

洞爺丸の惨事に想う

船舶編集室

9月26日早朝九州に上陸した台風15号は時速100餘キロという驚異的なスピードと北上するに従つて發達するという特異性を示しながら本土を縦斷し、26日夜には強大な暴風となつて北海道を襲い、鐵道連絡船洞爺丸顛覆の大惨事を初めとして、鐵道連絡船4隻一般船舶4887隻の海難を起し、台風12號14號と相次ぐ腰くだけ台風でいささか台風輕視の氣味があつた日本國民を、一夜にして悲歎と狼狽とに陥し入れた。

なかでも洞爺丸は旅客1,204人、乗員111人を乗せており、その中1,151人が死亡するという實に世界第二の海難事故となつたため、世間の注目の的となり、一時は外人に對する特別補償の問題ともからんで政治問題にまで發展するかとさえみられて、人災か天災かその原因窮明の要望は各方面より一時に湧き起つたかの感がある。

勿論時を移さず、海難審判廳、運輸省、國鐵等はそれぞれの立場より原因の窮明に乗り出しており、その結果は刑事責任や遺族補償の問題ともからんで極めて微妙な問題を含んでいる。従つて未だ船體も引揚げられない今日、不確かな資料を基として輕々しく原因の判断を下したり、公に意見を述べたりするのは差控えなければならぬことは勿論で、ここではただ今日まで新聞の報道その他から得られた資料を造船家の立場より解釋して収録することにより、讀者各位の判断の便に供し度いと思ふ。

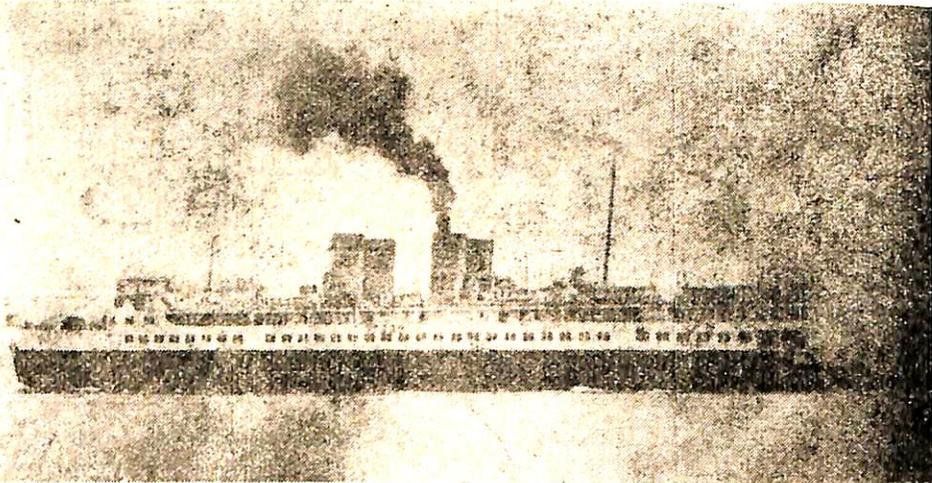
1 洞爺丸の要目その他

洞爺丸は昭和22年11月時の中日本重工神戸造船所で大雪、摩周、羊蹄型の第一船として建造されたもので要

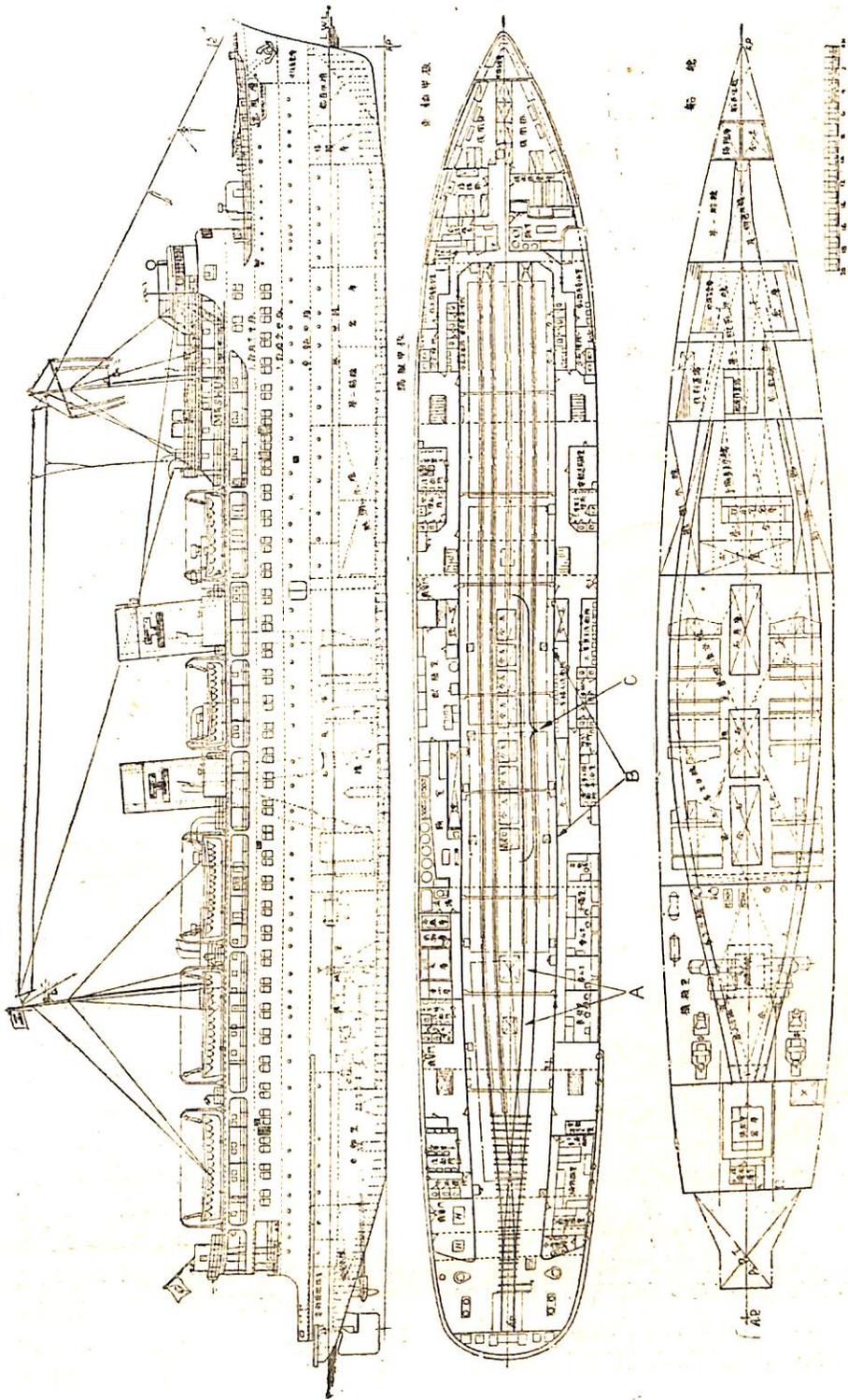
目は大體次の如くである。

全長	118.70 m
垂線間長	113.20 m
型幅	15.85 m
型深	6.80 m
吃水満載	4.90 m
空船	3,778 m
満載排水量	5,285 t
Cb	0.547
速力航海	15.5 kn
最高	17.455 kn
總噸數	4,122 t
純噸數	1,492 t
資格	3級船
航行區域	沿海
機關	4,500 HP × 2,200 r.p.m.
旅客	1等 69名 2等 224名 3等 843名 計 1136名
乗員	143名

	輕荷	航海準備	就航	満載
載貨重量	0	752.0	1,301.7	1,563.0
排水量	3,722	4,474	5,023.7	5,285.0
KG	6.642 m	5.921	6.426	6.181



洞 爺 丸



第1圖 洞 奇 丸 一 一 般 配 置 圖

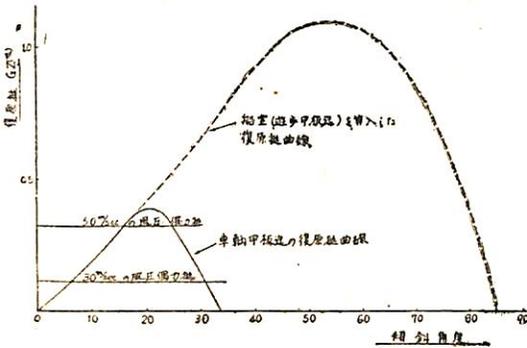
GM	0.978	1.414	0.862	1.146
θ_r	43.75°	47.7°	33.2°	34.55°
GZ _{max.}	0.54 m	0.66	0.35	0.40
同上角度	28°	24°	20°	18°

但し上の表の復原力は車輪甲板までのものである。

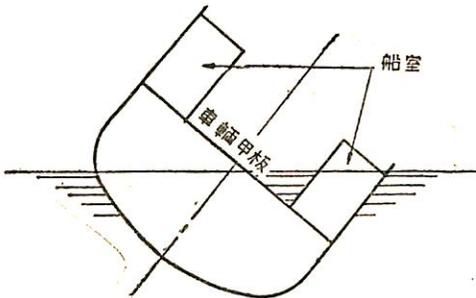
特徴とする所はいうまでもなく貨車または客車を車輪甲板上に積むことでその重量は 570 t である。このため重心が下げられないこと、逆に車輪甲板が餘り高く出来ず、従つて乾舷が大きく取れない (1.9 m) こと等にあり、また風圧面積が大きく風の影響を受け易い。

問題となつた開口は一般配置圖に示した如く、A は機室窓、B は非常口、C は石炭庫の蓋である。

第 2 圖の復原力曲線は車輪甲板までのもので、實際は上部の船室が第 3 圖の如く、瞬間的には水密と考えられるから、傾覆に對してはもつと有利になるはずである。第 2 圖點線はこの船室を浮力範囲に算入した復原力曲線(概算)である。



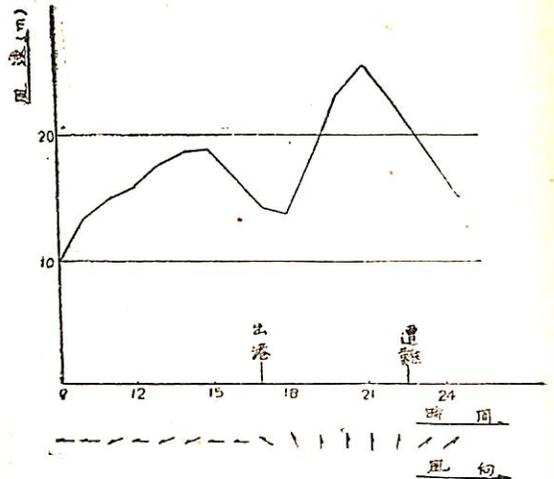
第 2 圖 復原力曲線 (概算)



第 3 圖

2 當時の氣象，海象

台風 15 號の北上に伴い、その時速 110 キロという猛スピードと脱み合わせて函館海洋氣象臺は午前 11 時に「台風が近づいている。晝過ぎから風が強くなり陸上では最大風速 20 ないし 25 m/sec、海上では 25~30 m/sec



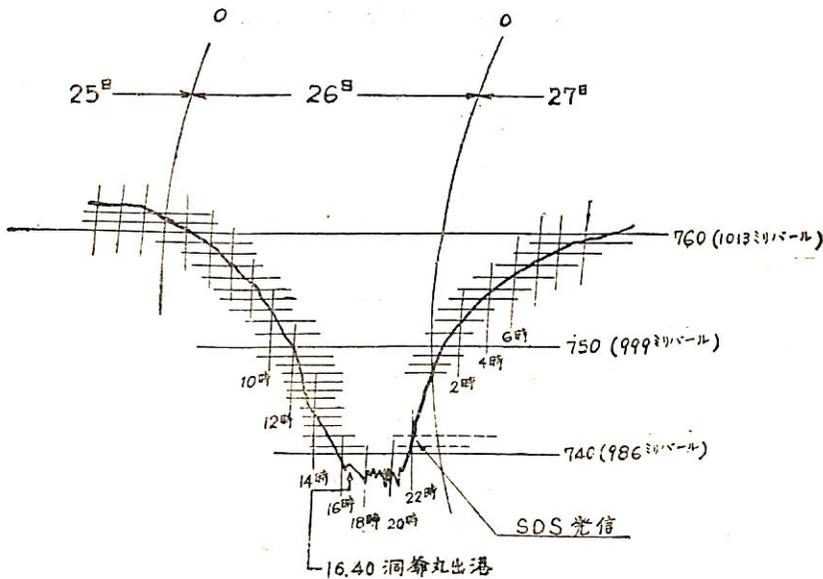
第 4 圖 當時の風速と風向 (函館海洋氣象臺觀測)

に達する」という暴風警報を發した。

これに對して函館海洋氣象臺で記録した平均風速をみると第 4 圖の如くなり、大體豫報は當つている。ただ洞爺丸が出港した 16 時 40 分前後には風がやや落ち、一部には青空がみられたので運航責任者は台風のスピードからみて中心は既に江差を通過して北海道を抜けてしまつたと誤認したといわれ、また青函局よりの間合せに對して、今台風眼の通過中であり、後刻風波は強くなるという氣象臺の警告が船の幹部に連絡されなかつたともいわれて、ここに人災の要素が潜んでいるわけだが、それは本文の對象外の問題である。

さて實際は台風の進行速度は北上とともに衰えて、洞爺丸の出港後台風の中心附近が通過したことは第 5 圖の自記氣壓計の記録をみても明瞭で、洞爺丸は台風の進行速度と氣壓勾配による風速との加わる最も危険な象限に遭遇したことになる。

今回の災害は天災とはいいい切れないかも知れないが、これだけの大きな災害はあらゆる不幸な偶然が積み重なつて生ずるものであつて、その重なり合つた因子の數と、それが人為的であるか、偶然であるかの比によつてその災害は天災であつたか人災であつたかが判定されるものと筆者は解釋しているが、とも角、今回の慘事についても北海道にこれだけの台風が來襲したのが恐らく青函連絡船が就航するよになつて初めてであつたこと、台風のスピードが急に遅くなつて中心通過の時間が遅れたこと、台風 12 號 14 號が腰くだけで案外威力がなかつたこと等が責任者の判断を迷わせたことは想像に難くない。更に不幸だつたのは風向きであつて、これまで津輕海峡は随分荒れて 20 m/sec. から 25 m/sec. の風



第5圖 當時の氣壓變化

は珍らしくなく、しばしば缺航を餘儀なくされてきたのだが、その風向は多くは季節風によるもので北西の風が多く、函館港は割合に波も低く安全でたとえ間違つて出港しても、海峡が荒れていれば湾内に避難することが出来たわけであるが、今度は風向が南から南西へ徐々に變つたため函館港は長い海峡面を吹いて来る強風と、長い洋面で充分に發達した高波にまともにもさらされて、避難する場所がなかつたことであろう。

さて當時の風速を調べてみると洞爺丸が風浪のため南口防波堤附近で投錨したのが19時1分で、その頃平均 S 18.4 m/sec, 21時25分船より突風 55 m/sec の報告 22時12分兩舷機停止して漂流中 S S W 23 m/sec., 22時26分座礁報告 23 m/sec. となつている。これは七重濱の測候所での記録であるから、海上では幾分強いとしても平均 25 m/sec~30 m/sec 位であり、瞬間最大風速は變動率7割とみて 43~51 m/sec となる。

船の顛覆の原因となるような突風はある程度の継続時間(例えば船の動揺週期の $\frac{1}{4}$ 程度)を持つていなければならぬから、その範囲で考えると、變動率はもつと下廻つて4割程度になると考えられるが、そのような突風は 35 m/sec~42 m/sec となる。

一方波ほどの位になるかを推定してみると波浪豫報理論によると平均 25 m/sec 風速としてこれが南に變つてから5時間連続いたとすると風下の函館側では波高 6 m, 波長 62 m 週期 6.3 sec, 相度(波高/波長) 1/10.7 の極めて急峻な風波が発生する。(Bretschneider の豫報論)では週期約 9 sec. と大き目に出るようである)。

岸の近くでは浅海の影響で波高は高くなり、風向の變化や防波堤の返り波の影響もあつて複雑な三角波が立つていたことが想像される。

3 船の凌波性

ではこの海象情況で船ほどのような反應を示すかを次に考えてみよう。それには顛覆に至るまでの経過を考えてみなければならぬけれども現在の段階では筆者の個人的な情測に止まるのは止むを得ない。

1) 台風時の出港が主原因であることは論を俟たない。結果論ではあるがもし旅客や

貨車を降して船だけ港外に退避していれば、大雪丸第二青函丸のように助かつたかも知れず、少くとも千餘名の命は救えたわけであり、更に北海道が度々台風の洗禮を受けて経験を積んでいけば、最も危険な台風中心の東南域の風上側である青森港に船を集結して置けば一層被害は少かつたことであろう。

2) 出港の結果港外で意外の強風に遭つて錨泊の止むなきに至つたが、高波のため車輪甲板より浸水して機關が停止し、また浸水のため復原力を著しく阻害された。

3) 機關が停止したため風波の力がまともに錨鎖に掛り、走錨して船は漂流を初めた。

4) 七重濱の沖合で座礁し足を取られて、風波の力を餘計に受けるようになり、大傾斜を生じた。(あるいはこの時初めて横波、横風を受けるようになったのかも知れない。)

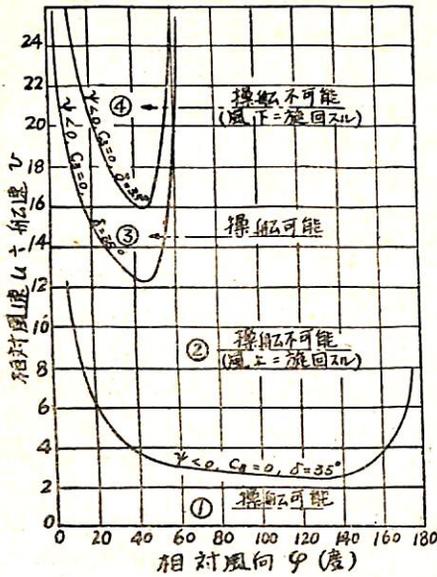
5) 大傾斜のため貨車が移動し遂に顛覆した(但し顛覆前に貨車が移動したという實證はない。)

これらの諸原因が次の原因を誘發して行つて遂にあの惨事を起したものと考えられる。

このような情況下の船の凌波性を論ずることは不可能に近いけれども、一應推測を試みるならば、

1) 操縦性

錨泊の止むなきに至つた一つの理由として本船の操縦性を考えなければならぬ。この型の船は上部構造物が極めて大きく、従つて風壓面積が極めて大きいため、強風時には操縦が難しくなるということは前からいわれていた。



第6圖 船の操縦性におよぼす風の影響

模型実験^③によれば強風下の操縦性能は第5圖のようになる。横軸は相対風向であり、縦軸は相対風速と船速との比である。従つて船速が風速に比べて遅い時強風の影響を受けるわけである。

さて本船は速力 15.5 kt であるが風壓下にこの速度が得られたとしても風速/船速が4を超えると、すなわち風速約 30 m/sec を超えると殆んどあらゆる方向からの風に對して舵を一杯に取つても思う方向に向けられなくなつてしまうことになる。このことから台風の中へ出港したのは無理な話で、経験を積んだ船長が出港を決意するについては、その判断を誤らせるような幾多の條件が重なつていたとしか思えない。

2) 風による傾斜

風單獨では船はどの位傾斜するかというと、平均風速 30 m/sec で約 7°, 50 m/sec で約 17° となり、いくら本船の風壓面積が大きくても、風だけで吹き倒される心配はまずない。

3) 波による動揺

前述の如く豫報理論より推定した波は波傾斜 17°, 週期は約 6 秒となつて、船の推定横揺週期約 12 秒には同調しない。しかしながら他の豫報理論では週期約 9 秒となり、更に當時津輕海峡の西口よりうねりが侵入したともいわれるので、同調横揺を生じたとして概算してみると

波傾斜 17° として約 33° 波傾斜 11° として 25° 程度になる。實際は波の不規則性や

三角波のため完全な同調は生じないから、この数字よりは少くなるので横揺だけで顛覆することはまず考えられない。

4) 突風と波による傾斜

この場合の最も severe なケースとしては船が風上側に傾き切つた時突風が吹いて來た場合である。すなわち第7圖において船は平均風壓によつて風下側に θ_1 だけ傾きながら、それを中心として左右にそれぞれ θ_0 , θ_0 宛横揺しているとする。

船が風上側へ一杯傾いた時突風が吹き今まで D_1 であつた偶力艇が D_2 になつたとすると、風が船を風下側に押すためになす仕事の中 D_1 のなす仕事は船の動復原力に吸収されて、結局船が θ_1 だけ傾くことにより平衡するが、突風のなす仕事すなわち $D_2 - D_1$ のなす仕事は餘分であるから結局圖の A という面積と、豫備動復原力の B とが丁度等しくなる角度まで傾くことになり、もし A が B より大きければ顛覆ということになる。

この方法を洞爺丸の當時の海象に合わせて計算しようとすると次のような難點にぶつかる。

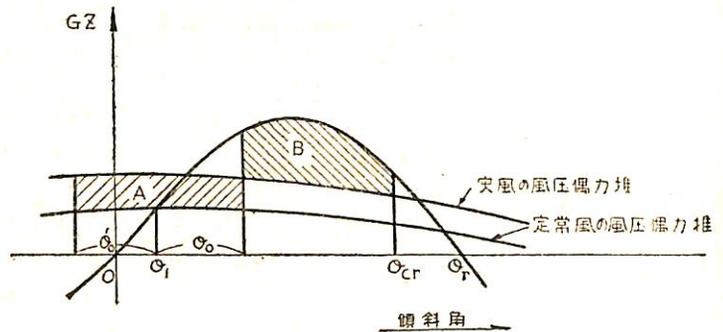
すなわち

- a) 上部構造物の浮力がどの程度復原性に寄與するか
- b) 大角度傾斜時の復原艇の變化
- c) 突風の變動が7圖のように階段状にならない
- d) 不規則な波の中の動揺角度は理想的な同調横揺角度よりどの位小さくなるか。

等である。

二つの船の復原性の比較ということならばこの點はさして問題とするには當らないが、絶對的な判断を下す上には是非とも明かにしなければならぬ。

現在の段階ではむしろ洞爺丸その他の高價な犠牲を拂つて得られた Data によつて、逆にこれらの未知數が明かにされうるといつた方がよいかも知れない。



第 7 圖

試みにこれらを考慮しないで a) 上部造構物は一切復原力の足しにならない。b) 偶力挺は変化しない。c) 階段状に変化する d) 同調動揺である。という假定の下に計算してみると、浸水の影響を考慮するまでもなく、風速 30 m/sec, 突風変動率 40%, では横揺角 10° 足らずで顛覆という結果となつて事實と反する。そこでどうしても船室の浮力を考慮するとともに他の事項にも考慮をめぐらさなければならない。

洞爺丸は座礁または觸底してから約 13 分後に SOS を發して通信を絶つていることから座礁してしばらく風波に耐えてから横倒しになつたと考えられるが、一方他の連絡船（北見丸外）ではその沈没位置からみて座礁しないで沈没したと考えられるものもある。そこでその違いを次のように解釋してはどうだろうか。すなわち洞爺丸では車輦甲板上の客室が短い間は水密と考えられるので復原力に加わり、そのため座礁するまでは顛覆しなかつたが座礁後反力の中心が船底になつて、風壓偶力挺が増大したのと、座礁および浸水のための復原力の減少と、あるいは貨車の片寄り等が重なつて暫時の後顛覆したのに對し、客室を持たない青函型では上部構造物による復原力の増加が餘りないため、座礁するまでもなく顛覆したとするのである。

但し兩者とも浸水によつて元々の復原力もかなり損われていたことは勿論である。

このことから a) に對するなんらかの手掛が得られるはずである。

次に同じ貨車専用型のもでも空荷だつた第 12 青函丸は無事だつたが、これは錨地の差異もあることで一概にはいえないが、満載時の復原力では耐え得ず、空荷時の復原力では耐え得たと考えるならば、海象状態は丁度その中間にあつたとみられるから、このことより b), c), d) 等の説明が得られるかも知れない。

いずれにせよ今の段階ではこれ以上の憶測を逞しくすることは無駄であろうが、洞爺丸の惨事に較べて見逃され易い他の連絡船の遭難状況も技術的には極めて重大な意義をもち、また貴重な資料を提供していることを忘れてはならない。

4 沿海航路船として適当な設計だつたか

事件後、船は絶対に顛覆しないようには出来ないのかという質問をよく受ける。絶対に顛覆しない船は出来ないことはないだろう。しかし恐らく探算の合わない船になることだろうし、いずれは何かの開口なり窓なりがあることだろうから、それを閉め忘れたら保證の限りでない。結局使用する人の注意を全然度外視してなお安全な

船というものはまず出来ない相談である。

さて沿海航路の船は台風が近づいていれば出港を見合わせる事が出来る。また萬一知らないで出港しても呼び戻して台風が到達するまでに避難出来る程度の航程である。従つて沿海航路の船としては台風に遭遇することは考えなくてよい。勿論考えるに越したことはないが、その分を居住性や運航性能の方へ廻すわけである。

従つて通常遭遇する荒天は不連続線によるものであり、最悪の場合に低氣壓の中心に遭遇すると考えるわけである。

昨年より安全法の改正が運輸省を中心として行われているが沿海船舶に對する基準の根本方針も大體以上のようであると聞いている。

そこでこのような見地から沿海以上の船の復原性基準案として九州大學を中心として作られた試案によつて洞爺丸の復原性を當つてみると、

1) 風速 15 m/sec の風（不連続線による風速）により發生した波浪中において基準では

$$C_1 > 0.8 \quad \text{に對し洞爺丸では}$$

$$C_1 = 1.58$$

2) 風速 32 m/sec の風（低氣壓中心の風速）のみに對し、基準では

$$C_2 > 0.8 \quad \text{これに對し洞爺丸では}$$

$$C_2 = 1.6$$

となるから、沿海としては台風に遭遇しないという前提条件のもとでは充分な復原性を有するといえよう。

台風に遭遇することを考えなかつた船が台風で沈んだのだから船の設計の面からは全く問題はないかというところはいえない。まず台風に遭遇しないと考えることの當否があり、その他、不幸にして台風に出遭つたとして船の性能上、萬策つきで沈没したものかどうか。すなわち錨、錨鎖の強度、車輦甲板の水密性、復原性、強度等にアンバランスがあつてその最弱點が船を顛覆に至らしめはしなかつたか、等々、造船家として大いに反省すべき問題が残されている。

5 洞爺丸事件の教えるもの

1) 船の運航責任者は、船の耐え得る風波の限度を熟知していなければならない。

前述のように沿海航路の船はどのような天候でも絶対安全なようには作れるものではないしまたその必要もない。要は使用者がその船の耐え得る天候の限度を熟知していて無理をしないことにある。洞爺丸の生残りの士官が 2 人も顛覆するまで危険を感じなかつたといつていのは驚くべきことで、船の安全性に對する過信といえ

よう。

また造船家の方でも設計の目標として安全限界を明示すべきであろう。

2) 船の安全性は機関が停止した時について考えなければならぬのではないかと。

今回の惨事も浸水による機関停止がなければ起らなかったかも知れないのであるが、一般にいつて機関が停止したらもう保たないというのでは心細い話で、機関が停止し漂流して横風、横波を受けても豫想される天候では一懸は安全なように設計されなければならぬのではないかと。

3) 機装の問題

今回の遭難連絡船に共通なかつ相當に重大な因子として車輛甲板よりの浸水が擧げられなければならない。新聞の報道によれば、天窗はあいていたという。これが本當ならば荒天準備の怠慢というより外なく、台風輕視の一端はここにも現われている。

しかしながら一方一寸閉め忘れれば致命的な結果をもたらすような場所に開口があり、かつ荒れ初めてからは外から閉め難いというのでは考えもので、錨の大きさとともにこの際大いに検討するべきことである。

貨車を積んでいない大雪丸、第12青函丸が無事だったのが、復原力の違いからか浸水の量の違いのせいかわたは泊地が異つたからかは今後の調査で明らかにされることだろうが丁度限界に近い海象状態だったわけで極めて貴重な資料である。

いずれにせよ惨事が起つた以上はこの高價な犠牲を拂

つて得られた貴重な資料を生かしてこの種の海難の絶滅に努力することが造船家に課せられた使命であろう。

参 考 文 献

- 1) Srerdrup H. U. & W. H. Munk "Wind Sea and Swell, Theory of Relations for Forecasting." U. S. Hydrographic Office Pub. No. 601 1947.
- 2) Bretschneider C. L. "The Generation and Decay of Wind Waves in Deep Water" Trans. Geophysical U. Vol. 33 June 1952.
- 3) 中島康吉 "鐵道連絡船の操縦性におよぼす風の影響" 造船協會論文集 84 號

船用機関製造状況表 (昭和 29 年 7 月分)

船舶局關連工業課

機 種	臺數	出力(HP) 傳熱面積 (M ²)	重 量 (T)	價 格(千圓)
蒸 氣 ボ イ ラ	9	2,587	429.2	154,170
蒸 氣 レ シ ュ ロ	6	101	5.	2,760
蒸 氣 タ ー ビ ン	10	14,820	245.3	179,331
内 ー デ ー セ ル 機 關	1,622	53,212	2,374.4	1,119,105
燃 燒 玉 機 關	139	5,512	374.4	91,679
機 電 着 機 關	385	2,646	64.4	37,708
關 小 計	2,246	61,370	2,813.3	1,248,492
船 用 補 機	741	—	528.3	213,024

11月20日刊行 船舶局監修

船 舶 年 鑑

(昭和 30 年版)

A5版 320頁 (8冊2段組, 1頁1700字入) 定價 560圓 (送 50圓)

昭和 28 年 4 月より本年 3 月に至る 1 年間の海運、造船、關連工業の動きを、正確な資料の裏付けによつて、完全に、しかも要領よく捉え、廣く關係者の參考に資し、斯界の指針たらしむるよう編集されたもので、特に本書は年鑑として第 1 回目の刊行であるため昭和 28 年 4 月以前の船舶關係事業の動向、推移、資料も収録している。

- 【主な内容】 1 事業篇…… 90 頁 2 法令篇…… 50 頁 3 資料統計篇…… 130 頁
4 日誌篇…… 5 頁 5 名簿篇…… 50 頁

發 賣 中

淺井榮資 共著
豊田清治

天 文 航 法

A5 版 上製 280 頁
定價 450圓 (送 50圓)

【 内 容 】

- 第 I 章 天文航法の概要 第 II 章 地球と天球 第 III 章 時および曆 第 IV 章 天測船位測定原理
第 V 章 高度、方位角の觀測法 第 VI 章 太陽の天測 第 VII 章 恒星の天測 第 VIII 章 月および惑星の天測 第 IX 章 測定條件の吟味と應用計算 第 X 章 天測船位の軌跡と測定船位の誤差
その他附録 22 頁、位置記入用圖等折込 3 葉