(昭和 28 年 5 月 造船協会春季講演会に於て講演)

二重張りにより補強された 大型艙口隅模型試験

正員 工学士 吉 本 誠 佑

正員 工学士 秋 田 好 雄

Abstract.

Experiment of Large Hatch Corner Models Reinforced by Welded Doubler

By Kanesuke Yoshimoto, *Kogakushi, Member*

By Yoshio Akita, *Kogakushi, Member*

In the experiment of the large size models of hatch corner reinforced by the round doubler, we got results as follows;

Test piece;	Length over all	3,850 mm
	Breadth	900 mm
	Parallel part	2,450 mm
	Opening	680 mm × 440 mm
	Radius of corner	20 mm
	Thickness of plate & doubler	8 mm
	Radius of doubler	24 mm ; 34 mm & 50 mm

- (1) The stress and stress concentration, at the point of hatch corner circular end of longitudinal side, are decreased by doubler reinforcement.
- (2) The largest stress occurs at the doubler end of longitudinal side, when reinforced by doubler.
- (3) The efficiency of doubler increases as it becomes large, but this increment is confined within proper limits.

I. 緒 言

大型開口を有する貨物船等に於てその開口部周縁の構造設計は重要な問題である。特に艙口の開口隅隅の補強方法は従来より種々研究せられて来た⁽¹⁾。最近溶接構造法が広く船体に採用せらるるに及び、特に此の問題が重要となつた。貨物船の艙口隅隅補強方法としては、二重張りによる補強方法が多く採用されて来たが、最近は更に厚板挿入の方法も採られている。二重張りの場合も、厚板の場合も未だその板厚、形状及び範囲について最も有効適切と思われるものは発表せられていない。今回造船協会船体構造委員会に於て本問題を採り挙げ、著者等はその担当者としてこの試験を施行した。今回の試験は丸型二重張りにより補強された艙口模型の応力集中を測定したものである。

II. 試 験 経 過

昭和 27 年 4 月石川島重工業 K. K. において試験片を作製し、同年 5 月より 6 月に掛けて運輸技術研究所船舶構造部において試験を実施した。今回は弾性試験における応力の測定を目的としたが、実際には破断まで行つた。

(1) 試験場所 運輸技術研究所船舶構造部実験室

- (1) 例えば E. P. Degarmo; Tests of Various Design of Welded Hatch Corners for Ships; W. J. Feb. 1948

(2) 試験機及び計器

試験機 300 T 東京衡機構造物試験機

計器及びゲージ 共和無線 SMI 型, SM2D 型, K5, K9 型ゲージ

(3) 試験片

試験片は第1図に示す通りのもので2個製作した。夫々 A 型級貨物船の艀口附近の約 1/15 模型であるが、実船と異なるのは梁及び桁等を有していないことである。

第1図 試験片形状

板厚及び幅は材料と二重張りの取付の関係から各々実船の約 1/2~1/2.5, 及び約 1/18 となつて居る。

二重張りは凡て円型として、大きさは半径 24, 34, 及び 50 mm の3種を溶接で取付けた。この大きさは実船の場合は半径約 360, 510, 及び 750 mm に相当する。なお開口隅の半径 20 mm は実船艀口隅の半径 300 mm に相当する。図に示す如く1個の試験片の開口部両端に2種の二重張りを配置した。従つて試験片は2個であるが、二重張のないものと、半径が夫々 24, 34, 及び 50 mm の二重張りを有するものと合計4種の試験を行つたことになる。

なお試験片の材質及び製作に使用した溶接棒は次表に示すものである。

第1表 試験片材質

	規格	C %	Mn %	P %	S %	降伏点 kg/mm ²	引張強さ kg/mm ²	伸び%
鋼板	AS & KS	0.17	0.47	0.021	0.016	30.2	43.5	27
溶接棒	IS No 53 ABS & NK 合格 石川島重工業KK製	電流 AC				42.7	48.2	30.3

歪計測箇所即ちゲージの配置は第2図に示す。

(4) 試験要領

前記運輸技術研究所船舶構造部において、No. 1 試験片は昭和 27 年 5 月 10 日より諸準備作業を行い、300 T 試験機を用いて 5 月 19 日予備試験及び荷重 50 T 迄の弾性試験を行い、5 月 21 日破壊試験を行つた。

荷重は 90 T 迄 10 T 飛び、それ以上は 5 T 飛びとし、その都度読みを記録した。

No. 2 試験片は昭和 27 年 5 月 30 日より準備作業を始め、6 月 6 日弾性試験及び破壊試験を No. 1 試験片と同様の要領で行つた。試験当日の気温等は第2表に示す。なお荷重状況は第3図に示す。

第2表 試験状況

試験別 項目	No. 1 試験片		No. 2 試験片	
	弾性試験	破壊試験	弾性試験	破壊試験
試験開始日時	5月19日午後 3-30	5月21日午後 0-16	6月6日午後 0-59	6月6日午後 4-40
“ 終了 ”	“ 6-15	“ 4-46	“ 3-13	“ 7-27
気 温	22°C	23.5°C	24°C	23°C
歪計測荷重	0 → 50 T. → 0 10 T. 飛び	5 T. → 90 T. 10 T. 飛び 以後 5 T. 飛び	5 T. → 50 T. → 10 T. 10 T. 飛び	10 T. → 80 T. 及び 100 T. 以上 10 T. 飛び 80 T. → 100 T. 5 T. 飛び
破断荷重	—	143 T.	—	150 T.

III. 試験結果

(1) 試験片の変形及び破壊状況

No. 1 試験片は荷重約 55 T で開口隅部に局部的な降伏を生じ、95 T で全面的降伏が始り、140 T で開口縦縁二重張りの止りに僅かの亀裂を生じて 143 T で完全に破断した。

No. 2 試験片は荷重約 55 T で開口隅部に局部的な降伏を生じ、約 100 T で全面的降伏が始り、150 T で開口縦縁二重張りの止りから破断した。この時対辺の二重張り止まりにも僅かに亀裂が生じていたが更に荷重を加えて完全に破断せしめた。破断状況は No. 2 試験片のものを第5図の写真に示す。

第5図 No. 2 試験片破断状況

茲に注目すべきことは両試験片とも破断に至る以前に約 100 T で開口部の横縁に挫屈を生じたことで、これは実船の場合の様に艙口縁材や艙口端梁に相当する防撓材がなかったためである。また破断がいずれも開口縦縁の二重張りの止りの溶接脚部に生じたことは、二重張り自体の板厚がその大きさに比べて割合に厚く、そのために溶接脚部附近に局部曲げを生じ、板表面の応力集中が特に大きかった為であろう。これ等のことより、特に 100 T 以上の荷重の場合は実船の場合に比べ相当異なる歪を生じているものと考えられる。

(2) 荷重 50 T に於ける応力分布

荷重 50 T における開口部周縁及び其の附近の応力分布曲線を第6及び第7図に示す。第8図は開口隅附近の主応力を示す。

第 6 図

第 7 図

第 9 図

第 8 図

第 10 図

第 6, 7, 8 図に示す応力分布曲線は、表裏の計測値のないものは凡て表裏の平均値をとつてある。

第 11 図

開口隅の縦縁と 45° をなす線上の主応力値の変化を表したものである。以上の第 6 図～第 11 図により次のことが

第 12 図

推論出来る。

(イ) 二重張りを施行することにより開口隅部縦縁 R 止りの応力集中は減少する。

(ロ) 上記応力集中に対して二重張りの大きさは半径 34～40 mm 迄が効果が著しく、それ以上の大きさでは変化が認められない。(第 9 図)。半径 34～40 mm は実船の半径 500～600 mm に相当する。

(ハ) 最大応力は二重張りを施行することにより二重張りの止りに生ずる。なおその応力の大きさ及び応力集中は二重張りが大きくなるに従い減少し、半径約 67 mm くらいで開口部縦縁の中央部の応力と殆んど同じになる。(第 10 図)

半径 67 mm は実船の半径約 1,000 mm に相当する。

(ニ) 開口隅部の縦縁に対し 45° 方向の線上では二重張りの大きさは半径約 34 mm で充分効果がある。(第 11 図) 半径 34 mm は実船の半径約 500 mm に相当する。

(ホ) 開口隅部の横縁に対しては、その応力は縦縁に比し絶対値が問題にならぬ程小さいので、二重張りの効果も顕著でないが、その大きさは半径 34 mm 程度で十分であろう。

(ヘ) 以上のことより本試験片相当の実船艙口隅に対する二重張りの大きさは第 12 図の如きものが効果的であろう。

(3) 二重張りの有効性

前項の応力分布曲線を基とし、二重張りの半径の大きさに従い、開口部周縁の応力が如何に変るかを調べるために第 9, 第 10, 及び第 11 図を作製した。

第 9 図は大きさの異なる二重張り補強を施した夫々の開口隅部の縦縁の、R 止りの応力の大きさを示し、図中 A 図の曲線は R 止りの応力の大きさの変化を示し、B 図の曲線は R 止りの点の応力と、その点における二重張りを含めた断面の平均応力との比の変化を示している。第 10 図は大きさの異なる二重張りの、開口縦縁の二重張りの止りにおける応力の変化を示して居る。第 11 図は夫々の開口隅に対し、二重張りの大きさの変化に従い、開口隅の縦縁と 45° をなす線上の主応力値の変化を表したものである。以上の第 6 図～第 11 図により次のことが

二重張応力分担比較曲線 (二重張の表面と裏面の応力比)

第 13 図

(ト) 二重張りの応力分担に関しては第 13 図に示す如く、二重張りの大きさが増すにつれて分担比も増して居る。併し二重張りの大きさが半径 40 mm 程度で分担比は一定し、その値は約30%前後の値を示して居る。

IV. 結 論

今回の試験における試験片はその大きさも実船の約 1/15 であり、開口部の形状のみ実船に模し、その構造は実船とは全く異つて居る。なお二重張りの板厚は其の大きさに比べて割合が厚く、このため二重張りの近傍に局部曲げを生じ、板表面の応力集中は実船の場合より相当大きく現われて居る様である。この試験の結果をもつて直に実船に適用することは危険であり、今後引続き実船に近い縮尺模型により二重張りの有効性につき調査を進める必要があるが、今回の試験により次のことが言えるであろう。

- (1) 二重張りにより開口隅部縦縁 R 止りの応力及び応力集中は減少する。
- (2) 二重張りを施行すると、最大応力は二重張りの止まりに生ずる。
- (3) 円型二重張りの有効性はその大きさが増すにつれて漸増するが、或る大きさの限度以上では増加は少なくなる。

V. あ と が き

今回の試験の経験より今後の試験に対する所見を参考として記せば次の通りである。

- (1) 平行部長さ及び裾部形状は今回の試験片程度で十分である。
- (2) 計測は各点共表裏両面計測すべきである。
- (3) 開口隅部は出来るだけ実船に近い構造とし、またその大きさも出来るだけ実船に近い模型とする必要がある。今回の試験に当り船体構造委員会第三分科会木原主査、牧野主査代理、吉識教授始め各委員の熱心なる御助言と御指導を得、また試験の実施に当つては逕研市川部長及び石川島重工 K.K. 村上部長の御指導御協力を得たことを厚く御礼申上げる。最後に逕研構造部並びに石川島設計部の方々の御協力を謝し試験中終始努力を惜まれなかつた戸田、小林両君の協力を感謝する。なおこの試験は昭和 26 年度運輸省科学技術応用研究補助金を得て実施されたものである。