

所外発表論文等概要

<船体構造部>

通航船舶の橋脚衝突時の圧壊強度について (第3報)

A Study on the Collapse of Ship Structure in Collision with Bridge Piers (3rd Report)

有田喜久雄・長沢 準
谷 政明・岡 修二

昭和55年11月14日

昭和55年度秋季造船三学会連合大会
日本造船学会論文集 第148号

本報告は、橋脚の周囲に設置された緩衝工（衝突船の運動エネルギーを有効に吸収するように工夫された構造物）に、通航船舶が衝突する場合に相当する圧壊実験を行い、船舶の安全性を、第1、第2報に継続して検討したものである。これまでは、橋脚の平行部に設置された緩衝工に船舶が直角に衝突する場合を考えてきたが、実際の衝突では、橋脚コーナー部の緩衝工に船側が衝突する可能性が大きいため、本報告では、この場合について検討を行った。緩衝工の種類としては、反力-変形曲線の形が典型的に異なる2種類の緩衝工、すなわち、桁板を格子状に組み立てた格子型、

および鋼板製外枠の中にポリウレタンフォームを充填した複合材型の2種類を考えた。これらの模型を船側模型と組み合わせて相互の変形実験を行い、緩衝工の性能、衝突船の船側の変形、破壊の過程を調べた。

橋脚コーナー部の緩衝工の性能は特に、吸収エネルギーの大きさのみならず、反力-変形曲線の形、衝突船船側とのかみ合い等を考慮しなければならないことがわかった。格子型の反力-変形曲線では、桁板の圧壊に相当して反力が急激に高くなり、このため船側外板が局部的に大きな変形をうけた。複合材型では、反力-変形曲線は滑らかで、船側外板がうけた変形も小さく、したがって複合材型が優れていることがわかった。

次に本報告においては、実際に船舶が橋脚平行部に船首衝突する場合および橋脚コーナー部に船側衝突する場合について、それぞれ緩衝工の性能の比較計算を行った。複合材型緩衝工の船首衝突と船側衝突を比べると、充填材の圧縮強度 q が吸収エネルギーにおよぼす影響は船側衝突において著しかった。吸収エネルギーの値は、例えば総屯数4,000tonの船が、外枠鋼板の板厚6mm、深さ6 M 、 $q=1.5\text{kg/cm}^2$ の緩衝工に衝突する場合に、船が2 M の突入で停止する衝突速度は4.3ノットになる。

<溶接工作部>

鋼の熱収縮応力に対する相変態及び拘束の影響について

Effect of Phase Transformation and
Restraint on Thermal Shrinkage
Stress in Steels

小林 卓也・西川 和美・加藤 昇

昭和55年10月4日

溶接学会昭和55年度秋季全国大会

溶接部の収縮応力の履歴は、溶接金属の熱収縮率や冷却過程における強度、拘束の大きさなどに支配されるが、鋼の場合はさらに $\gamma \rightarrow \alpha$ 変態温度（以下変態温度）における一時的な応力低下の影響を受ける。筆者らは先にT継手の溶接角変形と溶接金属の変態温度の関連を調べる目的で、変態温度の異なる各種鋼溶接金属の収縮応力について検討した。本研究では、鋼溶接部の収縮応力の履歴に対する拘束及び変態温度の影響を知る目的で、拘束の程度を3段階に変化させることができる可変拘束装置を試作し、これを高周波誘導加熱装置と組合せた試験装置により、変態温度の異なる各種鋼材試験片に溶接熱サイクルを模した加熱冷却サイクルを与えた場合の収縮応力の履歴を調べた。また変態時における収縮応力の一時的な低下に対する変態膨張以外の要因として、変態超塑性現象の寄与の可能性を検討した。

収縮応力に対する拘束の影響は、鋼種及び変態温度によってかなり異なることが知られた。拘束が比較的小さい場合は、変態温度が高い鋼ほど収縮応力の最終値が大きく、供試鋼中で軟鋼（SMA41）が最大であった。拘束が大きくなると、高張力鋼（HT80）の収縮応力が急増して、最終値が供試鋼中で最大となった。供試鋼の中でとくに変態温度が低い低温用鋼（9%Ni鋼）は、拘束が増しても収縮応力の最終値に大きな変化はなく、供試鋼中で最小であった。

試験片の変態膨張を見かけ上消去した熱サイクル条件において測定した収縮応力が、変態温度で一時的に低下することを明かにし、変態温度における収縮応力の低下に対して、変態膨張のほかに変態超塑性現象による鋼の強度低下が寄与する可能性を示した。

<機関開発部>

Reliability of Marine Steam Turbine Plant

船用蒸気タービンプラントの信頼性

玉木 恕乎

昭和55年6月

Bulletin of Marine Engineering
Society in Japan Vol. 8 No. 2

船用の蒸気タービンプラントは、現在実用に供されている推進プラントの中では最も歴史が古く、長い期間にわたって使用されてきた。したがって、技術としては、陸上プラントからの技術波及もあって、ほぼ完成の域にあると言われている。このような技術分野にあっては、機器自体の性能向上のようなハードに結びつく研究よりも、運転管理や信頼性などソフト的な研究が必要とされる。船用蒸気タービンプラントは、運転面ではMO船の実現によって完全自動化への道を進めているが、信頼性の面からプラントを解析した研究は少ない。本報告は、船用蒸気タービンプラントに生じた故障の最近のデータを基に、プラントの信頼性を向上させる方策について考察を行ったものである。

故障の分析には要因分析法を用いている。その結果、(1)部品の故障では、熱交換器の熱交換エレメントの損傷と電気部品の損傷の件数が多く、故障件数の半数近くを占める、(2)機器ではボイラ系統の故障の頻度が高いが、ボイラ系統は2基のシステムを並列に運転しているため、主機関停止にまで至る故障は少なく、主機関停止を起すのは主機タービンの故障が多い、(3)近年の蒸気タービンプラントのアベイラビリティは、以前に比べると向上しており、それは信頼性の向上による、ことが判明した。

以上の分析結果から、船用蒸気タービンプラントの信頼性をさらに向上させるには、(1)故障件数が多い部品の材質を改善するとともに、機器の環境試験を実施する、(2)プラントの状態を遠隔方式により監視することは有用である、(3)プラントの運転員を組み込んだ、人一機械系による故障診断システムを開発する、ことが最短の道であり、また今後の技術開発課題である。

船舶の石油消費と省エネルギー

Fuel Consumption and Energy Efficiency
of Marine Transportation

玉木 恕乎

昭和55年11月19日

「船舶の省エネルギー技術導入の手法と
実際」講演会

我が国は四面を海に囲まれた先進工業国である。国民の生活と産業に必須な多くの物資や原材料の輸入および生産された工業製品の輸出のほとんどは船舶の輸送に頼っている。これら貨物の輸送を行う必要から、我が国の国際海運業は、外国用船を含めると、実質的には世界第一位となっている。また、国内貨物輸送でも、臨海工業の発達から、内航海運は輸送量が過半を担っており、役割りは大きい。さらに、漁業でも世界有数の我が国は、漁船の数が多い。

以上のように、船舶に依存するところが大きい我が国では、船舶が消費するエネルギーも莫大な量に達する。その量は、スウェーデン一国が消費する量に匹敵する。船舶でのエネルギーは、一般に燃料という形態で使用されるが、船用燃料は現在、すべてが石油系液体燃料である。したがって、船舶の省エネルギーはそのまま省石油であり、石油資源の有限性が討議されている今日、船舶の省エネルギーの意義は大きい。

本報告は、1979年に我が国の船舶運航の分野で消費した石油量について解説を行い、それを踏まえて、船舶の省エネルギー技術について、船舶が置かれている立場から、方策を述べたものである。また、船舶が輸送機関として輸送エネルギー効率が良いことを実証している。将来に向けては、石油需給の推移から、船用燃料として導入される極低質重油を使用した場合の問題点に言及し、さらに、石油に替わるべく提唱されている船舶用の各種代替燃料についても考察を加えている。

上述した船舶の省エネルギー技術は、造船世界一を誇る我が国にとって、建造の面からも対応できるので、世界のエネルギー節約と脱石油戦略に対して寄与するところは大きい。

流動混合気の火花点火に及ぼす電極形状の影響

The Effect of Electrode Configuration
on Spark Ignition of Flowing Gases

羽鳥 和夫・河野 通方・飯沼 一男

昭和55年12月5日

第18回燃焼シンポジウム

可燃性混合気に電気火花によって点火する過程は、火花のブレイクダウンおよびそれに続く放電、火炎核の発生、その成長と自己伝播能力のある火炎になることから成る。この過程に及ぼす点火装置系の能力および混合気の点火性などの影響およびその機構の解明に関しては現在まで多くの研究がなされている。しかし、静止混合気に関するものが多く、流動混合気の点火に関するものは比較的少ない。この研究では流動混合気の点火に関する基礎的で、しかも実用面でも軽視することはできないと考えられる火花電極の点火に及ぼす電極形状の影響について行った実験結果について報告する。この場合、電極の直径と火花間隙長とを変えた場合の最小点火エネルギーを測定し、電極の影響として、火炎核に対する冷却作用および電極の後流に存在する乱れによる作用とに特に注目した。

点火過程における電極の影響について定性的ながら、その機構をある程度解明できた。放電時間の長い場合については今後の研究が必要である。

<機関性能部>

大形船用減速歯車の強さに関する負荷試験

Test on Marine Reduction Gear by
Means of a Large Test Rig

山倉 康隆・岡島 正彦・瀬戸 正彦
昭和54年12月
日本船用機関学会誌

船用減速装置の小形軽量化を図るには減速歯車自身の強度をできる限り正確に把握し、その荷重能力を高めることが大切である。筆者らはこのような考えに基づき、軸間距離 720mm の大形歯車試験機を用いて減速歯車の強さに関する実験的研究を行ってきた。

本論文はこれら一連の実験のうち、耐久試験を中心とした結果についてまとめたものである。

供試歯車はすべてホブ切後シェービング加工のダブルヘリカル調質材歯車 5 組で、そのうち 3 組は歯すじ等に修正加工を施していないもの、残り 2 組は修正歯車でこのうち 1 組はホーニング仕上のものである。5 組中、それぞれ 2 組づつ 4 組が耐久試験され 3 組が破壊した。

無修正歯車は負荷 $K=350\text{psi}$ で小歯車の歯が一枚折損した。折損までの負荷くり返し数は $N=10 \times 10^7$ であった。歯面にはピッチングの発生は認められなかった。

一方修正歯車は負荷 $K=400\text{psi}$ 、 $N=5 \times 10^7$ で小歯車の歯が折損した。ピッチングは $K=250 \sim 300\text{psi}$ で発生した。

これらの結果から、歯すじ修正、歯元フィレット半径の差異が歯元曲げ強さに及ぼす効果、及び歯面粗さやホーニング加工の歯面強さに及ぼす効果などについて詳細な検討を加えた。

さらに、歯元フィレット部の歯すじ方向応力分布、温度分布、及び大小歯車の温度差を計測し、歯すじ修正量や温度差が荷重分布に及ぼす影響等を実験及び理論の両面から考察し、最適歯すじ修正量、及び、理論計算式の実用性に関し検討を加えた。

<機装部>

防振内装による船室の騒音軽減効果

Noise Reduction in Cabins by Means
of Floating Inner Walls

原野 勝博・藤井 忍

昭和55年10月7日

日本音響学会昭和55年度秋季研究発表会
講演論文集

船舶居住区の騒音軽減対策の一環として、筆者らは船室内装壁体の合理的防振方法を研究してきたが、今回はその一段階の締まりとして、現段階で最も防振性能がよいと考えられる防振内装法により得られる室内の騒音軽減効果を確認するための比較実験を行った。本報は実験結果のうち内装面の振動と室内の音圧との関連について検討したものでその概要は次の通りである。

(1) 防振施工時は標準施工時(非防振施工)に較べ 200Hz 以上の全周波数域で音圧レベルで 10dB 以上低く、騒音レベルで 14.6dB(A) 低かった。しかし室の吸音力の差を補正するとその差は 11.4dB(A) となり現在までの実船における実績平均 9dB(A) と大差なく、現在行われている防振方法では今以上の大幅な騒音低減は望めない。

(2) 内装壁を面音源として、室内の音圧レベルを拡散音成分と直接音成分毎に計算した結果通常の吸音力の室では、直接音は受音点の位置による変動も小さく、かつ拡散音に比して 10dB 以上小さいから室内の音圧の計算は拡散音のみを考えればよい事がわかった。

(3) 拡散音場の公式から内装壁の音響放射率が既知であれば、室の吸音力と内装壁面の振動レベルを計測する事により室内の音圧レベルが予測できる。Maidanik による音響放射率の計算式によりパネルの放射率を計算し、室内の音圧レベルの計算値と実験値を比較してみたが、両者の一致は余りよくなかった。これは理論式の境界条件と実験の取付条件とが異なるためと考えられるが、実際的な取付条件下で放射率を計算する事はまだ困難が多いと思われる。

(4) 各内装壁の平均音響放射率を壁面の振動加速度と室内の音圧レベルより計算してみると、防振施工時の方が標準施工時より全周波数域で平均放射率が高いことがわかった。平均放射率の向上による室内音圧レベルの増加は平均 4 ~ 5 dB あり、これは騒音対策上無視できない量である。

Actual Ship Tests on Spontaneous Heating of Metal Sulphide Concentrates

硫化精鉱の酸化発熱に関する実船実験について

翁長 一彦・後藤 佐吉・今泉 常正

昭和55年10月13～17日

第6回海上及び内陸水路における危険物の運送に関する国際シンポジウム

硫化精鉱は非鉄金属鉱石を浮遊選鉱して得られる微粉体であり、含水量によって流動性が生じるため積付方法が種々規制されているが、さらに酸化して発熱時には発火する危険がある、と IMCO で指摘されたため、実際の積付輸送状態について調査、測定及び実験を行った。

過去5年間における輸入精鉱の船積実績は3,990隻に及ぶが、この中酸化発熱を生じたと報告されたものは21隻であり、さらに実測により発熱したと確認されたものは5件に過ぎず、発火事例は認められなかった。

3種類の精鉱について、船舶積付時から揚荷に至る全航海中にわたって、計測者が乗船してばら積精鉱の内部温度、艙内の気温湿度、ガスの組成等を計測し、さらに試料を採取して事後分析を行った。その結果、精鉱の温度上昇は精鉱の成分の変化（水溶性及び酸溶性成分の増加）と密接な関係があり、また艙内酸素の低下傾向とも相関があることが認められた。精鉱の深さ方向に温度は著しく変化し、約25cm深さ附近が最大値を示すが、場所による温度差はさらに大きくその分布には規則性が認められない。しかし最も発熱が激しかった箇所はいずれも長い急な堆積斜面の途中であったことから、輸送中の振動、動揺等による粒子の移動が酸化を促したと推定された。

このような急激な酸化発熱を防止する目的で、各船舶ごとに填圧、ビニールシート被覆及び通風筒の閉鎖、の処置を施して実測した結果、発熱防止に対して著しい効果が認められた。

さらに揚荷直前に精鉱の各部温度を詳細に多数計測したところ、航海中と同様な傾向であることが認められ、発熱確率は対数正規分布に従い、填圧や被覆の効果は確率の数値としても証明された。

廃棄物その他物質の投棄による海洋汚染の防止に関する条約に対応する今後の技術的問題点

Some Technical Considerations on "Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter"

翁長 一彦

昭和55年11月

「造船技術」誌 13巻11号

通称ダンピング条約と呼ばれるこの条約はいささか奇妙な形に構成されている。条約の本文は廃棄物を故意に海洋に投棄することを規制したものであり、附属書Ⅰは投棄禁止の物質を、附属書Ⅱは投棄に特別許可を必要とする物質を、附属書Ⅲは許可の発給基準を、それぞれ定めている。ところが、附属書Ⅰの中には「廃棄物その他物質の海洋における焼却の規制に関する規則」が含まれており、投棄禁止の物質も含めて一部のものは焼却処理が許されている。そしてこの焼却可能な物質には有機ハロゲン化合物、油類、ひ素や鉛を含む化合物等が含まれている。

有機ハロゲン化合物以外のものは無理に洋上で焼却しなければならない理由もあまり見当たらないため、この焼却規則の主対象は有機ハロゲン化合物であって、それも陸上での焼却が極めて難しいもの、すなわち PCB を始め各種の駆除剤 (BHC, DDT 等) であろうと想像される。

したがってダンピング条約を適用するときの技術的問題はすべてこの焼却技術に関するものと言ってもよい。焼却規制の主旨は、熱分解によって99.9%以上の分解効率を維持させることにあるが、この分解効率は常時監視し難いという理由から、初期検査でこれを確認し、以後は燃焼ガス中の CO₂ と CO (または O₂) を計測して得られる燃焼効率で規制され、さらに火炎温度等も規制される。

船用としての大型高温の焼却炉や精度よく信頼性のあるガス分析計、または高温用火炎温度計等は実績も殆んど無いため、装備計装上の問題点は極めて多い。さらに、被焼却物が固体の場合は分解効率の定義の仕方にも問題があり、炉及び投入装置の開発も難しいと思われる。

想定される焼却廃棄物は通産省の管轄下に、焼却船は運輸省に、焼却時の周辺汚染の問題は環境庁に、と管轄官庁が各省庁にまたがるために規則運用上の困難も予想される。

<原子力船舶>

Applicability of Monte Carlo Code KENO-IV

モンテカルロコードKENO-IVの適用性

山越 寿夫

昭和55年4月21日

Monte Carlo Method Seminar Workshop
Held by Radiation Shielding Information
Center Oak Ridge National Lab. USA

使用済核燃料を収納した輸送容器内では、中性子増倍があり、増倍したただけ中性子源強度も増える。最近米国で開発され、我が国でも使用され始めて来た、モンテカルロ法にもとづく臨界計算コード、KENO-IVは、少数個の燃料塊から成る非均質性の強い系の中中性子増倍率の算出には、その適用性の高いことが報告されている。そのような場合には、各燃料塊の位置、幾何形状、構造等、幾何学的データが詳細に入力される。

しかしながら、燃料塊、或いは燃料棒の数が多の場合、燃料塊個体毎の幾何学的データの輸入は、計算機記憶容量、計算時間の点で不可能となる。現在、このような体系に対する KENO-IV コードの適用性評価が我が国で行なわれようとしている。

本報告に於ては、複雑で非均質性の強い体系を、従来の CITATION コードの場合のごとく、格子定数で均質化してから KENO-IV を適用する場合は、従来の拡散近似による格子定数は不適切であること、むしろ輸送近似による格子定数の方が妥当であることを、未臨界実験の結果の解析から示した。

15本×15本の新燃料棒から成る未臨界体系の格子定数として、輸送コード WIMS-D を用いた3群縮群定数から、拡散近似と輸送近似の2組の定数セットを作成し、KENO-IV に適用した結果、拡散近似では $K_{eff}=1.1351 \pm 0.007$ 輸送近似では $K_{eff}=1.0169 \pm 0.006$ を得た。実験値は $K_{eff}=1.000 \pm 0.005$ である。

輸送容器中の燃料棒体系では、輸送近似による格子定数を使用しなければ、KENO-IV コードの適用性は損なわれるとの結論を得た。

<大阪支所>

水中気泡群によって誘起される二次元噴流
(第1報:運動量および噴流形状の解析)

**Two-Dimensional Jet Induced by Air
Bubbles in Water**

波江 貞弘・原 正一・伊飼 通明

昭和55年11月14日

日本機械学会講演論文集 第1回気液二
相流シンポジウム No. 804-10

水中で気泡群を放出すると、気泡に作用する浮力ならびに抗力によって周辺の水に上向きの流れが誘起される。放出源が線状の場合、これが二次元上昇噴流となり水面付近で方向を変えて水平流となる。この噴流に伴う鉛直および水平方向の運動量流束あるいは噴流近傍に生じる循環流の効果を利用して、従来より水面浮遊物や温水・塩水層の遮断、空気消波堤、水質改善などへの応用が試みられてきた。流れの駆動源として気泡の浮力のみで因るため、多くの場合送気動力との関係で一定の限界があるが、必要とする施設が比較的簡便であり、また水面交通の障害にならないなどいくつかの利点を有する。

本報告は気泡噴流型オイルフェンスおよび潮流制御を目的とする水中気泡カーテン技術に関連して上記噴流の基本的性質を調べるものであり、第1報として、鉛直上昇流についての従来の解析の検討、ならびに水平流(潮流)の影響、特に噴流形状について解析的見通しをつけた。

鉛直上向噴流について速度分布の形状などを仮定して噴流中央速度の解析解を求めた。また、この結果を用いて水平流が存在する場合の噴流の曲り形状を計算により求めた。

高い水平流速に対して噴流を維持するためには、(1)空気流量を増加させること、(2)気泡による乱流混合を促進させることにより噴流幅を広くし、噴流中央流速を抑制すること。(3)また、気泡径を極力小さくして気泡と水の相対速度を低くすることなどが必要であることが明らかとなった。

今後、噴流内速度分布、噴流周囲流れの状態および噴流形状について実験的検討を行うとともに数値計算による解析を実施する予定である。