

進水時を利用した船体應力分布の計測

安 藤 良 夫

1. 緒 言

船体構造のように大きく複雑な構造物では、それに外力が加わった場合の応力分布を求めたい時、実船について計測するのが最も望ましい。実船を入渠させるか平水中に浮べて曲げモーメントをかけて行う静的強度試験がその目的には最も良いが、多大の経費と時間と労力を要するし、しかも実験に使用できる船はなかなか得がたい。

船の進水は船の完成を意味するものではないが、主要構造はほとんど完成しており、進水時には可なりの曲げモーメントがかかる。これを利用して船体応力分布の計測を行えば応力集中の程度、応力の伝わり方等を比較的簡単に計測することができる。

昭和26年発足した造船協会船体構造研究委員会においてこの問題が取上げられ、諸計測に必要な計器の試作研究が行われた。計器の試作は運輸技術研究所船舶構造部と東京大学生産技術研究所が主となつて当り、それぞれ特徴を有するが、いずれも抵抗線型多回路歪計測器で同年度進水した数隻の船について性能試験を行い、満足すべき結果を得た。

昭和27年度は新に誕生した造船研究協会の事業として数隻の船につき、船体構造各部の応力分布の計測を行ったのでその概要を紹介する。

船体構造上の諸問題を明かにするために実船による応力分布の計測を必要とすることがしばしばある。これらの実験は非常に大掛りであるため、これまで指折り数える程度しか報告されていない。進水時に相当の曲げモーメントが船体に加わることを利用し、新に設計された抵抗線型多回路歪計を用いれば比較的簡単に計測ができる。

2. 進水時に船体に加わる曲げ

船体は長いものであるから、加わる外力で一番問題になるのは波浪による曲げである。これは航行中行わなければならないので計測に種々の困難な点があり、将来は行う予定であるが、手はじめとして進水時に船体に加わる曲げを利用して計測を行うこととなつた。

進水時に船の甲板上で応力を計測した一例を示すと第1図のようになる。この場合船底で計測すれば引張と圧縮が逆になるが同様の傾向である。船が船台上で建造される場合には海又は川に向つて1/20前後の勾配をもつてならべられた盤木の上に造られる。ほぼ主要な構造ができ上つた時に進水するのであるが、進水台上に静止している船にはどの位の応力が加わっているかは知るよしもない。しかし船は船首から船尾までの大部分にわたつて支えられているので、船全体を梁と考えた場合の曲げ応力はたとえあつたとしても少いと考えられるので進水直前を0とする。(第2図(1)の状態)

進水式台で支綱切断が行われると、トリガーが外されて船は進水台上を滑りだす。台の全面が固定台上につけている(2)の状態では船尾部の浮力のため船は幾分saggingとなり、滑台の後端が固定台の端を超えて(3)の状態では浮力はふえるが、船尾部がオーヴァーハング

表 紙

研究解説

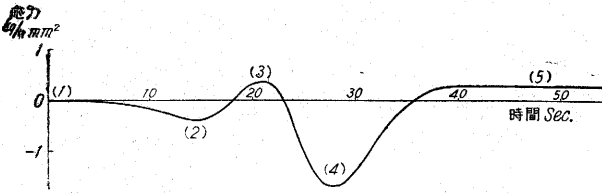
進水時を利用した船体応力分布の計測.....	安藤 良夫... 1
粉体、粒体の表面測定.....	{ 福田 義民 河添 邦太郎... 5 趙 容達
工学的にみた土の種類.....	三木五三郎... 9
ジーゼル機関出力の温度修正.....	平尾 収...13
衝撃波管による高速気流の研究.....	{ 玉木 章夫...15 大島 耕一

研究速報

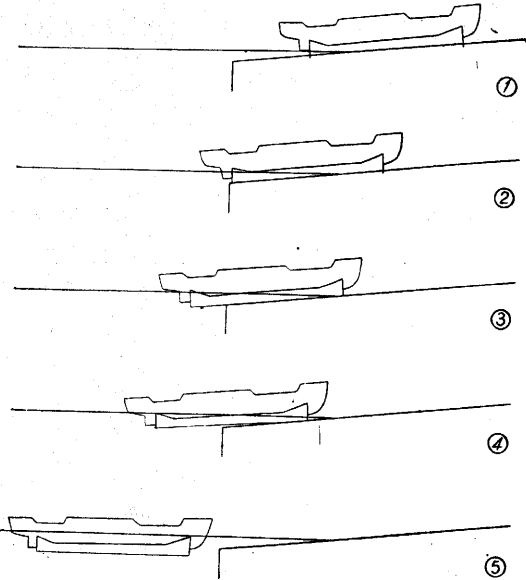
精製澱粉及精製水飴中の窒素化合物に関する研究.....	{ 吉弘 芳郎 中村 亦夫...19 友田 宜孝
水面波の反射に関する計算.....	服部 剛...20
再び可熔合金について.....	{ 古川 浩...21 塩原 竹治
麩麴製造の機械化に関する研究.....	{ 渡辺綱市郎 中村 亦夫...22 友田 宜孝

IIS NEWS

自動制御研究会新発足.....	23
200 kVA の直流発電機動く.....	23
部外活動、筆者紹介.....	24
生産技術研究所の特殊研究施設.....	24



第1図 進水時船橋楼甲板上的応力変化



第2図

になるため、僅かながら hogging となる。そのうちに船の中央の太い部分が浮力をもつて来るため浮力は急に増大し、船首抱台の前端に関する浮力のモーメントが重力のモーメントに等しくなった瞬間の(4)の状態ではこれまで固定台と滑台と可なりの面積で接触していたのが、船首部だけが接触して船尾が浮き上がる。これを船尾浮揚 Lift by stern といい、この時は船体の重量は船首抱台附近の反力と浮力により支えられる。この反力は船首に近く、浮力の中心は船尾に近く、船体は sagging moment をうけこの曲げモーメントが最も大きい。進水時を利用する応力分布の計測はこの瞬間をねらって行うものである。

Lift by stern が終ると船は次第に水平となり、浮力が増々増大し、その分だけ反力が減っていく。曲げモーメントの方は次第に小さくなり、(5)の状態では完全に水に浮ぶ。進水する船はエンジンもなく完成状態より遙かに軽く小さな吃水で浮ぶので、船の重量の大部分は太った中央部附近の浮力で支えられ、中央に特に大きな荷重はないため浮んだ後は幾分 hogging の状態である。これらの過程は船の大きさ、水中固定台の長さ、地盤、満潮時の水位等によつてほとんど船毎に幾分異つている。

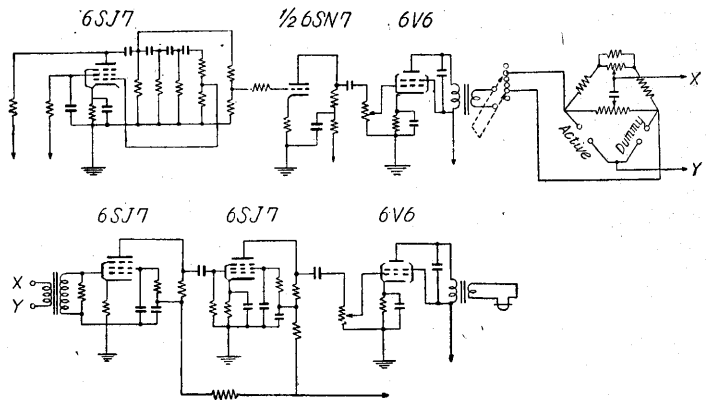
以上のべた支綱切断から完全浮揚までは、われわれの計測した載貨重量 1~3 万トンの船においてはいずれも 1 分足らずである。したがつて計測はこの時間内に行わなければならない。

3. 計測方法

静的の試験であれば曲げモーメントを加えて静止している時間が相当長く保てるが、進水の場合は全部で数十秒、しかも最大荷重の点は一瞬であるのがこの計測の困難な点である。

しかし第1図においてわかるように、40秒位の間に二三の山のある程度の変化であるため、1~2秒おきの点が得られればこれらを結んで曲線を求めることができる。応力分布を求めるには相当多数の点の同時計測を必要とするため、最初は12点切換の抵抗線型多回路歪計を試作して用いた。これは当所高木研究室の有力な後援により完成したもので、この計器についてはすでに発表した通りである。(1)(2)

その後数次の実用試験の結果部分的に改良を加え、切換点数を24点に増加し、これらの点の計測に対し、ただ一組の発振器、増巾器、記録器を使用し装置の軽量化をはかっている。進水する船は未完成のもので船内には電源がないため蓄電池によつてインバーターを廻し、交流 100V に直して使用する。計測器の配線は第3図に示す通りである。



第3図 抵抗線型多回路歪計配線図

抵抗線型歪ゲージは共和無線製の抵抗値 120Ω ゲージ長 20mm, 9.5mm の一方向のものを主に用い、必要に応じて 20mm 三方向ロゼットを使用した。接着剤は大概ブチラールを用い、絶縁抵抗はほとんど 500MΩ 以上が大部分で、特に悪い場合でも赤外線乾燥を行い、10MΩ 以上になるようにして、ワセリンのコーティングをした。

4. 実測例

現在までに実測を行つた船名を掲げれば第1表の通り

第 1 表

船名	船主	主要寸法	載貨重量	造船所	進水年月日	測定箇所
日洋丸	日産汽船	128.0 × 17.4 × 10.4 m	9,720 kt	鋼管鶴見	1951. 12. 12	甲板(計器作動試験)
熱海丸	日本郵船	140.0 × 19.0 × 10.5	10,100	東重工横浜	1951. 12. 25	
永兼丸	八馬汽船	128.0 × 17.8 × 10.0	9,870	浦賀	1952. 1. 25	
祥雲丸	岡田商船	130.0 × 18.3 × 9.9	10,178	東重工横浜	1952. 3. 24	上部構造 船橋楼前部ブレーキ ドアウエイ
永真丸	八馬汽船	138.0 × 18.8 × 10.7	11,125	浦賀	1952. 7. 26	
和光丸	三光汽船	134.8 × 18.3 × 10.15	10,478	石川島	1952. 8. 5	船橋楼前後部ブレーキ
ADRIAS*	輸出船	167.64 × 22.56 × 12.34	20,000	鋼管鶴見	1952. 10. 1	ボトムロンジ
香椎丸	日鉄汽船	134.8 × 18.3 × 10.15	10,579	石川島	1952. 11. 2	ハッチコーナ
ALLIANCE*	輸出船	167.0 × 22.0 × 12.2	20,100	川重神戸	1952. 11. 19	ボトムロンジ
祐邦丸*	飯野海運	185.0 × 25.2 × 13.4	28,000	播磨	1952. 12. 17	ボトムロンジ

* 印3隻はタンカー, その他は三島型貨物船

である。26年度は主として計測器の試験を行つたが、進水時の計測は十分行いうるとの結論を得たので、27年度は各船毎にテーマをえらんで計測を行つた。その主なものは貨物船の中央甲板室前後端附近の応力分布とタンカーの船底縦通材の横隔壁貫通部附近の応力分布の計測であつた。

在のところ如何なる構造にすれば最もよいか決定版はない。その計測結果の一例を第4図に示す。多少応力集中はあつても確実な溶接のできる構造であれば問題はないと考えられる。

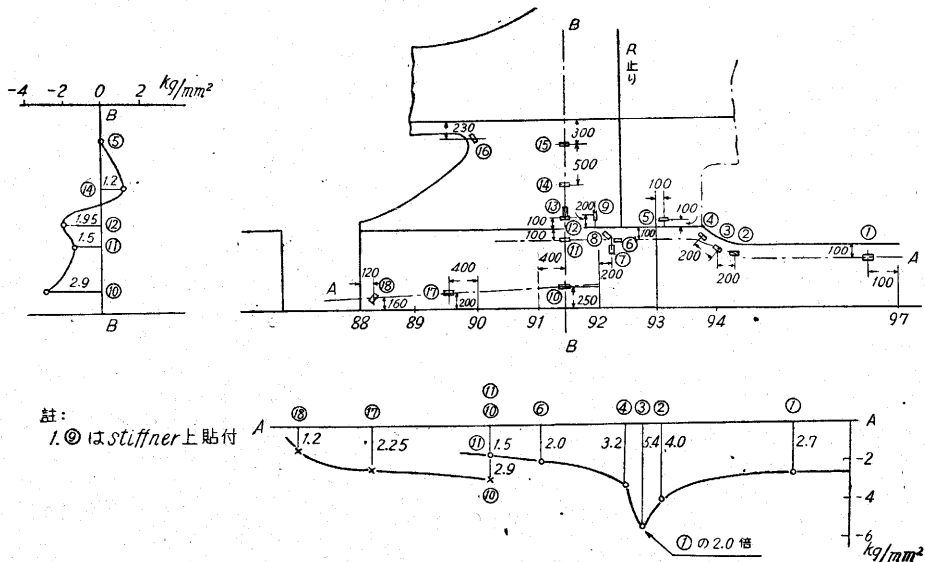
またブレーキ附近のドアウエイのうち、端に近い上の隅にクラックが入りやすいといわれるが、可なりの応力集中もみられた。

a) 甲板室前後端附近の応力分布

貨物船では大概中央に船橋がある。一万トン級三島型遠洋貨物船が現在最も多く建造されている船であるが、船橋楼は可なり長く、その部分では強力甲板は船橋楼甲板となつているのが普通である。乗組員の居住区、操舵に必要な諸装備はこの上に造られた甲板室に取められるため、甲板室は相当大きくなり、その前後端の不連続部分にはどうしても応力集中は避けられない。甲板室を全部アルミ合金で造ればヤング率が小さいために応力集中は可なり減少すると思われるが、現

b) タンカー縦通材の横隔壁貫通部附近の応力分布

タンカーはおおむね longitudinal system で縦通材は板の上端をフランジし下を船底外板に溶接する。タンカーは油を運ぶ船であるから、復原性の要求から油槽は縦横の隔壁で仕切られる。そこで縦通材は縦強度材として隔壁の向う側と連絡しなければならない。不完全な溶接しかできないような構造は不可である。現在は第5図に示すように through bracket を通し、縦通材のフランジに溶接するのが普通である。そ



註:

1. ⑩はstiffener上貼付

○レール下方 100 mm } いずれも垂直面前後方向
 ×デッキ上方 160~250 mm } 但し、③、④はレールの切線方向

第 4 図

の計測結果の一例を同図に示したが、応力は主として船底外板に流れていることがわかる。

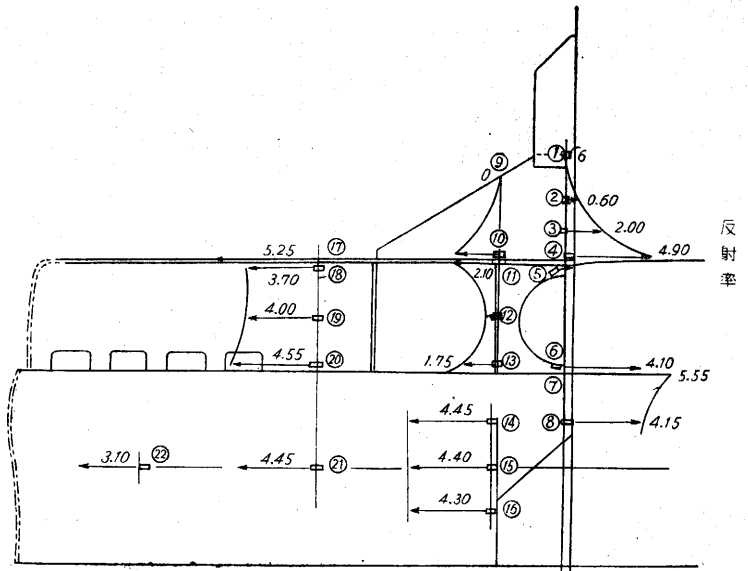
5. 結 語

進水という現象を一つの曲げ試験機と考えて船体応力分布を計測できることを紹介した。このようなやり方は日本が世界各国にさきがけて行つたもので、これによつて実船の応力分布を比較的簡単に測ることができ、造船学における諸問題の解決に役立つことと思う。

計測結果の結論は造船研究協会の委員会において出されることであろうから、本誌では概説のみに止める。

なお航行中の応力分布、外力等の計測についても目下準備を進めている。

(1953. 2. 25)



第5図 “Alliance” 進水時応力測定結果
(1952. 11. 19 午前9時川崎重工において)
応力分布図 (at max stress)

参考文献

- (1) 造船協会々誌第296号
- (2) 生産研究4巻6号

正誤表

第5巻 第2号 (1953年2月号)

頁	段	行	種別	正	誤
20	左		第1図	Al ₂ O ₃ 10%	Al ₂ O ₃ 15%
第5巻 第3号 (同, 3月号)					
8	右	8	次号予告	温度修正	温度習性
9	左	下6	本文	試作	誠作
"	"	下8	"	矩形波	短形波
10	右	下3	註	距離	路雑
11	左	下4	本文	挿入すれば	挿入するば
13	"		第9図	右上電圧計の アースをやめ てE点をア ースする	
13	右		第10図 (説明)	整流器の電圧 —電流特性	電源器の電圧 —電流振性

次号予告 (5月号)

研究解説

- ポーラログラフ測定における溶存酸素の除去.....菊地 真一
本多 健一
- 尿素附加物による脂肪酸の分離.....浅原 照三
- 電子管式アナログ・コンピュータ.....野村 民也
- 二種の耐耐寒性可塑性の製造研究.....石井 義郎

研究速報

- 不凍液としてのレブリン酸ソーダの性能.....岡 宗次郎
武藤 義一
- コンソウイングの高速化.....荒井 宏
- 有機溶媒中の遊離硫黄のポーラログラム.....早瀬忠次郎
- ニュース, 部外活動, その他

福田, 河添, 趙 (8頁より続く)

吸着法によつて得られた粉体の表面積値は凹み, 細孔, 裂け目等の内部表面積を含むと考えられ, 一般に他の方法によるより大きい値を示す。B.E.T. 法が他の追随を許さない点はこのことにあるのであつて, 触媒の研究やその他の内部表面に関する研究には必要欠くべからざる手段となつている。(1953. 3. 11)

文 献

- (1) H. E. Schweyer: Ind. Eng. Chem. anal. ed., 14, 622 (1942)
- (2) L. A. Wagner: Proc. Am. Soc. Testing Material, 33, II, 553 (1933)

- (3) H. E. Schweyer: Ind. Eng. Chem. anal. ed., 9, 211 (1937)
- (4) P. C. Carman: J. Soc. Chem. Ind., 225 T (1938)
- (5) P. C. Carman and P. le R. Malherbe: J. Soc. Chem. Ind. 69, 134 (1950)
P. C. Carman et al: J. App. Chem., 1, 105 (1951)
- (6) 福田, 河添, 趙: 第2回土・粉体・粒体・連合講演会 (1952—2)
- (7) 河添, 趙: 第3回 同上 (1952—12)
- (8) 福田, 河添, 趙: 日本化学会 第6年会(1953—4)
- (9) Brunauer, Emmett and Teller: J. Am. Chem. Soc., 60, 309 (1938)