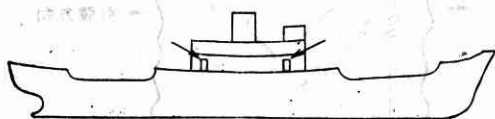


甲板室ドアウェイ周辺の応力集中

安藤良夫

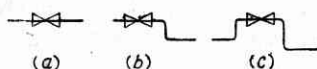
1. はしがき

貨物船の中央部曝露甲板直上にある甲板室、すなわち三島型においては船橋楼上の甲板室、遮浪甲板船においては遮浪甲上の甲板室側壁に設けられた出入口(ドアウェイ)の隅部に損傷を起した例が多く見受けられる。損傷を生ずる位置は第1図に矢印を以て示した如く、船橋前後端に近い上側隅に多い。

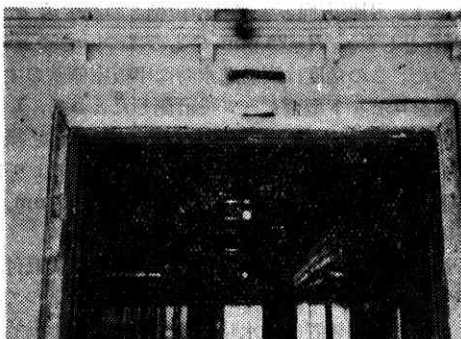


第1図 損傷の多いドアウェイ隅部

この部分を平面図で見ると、ドアウェイ附近の側壁は船内配置の関係から第2図(a)の如く平面のもの、



第2図 ドアウェイ附近の甲板室側壁、上側が船内
(b), (c) の如く折曲つているものがある。ドアウェイ附近の応力伝達状況より(a), (b), (c) の順に損傷が少い



第3図 ドアウェイの船橋前端に近い上側隅の亀裂

貨物船甲板室のドアウェイ隅部に損傷を起すことが時々起るが、実船の進水時を利用して抵抗線歪計によりこの附近の応力計測を行い、隅の半径と応力集中度との関係を模型実験により求めた。

と考えられるが、(c) の如き構造のものでも損傷は現実起つている。第3図はその一例で、やはり船橋端に近い上側の隅に亀裂が入つている。構造の設計に当つては工作の簡易性と構造の適当性とを折合をつけなければならぬが、この例は前者を強調しすぎて失敗した例といえよう。

日本造船研究協会ではこの問題を取上げて委員会を作り、ドアウェイ周辺の応力分布がどのようになるかを進水時を利用して計測すると同時に、簡単な模型実験を行つてドアウェイ隅部の曲率半径と応力集中度の関係を求めることとなつた。進水時の計測の一部と模型実験については筆者が担当したのでここにその結果を報告する。

2. 進水時を利用する計測

船の進水時に加わる外力を利用し、いわば進水現象を自然の大きな試験機と考え船体各部に抵抗線歪ゲージを多数貼り、多回路切換式歪計測装置により応力伝達模様、応力集中係数等の値を計測することは前に本誌上で紹介した。⁽¹⁾

ドアウェイの問題についても第1表に示した2船について同様の方法により実船計測を行つた。

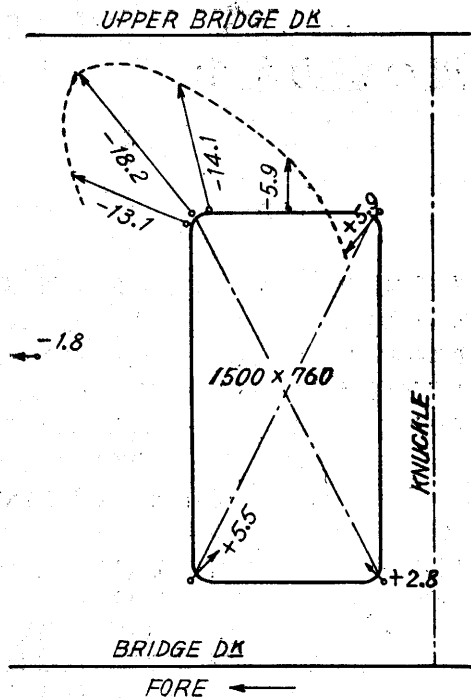
通常甲板室は強力甲板より上に造られるので船体縦強度には何ら関係ないものとして設計されており、板厚も薄くなつている。しかし可成りの長さがあり、下の船体と接合しているため船体の hog, sag に従い相当の応力が甲板室側壁に入つてきており、これが損傷の原因となる。

祥雲丸については運研が担当して計測したのであるが、船体が最大曲げモーメントを受けた瞬間の応力分布は第4図に示した通りで、就航中損傷の生じ易い隅部の応力が可成り高いことがわかる。この船の甲板室側壁は片側の折曲りのある第2図(b)の形であるが、ドアウェイ周辺はガス切断のままであり、ドア枠がまだついていない状態であつたことのために非常に高い応力が生じたものと考えられる。

第1表 進水時計測を行つた船

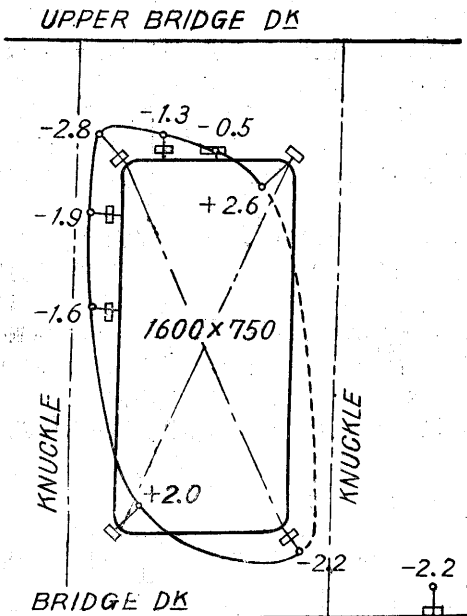
進水年月日	船名	$L_{pp} \times B_m \times D_m$	載貨重量	造船所	計測者
1952.3.24	祥雲丸	130.0×18.3×9.9 m	10,178 t	三菱日本重工業株式会社 横浜造船所	運研
1952.7.26	永真丸	138.0×18.8×10.7	11,125	浦賀船渠株式会社 浦賀造船所	東大

註：これらの計測はドアウェイの問題だけのために行つたものではないため、この問題のための計測點数は比較的小さい。



第4図 祥雲丸進水時の最大応力分布
数字は応力 kg/mm² +引張 -圧縮

永真丸の計測結果は第5図に示してある。この場合も前の船に似た応力分布が得られているが、問題の船橋端に近い上側隅部の応力集中度は附近の船橋樁甲板（強力甲板）上の応力を1として約1.2位にしすぎなかつた。この理由については色々考えられるがこの船の甲板室側壁は第2図(c)の如く両側に折曲りのある構造であり、



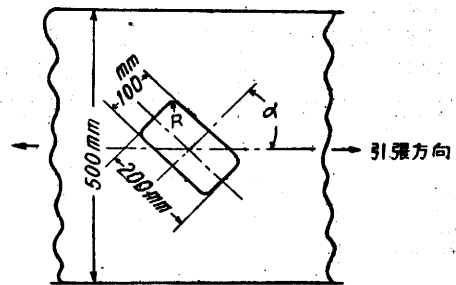
第5図 永真丸進水時の最大応力分布、甲板上の点はドアウェイと同一垂直面内の点である

更にドア枠が取付けられた後の状態で計測されたためであるとも考えられる。

このドアウェイ隅の応力集中を減少する方法としては附近の壁の両側に折曲りを附すること、相当強力なドア枠を附すること、甲板室を軽合金とすること等のほかにドアウェイ隅部の半径を大きくすることが有効であると考えられる。突船の計測ではこの半径を勝手に変えて実測することはできず、また同一条件の繰返しは不可能であるため模型実験を行つてみた。

3. 模型実験

ドアウェイ隅部の半径と応力集中度との関係を簡単な模型実験によつて求めるため次のような実験を行つた。試験片の形状は第6図に示した通りで、材料は厚さ



第6図 模型試験片

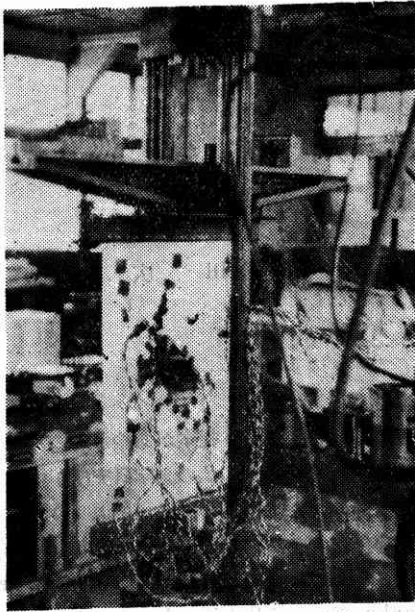
1.5 mm の 56S- $\frac{1}{2}H$ を用いた。この材料は船用耐蝕アルミニウム合金で、半硬質では応力と歪の関係が直線的である部分が大きく、しかも鋼に比してヤング率が約1/3であるため同じ応力に対して歪が3倍になるので計測が楽であり、ロール仕上げ状態が良く殆んど平面と見做せる等の長所があるため使用した。

孔の大きさは 200×100 mm で一定としたが、これは実船の約1/8に相当する。隅部の半径 R は 1.5, 8, 25 mm とし、引張方向とドア孔の短軸とのなす角 α は一応 45° とした。 $R=25$ mm のものについては $\alpha=30^\circ$ も行つた。この角度は実船進水時に甲板室側壁の主応力の方向をロゼット型歪ゲージで計測したところ、1隻は約 45° 、1隻は約 31° であつたためこの角度を採用した。孔の周辺の応力分布は抵抗線歪ゲージにより計測し、隅部はゲージ長 4 mm、他の部分は 9.5 mm のものを使用した。

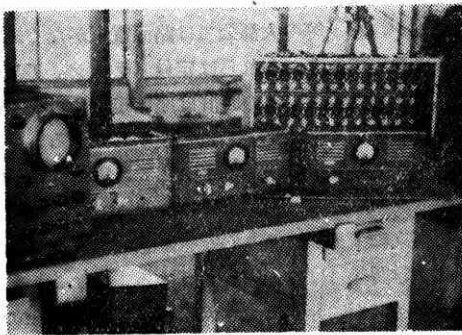
これらの試験片を第7図の如く引張試験機に取付け、荷重を上下して歪の変化を抵抗線歪計測器によつて計測した。この計測装置は進水時の計測に使用した動的歪計と同一のもので当所において試作されたものである。計器の性能についてはさきに紹介したので省略するが、その写真を第8図に示す。(2) この計器は動的応力測定用であるが静的に使用しても非常に能率的である。

試験の結果は第9図に示した通りで、各測定位置に示した数字は板の孔のない部分の平均応力を1とした場合の応力を示している。

隅部の曲率半径を横軸にとり、隅部の応力集中度を縦



第7図 ドアウェイ模型実験



第8図 切換式抵抗線型歪計測装置……進水時の動的計測にも実験室内の静的計測にも使用できる

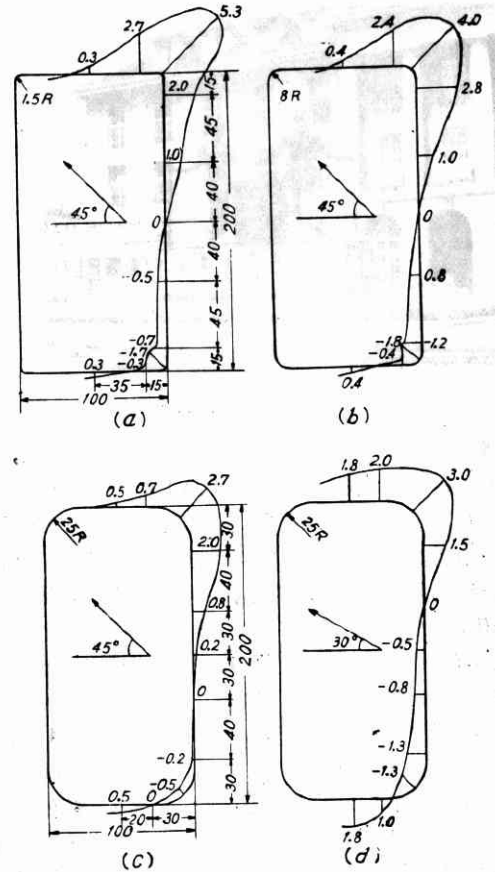
軸にとつたものを第10図に示したが、これより半径が大きいほど応力の集中が減ることがよくわかる。

隅部にはゲージ長 4mm の小さな歪ゲージをできるだけ孔の縁に近く貼つたのであるが、ゲージの幅も約 3mm 程度あり、隅の応力といつてもこのゲージの面積の平均応力として得られたもので、真の周辺応力より低いと考えられる。特に応力集中の大きいもの、すなわち隅部の半径の小さいものでは応力勾配が大きいため、それによる誤差が多く含まれていると思う。換言すれば第10図の値は真の値より幾分低目であるが、孔の隅の半径を増すことはこの曲線に示された以上に応力集中を減らすのに役立つ。

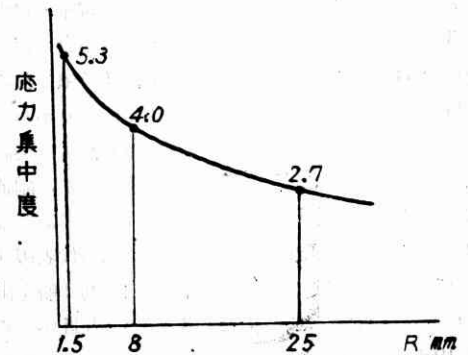
引張角度 α を 30° に変えた場合は孔の対角線が引張方向とほぼ直交するため幾分大きくなり、分布曲線もやや異なるが大した差はない。

4. むすび

貨物船の甲板室側壁ドアウェイ隅部は従来しばしば亀裂が発生している箇所であるが、進水時を利用する計測の結果可なり大きな応力集中が測定された。



第9図 模型実験結果



第10図 隅部半径と応力集中度の関係

この応力集中を減少せしめるにはドアウェイ附近の甲板室側壁に折曲げ部分を設けること、強力なドア枠をつけること等によつて可なり効果があるが、隅部の半径を大にすることは非常に有効であることが判つた。

なお本研究は日本造船研究協会第2部会第1小委員会の仕事として行つたものである。(1953.10.14)

文 献

- (1) 安藤：生産研究 Vol. 6, No. 4.
- (2) 高木, 尾上, 増田, 安藤, 飯田：生産研究 Vol. 4, No. 6.