

# 北斗丸による航走時強度試験

安藤 良夫・高橋 幸伯

日本造船研究協会第 10 研究部会は、本年 1 月運輸省航海訓練所練習船北斗丸により波浪中の航走時強度試験を行った。筆者等は計測員として参加したのでここにその計画と試験の概要を御紹介する。

## 1. 実験計画の概要

船体構造強度については、航行中の実船について測定しなければ実態のつかみ難い問題が多いが、従来は主として計測装置の点から実船試験は余り行われていない。戦後電氣的計測方法の急速な発展とともに、米英などではこの種の実験も次第に行われるようになり、すでに“Ocean Vulcan”(英)、“San Francisco”(独)や、“San Conrado”(英)などの実験結果が発表されているが、未だ 5 指を屈するに足らない。

わが国においてはまだ一度もこの種の実験は行われていないが、船体構造強度の研究には是非実船実験を行わねばならぬという要望が高まり、個々の研究者ではなし得ないことなので、昭和 25 年造船協会に委員会を設け

て具体的計画を進めて来た。波浪中に船体の受ける応力測定を最終の目的としたものであるがまず最初の段階として、動的な応力測定装置の試作に着手し、折から脚光を浴びて来た抵抗線歪計を利用して計器の試作研究も着々と進み、昭和 26, 27 年は進水時の船体応力測定その他の機会を利用して成果を挙げて来た。

そのうちに日本造船研究協会の発足とともに、この問題を研究項目として採択して同協会内に東大吉識教授を部会長とする第 10 研究部会を設置してさらに推進することになった。折から運輸省からも昭和 28 年度科学技術応用研究補助金の交付を得たので、28年度は所要の計器を整備した上、適当な船を選んで近海で計器の性能試験を主にした試験を行い、29年度に冬期太平洋を横断する船によって本格的実験を行う計画を立てた。幸にして今回運輸省航海訓練所の好意により、練習船北斗丸(第 1 図)の使用が許された訳である。

実船航走時の強度試験といってもその対象は多種多様ですべてを望むことはできないので、今回は最近特に問題になっているスラミング(slamming)現象に重点をおくことにした。船が比較的軽吃水で波浪中を航走しているとき、ある速度になると縦揺につれて船首船底部が海面上にとび出し烈しく波の面を叩きつける現象をスラミングといい、船体に烈しい衝撃応力を生ずるものである。スラミングの起るのは船が軽吃水るとき、波の長さが船の長さとはほぼ等しいとき、および高速度のときで、わが国では冬期荒天時の北太平洋航路などで損傷を受けることが多い。それで今回の実験も理想としては長さ 100 m 以上の船が望ましいのであるがその機会がなかった訳である。

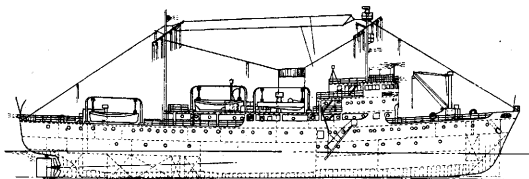
## 2. 測定項目とその方式

非常に多岐にわたる測定項目をできるだけ小人数で同時記録を採るために、すべて電氣的記録方式を採用する方針で測定方法や計器の試作を考えたが大要次の通りである。測定位置の概略は第 2 図に示す。

### (1) 水 圧

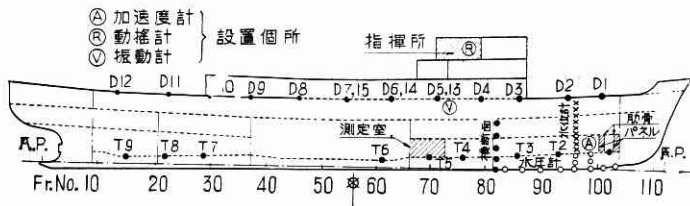
船体の受ける水圧を外板全般にわたって測定することが理想であるが、望むべくもないので船首船底部に限り 12 箇所測定した(H. 1~12)。

水圧計は抵抗線歪計を貼った受圧板の歪を測定して圧



| PRINCIPAL PARTICULARS |                   |
|-----------------------|-------------------|
| LENGTH(O.A.)          | 75.500 M          |
| LENGTH(P.P.)          | 68.500 "          |
| BREADTH(MLD.)         | 11.000 "          |
| DEPTH                 | 7.500 "           |
| LOAD DRAFT (EXT.)     | 4.130 "           |
| DISPLACEMENT          | 1,919.300KT       |
| GROSS TONNAGE         | 1,631.27 T        |
| MAIN ENGINE           | STEAM TURBINE     |
| MAX. CONT. SERVICE    | 1,400BHP × 168RPM |
| SPEED : TRIAL SERVICE | 1,200 " × 160 "   |
|                       | 14.207KTS         |
|                       | 12.50             |
| COMPLEMENT :          |                   |
| OFFICERS              | 21                |
| CREW                  | 42                |
| CADETS                | 80                |
| TOTAL                 | 143               |
| BUILD                 | 25 TH, DEC. 1952  |

第 1 図 練習船北斗丸



第2図 測定項目および測定位置概略

力を求める方法で、2種類を試作併用して比較実験を行った。その一つは外板に穿った小孔に船内から受圧板を出して外板表面と一致するようにしたもので、他の一つは受圧板は船体内部におき導管で海水を導入する型のものである。

(2) 応力

応力の測定はすべて抵抗線歪計を用いた。全部で65点であるが、中には汚水や油の溜る箇所や常に波浪に洗われている箇所もあるので、特に試作したゲージプロテクターを使用した。好成績で実験終了後撤去の際(貼布後80日)にも充分の絶縁を保っていた。

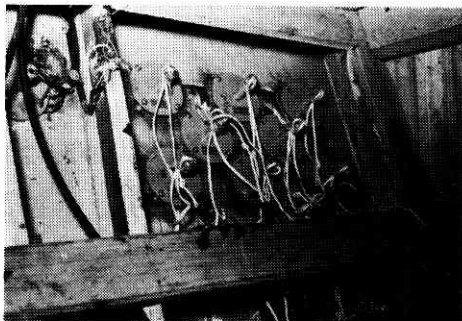
測定箇所の詳細は次の通りである。

(a) 遮浪甲板——全長にわたって12箇所として右舷梁上側板の下面に貼ったが、中央部3箇所だけは上面にも貼ったので合計15点である(D.1~15)。貼布方向は縦(船の長さ)方向。

(b) 内底板——全長にわたって9箇所(T.1~9)。上記(a)の12箇所に対応する位置で竜骨上面で測る予定であったが、本船では二重底をすべてタンクに使用しているため貼布後の処置が困難になるため、止むを得ず内底板上面中心線上で測ることとし、機関配置のため12箇所全部は採れず9点となった。貼布方向は縦方向。

(c) 横断面——肋骨82番より前方120mmの横断面上で竜骨から右舷船側外板を経て上甲板中心線まで7箇所(S.1~7)、貼布方向は横方向。

(d) 肋骨——肋骨101番と103番を選び、いずれも内底板の高さの所から上甲板までの間の6箇所(103番は5箇所)で球形鋼の遊縁に歪計を貼ったほか、肋骨101番では下方の3箇所だけ前記歪計に対応する位置で肋骨に接した外板にも貼った(F.1~14)。



第3図 外板パネル測定点(円形のプロテクター中に2方向に歪計を貼ってある)

(e) 外板パネル——衝撃的水圧を受けると予想される外板パネル上の応力分布を測定するため、肋骨100~101番間と103~104番間のAストレーキ上にそれぞれ5箇所を選び、歪計はいずれも縦横2方向に貼った(P.1~20)(第3図)。

(3) 船の運動状況

(a) 動揺——水圧や応力と同様に電気計測をする予定であったが、計器試作が間に合わず機械的装置を用いた。スペリーのジャイロ式と振子式の二つを併用したが、いずれもペン書きで前者は縦揺と横揺とが同時に記録でき後者はいずれか一方だけを記録するものである。

(b) 加速度——先端に重錘をつけた片持梁に抵抗線歪計を貼ったものを、シリコン油を満たした小箱中に封入したもので、2方向の加速度が測れるものを試作した。またこれに二重積分回路を付属させて変位計としても使用する予定であったが増幅器不調のため試みる事ができなかった。

(c) 振動——これも上記加速度と同様抵抗線歪計をピックアップとしたものを試作した。

(d) その他——船体上下動も測定したかったが、適当な装置が得られなかったので同時計測は断念した。船の主機回転数、速力、針路、船位等の測定は船側に担当してもらった。

(4) 船に対する水位

船と波面との相対位置を知るために船の全長にわたって wave profile を求める必要があるが、今回は試験的に右舷肋骨95~96番間の1箇所だけの水位を測定して見た。

水位計は船側に沿って9箇の接点を設け没水による短絡電流によって段階的に水位を知る方式のもので応力などと同時記録が採れるように試作したものである(詳細は本号25頁研究速報を参照されたい)。

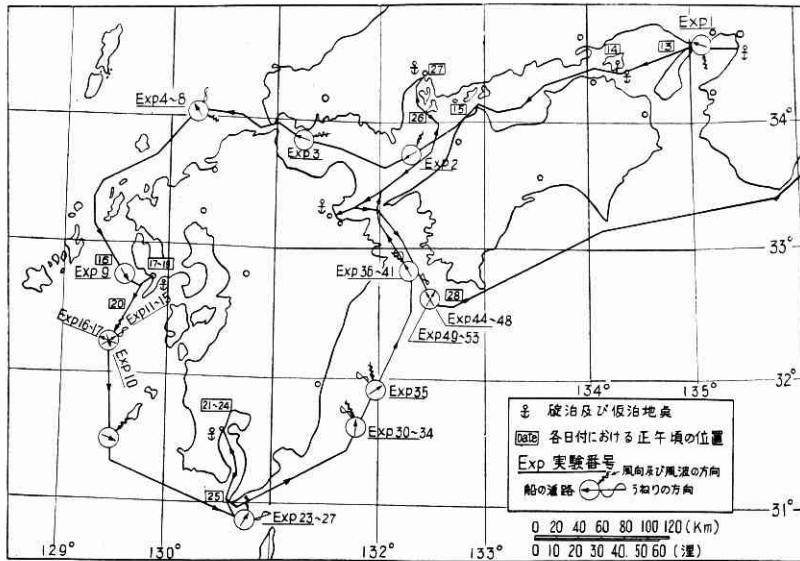
(5) 海象、気象その他の外界条件

風向、風力、波向、波長、波高、水深、水温、気圧および気温などの測定は、船側および乗組中の練習生の協力に依った。

3. 実験方法

比較的短い航海でしかも近海の多種多様な海面条件のために統計的な記録は求むるべくもなかったが、なるべく系統的な資料が得られるように機会ある毎に(荒天を選んで)、速力や波に対する船の角度などを段階的に変えて実験を行い、第4図の地図に示すよう合計約50回行っている。

前述のように遠隔測定と同時記録を目的として、ほとんどすべて電氣的計測によりオシログラフで記録する



第 4 図 実験航路概要

方針をとったが、各測定点に対し各個に増幅装置や記録装置を附属させることは経済的に許されないので、測定点を 5~6 ずつの群に分け順次切換え 6 回で 1 巡するようにした。各回の計測時間は約 30 秒で、切換え時間その他を入れて 7~10 分間で一回の実験を終了する。

オッシログラフは電磁型 6 エレメントと 15 エレメント各 1 台と、今回試作した電子管切換え方式のブラウン管オッシログラフ 1 台合計 3 台を使用した(第 1 表)。電子管切換え方式のものは 2000 サイクルで 5 点切換えを行う電子管を用い、1 箇のブラウン管に 5 つの現象を映すことができるものである。螢光面には 5 つの光点が現われて現象に応じて個々に上下するのを 35mm カメラでフィルムを一定速度で送りながら撮影するものである。

第 1 表 記録装置分担表

| 測定項目   | 記録装置   | 自記 |         |         | 合計 |          |
|--------|--------|----|---------|---------|----|----------|
|        |        | 自記 | 15el 電磁 | 6 el 電磁 |    | 5 el 電子管 |
| 水圧計 H  |        |    | 12      |         | 12 |          |
| 応力     | 遮浪甲板 D |    | 15      |         | 15 |          |
|        | 内底板 T  |    |         | 9       | 9  |          |
|        | 横断面 S  |    | 7       |         | 7  |          |
|        | 肋骨 F   |    |         | 14      | 14 |          |
|        | パネル P  |    |         |         | 20 | 20       |
| 加速度計 A |        | 2  |         |         | 2  |          |
| 水位計 W  |        | 1  |         |         | 1  |          |
| 振動計 V  |        |    | 1       |         | 1  |          |
| 動揺計    |        | 3  |         |         | 3  |          |
| 合計     |        | 3  | 37      | 24      | 20 | 84       |

計測室は食糧庫を改造したもので、電気的計測によるものはすべてこの部屋に集めた(第 5 図)。測定点よりの導線はすべてシールドキャプタイヤを使用し、電子管切

換の記録装置に入れる 20 点を水密隔壁を貫通させた他は、全部迂回配線をしたので最長のものは 100m 程度になっている。

外界条件の観測と船側との連絡の便をはかって船橋にある海図室に実験指揮所をおき、機械的な動揺記録装置はここに設置した。指揮所と計測室との連絡は直通電話とブザーとによった。

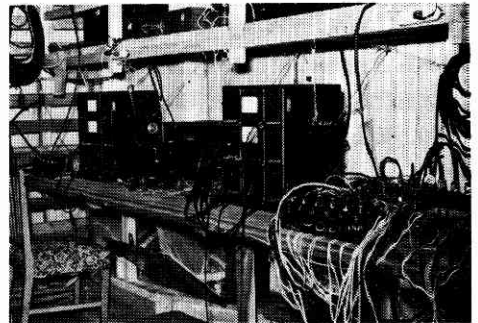
4. 実験経過日誌

12 月 17~22 日。北斗丸入渠中(藤永田造船所)を利

用して水圧計、水位計取り付け、歪計貼布、導線配置。

1 月 9~12 日。計器搬入、準備完了。

1 月 13 日。0900 大阪出港。計測員一行 9 名(日本海事協会 1 名、東大 3 名、運輸技術研究所 3 名、浦賀造船所



第 5 図 計測室の一部

中央は 15el、電磁オッシロ、その左右は 6 unit の増幅器、両端はスイッチボックス

1 名、長崎造船所 1 名)。1700、小豆島草壁入港。この間和泉灘にて第 1 回計測を行う。海面鏡の如し。

1 月 15 日。0600、草壁出港、平穏な内海航路。伊予灘にて第 2 回計測。周防灘にて第 3 回、2100、関門海峡通過。支海灘も予想外に静か。

1 月 16 日。0000、航路変更して相当沖へ出たが余り荒れていない。仕方なく速力を 5 段階変えて第 4~8 回計測。1430、長崎入港。出島岸壁繫留。入港前港外で速力試験中第 9 回計測。

1 月 20 日。0900、長崎出港。1330、野母崎南西方で波浪観測のため停船 30 分間漂泊。この間に第 10 回計測。やや波あり。1400~1600、第 11~17 回計測。1900~2000、第 18~22 回計測。

1 月 21 日。鹿儿島湾口に達したが満足すべき荒天に遭

えなかったのに、更に大隅半島を越えて日向灘に出る。果して縦揺はげしく手放しで歩けない程度揺れ始める。0200~0240, 好機到来第23~27回計測。この間第24回において所期のスラミング現象の記録に成功する。1100, 鹿兒島港外に投錨。

1月25日。0900, 鹿兒島出港。1900~2123, 日向灘にて第30~35回計測。横揺れはげしく机上の器物が落下する程度。

1月26日。0400~0511, 豊後水道にて第36~41回計測。1500, 広島港(宇品)に入港。

1月27日。1600, 広島出港。最後のコース。

1月28日。0000~0800, 別府沖に仮泊して豊後水道における海王丸との協同実験に待期する。1200, 海王丸に追つく。実験要領打合せ。1300~1550, 第44~53回計測, この間天気晴朗浪高く絶好の条件であった。風速は最高42m/sを記録しスラミングも2回は確実に記録し得た。全航海を通じて最大と思われるスラミングを感じたが, 測定点切換中で記録し損なったのは残念であった。この間各回とも海王丸が併行して本船の運動状況特に wave profile の撮影を行った。

1月29日。0800, 潮岬沖通過。1330, 志摩半島五箇所港に投錨し端艇操練。1600, 五箇所港発。1900, 伊勢湾口に至る。2000, 浜松沖 home speed で快適に走る。

1月30日。0930, 東京港内に繋留。実験航海を終る。1430, 計測員一同別れを惜んで下船。

2月2日, 4日。計器揚陸。

3月8日, 11日。歪計および配線撤収

5. むすび

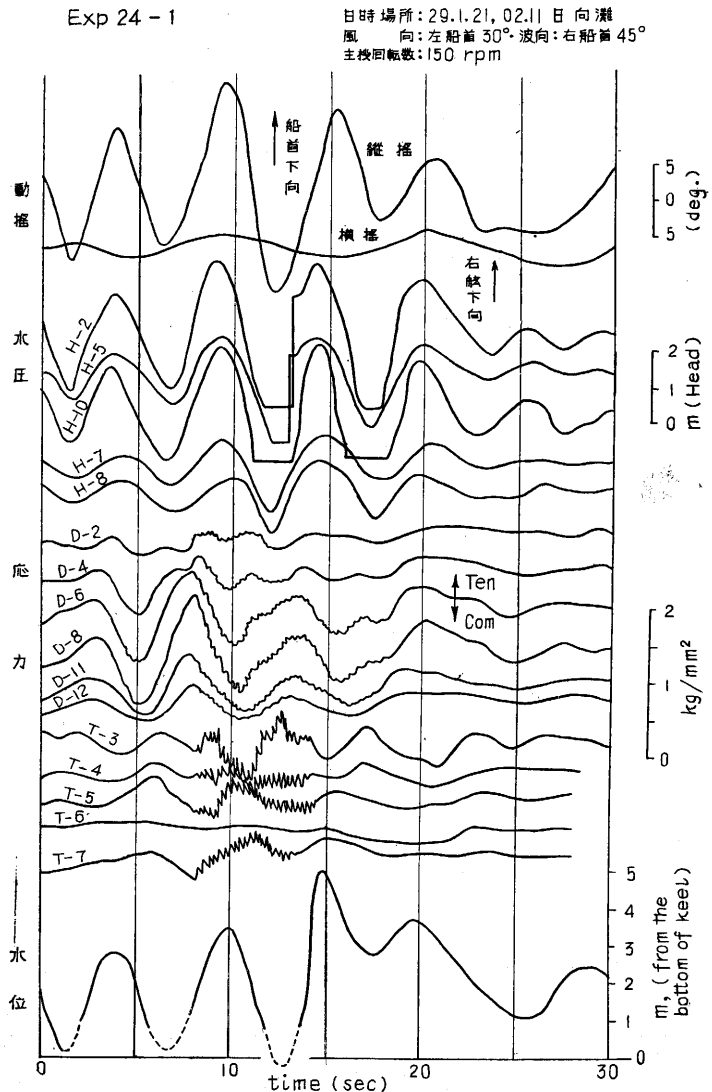
実験結果については目下資料解析中であるが, その一例を第6図に示すに留める。第24回計測の6回中の第1番で13秒位の所でスラミング現象が見られる。

今回の実験は構造強度方面ではわが国初めての試みで各方面から期待されていたものであり, 使用した計器も外国に実船実験の数例ありとはいっても, わが国の経済情勢では真似ることのできないもので, すべて独自の工夫をして試作したものであるが, これら計器の性能試験としては満足すべき結果が得られ次の北太平洋における本格的実験に対する自信を

つけることができた。また回数は少なかったがスラミング現象を捉えることができたことも大きい収穫である。

今回の航海では入港碇泊の機会が多かったので, 航海に不馴れた計測員の船酔いの回復や, 計器の整備調整あるいは写真の現像などに充分の余裕があったことも好都合であった。海面状況も始めは極めて平穏で支海難でも予想外に静かだったが, 日を追って荒れてきて最後の土佐沖の実験の時などは船員も驚く程の荒天になったがこれも計測員のコンディションを整えるには好都合であった。

この得がたい機会に計測員として参加し貴重な体験を得たことを感謝するとともに, この実験に当り御支援御協力を賜った各方面, 殊に終始格別の御配慮御協力をいただいた北斗丸の船長はじめ乗員の方々に厚く御礼を申し上げる。(29. 5. 10)



第6図 測定記録の一部