

# 金材技研 1975

# NO.4

# ニュース

科学技術庁

金属材料技術研究所

## クリーン・モールド法

鑄造工業は公害、環境、資源、エネルギーなどの面で多くの問題点をかかえている。鑄造プロセスのうちでも造型はこれらの諸問題をすべて包含しており、その解決策を確立することは緊急課題である。

製造冶金研究部では、この造型方式をクリーン化するプロセスの開発研究を昭和49年度から進めている。クリーン化の手段としては種々の方法が考えられるが、本研究ではクローズド・システムが採用できる水溶性鑄型の開発を指向した。水溶性鑄型として従来、軽合金などの低融点鑄物を対象としたものはすでに研究され、一部実用化されているが、鑄鉄以上の融点の鑄造品に適用し得るものは、ほとんど開発されていない。

水溶性鑄型としては骨材を水溶するものと、粘結剤を水溶するものが考えられるが、本研究では鑄鉄、鑄鋼用を対象としているので、後者による方法を検討した。すなわち骨材としては従来の珪砂を使用し、粘結剤としてバリウム化合物に特殊有機物を配合したものを採用した。この鑄型の湿態、乾態、熱間の圧縮強さは、いずれも $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上であり、鑄型としての必要条件を満足している。注湯後、鑄型ごと水中に浸漬すると、粘結剤は水溶し、極めて良好な崩壊性を

示す。崩壊した鑄型の骨材及び粘結剤はそれぞれ分離し、骨材は乾燥し、粘結剤は濃縮し、原料として再利用した結果、前記同様に $10\text{kg}/\text{cm}^2$ の圧縮強さを示す。したがって、従来懸案となっていた公害、環境、資源、産業廃棄物などの問題点を解決することができる。一方、この鑄型は鑄造品に対し、なんらの悪影響も及ぼさない。すなわち鑄造欠陥の発生もなく、また鑄造品の材質も従来の鑄型と全く同様である。このクリーン・モールド法のクローズド・システム概念図を次に示した。

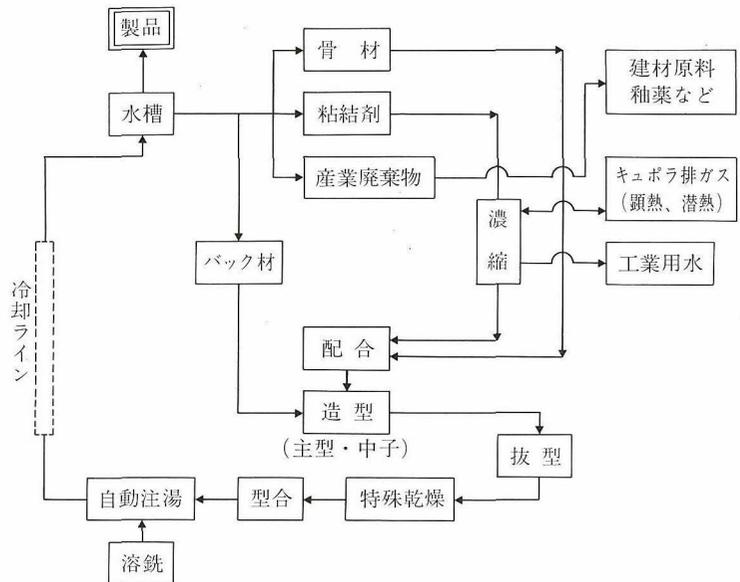


図 水溶性鑄型の鑄造システム概念図

## マルテンサイトステンレス鋼の応力腐食割れ

応力腐食割れは、ステンレス鋼で造られた構造物の最も多い破壊原因の1つである。鉄鋼材料研究部では、応力腐食割れを防止し、耐応力腐食割れ性の高い材料を開発することを目的として、マルテンサイトステンレス鋼の応力腐食割れにおける金属組織、電気化学、ならびに破壊力学的因子の関係について研究している。

応力腐食割れは、き裂の発生、成長、急速破壊の各過程を含んでいるので、それぞれの過程について、上述の3つの因子の関係を解析し、合金開発の指針とすることが必要である。このような観点から、まず応力腐食割れの発生条件を変化させることを目的とし、平滑、機械的切欠き、および疲れにより導入されたすどいき裂を含む試験片を用い、3.5%食塩水中で試験片の外部表面の電位を変えて応力腐食割れ試験を行なった。実際の使用条件下では、環境変化や異種金属の接触により電位がかなり変動すると考えられる。したがって、切欠きやき裂を付けることによって得られる応力集中や液のよどみの効果を、試料表面の電位を変化させて調べるのは、機構の面のみならず実用面からも重要である。

巨視的な応力集中がなく、液のよどみもない平滑材では、図1に示すように陽分極すると急激に破断時間が短くなるが、これは主として応力腐食割れの起点となる食孔の発生と成長過程の電位依存性を示すものにすぎず、本質的な応力腐食割

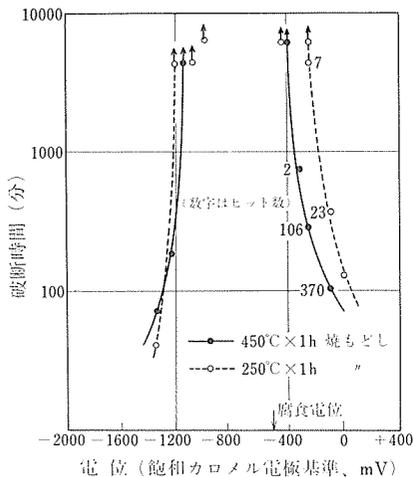


図1 平滑試験片の破断時間におよぼす電位の影響  
(試験片表面の最大曲げ応力=降伏強さ)

れの過程の依存性を表わすものでないことが明らかになった。また焼もどし温度を変えると、食孔の数と形が大きく変化し、焼もどし温度の応力腐食割れ性におよぼす影響は、やはり孔食過程への影響として説明できる。したがって、中性食塩水中における平滑材の応力腐食割れ感受性は、ほとんど孔食感受性によって支配されているといえる。

一方、応力腐食割れは実用装置において、切欠き、すきま、きずなどの欠陥部から発生することが多い。この影響をき裂と切欠きを含む試験片で調べた。図2にき裂を含む試験片の結果を示すが、平滑材で破断しなかった電位域でむしろ短時間で破断した。また切欠き試験片のき裂の発生と成長過程におよぼす電位の影響は、 $-700\text{mV}$ より貴な領域では平滑材と同じように、電位は主として応力腐食割れの発生時間に影響し、見かけ上陽極反応支配型の依存性を示したが、 $-800\text{mV}$ 以下ではき裂材と同じ傾向を示し、発生と成長の電位依存性が電位によって全く異なる挙動を示した。これらは、き裂内部の溶液の化学的因子の変化と、それによる腐食様式の変化、ならびに応力集中効果により説明された。このように、応力腐食割れ感受性を単に平滑材の結果だけで判断するのは不十分で、欠陥を含む場合は平滑材とかなり異なる挙動を示すから、合金の開発と使用に際してこの点を十分に考慮することが必要である。

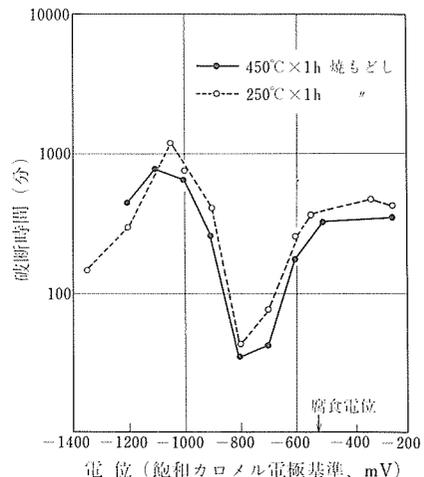


図2 あらかじめき裂を与えた試験片の破断時間におよぼす電位の影響  
(初期応力拡大係数 $=0.8 \times$ 破壊じん性値)

## Al の常温硬質陽極酸化

Alの陽極酸化は、通常は約15%の硫酸溶液中で20℃位で行なわれるが、特に耐摩耗性を必要とする場合には硬質陽極酸化法により処理される。これは一般に低温（10℃以下）の硫酸浴中で厚い皮膜を生成させる方法であるが、特別な冷却設備を必要とするほか、高電圧となるので焼けが生じやすく、皮膜に割れが生じるなどの問題もある。

腐食防食研究部ではこれらの点の改善、すなわち特に低温としないで硬い皮膜を生成させる方法の開発を検討した結果、次のような新しい方法を見出した。

皮膜の硬さは図のような多孔性構造と密接な関係があり、一般に高電圧で化成された皮膜ほど障壁層が厚くなるため、多孔層の壁厚が増加し、孔数が減少するので硬くなる傾向がある。したがって、30℃以上で硬い皮膜を得るためには、高電圧で化成するとともに、生成した多孔層の壁の化学的溶解を抑制する方策を講じればよい。

このような条件を満足するのは有機酸浴であり、事実、酒石酸浴（1 mol/l）中では50℃以上でHv 500以上の皮膜が生成する。しかし浴電圧が実用上高過ぎ（150V以上）、焼けが生じやすいという別の問題がある。この浴にシュウ酸を0.4～0.6 mol/l（pH0.6～0.7）加えれば電圧は50～70 V（40℃、2 A/dm<sup>2</sup>）に下がり焼けも防止されるが、硬さはHv 250～380になる。そこで硬さHv400以上を目標にして電圧を100 V以下にする方法を検討した。すなわち酒石酸—シュウ酸浴のpHを高めることにより、電圧をある程度上昇させ、同時に生成した多孔層の溶解を抑制して硬さを増加させるという考えで実験した。その結果、酒石酸（1 mol/l）—シュウ酸（0.4～0.6 mol/l）にさらに有機アミンを加えた浴（pH 1～1.25）を用い、40℃において60～90 Vで、Hv 400～500の皮膜を生成させることができた。

そこで、多少硬さは減少するが、有機酸浴よりも低電圧で化成できるとい

う利点をもつ硫酸浴について前述の考えを適用してみた。すなわち、硫酸浴のpHを高め、通常の硫酸浴より電圧を上昇させて、生成した多孔層の溶解を抑制するという考えである。硫酸—硫酸マグネシウムにさらに有機アミンを加えた浴を用い、Hv 300を目標として実験した。その結果、表の(1)および(3)に示すように、pHが高い低濃度の硫酸浴中では焼けが生じるが、(2)および(4)に示すように同じpHでも硫酸根濃度を増加すれば均一で硬い皮膜が生成した。このようにして、硫酸根濃度1～2 mol/l、pH0.15～0.35の浴により30～35℃という常温においてHv 280～350の割れのない皮膜を生成することができた。また、この方法の浴電圧は20～23 Vのように低いので、電力消費も少なくて済む。

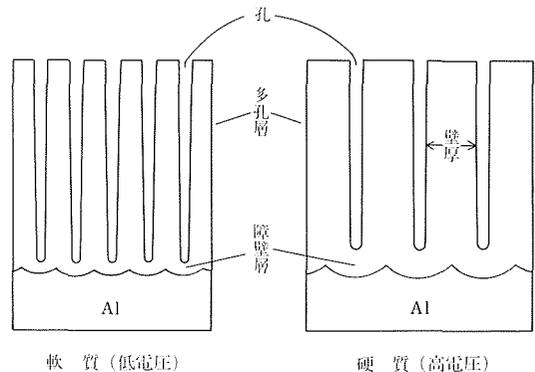


図 皮膜の多孔性構造(断面)と硬さ

表 電解条件と皮膜の硬さ (99.99%Al, 30℃, 3 A/dm<sup>2</sup>, 40分) 皮膜厚さ35μm

電 解 液 組 成		pH	浴電圧 (V)	硬 さ Hv(100g)
硫 酸 mol/l	硫酸マグネシウム mol/l			
(1) 0.7	0	0.2	22.8	焼 け
(2) 0.7	1.3	"	21.8	330
(3) 0.5	0	0.35	24	焼 け
(4) 1.2	0.3 +有機アミン 1.5	"	23	320
(5) 1.0	0	0.1	19	200

(5)はpHの低い浴の例。

## 【特許紹介】

### 炭素を含む焼結体の製造法

公告番号 昭49-20684 (昭和49年5月27日)  
 特許査定 昭和49年8月23日  
 発明者 森本一郎, 佐藤充典, 土方政行

炭素を含有する焼結体は電気接点や軸受、摩擦材料、超硬質材料等に用いられている。これらの材料は一般に金属粉と炭素粉の混合粉末を成形、焼結して作られる。とくに、電気接点は開閉又は摺動で使う時に高温になるため摩耗や溶着に耐える必要がある。従来の方で作った銀-炭素系や銅-炭素系の焼結体接点は密度が低いため消耗し易い欠点があったが、この発明はこれを取り除いたものである。

この発明は金属粉、合金粉又は化合物粉のような基体物質と合成樹脂を混和した混合物をつくりこれをホットプレス又は成形焼結の繰返しを行い合成樹脂の熱分解で生成した炭素成分を基本物質中に分散させる焼結体の製造法である。

基体物質は各用途に応じた材質の主成分であり合成樹脂は成形性を容易にするため熱硬化性樹脂がよく、とくに炭素含有量の多いフェノール樹脂、グラッシ炭素を生成し易いフラン樹脂が適している。合成樹脂の炭素成分は高温焼結によって熱分解し、焼結体の組織中に均一に細かく分散し、サイジングプレスのように成形焼結を繰返し適用すると高密度焼結体を作ることができる。

実施例によると、300メッシュの銀粉とフェノール又はフラン樹脂の混合物をホットプレス法により真空中156kg/cm<sup>2</sup>の圧力で950°C、1時間加熱して作成した6×3×0.7cmの試料の性質は表1のとおりである。消耗量は、各試料の接触面5×5mmの接触子を銅リングと接触摺動させ、接触力50g、摺動速度325cm/sec、摺動距離120kmで行った摺動試験の結果である。表中の試料記号G40、G79は従来法で作ったものであるが、これに比較して本発明の焼結体は炭素が組織中に細かく均一に分散し高密度で硬いため、耐消耗量は従来のものの10分の1と著しくすぐれている。したがって電気接点のほか耐摩耗性を必要とする部品の製造に対しても本発明を有効に適用できる。

表1 本発明と従来法で作ったAg-C系焼結体の性質

試料記号	炭素成分添加物	化学組成%		ビッカース硬さ	消耗量 mg		
		Ag	C		回路電流 2A	6A	10A
F30	フラン樹脂	97.0	3.0	69.1	-	-	-
F66	"	93.4	6.6	79.2	2.8	5.1	5.4
P36	フェノール樹脂	96.4	3.6	73.2	-	-	-
P77	"	92.3	7.7	85.2	3.0	4.9	7.3
G40	黒鉛	96.0	4.0	36.4	25	30	38
G79	黒鉛	92.1	7.9	26.4	15	16	30

### 電気接触片摺動試験機

公告番号 昭49-20154 (昭和49年5月29日)  
 登録査定 昭和49年8月31日  
 考案者 信田茂雄, 森本一郎

電気接触材料の摺動試験機は、従来確立された型式の試験機がなく、同材料の適正な評価と試験結果の再現性がすぐれた試験機が要求されていた。

本考案は電気接触材料の試験研究に使用し、摺動接触抵抗、摺動摩耗試験などを行う試験機である。図は本試験機の側面図で、試験片8が被摺動体5の上を等速の往復、直線運動によって摺動する。本試験機の特徴は試験が容易であり、試験結果の再現性が優秀なことである。

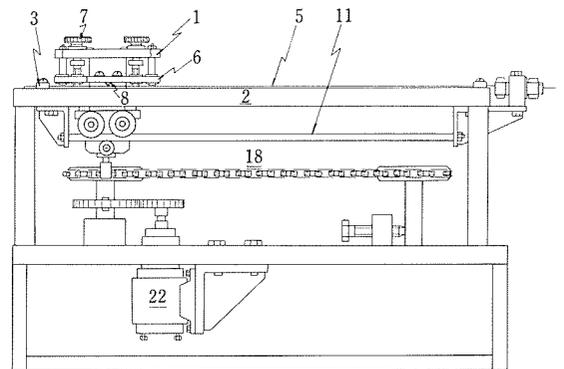


図 電気接触片摺動試験機

1. 可動台, 2. 試験台, 5. 被摺動体,
6. 試験片保持具, 7. 圧力調節機構, 8. 摺動片,
11. 可動台の案内棒, 18. 巻掛伝導装置,
22. ギヤードモータ

# 研 究 成 果 の 発 表

## 1. 国 際 会 議 (○印は発表者を示す)

第1回複合材料国際会議 (昭和50年4月14日～18日, アメリカ・ボストン)

発表論文 1. On the Compatibility of Carbon Fibres in Nickel

○ I.SHIOTA and O.WATANABE

第5回日ソ製鋼物理化学合同シンポジウム (昭和50年5月19日～21日, ソ連・モスクワ)

発表論文 1. Deoxidation of Liquid Iron with Complex Deoxidants and Characteristics of Nonmetallic Inclusions

○ K.GUNJI

2. Constitution and Properties of Nonmetallic Inclusions in Steel Recognized as Favourable for Machinability

○ T.ARAKI and S.YAMAMOTO

日本潤滑学会, アメリカ潤滑学会共催国際潤滑会議 (昭和50年6月9日～11日, 東京)

発表論文 1. Effects of Air Temperature and Air Humidity on the Dependence of Sliding Wear Behavior of Steels on the Sliding Speeds

○ E.TSUJI and Y.ANDO

## 2. 国内の春季学・協会発表 (口頭)

学・協会名	発表期日	発 表 題 目	担当研究部
日本非破壊検査協会	3.24～3.25	1. 横穴による斜角探触子の指向性測定と接触媒質の厚さの影響 2. 電磁誘導試験における信号源の重なりによる指示について 3. 磁粉の特性について (A型標準試験片による)	材 料 強 さ " "
日 本 鉱 業 会	3.28～3.31	1. 銅の無電源電解 2. 白鍍の無電源電解 3. ニッケル濃鍍の懸濁電解 4. 噴霧炉熔錬による粗銅粒子の製造法	製 錬 " " "
日本機械学会	4.1～4.3	1. 圧延H型鋼の曲げ疲れ強さの破壊力学的解析 2. HT80鋼のき裂伝ばに及ぼす過大荷重の影響 3. A5083-0, A7075-T6の切欠き材によるP-S-N曲線 4. アルミニウム合金A5083-0材溶接継手の室温および低温における破面の様相	疲 れ 試 験 部 " " "
日本原子力学会	4.1～4.3	1. Ruを添加したZr-Nb合金の二, 三の特性について 2. オーステナイト系ステンレス鋼の中性子照射脆化に関する研究 3. 新型転換炉用Zr-Nb合金の高温流水中の耐食性について	非鉄金属材料 原子炉材料 腐食防食
応用物理学会	4.1～4.4	1. $Ga_{1-x}In_xSb$ の気相エピタキシャル成長	電気磁気材料
日本物理学会	4.2～4.5	1. $\beta'$ FeAlの結晶構造の安定性 2. $Pr_xCe_{1-x}Ru_2$ の磁性と超伝導II 3. [001]および[111]軸近くの銅単結晶の加工硬化 4. 銅中の拡張転位線の電子顕微鏡観察 5. 変形した[100]および[111]銅単結晶のセル構造	金 属 物 理 " " " "
日本金属学会	4.4～4.6	1. 遷移金属中の水素 2. BCC-FCTマルテンサイト変態の現象理論的解析 3. 電子線照射した高純度アルミニウムの双晶境界における照射欠陥の挙動 4. TiNi-H系について 5. 第1鉄塩による銅の無電源電解 6. チタン合金材料の開発研究における冶金学的諸問題 7. Nb単結晶中の運動転位と転位タンクル, セル境界及び小傾角境界との相互作用 8. 水素化物の痕跡にもとづくニオブの硬化	金 属 物 理 " " " 金 属 化 学 製 錬 非鉄金属材料 " "

日本金属学会	4.4~4.6	9. Al-20~40 wt% Cu合金におけるdendrite coarsening 10. 加工条件および焼鈍温度の異なるモリブデンの高温引張性質 11. 複合加工Nb <sub>3</sub> Sn超電導線材の研究-Al添加の影響 12. 複合加工V <sub>3</sub> Ga超電導線材の研究-Al添加の影響 13. プラズマ溶射法によるMn-Mgフェライト膜の作製条件とその磁性	非鉄金属材料 特殊材料 電気磁気材料 "
日本鉄鋼協会	4.4~4.6	14. Nb, Nb-1% Zrの室温及び700°Cにおける低サイクル疲れ試験 15. 高温硫酸性水溶液中におけるステンレス鋼の電気化学的挙動 1. Zr-Mn-Si合金による溶鉄の脱酸と脱酸生成物の性質 2. Al-Mn-Si合金による溶鉄の脱酸と脱酸生成物の性質 3. 10Ni-8Co系鋼の強靱性におよぼすSの影響 4. 超強力マルエージ鋼の組織と時効硬化挙動 5. 280kg/mm <sup>2</sup> 級マルエージ鋼の特殊加工熱処理 6. 315kg/mm <sup>2</sup> 級マルエージ鋼の研究 7. 構造用鋼における脆性延性亀裂の伝播、停止 8. 組織の異なるSCM-3鋼の被削性について 9. 2相ステンレス鋼の熱処理による機械的性質の変化 10. SB49, SBV1B, およびSTBA26のクリープ破断データ(金材技研における長時間クリープ破断データⅧ) 11. 12Cr-0.7Ni-1Mo-1W-0.25V鋼の長時間応力リラクセーション特性	原子炉材料 腐食防食 製錬 "
溶接学会	4.8~4.10	1. 予熱および溶接による冷却時間を推定する実験式の検討 2. グロー放電による表面処理(拡散接合に関する研究第2報) 3. 加圧水中で形成される溶接金属の機械的性質 4. 飛行中の溶射粒子の温度	鉄鋼材料 "
日本塑性加工学会	5.14~5.16	1. 遊星圧延機による圧延板の性状、形状に及ぼす圧延条件の影響	クリープ試験部 "
粉体粉末冶金協会	5.14~5.16	1. 焼結鍛造用含Cr低合金鋼粉の製造 2. 焼結鍛造用含Cr低合金鋼粉の焼結性 3. ステンレス鋼粉の焼結鍛造について	疲れ試験部 "
窯業協会	5.14~5.16	1. 粉末炭素の(10)X線回析像と結晶面の大きさの新しい算出法	溶接 "
腐食防食協会	5.15~5.17	1. Fe-Cr合金の高温酸化におよぼすCr濃度の影響 2. HTGRヘリウムガスの高温平衡に関する一考察 3. インコネル600の電気化学的挙動 4. 高張力鋼中の水素透過におよぼす応力の影響	製造冶金 "
金属表面技術協会	5.21~5.23	1. 高濃度硫酸浴中における銅の陽極挙動について	特殊材料 金属化学 原子炉材料 腐食防食 "
日本鋳物協会	5.31~6.1	1. 鋳鉄の溶解速度と過冷度との関係	製造冶金
軽金属協会	6.5~6.7	1. Al-Mg-Si合金の加工熱処理 2. アルミニウム合金5083の粒界腐食におよぼす環境因子の影響	非鉄金属材料 腐食防食

(注) 担当研究部は、機構改革のある場合は変えることがある。

#### ◆短 信◆

##### ●人事異動

昭和50年4月1日付

昇任 所長 荒木 透(東京大学教授、工学部)

退職 河田和美(所長)

##### ●受賞

第14回日本金属学会谷川・ハリス賞

木村啓造 非鉄金属材料研究部長 「TiおよびNb 酸化物の炭素還元的基础研究および高融点金属を含んだ新金

属材料の研究」により昭和50年4月4日表彰をうけた。

日本鉄鋼協会西山記念賞

金尾正雄 鉄鋼材料研究部特殊鋼第2研究室長 「強力鋼に関する研究」により昭和50年4月3日表彰をうけた。

##### ●所内公開

科学技術週間(昭和50年4月14日(月)~4月20日(日))行事として4月17日(木)13時~17時に本研究所を一般に公開し、研究業務及び設備の紹介を行います。

通巻 第196号

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

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)

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)