突出せる鐵板を取付け、乙筒には同様の鐵板を其の上半周に取付けます。然して相接すべき中央の位置に於て、乙筒には角形の鐵鉋甲筒には之れに適合する溝金具を、前記の鐵板上に取付けて置きます。乙筒を沈設して之れを甲筒に接合せんとする時は、先づ起重機によりて乙筒を操縦し、其の端が略々正しき位置に来れる時徐々に下降せしむる時は、此の装置に guide せられて乙筒の鉋が甲筒の溝に嵌入致しますから、潜水夫により鉋端の孔に鐵楔を打込む時は、丁度甲、乙兩筒を鐵板の band にて締付けたる状態にて接合致します。之れは外方に於ける接合装置であります、鐵筒を tremie concrete にて被覆し、内部の水を汲出したる後、内方よりも鐵板によりて兩筒を接合します。若し水の滲み出る事あれば此の時 grouting にて之れを閉塞致します。

故に鐵筒接合の設計を斯かる装置となし、小潮の都合よき時を撰びて沈設作業を施行するならば、ボルト締の必要も無く、極めて迅速に作業を完了する事が出来るであらうと考へて居ります。猶一言附加へて申度き事は、鐵筒沈設の溝は深く海底下に掘鑿してある爲、溝中にありては潮流の影響を餘り感じない事であり、潮流のある所にて潜水夫の作業困難なる理由は、身體を流されぬ様其の位置を保持する事が出来ぬからであります。然るに溝の中にありては潮流の影響が少い爲、潜水夫の作業は普通の海底の仕事の如く困難で無からうと思ひます。

4. 鐵筒周圍コンクリート工

(イ) 木津氏は、門司及び下關岩壁工事の caisson 填充の爲、自から施工せられし水中コンクリートの實績に鑑み、tremie tube を使用する水中コンクリートの結果に疑念を抱かれて居る様に見へますが、Detroit River Tunnel 工事に使用せる設備は、木津氏の御説明になつて居る様な設備とは異なるのみならず、コンクリートを沈設する方法も亦全く異つて居ります。此の Detroit River Tunnel の水中コンクリート沈設方法は、同工事にて初めて案出せられたる獨特のものでありますから、之れに就て説明致すべきであります、“關門隧道の調査及計畫に就て”の末尾に簡単に記載してありますから、之れに就て御覽を願ふ事とし、此の方法の要點及び成績に就て少しく申述べ度いと思ひます。

Detroit River Tunnel 工事に於て、從來不完全なりし tremie 使用法を改良して成功したる主因は次の3點にあります。

(1) コンクリートを施工すべき鐵管の外圍を diaphragm と sheathing とによりて小區劃に區分せること

(2) 凡ての點に於て完全なる設備を用意し、殊に必要に應じ敏速に tremie 管を操縱し得る懸吊装置を使用せること

(3) コンクリートを軟練となし、tremie 管内を容易に流動する事を得せしめ、又管の下端を數呎コンクリート中に没入せしむることにより、其の流動の速度を加減すると同時に、外方より水の管内に没入する事を絶対に防止せること

第一の鐵管外圍を小區劃に區分せる事によりて、區劃内は恰も上下の開ける箱枠の如きものとなつた。此の箱枠の下方には猶2呎内外の餘瀝ある故、水中コンクリートを先づ此の部分に填充して、箱枠の支臺となる基礎を作ると同時に其の底を閉塞したのであります。故に隧道主體部の外圍コンクリートを施工する際には、内部の水は靜止の状態にある爲、安心して tremie concrete を沈設することが出来ました。此の水中コンクリートは區劃外に擴がり得ざる爲、セメントが洗ひ去らるゝ虞なく、連続せる作業によりて區劃内を1塊のものに仕上げる事が出来たのであります。

第二と第三とは此の方法の獨特なる點であつて、tremie 管の下端がコンクリート中に没入する程度と、管の上げ下げの加減によりて、コンクリート流動の速度を如何様にも調節し、steady flow をなさしむることが出来ました。管の下端より押し出さるゝコンクリートは管の附近にて一時少しく隆起することありても、極く軟く練りてある爲、直ちに緩勾配にて四方に擴がり、コンクリートの表面は水平に近き状態にて區劃内を徐々として隆上するのであります。

斯の如く此の工事のコンクリートは極く軟く練りたるものを使用せるも、何等不都合の點なく、砂利が分離する様な傾向は少しも無かつたと言ふ事でありませう。之れ蓋し全體のコンクリートが徐々と等速の流動を爲せる爲と思はれますが、コンクリートが管の下端より非常に大なる靜水壓を受けて居ること、浮力の爲砂利の重量輕減せられ、其の分離を困難ならしむる等の理由にも依るならんと想像されて居ります。

工事施行後約1箇年の後、長さ35呎に及ぶ供試體を此の水中コンクリートの數箇所より切り取りて試験せるに、其の出來ばへ齊等であつて、陸上の retaining wall に施工したる同一調合の同齡のコンクリートよりも、却て耐壓強度が大であつたと言ふ好結果を得て居ります。木津氏の疑問として居らるゝ點の1:2:4コンクリートの core sample 中1:3:6コンクリートの sample より弱きものがありしと言ふ點に就ては、同工事技師長 Kinneear 氏

の報告書中に、bulkhead concrete より切り取りたる 1:2:4 コンクリートの sample 中に、耐壓強度 1800~3040 lbs/in² のものがあつたが、之れは多分 sample を切り取り供試體に仕上げる際損傷をうけしものならんとあるに相當すと思はれます。

Tremie concrete が斯く豫想外の強度を有するのみならず、density 及び homogeneity に就ても良好なる出来ばへを示し、3 年間に亘りて、10 萬立方碼の水中コンクリートを殆ど完全に沈設したと言ふ驚く可き成績を擧げたる事は、コンクリートが分離することなく、又大部分水に觸接せずして沈設され、同時に大なる水壓の下に硬化せる事を考ふれば當然の結果である様に思はれます。筆者は外遊の節、Wilgus 氏及び Kinnear 氏に面接して親しく其の實況を聞き、斯かる方法によりて沈設せる水中コンクリートが、良好の結果を得可き事を信じ、木津氏の如き疑念を挾んで居ないのであります。其の後同法により、隧道軀體又は接合部に tremie concrete を施工せる實例としては、Harlem River Tunnel, George A. Posey Tube, New Detroit Vehicular Tunnel 等がありまして、孰れも良好の成績を擧げて居ります。

關門隧道に於ても沈埋式工法を採用する場合には、多量の水中コンクリートの施工を要し、外國の實例に従つて施工すれば、良好の成績を得らるゝ事と信じて居りますが、相當大切な問題である故、猶研究を致して見度いと存じて居ります。然して斯かる水中コンクリートの強度に關して、具體的に研究せられたものを未だ見當りませんから、筆者は實驗の結果により正當なる判斷を下し得る資料を得ん事を希望し、目下彦島に於て之れに關する實驗を施行中であります。若し或る程度迄まとまりたる結果が得られましたならば、本誌上に掲載を乞ひ、大方の御批正を受け度いと希望致して居ります。

(ロ) コンクリート船に spud の必要なることは勿論であつて、船を spud によりて固定することにより tremie 管の動搖を防ぎ得るのであります。然して木津氏の御意見を拜見しますと、spud 船は單に spud のみを使用し、錨を使用せぬものと解して居らるゝ様に見えますが、潮流のある所に作業する工作船は常に兩方の設備を要します、即ち普通の錨がある上に spud を附加するのであります。それで船を固定する時は、先づ前後左右の錨綱を winch にて捲きて船體を正しき位置に導き、位置定まりて後、spud を下して船を固定するのであります。又此の位置を少しく移動せんとする場合には、先づ spud を引上げ、錨綱により船を新位置に動かし、然る後再び spud を下して船を固定致します。木津氏が元來 spud なるものは靜水にて使用すべきものと申されて居るのは、如何なる理由によるか、了解に苦しむのでありまして、現に潮流のある所の工作船に使用せられ、又斯かる箇所にて於てこそ有効の働をすることが出来るのであります。

大瀬戸海峡の隧道豫定線の位置に於ては、大潮時に於ける流速は約 2.5 米/秒 (約 5 節) で

あつて、斯かる潮流に對し工作船を固定すべき spud を作ることは、少しも六ヶ敷問題と思ひません。spud の負荷すべき船の重量と流壓より來る moment に耐ふる構造であれば宜しい譯であります。筆者が海外出張の節、紐育市 East River にて海底浚渫工事に従事せる drill boat を視察しましたが、之れは簡単な 2 呎角の wooden spud を使用して居りました、そして spud を下した時は、潮流があつても船は微動もなさず、安全に drilling の作業をして居りました。又英國 Aberdeen 港改良に使用せる lobnitz cutter の工作船も、spud によりて數節の潮流中に作業するとの事でありました。關門隧道の場合に於ては、spud は 3 呎又は其れ以上の大きとし steel plates により組立る構造となし、單に 5~6 節の潮流に堪ふる許りでなく、より強力なるものとなし度いと考へて居ります。

(ハ) コンクリート船は spud によりて固定せられ、又 tremie 管は吊塔の前面に取付けたる guide に制導せられて上下するのであるから、潮流の爲に甚しき振動を受けることはあるまいと思ひます。又多少振動しても前述の如き施工法による時は、管内のコンクリートが急に落下する様なことは絶対にありますまい。

5. 鐵筒内部仕上工 略す。

是より全部の作業を通じての御意見に對し筆者の考ふる所を陳述致します。

(A) 航海に支障を與ふること少からず、且つ自他共に危険多きこと

此の事は沈埋式工法に對して第一に考へらるゝ問題でありまして、慎重周到なる研究を要する事は申す迄も無き事であります。

大瀬戸に於ける舟運の實際を明瞭にする爲、關門派出所に於ては田ノ首東寄の丘上に觀測所を設置し、晝夜不斷の見張をなして、其の前面を通過する船舶を細大洩さず記録して居りますが、今日迄の調査の概要を述べれば次の通りであります。

自昭和 2 年 8 月 1 日至同 5 年 3 月 31 日の 974 日間の統計によれば

1 日平均通峽船舶數 (東行西行合計)	= 542 隻
内譯	汽船 = 197 隻
	帆船及び胴船 = 327 隻
	靜船 = 18 隻

であります。

汽船數は年間を通じて甚だしき異動なく、之れを其の噸數により百分率に分つ時は次の如く、其の大部分を占めて居るものは小汽船であります。

汽船噸數	通峽隻數百分率
6000 噸以上	2.5 %
6000~1000 噸	16.5 "
1000~300 噸	9.0 "

300~30 噸	28.2 %
30 噸以下	43.8 "

帆船及び胴船の通峽數に至りては、潮流及び風向の關係によりて甚だしき異動があります。が、前記 974 日間の下記の統計より、其の概念が得らるゝだらうと思はれます。

1 日間通峽隻數	日 數	總日數對百分率
300 隻以上	588 日	60 %
350 " "	451 "	46 "
400 " "	290 "	30 "
500 " "	88 "	9 "
600 " "	32 "	3 "

此れ等の帆船及び胴船の多數は 100~200 噸位のもので、主として若松及び小倉港と門司、下關、大阪及び中國筋諸港との間に往復する石炭運搬船であります。然して總隻數の内約 25 % は曳航により、75 % は帆航によりて通峽するものであります。

舢舨は漁船又は小運搬船であります。

是等舟運の障礙に關する對策としては、“關門隧道の調査及計畫に就て”中に陳述せる通りであります。

- (1) 工作船の前後に標識を設置し、通峽船舶に危險の目標を與へ、又同時に見張船を前後に配置し、早くより注意を與へて警戒せしむること
- (2) 帆船、胴船等の帆航するものに對しては、豫め相當數の曳船を準備して置き、適當の場所にて之れを繫索し、工作船を避けて曳航通峽せしむること

以上二項の外に方法は無からうと考へられますが、九州寄の海峡幅の約 1/2 は舟運稀薄である故、工事工程半以上を過ぎて此の稀薄帯に入る時は、曳船の必要も無くなるであらうと想像されます。

然して工作船が所々に散在して作業すれば航海の障礙が大である故、可成 1 箇所にとまりて仕事をなし、海面を塞ぐ幅員を最小にすることが必要であつて、殊に重要な中央水路の部分に於ては此の注意が一層肝心であります。然して工事を遂行する爲何程の幅員を要するかと言ふに、3 鐵筒の延長を標準とし之れに幾分の餘裕を見るときは約 200 米を要すれども、水路の中央部に於て之れを最小限度に制限する必要がある場合には、2 鐵筒の延長に幾分の餘裕を見積れる 150 米位迄に切り詰めることであらうと思はれます。

隧道豫定線の位置に於ては、海峡幅約 1 600 米で、其の内 10 米以上の水深の中央水路は 900 米の幅員がありますから、此の航路幅の中で 150~200 米の一時的障礙は我慢の出來ぬ事は無からうと思ひます。然して之れを他面より考ふるに、現在通峽船舶に多大の障礙を與へて居る鐵道省の貨車航送作業は、隧道完成の蹶廢止する事が出來て、永久に航海業者の便利

が圖れるのであるから、工事中の數年間此の程度の一時の不便を忍ぶことは、航海業者の方に於ても大した異議の無い事であると考へられ、又國家的事業である本工事の遂行に對して逕信省、海軍省等に於ても異論は無からうと筆者は想像して居るのであります。

筆者が附圖第三に海底工事施行方法略圖を示しました處、木津氏は之れを其の儘平面圖中に記入せられ(附圖第六)、沈埋式工事の危険なることを説明されて居りますが、之れは木津氏が誤解せられたのであつて、筆者は斯くの如き状態にて作業をする考は初めより抱いて居りません、單に各種の異りたる作業を一見了解出来る様略圖として示せるだけであります。

工作船に事故を生ぜる時、之れを親船として作業する潜水夫の危険は御説の通りであります、故に本工事に於ては、inspection、其の他止を得ざる場合の外は潜水夫を使用せず、最小限度に止め度いと思つて居ります。

(B) 作業時間の少きこと

木津氏は、與次兵衛瀬附近の岩盤を鑽孔爆破の爲、使用せられたる潜水夫の實例を挙げ、關門海峡に於ける潜水作業時間が非常に小なる事を述べて居られますが、關門隧道の豫定地點に於ては、與次兵衛礁のあつた弟子待前面の水路に比して潮流は餘程緩和せられて居ります。又鐵筒沈設の項に於て述べたる如く、隧道工事に於て潜水夫を使用するは塹溝内の作業で、普通の海底の作業とは同一ではありません、故に工作船を親船として作業する時は、塹溝外にては相當の潮流のある時にも、全然作業の出来ない事は無からうと思ひます。然し實際に於ては前に申した通り、潜水夫の作業は最小限度に止め、inspection を爲す場合か、鐵筒接合の如き場合に限るのでありまして、長時間の作業を要することはありませんから、潜

Beaufort's Scale 風力	風速米/秒	昭和三年												昭和四年												計	累計			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
0 Calm	0-1.3		1	4	1								6					1					1	1	3					
1 Light Air	3.6	6	5	4	12	13	11	12	8	8	5	7	8	99	105	6	2	4	7	3	10	4	5	8	5	10	64	67		
2 Light Breeze	5.8	3	4	8	8	4	5	6	12	9	15	8	5	87	192	6	11	7	6	9	11	14	8	13	15	8	8	116	183	
3 Gentle Breeze	8.0	2	9	7	4	10	4	7	5	7	6	7	6	74	266	5	2	5	6	6	4	3	8	8	4	8	3	62	245	
4 Moderate Breeze	10.3	7	5	5	2		3	6	3	2	2	1	4	40	306	2	6	6	5	4	2	2	7	2	3	3	5	47	292	
5 Fresh Breeze	12.5	6	2	3	1		1	2			1	3	19	325	7	2	4	2	1			2	2		1	1	22	314		
6 Strong Breeze	15.2	2	2		2	3		1	3	2	5	2	22	343	3	4	4	4	1	4					3	2	25	339		
7 Moderate Gale	17.9	4	1	3	1							1	2	12	359	2	3	2	3	2	1	1			1	2	17	356		
8 Fresh Gale	21.5		1				1			1	1	1	5	364		1			3	1	1						6	362		
9 Strong Gale	25.0	1					1						2	366							1	1						1	363	
10 Whole Gale	29.1																				1	1							2	365
11 Storm	33.5																													
12 Hurricane	40.2 and over																													

備考、風速ハ一日ノ最大風速ヲ以テ其日ノ風速トス

年	昭和三年												昭和四年												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
日數			2		2						3	7	2				2	2						1	7

水に尤も都合よき時を撰びてやれば宜いのであつて、此の點より工事施行に困難を感じる様な事は無からうと思つて居ります。

次は大瀬戸に於て風波、濃霧等の爲、1年間に亘りて大凡何の位作業日數が短縮せらるゝかと言ふ問題でありまして、工事の段取を計畫する上に於て、初より考慮して置く可き事柄であります。關門派出所の田ノ首觀測所に於ては、通峽船舶の調査と同時に風速、風位、潮位等をも觀測して記録して居りますが、昭和3年及び同4年の觀測により、Beaufort's Scale に従つて作製せる風速別日數表及び濃霧襲來日數表は前表の通りであります。

此の表によれば、風速10.3米/秒以下の日は昭和3年に306日、同4年に292日、平均299日、風速12.5米/秒以下の日は昭和3年に325日、同4年に314日、平均320日ありました。尤も上記の觀測は日中最強時の風速である故、平均風速は其れ以下であります。

關門派出所の boring 足場を17米/秒風速時に支障なく移動した經驗より推し、又工作船に spud の設備をなす事を考ふれば、1年間の作業日數は尠くも風速12.5米/秒以下の320日位は得らるゝと思はるゝが、更に内輪に見込んでも1年間300日位はあることゝ思ひます。

濃霧の日は昭和3年及び同4年には7日あつたが、繼續時間1~2時間に過ぎず、作業に大した累を及ぼすとは考へられませんが。

作業日數の見當は大凡以上の通りであります。強風の續くのは主に冬期であり、此の期間は海水の溫度も低く水中コンクリート等には不適當である故、冬期中は可成陸上の仕事を進め、海中の工事は碎岩又は掘鑿の比較的困難なく出来る部分、又はコンクリート用海砂の採取、貯積等に從事せしめたが宜からうと考へて居ります。

以上にて、筆者の設計に對する木津氏の御意見に關し、自分の考ふる所を一通り説明致しました。

次に木津氏は多年の海上に於ける御經驗より、安全第一を主義として沈埋式隧道を計畫すれば、どういふ設計がよからうと言ふ御考案を附圖第七に示されて居ります。同圖は單に sketch の様なもので何等の detail も無く、又氏自から充分な自信がある譯では無いが、ほんの参考迄に記載したに過ぎないと申されて居ること故、彼是御批評申すつもりではありませんが、重なる二三の點に就て私の考を申して見ませう。

鐵筒は相當厚くする、とある丈けで如何なる構造とせらるゝか不明であるが、兎に角多量の鐵材を要する事でありませう。此の設計にては沈設後水替をなした時、内部の lining 無くして、70~80 呎の水壓と土砂の重量に耐ふる事を要するのであるから、薄き鐵板を使用するデトロイト河底隧道式のものに比して、數倍の鐵材と鐵筒材料を要すると思はれます。沈埋式の隧道が盾氣式のものに比して經濟的である一つの主なる理由は、所要鐵材が少量で足りる爲、費用を節約する事が出来るからであります。然るに鐵筒に多量の材料を要する様な

ば其の利益とする長所を失ふ事になります。Oaklandの水底隧道の如く鐵筒の代りに precast concrete tube を使用すれば、材料費の節約が得られますが、重量大なる爲進水後 17~18 呎は海中に沈浸することになり、關門海峡の潮流中之れを操縦して所定の位置に沈設する事は非常に困難なる仕事と思はれます。薄き鐵板にて作れる tube ならば、殆ど水上に浮いて居る様なもので、水の抵抗小なる爲、曳船によりて現場に運び、所定の位置に碇結する事は比較的容易であります。位置定まれば valve を開きて注水し、憩流時に近き僅小の時間にて塹溝内に沈め、潮流の影響を受けざる様其の据付を爲す事が出来るのであります。それですから關門海峡の様潮流の急なる所では、precast concrete tube 又は其の他の設計であつても、水中沈浸の度大なる section を使用することは、不適當であると私は考へて居りまして、Ridgway 氏の如きも矢張り同様の御意見でありました。

次は鐵筒沈設の方法であつて、木津氏の御考が鐵筒を据付けてから其の下方に礫を入れるのであるか、又は豫め礫を溝底に敷均らして置き其の上に鐵筒を沈めるのであるか、判然致しませんが、若し前者なりとすれば、礫が鐵筒の下面によく bear する様に詰め込む事は中々困難でありませう。木津氏は、若しうまく詰らずして隙があるならば、壓搾空氣を使用して此の隙にモルタルを押し込めばよいと、簡單に片付けて居られますが、果して斯かる隙が河處にあるか外方より豫想出來ぬ事であつて、殆ど鐵筒の全體に亘り grouting をすることが必要となりませう。若し又初めより溝底に礫を敷均して置き、tube を其の上に沈めるとの事なれば、此れは Oakland の George A. Posey tube でやつた方法であります。尤も Oakland では礫の代りに清き砂を使用したのであつて、斯かる仕事は砂でなければうまく行くまいと思ひます。此の砂床は上方に重量がかゝれば幾分沈下する故、之れに備ふる爲、初めに小許高くして置かねばならず、若し之れが高きに過ぎた時は豫定の grade が得られぬ故、砂を取り出さねばならず、潜水夫をたへず使用して砂の pumping を調節して行くのであつて、仕事は中々面倒であります。Oakland の入江の様に潮流の緩なる所とはちがつて、關門海峡に於ては仕事が數倍面倒でありませう。要するに何れの方法によるとするも、此れ等の作業には多數の潜水夫を使用せざれば出來ぬ事であつて、當海峡に於ては特に困難であると考へて居らるゝ作業ではないでせうか。

次に木津氏は、鐵筒の接合點には水中コンクリートを施工せぬと言ふ御考で、従つて接合が不十分で漏水が多いだらうから、鐵筒の兩端に bulkhead を作り、air lock を備へ、2本の鐵筒の接合部を一時的の air chamber となし、壓搾空氣を使用して内部コンクリートの仕上げをするといふ御意見であります。沈埋式工法の獨特なる點は、水底の工事に壓搾空氣を使用せずして施工出来る事ではありますが、木津氏の御提案に従へば、相當の壓搾空氣設備や、かなり丈夫な bulkhead を要して費用を増加するのみならず、果して斯かる方法により

て良好の結果を得らるゝであらうかと疑問であります。其の理由は此の air chamber から水を驅逐せんとするには、約 80 呎の水柱に相當する氣壓を要し、斯かる壓力の空氣が不充分なる接合點より逸出する結果として、鐵筒周囲の砂や砂利を吹き飛ばして空洞を作り、場合によりては危険の狀態を惹起するに至るかも知れないと想像さるゝのであります。然して斯かる危険を避けんと欲せば、盾氣式の工法に於ける如く、豫め相等の厚さに粘土を投入して空氣の漏洩を防ぐ事が必要となりますが、之れも關門海峡の潮流に對しては、大いに研究を要する問題であると思はれます。元來鐵筒の接合點は隧道の尤も弱き點である故、之れを保護して補強すると同時に漏水を有効に防止する爲、水中コンクリートによりて之れを被覆する事は極めて大切なる事であらうと筆者は考へて居ります。外國の沈埋式隧道の實例を見ましても、皆其の通りになつて居ります。

要するに御提案の如き設計にては、工事費は却て増加するのみならず、安全の方法であるとも考へ得られない様に思はれます。筆者が數年間調査を重ね、海外の實例や現場の狀況を考慮して研究せる所にては、其の detail に於ては幾多研究を要すべき點あるべきも、大體に於ては當初の設計の如く、鐵筒を溝底に沈設し、水中コンクリートによりて被覆する沈埋式隧道が其の強度に於て優れて居るのみならず、施工上に於ても比較的不安の點尠く、且つ尤も經濟的であると言ふ信念を強めて居る次第であります。

以下隧道の深さに關係せる事項と海難事故に對する用意とに就て説明致し度いと思ひます。

關門隧道を通過すべき貨物は上り 6 分、下り 4 分の割合になつて居りますから、出來得るならば少しにても上り方面の勾配を緩和し度きものと思ひ、preliminary design に於ては隧道口の勾配を九州側の 20/1 000 に對し本州側は 18/1 000 に計畫しました。又隧道中央の level section は略海峡の中央に近き様豫定致しました。然るに海峡法線内の中央水路は彦嶋側へ片寄つて居る爲、此の profile では彦嶋側法線の位置に於て、隧道の頂點が L.W. 以下 10 米の深さとなる結果を生じました。然し此の附近は一度浚渫しても數年の内には再び埋る所であると聞いて居ました爲、斯かる所に深く隧道を埋設するのは無意味ではあるまいかとの考もあつて、其の儘になしおき、兎に角之れは preliminary design の事である故、關係方面の御意見を承つて後、若し不都合である様なれば訂正するつもりでありました。大正 15 年 9 月當時の鐵道大臣井上子爵が其の官邸に斯界の權威者を招待せられ、此の隧道計畫に關する意見を徴された事がありました。其の節筆者より海軍水路部長にお尋ね致しました處、航路の中心は隧道の最低部の中心と略一致し、片寄らぬ方がよからうと言ふ御意見を承りましたので、現在の設計は之れが略一致する様に變更し、本州側の隧道口勾配も止を得ず九州側同様 20/1 000 に致しました（“關門隧道の調査及計畫に就て”の附屬圖面参照）。現設計

に於ける隧道の深さと水路幅の關係を數字にて説明致しますれば、L.W. 以下 15 米の中央水平部 530 米、L.W. 以下 8 尋（海軍省要求水深）の水路幅 655 米、L.W. 以上 12 米の水路幅約 936 米になつて居ります。即ち 12 米深度の部分は却て法線内の 900 米より廣くなつて居ります。我國の主要港横濱、神戸が 12 米水深を標準として完成されて居ること、スエズ運河の水深も 12 米であること、乗客誘致の必要より設備の競争をなす大西洋航路を除けば、現在以上の大船主義は不經濟であると認められて居ること等を考慮する時は、關門隧道の設計に於て、此れ以上の水深を見越して計畫する必要は無い様に考へられます。同じ海峽の早瀬瀬戸に於ては、内務省で整理されたる法線内の幅員約 450 米で、8 節以上の急潮流があるに比して、大瀬戸に於ては前述の通りの幅員と水深とを有し、而も潮流は 5 節位の速度である故、此の兩所に於ける航海の難易は到底比較にならぬ事と思はれます。

當海峽が急潮に加へて航行亂雜なる爲、海難事故が日本一否、世界一とも言ふ可き事は御説の通りでありまして、遠き將來に於て、隧道上に汽船の擱座又は沈没する事も絶無ではあるまいと思はれます。此の點に就ては前記の權威者會議の節にも質問が出たのでありますが、從來建設された水底隧道の設計は理論よりも實地の經驗に基けるものであつて、斯かる場合に對する検討の用意が缺けて居りました。紐育市の如きは、ハドソン河及びイースト河の下を數十箇所も水底隧道が貫通して居りますが、其の設計に於て斯かる事故の場合を考慮に入れてあることを聞きません。それで先般 Holland Tunnel 上に汽船の沈没せる時は、其の安危を氣遣ひ一時通行を停止する大騒をやつたと聞きました。關門隧道の設計に於ては、此の點に就て絶對安全を期し度いと思ひまして、筆者は出来る丈の研究を爲し、隧道に起り得可き應力を検討致しましたから、將來此の水路を通過し得る最大船が沈没擱座することありても、其の安全を保證し得ると信じて居ります。猶一言附加へ度き事は steel tube を厚きコンクリートにて被覆せる沈埋式隧道は斯かる事故に對して殊に大なる強度を有することであり

第二章 小瀬戸の連絡

此の連絡は埋築が一番良いと考へて居りましたが、木津氏も同じ御意見の様であります。然して筆者の關門連絡計畫案が出来まして後、農林省の計畫で小門に漁港を築造する事となりました爲、小門の締切は漁港工事にて施行することになりまして、鐵道の線路も其の設計に應ずる様に位置を変更致しました。此の漁港案は港灣調査會を通過し議會の協賛を経て、國庫補助の下に施行することに決定して居る問題でありますから、本章は之れにて省略致します。

却説、討議として卑見開陳の爲、斯く長々と本誌面を塞げること恐縮の次第であります。

木津氏の御意見中には、筆者の提案に對し種々重大なる疑念を挾まれて居りますこと故、委しく之れを辨明致すことが必要であると考へ、此處に至りしことを御了承願ひ度いと思ひます。

猶終に臨みて申述べ度きことは、關門隧道の設計は鐵道省としては未だ全く白紙でありまして、本誌に述べたる筆者の意見も單に一個の私見に過ぎないのであります。筆者は本問題を鐵道省の問題といふよりも、むしろ我國土木界の一大問題であると考へて居りますから、各方面の士より御意見が發表せられ、他日鐵道省に於て省議を決定せらるゝ際、有益なる參考資料を與へられん事を希望して居る次第であります。