

とする請負方式にするより方法はないのである。これは現行法規と當面する社會狀勢により制約された工事執行方式であつて、更に完璧を期するためには、實費精算拂請負方式を確立する以外に方法はないのである。簡単に本質の結論を要約してこの稿を終ることと

する。

“ずい道改築の工事執行方式は、施工の方法を明細に指示した請負方式による外はない。しかしその本質は直轄的性格を多分に含んでいることを忘れてはならない。” (昭. 23. 12. 3. 受付)

## 八戸港沈船防波堤の出来上る迄 (I)

正員 小松 雅彦\*

### 1. 八戸港の使命の變遷

わが國の北太平洋岸で商港、工業港及漁業基地と三拍子揃つた唯一の重要港灣としての八戸港は徳川時代から鮫漁港として知られていたが、青森縣の漁港工事(大正8年度~昭和7年度)及第一期商港工事(昭和7年度~14年度)で飛躍的に施設を増強し、更に國の直接施行の第二期商港工事(昭和15年度~現在)を行つている。

八戸港の港灣計畫としては港灣協會でつくつた修築計畫も原案とした商港、漁港及工業港を含む大八戸港計畫があつた。當時はわが國が大陸に南方に發展しつつあつた時代であり、八戸としても鮫の地先から新井田川口にかけて埋立地をつくり數本の大突堤を出す構想で防波堤も既設防波堤をそのまま一直線に延長して新井田川口に結ぶという頗る遠大な計畫を考えていた。前記第二期商港工事はその第一歩として始められたが、太平洋戰艦となるや海軍は鮫に特攻用小舟艇の基地を計畫しこの工事を八戸港工事事務所に委託したので、八戸商港の修築に準側した資材とくに大量の石材、船舶、機械、勞力の大部分を作戦の要請の名の下に轉用せざるを得なくなり工事は一頓挫を來した。こんな次第で未完成の姿を晒していた八戸港には、北防波堤と蕪島の間から入つて來ると思われる波と北防堤西端を廻つて入つて來る波とが内港入口でぶつかり三角波を生ずる現象、内港内に入つて來る波が奥の方へ行つても減衰しない現象、第一期商港工事でつくつた3000t岸壁に沖からおし寄せらるるねりがまともに當つて使えないこと、第二期工事でつくつたケーソンとブロックを内港口に假置きし内港を取敢えずカバーしているがこれの良否等色々使用上の問題があつた。一方終戦後さし當つて大きな港灣計畫があるとも考えられなくなつたから、徒らに大八戸港の夢のみ追わず現在

ある施設を最も能率的に使える様に一應まとめるといつた考え方で計畫をたて直す必要がありはしないかという疑問が生じて來た。わけても既設北防波堤附近は水深が10mを越しこれを延長するには莫大な工費と資材があるので最も有効に波を遮る様十分な研究を要する。工事を擔當している運輸省第二港灣建設部や同省港灣局はもとより地元にて種々議論がたゞかわされたが、結局鐵道技術研究所第七部港灣研究室に模型による研究を依頼することになつた。

さて終戦後の深刻な食糧不足を克服する爲肥料工業の復活に超重點的な援助がなされ硫安、過磷酸石灰の増産が行はれたが之に加えて人造纖維の目ざましい輸出振興があり、それらの主原料たる硫酸、その又主原料たる硫化鑛の増産、増送は一日も忽せに出来なくなつた。全國に數ある硫化鑛山の内八戸の背後にある松尾鑛山は豊富な埋藏量と品位の優秀さに於て中國の柵原鑛山と共に東西の樞綱であり、とくにその產出量はわが國第一位で京濱、北陸、北海道に於ける需要を充たすのみならず遠く近畿、名古屋及瀬戸内一帯迄も運ばれ西の柵原鑛山以下の供給不足分までも埋合せて居り、なお近い將來には戦前の如く東西各地域への輸出も豫想されている。かかる大量の鑛石の長距離輸送は當然海送によらざるを得ない。八戸港には戦前朝鮮、滿洲へ積出す爲に貯鑛庫とベルトコンベヤのローダーが内港奥に施設されてあつたが内港の水深が淺い爲貯積みしか出来ず、汽船は勿論機帆船にも貯荷役をやるという全國にも稀な珍光景を呈していた。第一期商港工事でつくつた立派な3000t岸壁があるが前述の如く遮蔽不十分で夏以外殆んど使えない。焦眉の急たる硫化鑛輸送の要請に應えるには此の3000t岸壁を何とか一日も早く使える様に工夫し本船の接岸荷役が出来る様にする以外に方法がない。こゝで前述の實驗研究も此の3000t岸壁を生かすに必要な防波堤の最も有効かつ經濟的な位置及延長如何という問題に焦

\* 運輸省港灣局建設課技官

點かまかれて来た。

2. 八戸港の模型実験による研究

此の研究は鐵道技術研究所第七部にある港灣研究室に依頼され建設省土木研究所赤羽分所の水理實驗設備を使つて行われた。研究結果は「港灣」第 25 卷 第 3 號以下に佐藤清一技官が發表されているからそれを参照して頂けばよいのであるが、理論的に解明し難い港灣構造物の諸問題を取扱いに現在最も信頼し得る方法の一つではないかと思われ興味が深いので重複を顧みず御紹介を敢てする次第である。米國でもグアム島の港に對する波浪の研究に格納庫の内で大きな模型をつくり水理實驗を行つて颶風時に於ける港の荒れ方を研究している高眞が近刊の米國雜誌に紹介されてあつた。今後は觀測裝置の改良、相似律の檢討等により實驗の精度を上げる一方、現場で組織的に觀測資料をとり實驗の裏付けを行い更に實驗研究方法の改良を計りたいものだ。

(1) 風と災害記録 先づ八戸港に於ける風の過去の記録をまとめてその傾向を調べてみる。昭和 12 年～20 年の資料によると 11 月～4 月の半年間は WSW を中心とする風の回数が斷然多く 5 月～10 月の間は E 及 SW を中心とする風が多い。

過去に於て船舶及港灣施設に相當の災害を蒙つた昭和 12 年、14 年、18 年の 10 m/s 以上の強風についての毎時觀測資料から頻度と風向の關係をみると W 附近の強風がとくに多く ENE を中心とする回数が之に次ぎその割合は各年共略同じであるが、15 m/s 以上の風になると ENE 附近の風が W 附近の風に比べ多くなつてゐる。なお災害發生時の最大風速、風向を示すと次の如くである。

昭和 12.	2.	{	2. ENE	20.5 m/s
			3.	
" "	" "	{	13. NNE	21.5 "
			14.	
" 14.	1. 9.		NW	21.3 "
18. 10.	{	3. ENE	31.8 "	
		4.		

又 15 m/s 附近の風を拾つてみると昭和 12 年に 13 日、14 年に 13 日、18 年に 5 日とかなりの日數を示しているがその時には災害が記録されていない事からみると施設が災害を受けるのは 20 m/s 附近以上の風の時と思われる。現地に於ける激浪の方向は ENE と記録されているが最大風速の風向から考えて至極尤もな話である。

港の遮蔽のないと考えられる風向の範圍は、商港防波堤先端から北防波堤先端に向つてひいた線（大凡

NNE）と西方に向つてひいた線で挟まれた範圍（即ち NNE～W 之を西開口部とする）、北防波堤根元から WNW 方向と蕪島の西北端に向つてひいた線（大凡 ENE）で挟まれた範圍（即ち WNW～ENE 之を北開口部とする）である。この兩方の口から同時に激浪の入る風向は WNW～NNW の範圍で更に内港附近の等深線と直角の方向を最悪風とすれば N～NNE となる。しかるに此の範圍の風は頻度としては極めて少い。従つて災害については頻度の高い風向の暴風を考えるよりも寧ろその港の最悪風範圍を考えその中の特に強い風に對し最も注意を拂うべきであると思われる。

港内の荒れる頻度の月別分布をみると港の荒れるのは 12 月から 4 月迄で過去の災害も 1, 2 月に集中している。

(2) 實驗設備 赤羽分所の幅 4 m の工法試驗水槽で長 10 m の範圍に平面縮尺 1/600、鉛直縮尺 1/100 の模型をつくり、幅 2 m の波起し板を NE 或は NW に蝶番でとりつけ單弦運動を與えて波を起し測點で波高を測定した。模型は 25 cm 間隔に斷面をとつて地形に應じ砂交り砂利を敷均らしその上にモルタルに鋸屑を混ぜたもので大體の形を作り表面約 1 cm をモルタルで仕上げた。波の反射を吸收する爲水槽の縁に藁を傾けて並べたが良結果を得た。

こゝに平面縮尺 1/600 に對し垂直縮尺 1/100 として模型を歪めてあるが、摩擦による波のエネルギーの損失を無視すれば縮尺を平面、垂直についてそれぞれ一定としておけば同じ縮尺をとらずとも——即ち歪めてあつても模型に於ける波高の變化率を以て實物に於ける波高の變化率と近似的に見なし得ることが證明出来る。（前記佐藤氏論文参照）沖波といつても防波堤からさほど遠くない位置の波をおさえるのでこれが港内に入る傳播距離は大して遠くないし又觀測誤差の程度から考えても摩擦による損失はまづ無視して差支えないと思われる。模型の垂直縮尺を 1/100 に擴大してゐるのは摩擦の影響を避ける爲である。

(3) 沖波の選定 此の實驗に用いる沖波としては表面波でさえあればよいのであるがなるべく實際の波の縮小形となる様に考へて次の様な波を用いた。

	NE 方向	NW 方向
波 高	5 cm	3.3 cm
波 長	40 cm	40 cm
周 期	0.46 sec	0.46 sec
波高/波長	1/8	1/12

沖波の方向を NE と NW としたのは前記風と波の

記録から悪風の方向と等深線の方向をも考え北開口部と西開口部の影響に近いものを再現させてみたのである。沖波は装置の許す限り沖合で起しそれが地形によつて自由に進路をとり得る様にした。

(4) 波高の測定の選定 港内各部の波高を調べる爲にその代表的地点を選定して圖の如く測点 0~8, その補助点 3', 7' をとつた。波を起す位置も装置も一定であるから常に一定の沖波が生じる筈であるが実際には構造物との干渉等によつてかなり不規則なものとなつたから長時間の自記的記録をとるべきであつたが、終戦後間もなくのことゝ機械の整備が極端に困難な時期であつたのでポイントゲージで或時間の平均波高をとつて、沖波がいかに變化しつゝ港内各處に傳播していくかを調べた。

(5) 實驗結果 蕪島と北防波堤の間から進入して来る沖波が北防波堤西端を廻つて来る波と内港入口で衝突して三角波を起す許りでなく、更に内港奥迄進入して荒し廻るがとくに終戦後船型が一般に少なくなつたので此處を塞ぐか副防波堤を設けたいということをしきりに要望された。北防波堤延長用につくつたケーソンを取敢えず内港口に假置し D 堤をつくつたのも當時の雀の涙程の豫算でこの要請に應える苦肉の策であつた。しかし八戸港には西方弧狀の砂濱に沿ひ外港に侵入廻流し北防波堤の西端及東端をかすめて沖に流れるかなり強い潮流がありそれによつて港内に入つて来る漂砂も相當なものと思われる。それを防ぐ爲に 3000 t 岸壁向ひ側に假防波堤を築き又北防波堤東端を開けたのであつてこれには當時の技術者が色々頭を絞つたらしい記録が残っている。北防波堤をつくり始めた時は蕪島との間に相當砂がたまつているが、北防波堤を延ばして行くにつれてこゝに前記の潮流が集つて砂を掃流し現在では深さ 9 m 位の水道となり底には岩盤が露出した。これを不用意に塞げば潮流を妨げ漂砂を港内にためて了うおそれが十分あるのでなるべく潮流を妨げずしかも沖波を遮る様な副防波堤の位置を考えたのが初めに A<sub>2</sub> 堤、更に實驗によればより水深が浅い従つて施工が容易な位置即ち A<sub>1</sub> 堤の位置に移しても十分に遮蔽効果をあげ得ること、並びにこれを設ければ内港口の假堤 D は除いても差支えないことが分つた。

西開口部の遮蔽には先づ従來の北防波堤の延長即ち B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> 堤につき實驗してみると B<sub>3</sub> 堤は殆んど効果がなく、B<sub>1</sub> 堤と B<sub>2</sub> 堤との効果は殆んど差がなく B<sub>1</sub> 又は B<sub>2</sub> のみを設けたのでは商港に對しては稍好結果をもたらすが内港へは殆んど影響がない。後述の C 堤と併用するとき北東方の波に對してはとく

に商港にとつて効果があるが、北西方の波には C 堤が決定的にきくので殆んど効果が現れない。

それでは 3000 t 岸壁を端的に保護しようと既設の 120 m 假堤 E をその先端から約 30 m 離して 150 m 延長してみたが、北開口部から入つて来る波のエネルギーを集約し反射して 3000 t 岸壁には却つて悪影響を與え、西開口部からの波についてもそのエネルギーを集約し内港防波堤 U で反射した波まで集約するという結果が出た。次に Y 堤が考えられたが北開口部からの波に對しては未だそのエネルギーを集約する傾向があり、又 NW 波に對しては岸壁に近すぎ U 堤の反射波による影響を大ならしめしかも港内の自由度が失われることが甚だしいのでこれも落第となつた。

以上で分る様に 3000 t 岸壁附近が荒れるのは單に遮蔽不十分な爲のみでなく北及西開口部から侵入した波のエネルギーが集約され易い形にあることと、西開口部からの波が U 堤で反射されてこゝに集中し易い爲であることが分つた。とくに E 堤とそれに直角に續く物揚場の接續點 S は最もその傾向が強く、現に昭. 12. 2. 3. の暴風浪ではプリストマン浚渫船が此處に叩きつけられて沈没した記録がある。それで此の部分の波のエネルギーに逃げ道を與える爲に E 堤の基部 50 m を除去した方がよく、又 3000 t 岸壁に對する遮蔽のためには X 堤又は Y 堤の如く岸壁、假堤に接近させるのは好ましくないということになつた。

そこで兩開口部からの沖波及 U 堤からの反射波等を岸壁に集めない様に E 堤との間をかなりあけ、岸壁との間にも十分な水面積をとり將來の擴張計畫にも弾力性のある様な徹底的な遮蔽方法とは考へて Z 堤を得た。これは實驗してみると結果は非常によかつたが何しろその延長は約 700 m になんなんとしていて工費と資材の面で先づ夢に近い。何とかもつと短くて同様な効果をあげられないだろうか頭をひねつてみると、西開口部から入つて来る波は北防波堤による回浪現象と等深線による影響から第一回點線で示した方向をとつて入つて来るから Z 堤のこの方向についての射影をとれば回浪現象はあつても略同様な効果をあげ得るであろうということに思い至る。しかも堤の位置を沖に出す程延長は短くて済み港内面積も廣くとり得るし將來計畫にも弾力性があるので、はじめ思ひ切つて沖に出して C' 堤を試みたがこれは些か遠すぎ西の方が塞ぎすぎて結果が思わしくなかつた。それで C' と X 堤との中間に C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> 堤を考えこれに B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> 堤、それに D 堤の有無、E 堤の除去を組合せて 31 種の實驗を行いその結果を比較検討して得た結論は、C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> 堤の効果の差は明瞭で

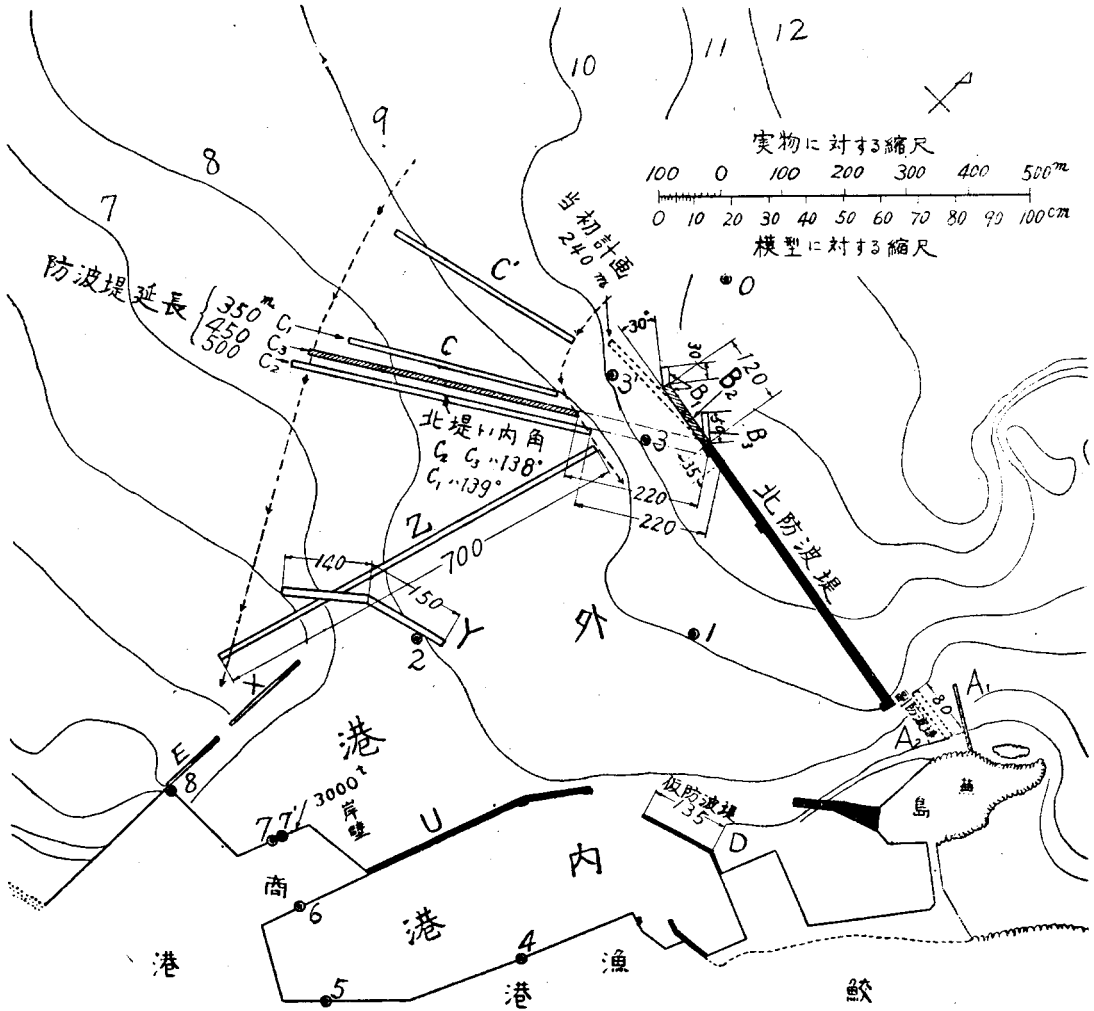
なく何れも北西の波に對し商港に決定的なきゝめを示すが、強いていえば (+A<sub>1</sub>+B<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>-D-E) か (+A<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>+C<sub>3</sub>-D-E) の組合せがよい。B<sub>1</sub> と B<sub>2</sub>, C<sub>2</sub> と C<sub>3</sub> の區別は殆んど判別し難いので各々短い方をとれば B<sub>2</sub>=120 m, C<sub>3</sub>=450 m となる。

3. 工法の決定

さてこれで約 450 m の C<sub>3</sub> 堤更に完璧を期するならば A<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> 堤をつくれれば 3000 t 岸壁も陽の目を見られ相當の面積をもつ静穏な水面も得られるという見透しがついたのであるが、水深 8~9 m の處に 450 m もの防波堤をつくるだけでもまだまだ工期や資材、豫算から考えて並大抵の仕事ではない。運輸省港湾局も第二港灣建設部も何ぞ名案もがなとひとしく頭をひねつたあげく遂に目に止つたのが當時終戦によつてスクラップに解體される運命にあつた船で、之に土砂をつ

めて沈めて防波堤にしたらという旅順港閉塞隊の向うをはる様な計畫がたてられた。戦時標準船の 10,000 t タンカー 2TL 型は長さが約 150 m あるのでこれを三隻ちくろ相含んで沈めると丁度 450 m になるとはなんとお誂えむきではないかというので、横濱ドックで艤装中終戦となつて横濱沖につながれていた富島丸、大杉丸と終戦の頃一航海のお役に立つた計りで播磨ドックにあつた東城丸とに白羽の矢を立てた。何れも 10,500 總トン級、幅は 20 m、高さ 12 m であるから水深 8~9 m の海底に鎮座させて 1~2 m めりこんでも丁度防波堤として好適の寸法をもっている。しかしいかに鋼鐵船とはいへ常に北海の荒波にさらされて果して何年もつからうということは最初から一番の頭痛の種でこの點で相當の反對論もあつたが、ともかく他のいかなる方法——例えば當時最も拂底していた

八戸港平面圖



セメントや鉄筋をふんだんに用いてコッソツとケーソンをつくるのに比べ断然少い資材ですみその上極めて勝負が速いという魅力が圧倒的であつたので、思い切つてわが國最初にして最大の沈船防波堤計畫を強行することになつた。さて態々船で防波堤をつくらるとなると今迄ぶつかつたことのない色々な問題、即ち曳航中の安定、据付ける時の安定、据付後の安定、据付後に波力、水壓、中詰砂の土壓等に船體が耐え得るか、耐え得ないなら更にどの程度の補強を要するか、据付後の耐久力如何といった諸問題について第二港灣建設部と鐵道技術研究所第七部で慎重な檢討がなされた。

### 5. 防波堤としての安定

波が楕圓トロコイド波で堤體に  $60^\circ$  の角で當り水深 10 m、波高 4 m、波長 150 m とすれば堤體に當り重複波を生ずるとして波頂が船體の中央に来て水平移動力を受けるときの總波力を計算すると 3,600 t、船庫と海底間の摩擦係数を  $1/3$  と假定すれば所要重量は 10,900 t、船體の 70% が浮力を受けるとして浮力をさしひいた船體重量は 3,500 t、砂のみの所要重量はその差 7,300 t、浮力をさしひいた砂の單位重量を  $0.67 \text{ t/m}^3$  とすれば必要な中詰砂の容積は  $10,900 \text{ m}^3$  となりこれを船體内に一様に入れるとすれば約 5 m の深さとなる。

波頂が船體の端に来て船體を廻轉せしめんとするときの安定を考えると船庫と海底間の摩擦力のみでは到底抗しきれぬので捨石によつて應援しなければならぬ。砂の乾燥状態の單位重量は  $1.2 \text{ t/m}^3$  とし砂の重量と船體重量の總和 23,370 t、摩擦係数を  $1/3$  とすれば摩擦力は 7,790 t、摩擦力の生ずる範圍を 100 m とみて船長 1 m 當りの抵抗力は  $77.90 \text{ t/m}$ 、これより抵

抗し得るモーメントは  $120,600 \text{ t-m}$ 、波力のモーメントは  $189,900 \text{ t-m}$ 、差引き  $39,300 \text{ t-m}$ 、抵抗すべき土壓  $P=20.34 \text{ t}$ 、これより捨石の單位重量(浮力をひき)を  $1 \text{ t/m}^3$ 、内部摩擦角を  $35^\circ$  とし計算すれば所要捨石高は 4.5 m、天端 6 m、所要捨石量は  $57.4 \text{ t/m}$  となる。

### 5. 改裝及補強工事

波が船體に當つて越波となり甲板上に及ぼす波力、側外板に前の計算で必要とされる砂をつめた時かかる土壓と外からの水壓を考へて「格子状ステフナを有する構造物」として計算してみたが、何れも先づ補強の必要はないものと思われる結果を得たので、強度に不安のある點のみの補強と改裝を、富島丸大杉丸は横濱ドックで、東城丸は播磨ドックで行うこととした。汽罐、主補機など防波堤に必要な貴重な廢物は甲板を切つて取出し、船橋、煙突、マストなどの突出部分は波當りを増すのみなので全部取外し、鋸打ちが未済の部分は鋸打ちし、甲板開孔部でコーミングのない部分にはコーミングを附し更に四隅に適當な支柱を設けるなど弱點の補強を行つた。

船を沈める爲に水を入れるバルブ(直徑 30 cm)を船内各室に對し 1~2 個計 10 個、船底より 3~5 m の位置に取付けた。これらは沈設時安定計算により船體の安定及トリムを加減しつゝ注水出来る様甲板上から開閉し得る。甲板上には沈設の時船體を移動させる錨鎖をまくウインチ、それを動かすドンキーボイラー、給水タンクその他の配管がなされ、又大杉丸には舵が取付けてなかつたので回航に必要な假舵がとりつけられた。これらの改裝には昭和 22 年 6 月から 8 月迄を要した。(未完) (昭. 24. 2. 7. 受付)

## カットバックアスファルト MC-3 によるプレミックス 舗装工法の実際について

正員 山 本 將 雄\*

### 要 旨

本論は終戦後進駐軍によつて我國にもたらされたるプレミックスアスファルト舗装工法についてその體験に基き之が如何なるものであるかと云ふ事を紹介してその各般に亘る施工要領につき實際の経過並に之に基

く注意事項を詳述し最後に本工法の得失並に之に對する所見を述べてその對策を論じ本工法將來の行き方について筆を進め此の種研究の第一歩を發表したものである。

### 目 次

[1] はしがき、プレミックスとは

[2] ビチユマルス道路工業東京プラントに於ける経過

\* ビチユマルス道路工業株式会社技術部長