

# 金材技研

## 1974

科学技術庁

# NO.5

# ニュース

金属材料技術研究所

## 18Cr ステンレス鋼の高温水による応力腐食割れ

Cr-Ni オーステナイトステンレス鋼は軽水冷却型原子炉の構造材料として広く用いられているが、これまでも応力腐食割れによる事故を生じた例が報告されており、原子炉の安全性確保の上からも応力腐食割れ防止対策は重要である。

腐食防食研究部では応力腐食割れ防止の観点から、割れ抵抗性の高い合金組成および組織について一連の研究を行なっているが、その過程において、フェライトを20~30%含む2相合金はオーステナイト単相のものよりも著しく割れ抵抗性が高いことを明らかにした。また一般に応力腐食割れを起こしにくいとされている18Cr鋼のような高フェライト合金でも、高純度合金は割れ抵抗性を有したが、市販のSUS430鋼は条件によっては著しく割れやすいことがわかった。その後者における差異は、鋼中の不純物元素の種類および量によると考えられるため、今回は市販の18Crステンレス鋼中に存在するC, Si, Mn, P, N, Niのような不純物が応力腐食割れ感受性に与える影響について研究を行なった。供試Fe-18%Cr合金は純鉄および高純度クロムを主原料として、これに上記各元素を添加して真空溶解により作製した。試料は(1)800°C×30min空冷の焼なましと(2)1050°C×30min空冷の鋭敏化処理の2種類の熱処理を行なった。また、応力腐食割れ試験は、300°C、非脱気の塩素イオン濃度600ppmの塩化物水溶液中に、U-曲げにより応力を付与した試料を浸漬して行なった。

その結果、実験室で溶製した高純度の18Crには、

割れが生じなかったのに対して市販材のSUS430鋼が著しく割れやすかったのは、市販鋼に含まれているCとNの影響によるものであって、その他のSi, Mn, P, Niなどの不純物は割れに影響しないことが判明した。

CやNのような有害な不純物を含む18Cr鋼の応力腐食割れ感受性は熱処理温度によって著しく影響を受ける。すなわち、800°Cで焼なまししたものには割れは発生しないが、1050°Cで鋭敏化したものは割れ感受性を有する。この場合の割れは写真に1例を示すように粒界に沿って進行していた。CやNを含む鋭敏化鋼は、StraussおよびHuey試験によって粒界腐食を生じ、また高温水中でのアノード分極によって自然浸漬条件よりも割れは加速され、カソード分極によって逆に阻止されることから、クロム炭化物または窒化物の形成による粒界の選択溶解によって割れたと考えられる。

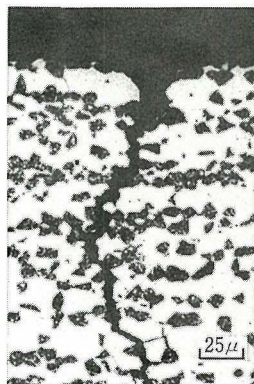


写真 18Cr ステンレス鋼の300°Cの高温塩化物水溶液による粒界応力腐食割れ。  
(1050°C×30min空冷の鋭敏化処理材)

以上の知見にもとずいて、18Cr鋼に上記析出物の生成を抑制するTiまたはNbを添加すると、同鋼の高温水による応力腐食割れ防止に著しく効果のあることが判明した。

## FeAlの塑性

体心立方構造をもつ CsCl 型金属間化合物のすべり挙動の特徴は、容易すべり方向が $\langle 111 \rangle$  か、 $\langle 001 \rangle$  かに分類できることにある。このことに焦点を絞った研究が古くからなされてきたが、系統的に調べられた化合物の数が少ないこともあって、すべり系を決めている原因は未だに明確にされていない。

金属物理研究部では、単結晶の塑性に関する研究の一環として、CsCl型結晶構造をもつ FeAl を取り上げ、結晶方位、変形温度が変形挙動に与える影響について研究を行なっている。引上げ法で作った単結晶から、 $(\bar{1}\bar{1}2)[111]$ 、 $(\bar{1}01)[111]$ 、 $(\bar{2}11)[111]$  の各すべり系において最大剪断応力をもつような 3 種類の方位の圧縮試験片をつくり、77, 300, 473°K の各温度で変形を与えた。2 表面解析法ですべり系の決定を行った後、すべり面に平行に薄膜を切り出し、透過電子顕微鏡を使用して転位構造の観察を行った。その結果、低温での優先すべり系は $(\bar{2}11)[111]$  であるが、温度上昇とともに $\{110\}\langle 111 \rangle$  系が活発になること、および、臨界剪断応力の温度依存性はすべり系と密接な関係があることが判った。すなわち、 $\{112\}$  面上の臨界剪断応力は、反双晶方向にすべりが起る場合は強い温度依存性を示すが、双晶方向にすべりが起る場合には、300°K 以下でほとんど温度依存性を示さなかった。 $(\bar{1}01)[111]$  すべりに対する臨界剪断応力は前者より少し弱い温度依存性を示した。

すべり面上の転位構造は、臨界剪断応力が強い温度依存性を示す $(\bar{1}\bar{1}2)[111]$  すべり系では、低温で体心立方構造の金属と同じようにらせん転位が大部分であったが、温度上昇と共に混合転位成分が増加した。臨界剪断応力が温度依存性を示さない $(\bar{2}11)[111]$  すべり系では、刃状転位がらせん転位と同密度で存在し、全温度範囲で安定であった。この事実は、このすべり系の臨界剪断応力は、刃状転位に対する運動抵抗で律速されていることを示している。このような現象は体心立方構造の金属では一般に固溶体硬化の大きい場合に観察されている。FeAl の場合、この型の他の化合物で観察されている非化学量論的組成にもとづく硬化は起らず、Fe 過剰側で逆に軟化現象が起るため、 $(\bar{2}11)[111]$  すべり系の臨界剪断応力の温度依存性は、非化学量論的組成にもとづく固溶体硬化現象によるものではない。また AgMg では、このすべり系の臨界剪断応力は強い温度依存性を示すため、FeAl の結果は FeAl 固有のものであり、Fe-Fe 原子間の強い反発力に起因しているものと推察される。つぎに等方弾性体で成立する転位の消滅条件  $\mathbf{g} \cdot \mathbf{b} = 0$  は異方性の強い CuZn および NiAl では成立せず、転位線が 2 重点状像を示すと報告されているが、鉄よりもわずかに異方性の強い FeAl においても、同じ現象が非常に顕著であることがここで観察された。

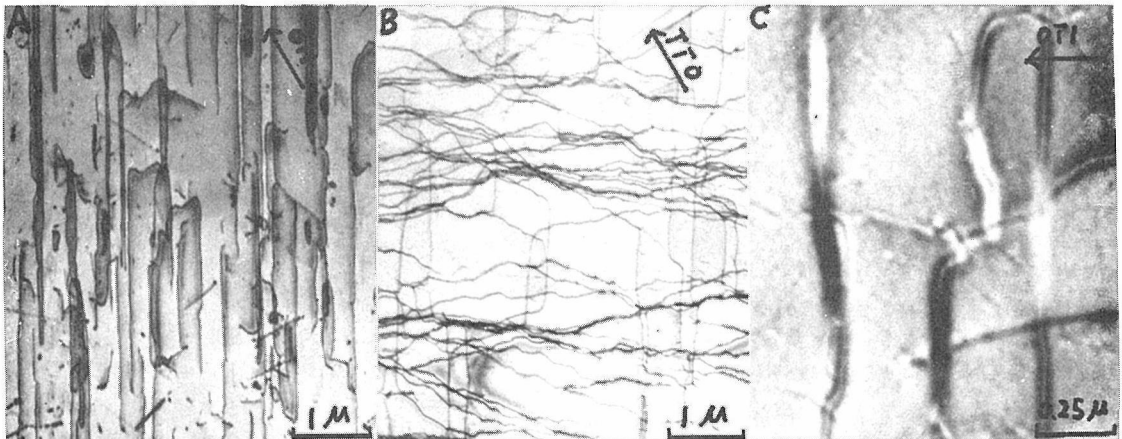


写真 77°K における  $\{112\}$  面上の転位構造の応力の向きによる差違。(A) 反双晶方向すべり、(B) 双晶方向すべり、(C)  $\mathbf{g} \cdot \mathbf{b} = 0$  を満足する場合の 2 重点状コントラスト。(写真中の矢印は反射ベクトルの方向を示す。)

## 鉄鋼溶接金属中の拡散性水素定量法および装置

鉄鋼溶接金属中の水素は遅れ破壊、ビード下割れおよびマイクロフィシャーなどの水素脆化現象と密接な関係がある。近年、溶接構造材料の進歩に伴い溶接金属中の微量拡散性水素も上記現象と関係あるものとして大きく取上げられるに至っている。現在、我国では、鉄鋼溶接金属中の拡散性水素の測定法としてJIS Z3113に規定されているグリセリン法が採用されている。同法は45°Cのグリセリン液中に測定試験片を浸漬し、試験片より放出される水素をグリセリンと置換し回収する方法である。また、グリセリンの代りに水銀、アルコールおよびパラフィンなどを捕集液として採用している国もあるが、これら捕集液の使用について国際的統一はなされていない。国際溶接学会(IIW)では水銀を用いるよう推奨している。同一溶接条件で得られた溶接金属中の拡散性水素を水銀を捕集液として測定した値は、グリセリンを用いた場合のそれに比べて、3～6割大きいことが知られている。このように捕集液の違いによって測定値が異なることは、上記水素脆化現象におよぼす

拡散性水素の影響を解析する上で極めて不都合なことである。

溶接研究部では、上記測定法による測定値の差異に対する原因を解明するとともに、技術課の協力により鉄鋼溶接金属中の拡散性水素量を精度よく、かつ簡便に測定できる“真空抽出式拡散性水素定量装置”を開発した。同装置の概略を図に示す。本装置の主な特徴は、(1)真空抽出であるため放出水素の完全回収ができる、(2)真空抽出容器(A部)と放出ガス回収部(B部)との接続を互換性のあるボールジョイントとすることにより、1台の装置で多数の試験片の連続測定が可能である、(3)測定系は密閉式であるため水銀蒸気の発生などによる害がない、などである。

溶接棒、鋼材および溶接条件を同一として得られる溶接金属中の拡散性水素量を、水銀法、グリセリン法および真空法で測定した結果の1例を表に示す。同表において、真空法による測定値が最も大きい。このことは溶接金属中の拡散性水素を最も確実に捕集しえたことを示しており、この方法が最も優れていることを裏付けている。グリセリン法の結果は水銀法に較べ水素回収量が極めて小さい。これは捕集液の粘性が、発生した微小水素気泡の浮上速度に影響を与えるためである。グリセリン中では微小気泡は浮上できずに懸濁状態にあることが別の実験からも確認された。したがって、グリセリン法によるJIS Z3113の拡散性水素測定法は早急に改めるべきものであると考えられる。

真空法により鉄鋼溶接金属からの水素放出の対時間曲線を求め、水素の拡散係数を概算すると $D_H(\text{in Fe}) = 9 \times 10^{-7} \text{cm}^2/\text{sec}$ となった。この値は常温における鋼中の水素の拡散係数と良好な一致を示している。これは溶接金属からの水素の放出挙動が鋼中の水素の拡散に支配されていることを示すものである。

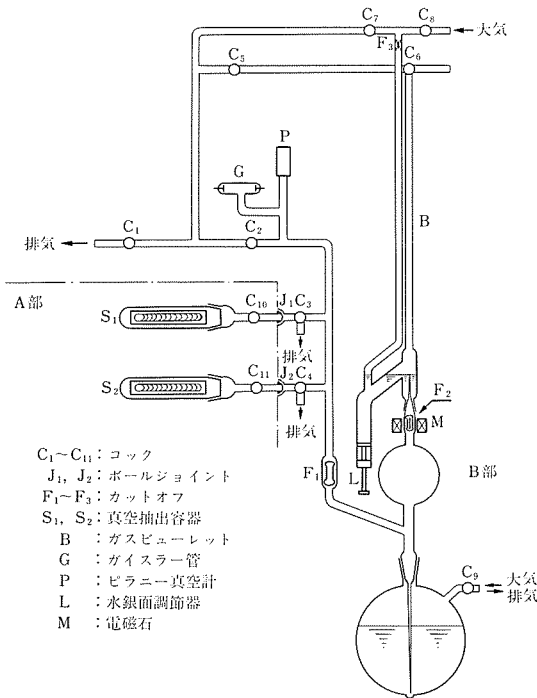


図 真空抽出式拡散性水素定量装置の概略図

表

水銀法 (cc/100g)	グリセリン法 (cc/100g)	真空法(cc/100g)
10.76	6.44 (3.79)*	11.01

\*未回収ガス量。

# 【特許紹介】

## 断続移動アークによる溶接方法

公告番号 昭48-34487 昭和48年10月22日公告  
発明者 溶接研究部 稲垣道夫, 岡田 明

この発明は薄板や薄肉管のアーク溶接及びプラズマ溶接において比較的広い溶接条件で安定な裏波ビードを容易に形成させる溶接法である。

薄板や薄肉管のアーク溶接では、溶接入熱が少しでも過大になると溶落ちが生じ、そこに孔があく。これを防ぐには溶接入熱の厳しい制御のため、安定に動作する溶接電源と高度な操作技術をもった熟練工が必要となる。

この発明は溶接電極又は加工材を溶接線に沿って断続的に移動させ、溶落ちを防ぎながら連続した継手をつくることを特徴とする。図1は加工材の溶融部に溶落ちが生じる板厚、溶接電流及び時間の関係を示すグラフで、白丸印は溶接電極を移動しない静止アーク発生後、溶落ちが起るまでの時間を示し、黒丸印は移動アークの溶落ちが起る最大板厚を示す。本発明はこの点に着眼し、静止アークによる加工材の溶融過程と所定距離のアーク移動過程を繰返してアークの断続移動を行う。

この発明によると1.薄板の溶接が可能、2.アークの静止時間と移動距離の調節により溶融幅を広範に変えうる、3.溶接電流の広い範囲で適正な溶接ビードが形成されるなどの技術的效果があり、薄板や薄肉管の溶接に効果的に適用できる。

## 溶接位置合せレール移動装置

公告番号 実公昭48-23451 昭和48年7月9日公告  
登録査定 昭和48年9月18日  
考案者 溶接研究部 稲垣道夫, 岡田 明

この考案は自動溶接において溶接位置を正確に確保するために、溶接トーチを加工材の溶接溝中心に位置合せする溶接台車のレール移動装置である。

本考案装置の主要部を図2に示した。レール1の左端は溶接トーチなどを搭載する回転テーブルである。6は溶接方向に対して左右に移動する移動テーブルで、8は螺桿11の回転によりレールを移動する駆動テーブルである。溶接トーチを加工材の溶接位置へ合わせ、その位置の偏りが生じると駆動モータ14を作動させる。モータの回転動作は螺桿11を経て駆動テーブルの直接動作に変換され、さらに移動テーブルおよび回転テーブルの微動を介して溶接トーチを溶接位置へ合わせる。本考案は従来の溶接機にそのまま利用でき、小型自動アーク溶接機の溶接位置制御にきわめて便利である。

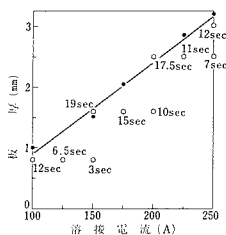


図1

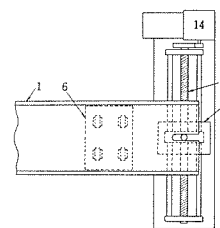


図2

### ◆短 信◆

#### ●受 賞

##### 日本鉄鋼協会香村賞

疲れ試験部長 吉田進は、「鉄鋼材料の疲れ試験に関する試験研究」により、昭和49年4月2日上記の賞を受けた。

##### 日本鉄鋼協会西山記念賞

金属化学研究部化学分析室長 須藤恵美子は、「鉄鋼ならびに各種元素の化学分析に関する研究」により、昭和49年4月2日上記の賞を受けた。

##### 創意工夫功労者表彰

昭和49年4月17日科学技術庁長官より、下記4名は職域におけるすぐれた創意工夫と、科学技術の改善・向上に寄与した功績に対し、上記の表彰を受けた。

材料強度研究部 武藤 功  
工業化研究部 岩井 良衛

クリーブ試験部

”

馬場 栄次

山崎 政義

#### ●人事異動

昭和49年5月1日付

昇 任 電気磁気材料研究部長 太刀川泰治  
(電気磁気材料研究部電気材料研究室長)

配 置 換 金属物理研究部長 増本 剛  
(電気磁気材料研究部長)

材料強度研究部長 吉田 秀彦  
(金属物理研究部長)

併任解除 材料強度研究部長 河田 和美 (所長)

#### ●海外出張

高橋仙之助 特殊材料研究部特殊材料研究室長  
スカイラプ計画の国際シンポジウムに出席ならびに研究論文発表のため昭和49年4月25日から5月8日までアメリカ合衆国ハンズビルへ出張した。

通巻 第185号

編集兼発行人 林 弘

印 刷 株式会社 ユニオンプリント

東京都大田区中央 8-30-2

電話 東京(03)753-6969(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)