

## 工学博士吉識雅夫君の「船舶大型化に対する構造力学上の研究」に対する授賞審査要旨

近年、船舶の大型化の傾向がいちじるしく、第二次大戦当時の最大約二万載貨重量トンが昭和二七年頃から漸次大型化し、昭和三七年には世界最大の日章丸一三万トンが、つづいて昭和四〇年に同じく東京丸一五万トンが建造され、さらに二〇万五千トンまでのものが国内において続々建造中、もしくは計画中である。船舶、特に油送船の大型化は運航経済からの強い要請であるが、このような巨大化の実現には、建造施設、設備などの拡張、充実のほかに、解決を要すべき船体構造力学的問題がいくつかあつた。

その第一は、鉸鉸による鋼板の接合法から電気溶接による接合法への合理的移行である。船舶の大型化に伴う使用鋼板の厚さの増大に対して、圧縮空気鉸鉸法では鉸径二八耗、これに対応する板厚二九耗が通常広く使用可能な限度と考えられていた。一方、電気溶接では板厚の限界をかなり高く考えることができるが、溶接の採用による鋼板の切欠脆性を重要な研究課題として取りあげなければならぬ。すなわち、第二次大戦中、主としてアメリカにおいて、急造をねらつて溶接構造により建造された多数の船舶において、鋼板の切欠脆性による事故が相次いで起り、一九四三年一月から一九四六年三月までの期間に、船体が真二つに折れてしまつた船が八隻、強力甲板が完全に裂けて破壊したものが二四隻に及び、その後もアメリカ、スエーデン、イギリスなどにおける溶接船が同様の事故を起している。このようなわけで、造船用鋼材の切欠脆性の問題を解決することが、船体構造に溶接を採用するための絶対的前

提条件といえる。

吉識雅夫君らは、戦後いち早く、昭和二一年の終りに、本問題研究のための研究班を組織し、自らは切欠脆性の発生を材料力学的見地から究明する分野を担当し、応力状態、特に応力集中、試験片の形状および寸法、塑性歪などが切欠脆性に及ぼす影響などについて研究した。その結果、従来の定性的な考え方を発展させ、塑性変形と破断に対する抵抗力をそれぞれ温度、歪速度および三軸応力状態の函数として表わし、材料によつて決まる常数、試験法によつて決まる常数などを含む脆化の起る遷移温度の計算式を求めた。この式は、海外において発表されていた実験結果を理論的によく説明するとともに、遷移温度に板厚効果のあること、切欠形状および試験片寸法が遷移温度に及ぼす影響などを理論的に解明しており、その後における切欠脆性に関する研究、ならびに溶接の船体構造への適用に対し重要な基礎的研究成果といふべきものである。

引続き吉識君は、従来相互間に有意の関係が認められていなかった各種の切欠脆性試験法による結果について検討し、昭和三二年に、前記の遷移温度の計算式に、試験法に応じてそれぞれ適当な常数を与えることにより、シャルピー、シュナット、テイッパー、リーハイ、カーンなどの諸試験結果が計算によつて求められることを実証し、これらの小型試験片を用いる、いわゆる工業的試験法については諸種の試験を行なう必要はなく、これを単純化し得ることを示した。また、これらの諸試験の結果には亀裂の伝播または停止の特性を示すもの、あるいは発生を示すものなど、遷移温度特性の異なるものを含んでいることを明らかにし、それぞれの特性を別々に検討する必要があることを認め、その後における研究に指針を与えた。

吉識君は同じ昭和三二年に二重引張試験法を發表した。従来の切欠脆性試験においては、吸収エネルギーまたは破面の状態によつて延性から脆性への遷移温度を決めていたのであるが、船体その他の構造物の設計は応力を基礎としてゐるため、直接にこれらの試験結果を適用することは困難であつた。すなわち、従来、造船用鋼板の脆化防止に対する規格としては、実際の船舶において脆性破壊を起した鋼板と、亀裂が停止した鋼板とについてシャルピー試験を行ない、その結果から0度Cにおいて三五フット・ポンド以上の吸収エネルギーを有するならば、その鋼板は切欠脆性に対して安全であるというような判定法が常用されていたのである。この二重引張試験においては、低温部において補助の引張力により亀裂を発生させ、ある温度状態で一定の引張応力を受けている試験片本体にこの亀裂を伝播させて、これが停止するか、あるいは停止せず、破断にいたるかを實驗し、伝播してきた脆性亀裂が停止する限界条件を、温度と応力とに關係づけて求めるのである。したがつて、ある使用応力において温度がいくら以上ならば亀裂が停止するであろうことを予知し得るわけである。この種の試験法としてはロバートソン試験などが提唱されていたが、衝撃力で亀裂を発生させるため、衝撃の際の過剰エネルギーが一定応力場に影響を与えるなどの不備な点があり、これを改良して、純粹な形で亀裂停止の限界曲線が求められることになつた。吉識君らは、このような二重引張試験を数多くの鋼材について実施した實驗結果とシャルピー試験結果とを比較検討して、その間の相関關係を求め、切欠脆性に対する鋼材の要求値をシャルピー値を使用して規定することを可能にする基礎を確立した。現に、国内における造船用鋼材の規格にはこの考え方が採用され、船体溶接構造の安全化がはかられている。

吉識君は、これらの二重引張試験による研究と平行して、昭和三二年以降、脆性亀裂の伝播および停止の機構につ

いて、破壊力学的の面から理論的研究に着手している。まず、脆性破壊の伝播の機構は切欠先端からのすべりと微小亀裂の発生との繰返しが基本であることを説明し、これに基づいて脆性亀裂の伝播の限界応力と温度との関係を表わす理論式を導き、その計算値が二重引張試験、ロバートソン試験などの実験結果とよく一致することを示した。昭和三五年には、一様引張応力場を亀裂が一定速度で拡大する場合の応力状態を研究して、亀裂伝播速度と弾性歪エネルギーの解放率との関連を求め、つづいて昭和三六年には、脆性亀裂伝播の条件式における一様引張応力、表面塑性エネルギーおよび亀裂速度間の関係を明らかにした。さらに昭和三八年には、脆性亀裂伝播速度を実測して、理論計算値との比較を行なうとともに、亀裂伝播が停止する際の限界速度、応力および温度の関係を明らかにした。これらの理論的研究はいずれも二重引張試験の普遍性を高め、またわが国の溶接船体用鋼材の規格に対してその基礎を与えている。このように、吉識君の切欠脆性に関する大規模な理論的および実験的研究の成果は、超大型船の実現にいちじるしく貢献し、これを促進したものととして、高く評価することができる。

船体構造の薄肉化は、船体重量の軽減に役立つばかりでなく、脆性破壊、造船工作などの面からも望ましいのであるが、薄肉化の限界は坐屈強度によつて制約される。吉識君は防撓薄板構造の圧縮坐屈について多くの研究を行ない、薄肉構造の強度限界の解明を通じて、超大型船の経済性および合理化の向上に寄与している。なお、吉識君は、超大型油送船の基本設計に対し、船体の深さの大きい船型の採用を提唱して、上甲板、船底板などの板厚の増大を防ぎ、この面からも超大型船の具体化を促進した。

従来、油送船の荷油槽の長さは、船の大小にかかわらず、ほぼ一定であり、したがつて油槽船の大型化に伴つてそ

の数がいちじるしく多くなつてくる。荷油槽を長くして、その数を減ずれば、船体重量の軽減は勿論のこと、配管、荷役なども簡易化され、大型油送船の経済性は大巾に改善される。吉識君は、構造力学的見地から、油槽内に積載された荷油の運動による動圧以外に油槽の長さを制限する理由が認められないとして、まず荷油の運動週期を計算し、これが船体の運動週期に共振するときに動圧が激増するが、この場合を除けば動圧が静圧にほぼ等しいこと、また一般には荷油と船体との運動週期が共振する可能性はきわめて少ないことを明らかにした。さらに、通油口をもつ隔壁を長い荷油槽の中央部に設けた場合に、通油口の面積が隔壁の全面積の三〇パーセント程度以下であるならば、油槽端面を形成する隔壁が受ける動圧に対して、中央部に油密隔壁を設けたと同様の軽減効果があることなどを求めた。これらの研究成果は、実際に超大型船の設計に採用され、その経済性がいちじるしく改善されている。

以上述べたとおり、吉識君の学術的業績は、その造船用鋼材の切欠脆性に関する広範にわたる研究によつて健全な船体溶接構造の設計を可能としたこと、船舶の大型化に対するその他のいくつかの重要な構造力学的問題を解決したことなど、船体構造力学の進歩に寄与することがきわめて大きいといふべきである。

### 主要論文目録

#### A 鋼材の切欠脆性関係

- 一、吉識雅夫・金沢武 切欠脆性に関する理論的考察、応力集中及び三軸応力比が切欠脆性に及ぼす影響 鋼材研究会研究成果報告（昭和二十七年五月）
- 二、吉識雅夫・金沢武 シュナット試験 標準シャルピー試験 日本造船研究協会報告 第六号（溶接性の工業的試験法の研究）（昭和三十年一月）

- 三、吉識雅夫・金沢武・大塚昭夫 軟鋼の脆性破壊に及ぼす切欠半径の影響（第一報） 造船協会論文集 第九八号（昭和三二年二月）
- 四、吉識雅夫・金沢武 シュナットおよびシャルビー試験 日本造船研究協会報告 第一四号（切欠脆性の工業試験法の研究）（昭和三二年三月）
- 五、吉識雅夫・金沢武・大塚昭夫 軟鋼の脆性破壊に及ぼす切欠半径の影響（第二報） 造船協会論文集 第一〇一号（昭和三二年八月）
- 六、吉識雅夫・金沢武 二重引張試験 日本造船研究協会報告 第二〇号（船体に於ける破壊の伝播及び防止対策に関する研究）（昭和三二年八月）
- 七、M. Yoshiki and T. Kanazawa: A New Testing Method to Obtain Critical Stress and Limiting Temperature for the Propagation of Brittle Crack—Double Tension Test—, Document No. IX-177-57, HW (1957).
- 八、吉識雅夫・金沢武 脆性破壊の伝播機構に関する一考察（第一報） 造船協会論文集 第一〇二号（昭和三三年一月）
- 九、M. Yoshiki, T. Kanazawa, and H. Itagaki: Considerations on the Critical Stress for the Maintenance of Propagation of Brittle Fracture in Mild Steel. 造船協会論文集 第一〇六号（昭和三五年一月）
- 一〇、吉識雅夫・金沢武 二重引張試験 脆性破壊伝播試験の特性 工業的試験法と伝播試験法との相関 日本造船研究協会報告 第三〇号（超大型船の建造に際しての厚板の切欠脆性に関する研究）（昭和三五年一月）
- 一一、吉識雅夫・金沢武・板垣浩 脆性破壊伝播に関する研究（第一報） 造船協会論文集 第一〇八号（昭和三五年一月）
- 一二、M. Yoshiki, T. Kanazawa, and H. Itagaki: An Improved Testing Method to Obtain the Critical

- Stress and Arresting Temperature of Brittle Fracture Propagation (Double Tension Test with Flat Temperature Gradient). Proc. the 3rd Japan Congr. of Test. Material (1960).
- 一三 吉識雅夫・金沢武・板垣浩 脆性破壊伝播に関する研究 (第二報) 造船協会論文集 第一一〇号 (昭和三六年十二月)
  - 一四 吉識雅夫・金沢武・町田進 鋼材の脆性破壊伝播試験に関する一考察 造船協会論文集 第一一三号 (昭和三八年六月)
  - 一五 吉識雅夫・金沢武・板垣浩 脆性破壊伝播に関する研究 (第三報) 造船協会論文集 第一一四号 (昭和三八年十二月)
  - 一六 M. Yoshiki, T. Kanazawa, and S. Machida: On Brittle Fracture Test of Steel Plate. Proc. the 7th Japan Congr. of Test. Material (1964).
  - 一七 M. Yoshiki, T. Kanazawa, and F. Koshiga: Recent Studies on Brittle Fracture Propagation-Arrest in Japan. Contribution to Joint Colloquium of Commissions IX and X, IIW (1964).
  - 一八 M. Yoshiki, T. Kanazawa, and S. Machida: Some Basic Consideration on Crack Arresting Mechanism in Welded Steel Structures. Document No. X-358-65, IIW (1965).
  - 一九 M. Yoshiki, T. Kanazawa, and H. Itagaki: An Analysis of Brittle Fracture Propagation. Pre-print for Soc. for Experimental Stress Analysis (1965).
- B 薄板構造の挫屈関係
- 一 吉識雅夫 圧縮を受ける船体構造部分の挫屈並に圧壊強度の研究 造船協会会報 第七五号 (昭和二八年九月)
  - 二 M. Yoshiki: A New Method to Determine the Critical Buckling Points of Rectangular Plates in Compression. J. the Faculty of Eng., Univ. of Tokyo, Vol. XXIV, No. 2 (1954).

三、 M. Yoshiki, T. Kanazawa, and F. Ando: A Study on the Strength of Ship's Bottom Platings. Proc. the 2nd Congr. on Theoretical and Applied Mech. (1956).

四、吉識雅夫・秋田好雄・安藤文隆 初期撓みをもつ連続 $\pi$ ネルの挫屈強度と凹損 造船協会論文集 第一〇一  
号(昭和三二年八月)

五、吉識雅夫・秋田好雄・長沢準 高張力鋼材を用いた薄板構造の挫屈および圧壊強度について 造船協会論文  
集 第一〇四号(昭和三四年一月)

六、吉識雅夫・藤田譲 圧縮力を受ける補強板の最高荷重について 造船協会論文集 第一〇四号(昭和三四年  
一月)

七、吉識雅夫・藤田譲 圧縮力を受ける波板の最高荷重について 造船協会論文集 第一〇六号(昭和三五年一  
月)

八、吉識雅夫・藤田譲・川井忠彦 残留応力が板の挫屈強度におよぼす影響 造船協会論文集 第二〇七号(昭  
和三五年七月)

九、吉識雅夫・山本善之・近藤尚夫 横圧力と同時に縁圧縮応力を受ける矩形板の挫屈 造船協会論文集 第一  
一八号(昭和四〇年一月)

一〇、吉識雅夫・藤田譲・吉田宏一郎 構造物の塑性設計(その六) 造船協会論文集 第一一八号(昭和四〇年一  
二月)

### C 荷油槽の動圧、その他

一、吉識雅夫 超大型船の構造および材料について 造船協会論文集 第一〇六号(昭和三五年一月)

二、吉識雅夫・山本善之・萩原孝一 船体運動時に荷油によつて生ずる動的圧力の研究 造船協会論文集 第一  
〇九号(昭和三六年六月)

三、吉識雅夫・山本善之・萩原孝一 荷油の運動による隔壁強度の研究 日本造船研究協会報告 第三三三号(超



大型船の構造法に関する研究) (昭和三十六年一〇月)

- 四' M. Yoshiki and Y. Yamamoto: A Review on Dynamical Pressure in Cargo Oil Tanks during Ship Motions, Proc. the 1st Int. Ship Structure Congr. (1961).
- 五' M. Yoshiki: Design and Construction of Large Tankers in Japan, The 35th Thomas Lowe Gray Lecture, The Inst. Mech. Eng. (1963).