

所 外 発 表 論 文 等 概 要

<溶接工 作 部>

透過反射法による厚鋼板溶接欠陥の探傷試験

Detection of Weld Defect Size in Thick Steel Plate by Ultrasonic Through Transmission Reflection Method

勝又 健一, 柿 昌英, 神尾 昭

昭和56年10月

非破壊検査協会秋季大会

超音波自動探傷システムとオフラインで厚鋼板溶接部の評価を行った。本超音波自動探傷システムは下記三種の探傷機能を有する。

- ① 透過反射法; 2個の探触子を用い溶接線をまたいだ往復走査における透過及び反射強さのデータ表示
- ② 一探法; 反射エコーを基にした断面(B)及び平面(C)表示
- ③ タンデム法; B表示

オフラインでは①のデータを基に欠陥表示を行う。

①のデータには4個迄の反射エコーと透過パルス高さ及び探触子位置等が含まれる。欠陥の表示は断面表示とし、欠陥の2方向(溶接線両側の超音波ビームと垂

直方向)の影の大きさを計算し、欠陥高さ及び長さを求める。

使用した試験片は板厚100mmの原子炉圧力容器鋼で、溶接線及び板厚方向に平行な内部欠陥を有する。欠陥寸法はASME—SECCXIによれば許容限度程度あるいはそれ以上であった。

透過反射法によるオフラインでの欠陥表示は、実際の欠陥位置及び大きさと比較して良い結果を得た。欠陥高さについての推定値/実際値は平均すると1に近いが、範囲は0.7~2.2であった。欠陥長さの推定精度は高さ方向のそれより良かった。タンデム法の場合も実際に近い欠陥表示であったが、底面部の欠陥になる程過大評価の傾向を示した。タンデム法では欠陥の方向性及び欠陥の凹凸により、表示は大きく変化するものと考えられる。一探法では実際の欠陥とかなり異なった結果を示した。

透過反射法は欠陥の透過波と反射波の両者の情報を用いるものであるが、透過波は小さい欠陥に対して変化が少ないため見逃がし易い。このような場合反射波による精度の良い欠陥の評価を検討する必要がある。また、探傷のスピードアップを計ることも重要なことと思われる。

<機 関 開 発 部>

水素燃焼ガスタービン

Hydrogen as Future Fuel and Advanced
Gas Turbine

森 下 輝 夫

昭和57年 1 月

日本ガスタービン学会第10回セミナー

石油代替燃料の開発のための調査研究が多く行なわれているが、熱機関の燃料を何に求めるかを最も根本的に考えれば、ウランを含めて地球埋蔵資源を使用する方式と、非消耗形資源を利用して再生可能なエネルギー媒体を作りそれを使用する方式とがある。

工業化社会におけるエネルギー媒体の移り変わりの傾向をみると水素使用は必然的方向である。また、人類生存の基盤たる地球の気候に大きな変化を与えないためには地球埋蔵形エネルギー源の急激な解放と CO₂ を発生する燃料の大量使用は避けるべきである。こうした根拠から、本稿は、太陽熱という非消耗形資源により水素という再生可能なエネルギー媒体を製造することが現実性のあることであり、水素燃料時代の熱機関としてガスタービンが極めて優れていることを、船研における研究をもとに説明する。

水素燃料の大量消費は航空輸送業界によって先べんをつけられそうである。水素燃料を使用する輸送機は1995～2000年頃から就航を開始し、20～30年かけて化石燃料から液体水素燃料へ切換えを目指している。このための具体的な調査研究が論議されている。

太陽熱にする水素の大量製造は、太田が提唱したPORSHE 計画が日米の関係者で検討が進められている。船研でも、その原案を修正発展させた太陽光利用洋上水素製造輸送計画を調査研究し、南太平洋上に多数脚筏を浮かべ、1km四方の筏1基で年間6,000トン前後の液体水素を製造できる見通しがえられている。

水素燃料時代の高出力熱機関としては、船研で研究中のタービン内再熱再生ガスタービンと、内燃料式酸水素蒸気タービンが有望で、これらの機関は50%以上の熱効率をえることもそれ程困難ではない。

舶用機関における信頼性と故障診断

Reliability and Failure Diagnosis of
Marine Engines

玉 木 恕 乎

昭和57年 3 月10日

日本機械学会第534回講習会教材

船舶における安全性は、これまで船級制度によって確保、維持されてきた。1960年代になって信頼性工学を基礎とする安全に対する考え方が船舶の分野にも導入され、船舶の中でも特に舶用機関について、信頼性と安全性の技術開発がわが国においても始まり、その後の進展は著しいものがある。この進歩は、船舶の巨大化、高速化、自動化、省人化など船舶を取り巻く環境が強い原動力となったものであり、1970年代に入り機関の無人化(MO)が実施されたことにより、舶用機関の信頼性は一段と向上した。

将来、船舶ではさらに省人化が進むものと見られ、今後の自動化には、これまでの熟練した運転員が行っていた舶用機関の運転と安全管理に代り、機械装置を使用する管理システムの採用への移行が要求される。

それには、舶用機関の状態を常時監視するシステムと、それによって検出された情報を分析して機関の故障を発見し、診断を行うシステムの技術開発が必要であり、現在、舶用機関の諸状態量を計測するセンサの開発と、故障であると診断する論理についての研究が実施されている。

本報告は、舶用機関の信頼性、安全性技術の現状を紹介し、これらを向上させるには機関の状態監視と故障診断が有効なことを述べ、故障解析の結果を用いた舶用機関の故障診断研究の現状と診断法の試行例をいくつか解説して、問題点を摘出している。

これらの結果から、船舶の安全を確保するための今後の展望として、舶用機関の信頼性管理が必要なことと、万一舶用機関に故障を生じた時は機械装置によって発見、診断さらには修復を行うシステムの開発が必要であることを結論としている。

回転円板の周方向不安定現象の解析

Circumferential Instability Analysis of
Rotating Discs

天 田 重 庚

昭和56年10月

日本機械学会第59期全国大会

前報（日本機械学会，第58期通常総会，昭和56年4月2日）にて，円板が高速で回転すると半径方向の面内不安定現象が生ずることを示した。不安定現象を示す危険回転数は，材料の機械的性質であるヤング率 E と密度 ρ ，それに円板の大きさに依存することが判明した。

本報告は半径方向と同じように周方向においても面内不安定が生ずること示すものである。外径 b ，内径 a の円板が内外周上にせん断力を受けながら高速で回転している場合を考える。このような状態下にて，円板の角速度 ω がある固有の値 ω_c に達すると，半径方向変位とせん断応力が無限大に発散する不安定現象が生ずる。不安定を示す危険回転数 N_c をロータ材である SNCM 8 の場合について計算すると，第1次の値が約70万 rpm となった。

危険速度を与える固有値方程式より，危険回転数： $(N_{cr})_n$ を求めたところ，

$$(N_{cr})_n = \frac{30}{\pi} \frac{1}{b} \sqrt{\frac{G}{\rho}} f_n \left(\frac{a}{b} \right)$$

にて表わされることが判明した。ここで， G はせん断弾性係数， $f_n(a/b)$ は内外径によって異なる関数である。この式より，円板の周方向危険回転数は円板の外径 b に反比例し，機械的性質であるパラメータ $\sqrt{G/\rho}$ に比例し，内外径比 (a/b) によって変化することが導かれた。

このような不安定現象は古典解析では導かれませんが，フライホイールなど高速回転機器の設計の際には，ある程度の注意を要するとの結論を得た。

<機 関 性 能 部>

IMCO の動き；海洋汚染防止条約について
(その1) (その2)

The Latest Trend of IMCO, International
Convention for the Prevention of Seapollution

植 田 靖 夫

昭和57年2, 3月

航海ジャーナル Vol. 2 No. 2, No. 3

(その1) 船舶からの油による海洋汚染防止

IMCO において採択された1973年海洋汚染防止条約は，タンカー関連事項が大幅に修正されて MARPOL 73/78 年条約として，各国に実施が勧告されている。これは現状の条約規制に較べて，新たに船舶の構造設備等の設計要件が大幅に加えられており，特に油タンカーに対する強い規制内容を持つ。条約文の解釈，一部改正案，及び実施細則の検討は今なお続けられているが，大部分は国際間の合意が得られており，各国の批准が促がされている。昭和57年初めには発効要件が満たされ，58年には発効することが予想される。

具体的には船舶の機関室ビルジ排出のための油水分離器関連事項及び油タンカーの運航形態とバラスト等排出操作に関する事項の諸規制であるが，極めて厳格な細則が準備されており，運航者としても十分その内容を理解して対処する必要がある。

(その2) ばら積み有害液体物質による汚染防止

ケミカルタンカーのバラスト排出等に関する規制は MARPOL 73/78 条約の ANNEX II で規定されるが，その実施は条約発効後3年又はそれ以上の間延期されることになっている。その内容は海上輸送される液体化学物質を，その有害性に依りてA, B, C, D 及びその他の5段階に区分し，有害性に依りて全く船外排出を禁止するか，或は条件を与えて排出の規制を行うことが骨子となっている。現在MEPCの下部組織であるBCH小委員会が化学物質の分類，排出規制の実施細目等が検討されている。これに関連して荷揚後の船内残留液量の推定方法，標準の洗浄方法，通気による残液除去手法等を含む具体的な排出操作のための規則が作成されつつある。大量の内航タンカーを持つわが国としては，影響されるところが大であるので，十分な対応策を今から準備しておく必要がある。

<原子力船部>

遮蔽層中での中性子減速の理論的考察
(その1, 水の場合)

Analytical Solution of Neutron Slowing-
Down Problem for Slab Shield
(I, For the case of Water Shielding)

山越 寿夫

昭和55年3月

日本原子力学会年会

遮蔽体中の中性子エネルギー分布の計算には中性子群定数を用いる。しかるに、中性子群定数の算出に於ては、中性子エネルギー分布自身が断面積の荷重平均用の重みとして用いられる。従来は、中性子エネルギー領域を超多群に分割し、数値計算により上記平均操作のくり返しを行なって来た。しかしながら、中性子断面積の構造(エネルギー依存性)と平均値との関係は、数値計算のみからでは、見通し良く把握することがむづかしい。

今回の発表では、遮蔽体中の中性子エネルギー分布と断面積の構造との関係を解析的に記述する方法を示す。両者の関係は、遮蔽体中の中性子束を記述する、ある微分方程式の解により記述される。この記述においては断面積の山の幅に対して従来課せられていた、狭い共鳴幅の近似はとり払われている。最近注目されて来た遮蔽物質の断面積における自己遮蔽効果も、解析解で表現できることを示す。今回は水の場合に問題を限定した。

表-1 実験条件

端部出力ピーク	有	無
浸水量	0.2~100%	18~90%
炉周期	1.85~5.34msec	2.77~3.82msec
ギャップ幅	50, 95, 195 μ m	95 μ m
貫通孔	有, 無	無

表-2 浸水燃料の破損しきい値

端部出力ピーク	有		無
浸水量	10~100%	10%以下	18~90%
破損しきい値 cal/g	106 \pm 10	140 \pm 6	172 \pm 8

(244)

<東海支所>

NSRR 実験(43) 浸水燃料実験(3)

NSRR Experiments (43)

Waterlogged Fuel Rod Test Series (3)

落合 政昭, 大西 信秋, 石島 清見,

山下 義昭, 丹沢 貞光

昭和55年9月

日本原子力学会秋の分科会

反応度事故時の浸水燃料破損挙動の究明を目的として、NSRR 炉に於て浸水燃料実験を行ない、同燃料の破損形態及び破損しきい値を明らかにした。

表-1に実験条件を示すように、浸水量、炉周期と燃料ギャップ幅、さらに貫通孔および端部出力ピークの有無をパラメータとして選んだ。

実験の結果、浸水燃料には2種類の破損形態があることを確認した。その一つは低温バーストと呼ぶ破損形態で、被覆管温度の上昇以前に生じる破損であって、破損孔が大きく、大部分の燃料が冷却水中に放出され、破損時には5~10 MPaの圧力波の発生及び大量の蒸気発生による冷却水々位の急上昇を伴う点が特徴的である。他の一つは高温バーストと呼ぶ破損形態であって、温度上昇に起因する被覆管の耐圧能の劣化をまって生じる破損である。破損孔が小さく、大部分の燃料は管内に残存し、破損時に顕著な機械的エネルギーの発生を伴わない点の特徴的である。従って、軽水炉の反応度事故時の安全性を考える上で、低温バーストの方がより重要な破損形態と言える。

破損しきい値に関しては、表-2にまとめて示すように、端部出力ピークの有無によってその値が大きく変動している。すなわち、端部出力ピークのある場合には、浸水量10~100%、炉周期1.85~4.96msecの範囲での実験では、破損しきい値は106 \pm 10cal/g \cdot UO₂であって、貫通孔の有無、浸水量の大小及び炉周期の長短との相関は見られなかった。一方端部出力ピークの無い場合には、総発熱量160cal/g \cdot UO₂の実験では高温バースト型の破損を呈し、総発熱量200cal/g \cdot UO₂の実験では、低温バーストを呈したものの、そのしきい値は172 \pm 8cal/g \cdot UO₂と端部出力ピークの有る場合よりはるかに大きかった。