

溶接構造物の品質保証

—— 求められている各国共通の体制 ——

1882年、プロイセン産業振興協会が、鋼の溶接性に関するおそらく最初の系統的な報告を出した。この報告書は「溶接によって接合したものはどんなに注意深くやっても信頼できない」と結論づけている。その後の近代技術の目ざましい発展と共に溶接技術も飛躍的に進歩し、現在では、全世界で生産される鉄鋼の半分近い量が溶接構造物として使われていると言われている。

溶接構造物の信頼性・安全性を確保するための品質保証について、現在特に問題となっているのは、国際的にはエネルギー関連プラントの圧力容器や配管等であり、国内的には建築鉄骨構造等である。従来の球形貯槽、石油貯槽、化学プラント、発電用原子炉、石油採掘用海上基地等の事故、地震による各種溶接構造物の被害、建築鉄骨構造における不完全な溶接などが契機となり、事故防止のための事前評価と品質保証はどうあるべきかという点から、設計品質保証、製作品質保証及び使用時の安全管理について、検討が進められている。

品質保証を制度的に標準化するものとして、「規格及び法規」がある。昨今では、これに関連してガットの「非関税障壁の排除」が問題とされ、各種製品の国家規格及び法規の国際的な整合性と品質保証制度の相互乗り入れを検討する必要性が指摘されるなど、品質保証は単に技術の枠内としての問題にとどまらず、いまや国内外の重要な課題

となっている。

溶接構造物又は溶接継手は、単純に考えれば、ある一定の品質を確保していれば、製品として使用に耐え、目的に合致したものとなるはずである。この品質の基準は品質保証基準とも言うべきものであるが、溶接継手にしばしば含まれる溶接欠陥と継手の使用性能との関係が十分には解明されていないため、一般的にはこの基準を決定することは困難である。そこで、通常製作時には、受入れ検査及び使用中の品質を確保するために、より高いレベルの品質を要求する。このレベルが品質管理基準であって、多くの規格・基準類ではこの品質レベルを規定していると考えられる。

また、品質保証基準に達していない溶接継手でも、補修溶接により十分に使用可能なものにすることができるところがある。この限界は、補修可否基準となり、溶接継手を使いものになるか否かの下限界を示すものと言える。

これら三基準のうち、品質保証基準及び補修可否基準を明確にできれば、溶接構造物の品質保証をより合理的に行うことができ、溶接生産をより効率的に行うことが可能になる。

当研究所では、これらの基準の明確化ならびに、各国が共通的に品質評価できる基準をつくるための基礎資料を得る目的で、溶接欠陥とその評価に関する研究を行っている。

欠陥を含む溶接継手はどこまで安全か

—— 溶接欠陥の検出と評価法に取り組む ——

溶接構造物又は継手に発生する事故の原因としては、溶接施工時に残存した各種の欠陥からき裂が発生し、使用中にじだいに成長してついに重大な破壊事故に至ったと考えられる場合が少なくない。

溶接構造物の品質を保証し安全を確保するためには、まず溶接欠陥の発生する機構を明らかにして、できるだけ欠陥の発生を少なくするような溶接施工法を確立することが基本である。しかし、溶接継手においては欠陥を皆無にすることは困難である場合が多く、又、たとえ欠陥を含んでもその欠陥と継手の品質との関係が明らかで、信頼性・安全性を確保できることが明らかであれば、それによって十分に品質保証できることになる。このようなことから、溶接継手に含まれる各種欠陥の形状・位置・大きさを非破壊的に検出する精度と確率を向上させるとともに、これら欠陥からき裂が発生し成長する挙動を、構造物の使用状態における荷重条件と環境条件を考慮して、定量的に把握することが必要である。

このような思想のもとに当研究所ではこの問題に対して、溶接、非破壊検査、材料、及び材料強度の各分野の研究者が協力して系統的な研究を行っている。

まず、主としてガスメタルアーク溶接法を用い、溶込み不良、ブローホール、ピット、及び溶接金属の梨の実形高温割れ（写真）などと溶接諸条件との関係を検討し、これらの欠陥を制御する施工方法を確立した。次で、これらの成果をもとにして、溶接継手の強度に特に大きな影響を持つと考

えられる溶込み不良や高温割れを含む溶接継手試験材を、溶接施工条件を制御することによって製作した。

上記の溶込み不良や高温割れのような面状欠陥の寸法を定量的に検出するためには、図1に示すような、超音波ビームを細く絞った点集束斜角探触子による端部ピークエコー法が有効である。図2は、当研究所で開発・試作した点集束斜角探触子を用いて片側溶込み不良の寸法を測定した一例で、約±0.5mm以内の精度で測定できる。また、外部欠陥の検出に対して欠陥漏洩磁束測定や渦電流探傷試験法も有望であり、これらの適用方法や条件についても検討している。

溶接欠陥を含む継手の強度については、主として大気中疲労試験と腐食疲労試験を行い、疲労限度やき裂伝播速度を測定して評価している。高張力鋼の疲労試験結果から、溶込み不良の深さや余盛形状がわかれば、疲労限度が推定できることなどを明らかにすることができた。

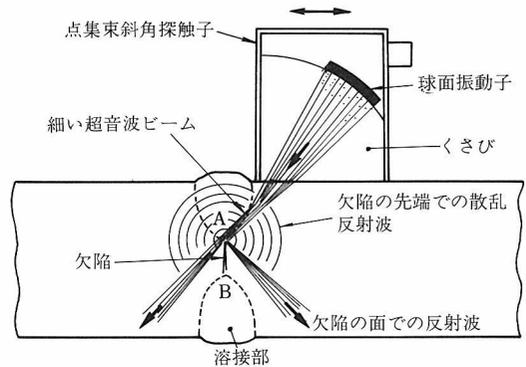


図1 点集束斜角探触子による溶接継手の溶込み不良の先端の検出

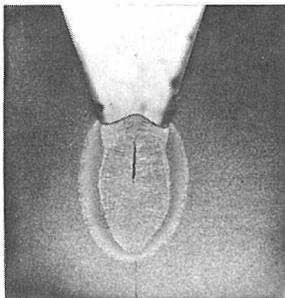


写真 梨の実形高温割れ

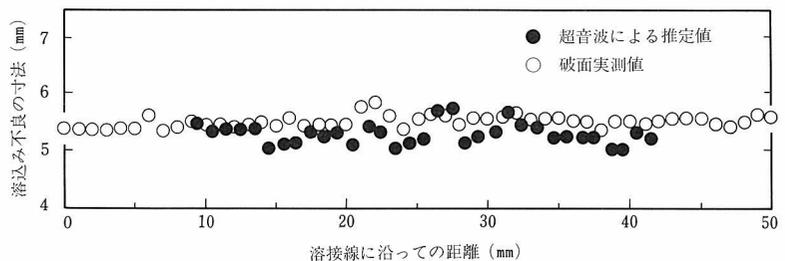


図2 溶込み不良寸法の測定結果

超高压力下の超電導の測定

超高压力下の超電導遷移の測定は試料が非常に小さいため多くの技術的困難を伴っていた。本研究所では、新しく超電導体の反磁性を利用した磁束集中方式を開発して、極微量試料の超電導遷移を磁氣的に測定することに成功した。この方法を現在最も高い圧力発生が可能なダイヤモンドアンビル装置に応用することにより、従来より高い圧力領域での超電導遷移の測定が行えるようになった。

現在、この方法により常圧下で半導体である、HgTeの250 Kbar 下までの圧力誘起超電導の研究を行っている。なお、圧力は試料部に入れたルビーの螢光線の波長シフトより連続的に求めることができる。このような超高压力下の超電導特性の測定は、今後、新材料の開発に有力な情報をもたらすものと期待される。

(極低温機器材料研究グループ)

粉末冶金による形状記憶合金の製造

低温で変形しても加熱すると元の形に戻る形状記憶合金の中で特に優れた性質を示すNiTi合金は、加工が困難であり、通常の溶解法では形状回復温度を制御することが困難である。これらの点を考慮して、直接最終製品に近い形状で、かつ制御された形状回復温度を持つNiTi合金を粉末冶金法によって製造する研究を行っている。

ニッケルとチタンの粉末を混合し、室温で成型した後高温で焼結すると、焼結温度1000℃以上で10時間以上の加熱によって完全にNiTi合金になるが、試料中に約15%の空隙が残存する。この状態の形状回復温度は、通常の溶解、加工法で作った試料と変わらないが強さは低い。空隙を減少させるために高温でプレスすると、空隙は2%以下になる。さらに密度を上げるために、熱間静水圧プレス法の適用を試みている。(機能材料研究部)

宇宙空間でのろう接の基礎実験

スペースシャトルの宇宙往復実験により、宇宙空間での構造物の組み立てがにわかに現実的になってきた。無重力、真空の宇宙空間では、電子ビーム溶接およびろう接が、自然環境を極めて有効

に利用できる溶接法として注目されている。

当研究所と西ドイツ国立材料試験研究所(BAM)との共同実験により、宇宙空間でのろう接に関する基礎的な研究が行われ、無重力状態でのろう接に際しては、熔融ろうの表面張力に起因する対流が顕著に表れることが明らかになった。この現象は、宇宙空間でのろう接において無視し得ない作用をするものと考えられる。(溶接研究部)

液体ヘリウム温度での 簡便なシャルピー衝撃試験法

極低温で用いられる構造材料の靱性(ねばさ)を評価する有効な方法として、液体ヘリウム温度(-269℃)で試験できる非常に簡便なシャルピー衝撃試験法を開発した。本試験法の特徴は試験片を断熱するカプセルにあり、内側に液体ヘリウムの通りをよくする溝をつけた厚さ3mmの発泡スチロール板を試験片に巻くだけでよい。またカプセルの製作が簡単でコストが極めて低い。また液体ヘリウムを流しながら試験を行えるので、試験片温度を液体ヘリウム温度に維持できる、常温からの冷却時間は約1分で済むなどの利点がある。なお液体ヘリウム消費量は1ℓ/本未満である。

(極低温機器材料研究グループ)

金属水素化物の物性と 応用に関する国際シンポジウム

(鳥羽・57年5月30日～6月4日)

上記のシンポジウムは第3回目の会議で、金属水素化物の基礎から応用に至る広範囲の研究成果の発表が行われた。論文数は171篇におよんだ。

前回及び前々回のシンポジウムに比較すると、新規な金属水素化物及び応用と工学的展望に関する発表論文が急増しており、水素エネルギーシステムの実現にむけての着実な歩みがみられた。

当研究所から「急冷法によって作製された薄片状FeTi_{1+x}O_y合金の水素貯蔵特性」等の5篇の論文が発表され、いずれも好評であった。また本シンポジウムに前後して当研究所に多くの外国研究者の来訪があり、講演と熱心な討論が行われた。

(機能材料研究部)

昭和57年度金属材料技術研究所研究発表会

金属材料技術研究所では、毎年研究発表会を開催することになりました。本年度は、「構造材料と環境」に関する最近の研究成果を中心に、下記の題目について発表いたします。関係各位の多数のご来聴を得たく、ご案内申し上げます。(聴講自由)

日 時：昭和57年11月12日(金) 13:30~17:10

会 場：金属材料技術研究所大会議室

東京都目黒区中目黒2-3-12 (電話 03-719-2271(代))

(東横線・地下鉄 日比谷線 中目黒駅下車徒歩10分)

≪ プ ロ グ ラ ム ≫

13:30~13:40 あいさつ

所長 荒木 透

13:40~15:00

(座長 原子炉材料研究部長 内山 郁)

1. 極低温技術を支える構造材料 極低温機器材料研究グループ第5研究グループリーダー 石川 圭介
極低温科学技術の開発における材料の役割をはじめ、極低温機器に使用される金属材料に求められる諸特性及び材料評価について概観し、新材料、材料試験法などの成果及び今後の計画について述べる。

2. 海洋構造物用材料としての高張力鋼 強力材料研究部第1研究室長 角田 方衛
海洋構造物用材料に要求される材料特性について考察し、海水環境下における強度特性中とくに重要な腐食疲労に関して、き裂伝ば速度及びその下限値への材料学的、力学的、環境的諸因子の影響について述べ、海洋構造物用材料の研究遂行上の問題点や今後の研究の方向についても言及する。

15:00~15:10

休 憩

15:10~17:10

(座長 エネルギー機器材料研究グループ総合研究官 山崎 道夫)

3. 軽水炉構造材料の腐食問題と対策 腐食防食研究部主任研究官 石原 只雄
原子炉圧力容器、配管、蒸気発生器等における応力腐食割れ、デンティング、腐食疲労などの腐食問題と研究の現状について展望し、さらに、軽水炉の安全性、信頼性の向上を目的とした応力腐食割れ機構の解明から割れ防止対策の確立に至る主要な研究成果を紹介する。

4. 耐熱材料の高温腐食とクリープの相互作用 腐食防食研究部長 新居 和嘉
実用機器の高温酸化挙動は、化学的、力学的、熱的環境に支配される。本講演では化学的環境(燃焼ガス組成など)と力学的環境(クリープひずみなど)の相乗作用について紹介し、これを保護性酸化皮膜の破壊と再生という観点から加速酸化挙動を考察する。

5. 高温構造材料の10万時間クリープ破断性質 クリープ試験部長 横井 信

各種高温構造材料の10万時間(約12年)にわたるクリープ破断試験片に対する調査から得られた特徴的な知見、すなわち、材料劣化を招来する金属組織変化、ポイド形成、微視的及び巨視的な破壊過程について概説し、これらを踏まえて、高温構造材料の合理的な信頼性管理方法のあり方を考える。

◆短 信◆

●人事異動(昭和57年8月5日付)

併任解除 材料強さ研究部長 金尾 正雄(疲れ試験部長)

配置換 原子炉材料研究部長 内山 郁(強力材料研究部長)

〃 材料強さ研究部長 吉田平太郎(原子炉材料研究部長)

昇 任 強力材料研究部長 古林 英一(強力材料研究部第3研究室長)

通巻 第285号

編集発行人 越川 隆光
印 刷 株式会社 三興印刷
東京都新宿区信濃町1-2
電話 東京(03)359-3811(代表)

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

東京都目黒区中目黒2丁目3番12号
電話 東京(03)719-2271(代表)
郵便番号 153