

金属材料研究

1971

科学技術庁

NO. 12

ニュース

金属材料技術研究所

超強力鋼に関する研究

超強力鋼は宇宙、海洋開発のような大型プロジェクトの遂行上欠くべからざる材料のひとつであるが、強度水準が高いので、内在する応力集中部から低応力下で亀裂が瞬間的に進行して、不安定破壊（脆性破壊）を生じやすい。鉄鋼材料研究部特殊鋼第2研究室では昭和45年度より特別研究として、 200 kg/mm^2 以上の引張強さを有し、じん性の高い超強力鋼の開発をめざしている。このためには、不安定破壊に対する材料の抵抗力の目安である破壊じん性値におよぼす金属学的な因子の影響を定量的に把握し、それに基づいて合金設計を行なうことが肝要である。そこで、極低炭素析出硬化型超強力鋼（マルエージ鋼）の破壊じん性におよぼす降伏強さ水準、微量添加元素、不純物、組織などの影響を追求してきた。

一般的に言えば、降伏強さ水準が上昇すると破壊じん性値は低下するが一義的には決定されない。そして引張性質との間にはほとんど相関がなく、わずかに局部伸びとの間に定性的な関連が認められた。不安定破壊した破面を調べると、延性破壊の場合と同じディンプル型であった。低強度鋼の場合、不安定破壊は高いエネルギーが必要なせん断破壊の代りにへき開が生ずることにより起こる。しかし、超強力鋼の場合非へき開型の低エネルギー引裂破壊である。写真は破壊じん性試験片の破面であって、左側は疲れにより導入した予亀裂、右側が不安定破壊面でディンプル型の破壊である。

このような破壊様式の場合、破壊じん性が低下

するのは炭素、硫黄、テルルなど固溶度が小さく、介在物のような形で存在する元素の量が多い場合、過時効により大きな析出物や逆変態オーステナイト相がマルテンサイト地の亜境界に析出した場合などである。後者の場合粒界のディンプル破壊の傾向が生ずる。この傾向は結晶粒が大きくなるほど強まり、破壊じん性の低下を促進する。この過時効側でのじん性の低下を防ぐにはボロンが極めて有効であった。マルエージ鋼を低温時効した場合、ことに高強度レベルの鋼においては、環境の作用による遅れ破壊の感受性が高く、場合によっては引張試験中においても遅れ破壊を生じたが、破壊じん性も良くなかった。

本研究においては、以上のようにして得られつつある結果から、合金設計に対する指導原理を求め、析出硬化型超強力鋼の開発計画を実施している。

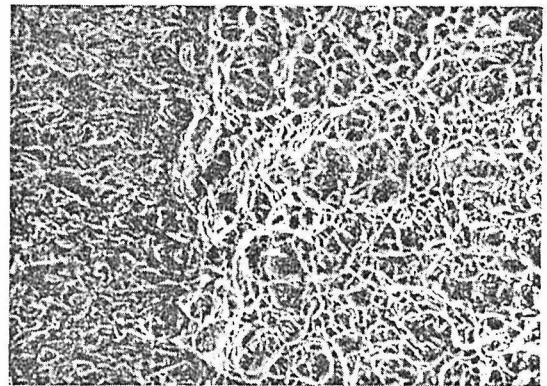


写真 18Ni マルエージ鋼の破壊じん性試験片破面の走査電子顕微鏡写真 ($\times 1,000$)

鉄鋼の海水腐食防止法

海洋構造物の構成材料には、強度、加工性、溶接性および経済性を見地から炭素鋼および高張力低合金鋼が大量に使用されているが、鉄鋼は一般に海水に腐食されやすいという欠点を有するため、適正な防食法を施さないと長期の使用に耐えない。したがって諸外国においても、海洋開発技術の中に防食問題を取り上げて調査研究を進めており、すでに鉄鋼の腐食防食に関する基礎的データを多数蓄積するとともに、実際の海洋構造物に種々の防食法を適用し、その成果が検討されている。

鉄鋼の海水腐食の防止対策には耐食合金鋼の使用と各種防食法の適用とがある。前者では、最近、内外において耐海水鋼の開発が行なわれているが、海水飛まつ帯における鋼材の耐食向上を目的としたもので、使用対象が限定される。したがって多くの海洋構造物には後者が採用され、現在実用されている方法は一部に金属被覆があるが、電気防食法と防食塗装が主体をなしている。電気防食法はすでにわが国でも船舶、港湾施設あるいは他の海中構造物などに多くの適用例があって、その技術は概して高い水準に達している。しかし最近注目されている問題の一つに、過度の電気防食が腐食を防止する効果はあっても、鋼（とくに高張力鋼）の水素脆化を導くのではないかという疑問があるが、現状ではこの問題を定量的に判定しうるだけの研究資料に乏しい。

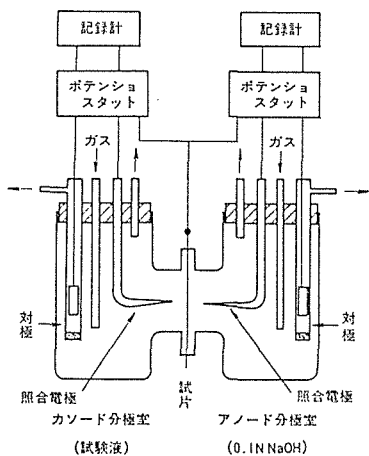


図 1

腐食防食研究部防食研究室では、このような動向に鑑み、海水環境における有効かつ適切な防食法を確立するのを目的として、カソード分極下における鋼材の水素吸収現象とこれに基づく各種鋼材の水素脆化感受性を調べ、これらにおよぼす各種影響因子とその作用機構を解明する研究を行っている。

鋼中の水素透過速度の電気化学的測定に用いた回路を図1に示す。本測定法の原理は、水素イオン放電反応によって鋼表面に吸着した水素原子が鋼内を拡散し、裏面に達したとき、これを電気化学的に水素イオンに酸化させ、その酸化電流の計測値から水素透過速度を求めるものである。このため電解槽は1個の試片を介して試験液を含むカソード室と0.1N NaOHを含むアノード室とから成り、両室の試片表面はポテンシオスタットによりそれぞれ所定の電位に設定し、前者では電気防食状態の電極反応を、また後者では水素原子のイオン化反応を起こさせるようになっている。本測定法は従来の各種水素吸収測定法に比較し精度および多用性の面から優れている。実験結果の一例として、清浄人工海水および汚染人工海水中における鋼中の水素透過速度（水素吸収速度）の電位依存性を図2に示す。このように鋼の水素吸収はカソード電位に著しい依存性をもつとともに、溶存塩類、溶存ガス、流動、鋼の種類および熱処理などの因子による影響を受けることが認められた。鋼の水素脆化に及ぼす電気防食の影響を結論

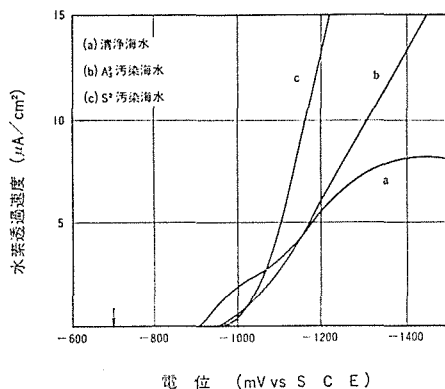


図 2

づけるには、さらに実地環境をシミュレートした条件のもとにおける研究が必要である。

遊星圧延機による 18Cr ステンレス鋼の圧延

製造冶金研究部加工冶金研究室では、これまでに各種の金属について遊星圧延機による圧延実験を行なってきた。圧延時における問題点および得られた材料の性質について検討を加えている。ここではその中より、比較の実用性がたかく、しかも遊星圧延機による圧延が適していると考えられている 18Cr ステンレス鋼をとりあげ、その圧延実験の概略および結果の一部を紹介する。

スラブは SUS24 相当材で 50 t×170 w×2000 l の寸法のものを用いた。圧延条件は、送り速度 2m/min、遊星ロール公転数 170 rpm に設定した。これ等の条件は圧延荷重のみならず圧延板の性状にも影響をあたえるものであるが、これまでの経験にしたがって決定した。加熱温度は圧延機の許容荷重を考慮して 1230~1190°C と多少高目にとったが、結果的にはさらに低くできる余裕があることが判明した。圧延は出口板厚 10mm から始め、段階的に圧下率をたかめ、最終的に 2mm 厚（全圧下率 96%）の熱延板を得ることができた。またその間、圧延荷重、電力消費、温度変化などについて測定を行なった。18Cr 鋼の高温変形抵抗は同一温度における低炭素鋼に比べ高いにもかかわらず圧延荷重はむしろ低く、予想以上に容易に圧延することができた。このことは、遊星圧延においては圧延される材料の変形抵抗の大小が必ずしも圧延荷重の大小、あるいは圧延の難易と一致しないことを示している。

得られた熱延板は、表面状態、寸法精度、付着スケール、コバ割れなどに関し、その性状はほぼ満足すべきものであった。

熱延板の性質を検討するために、通常のホットコイル以降のプロセスに準じた焼鈍酸洗—冷間圧延—焼鈍酸洗の後処理を行ない、各段階における機械的性質、顕微鏡組織、集合組織などについて調べた。また参考までに従来のプロセスで圧延された材料との比較も行なった。

As hot rolled の状態ではマルテンサイトを層状に含んだ組織を有し、引張り強さ 70~90kg/mm² とかなり硬化したものであるが、集合組織をみると (001) $[\bar{1}10]$ を主方位としたもので通常の熱延板に見られるものと特に異なった方位は認められなかった。冷延焼鈍を行なったものでは冷延率の増加とともに板面平行の (111) 面が増加し、それに従い $\bar{\nu}$ 値も大きくなり、冷延率 75% ではほぼ市販材に匹敵する性質を示した。表は遊星圧延機により圧延し、75% 冷延—焼鈍を行なったものの機械的性質を、同一板厚の市販材と比較したものである。市販材とくらべ伸びがやや小さい点と、面内異方性が強い点と、その後のプレス加工に不利と思われる。これは熱延時の加熱温度が高過ぎたことも一因であり、表からもわかるように加熱温度を下げると改善される傾向が見られる。最終処理後の板の集合組織は図に示すように市販材とほとんど同じであり、(111) $[11\bar{2}]$ に近い主方位をもったものであった。

ここで得られた結果は、かならずしも最適条件をつかんだものではなく、圧延条件あるいはその後の処理についてもまだ検討の余地があるが、一応、遊星圧延機による高合金鋼の圧延の可能性を示したものとしよう。

表 冷延焼鈍板の機械的性質

		No. 14	No. 20	市販材
引張強さ Kg/mm ²	0°	54.8	56.0	53.0
	45°	63.0	63.9	53.9
	90°	55.3	55.6	53.4
伸び (%)	0°	23.0	27.4	28.3
	45°	26.0	27.8	28.6
	90°	25.2	25.4	28.8
ν 値	0°	0.68	0.67	0.96
	45°	1.07	1.20	0.84
	90°	1.14	1.08	1.60
$\bar{\nu}$ 値		0.99	1.04	1.06

加熱温度 No. 14; 1230°C No. 20; 1190°C

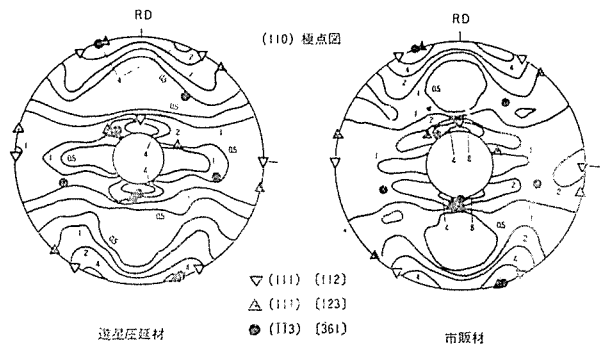


図 冷延焼鈍板の集合組織

研究成果の秋季学・協会発表（口頭）その 3

部名は略称で、○印は発表者を示す。

発表題目	担当者	部	発表題目	担当者	部
日本非破壊検査協会 ◇うず電流減衰の材質寸法検査への応用	○伊藤 秀之 植竹 一藏	材強	化合物中のマンガンの酸化数の推定法	合志 陽一 中村 恵吉	化学
◇交流極間法の磁化性能	○木村 勝美 吉野 最治	千葉機械 金属試験 材強	◇IVa, Va 族元素の格子間に配置したプロ トンのNMR吸収線形	○入江 宏定 福島 孟淳 進井 達哉 雀部 謙功 橋本 高根	溶接 " " " "
◇丸棒の超音波探傷のためのAVG線図	木村 勝美	材強	◇薄肉ステンレス鋼管端部特殊な溶接 法	○小口 醇 吉田 進	材強 材試
日本物理学会 ◇結晶の荷重一伸び曲線とクリープ曲線	武内 朋之	物理	◇18-8 ステンレス鋼の変形応力に及ぼす 静水圧の影響	○山崎 道夫	鉄鋼
◇CsCl 型結晶構造をもつ FeAl 単結晶の ひり変形	○山懸 敏博 吉田 秀彦	物理	◇結晶粒界の幾何学的形状とクリープ破断 強度	○高塚 功治 渡辺 謙	特材
◇TiFe _x Co _{1-x} の磁性	○浅田 雄司 能勢 宏	物理	◇炭素繊維の広角X線散乱	○松島 忠久 川瀬 晃	化学
日本鋳物協会 ◇統計的方法による鋳造品の鋳造方案の解 析	栗原 豊	物理	◇日本化学会、錯塩化学討論会	○橋口 隆吉 高橋 正和	所付 物理 東大大学 院
◇方向性のある片状黒鉛組織の鋳鉄の特性 について	生井 亨	製冶	◇非化学量論的 TiO ₂ 中のいくつかの新しい 常磁性欠陥	○坂田 君子 佐藤 正博 坂田 民雄 渡辺 治 坂田 民雄 堀内 孝	物理 理科大 物理 理科大 理科大 "
◇タール質発熱自硬性鋳型の自硬化に及 ぼす各種タールの影響	○村松 晃 牧口 利貞 宮田 征一郎	材強	◇日本物理学会 ◇化学輸送反応による NbO ₂ 単結晶育成	○太刀川 恭治 田中 吉秋	電磁
◇統計的手法による鋳鉄組織の数値化	○安藤 裕治 辻 栄一 福原 照明	材強	◇低温工学 ◇V ₃ Ga 多芯超電導線の研究	○金尾 正雄	鉄鋼
日本機械学会 ◇高速度鋼の高温摩耗試験の結果と実際の 切削試験による摩耗との比較	岩元 兼敏 上田 輝之	材強	◇日本金属学会「金属材料と水素に関する シンポジウム」	○渡辺 亨 佐藤 有一	特材
◇切欠材の疲れにおよぼす結晶粒大きさの 影響	○大橋 敏二 金沢 健二 吉田 進	実習生 材試	◇水素による鋼の遅れ破壊の現象	田村 皖司 河野 通 高塚 功治 渡辺 謙	製冶 " " "
◇塑性疲れにおけるき裂伝ばの挙動	○藤原 純 川瀬 晃	材強	◇日本材料科学会 ◇Nimonic 系合金の再結晶	○高塚 功治 管谷 唯男 渡辺 謙 大野 勝美	特材 " " 化学
◇オーステナイト・ステンレス鋼 SUS 32 B の回転曲げ高温疲れ現象	大河内春乃	化学	◇粉体粉末冶金協会 ◇Fe ₃ Si 系焼結体の機械的性質について		
日本分析化学会 ◇第4級アンモニウム塩による Co-PAR 錯体抽出を利用した鉄鋼中の微量コバル トの定量	大河内春乃	"	◇炭素材料研究会 ◇炭素繊維の結晶構造		
◇陽イオン交換樹脂分離一オキシン抽出吸 光光度法による鉄鋼中の微量アルミニウ ムの定量	○藤原 純 川瀬 晃	"			
◇2-(2-チアゾリルアゾ)-3,4,6-トリメ チルフェノールによるニッケルの抽出	○高塚 功 管谷 唯男 渡辺 謙 大野 勝美	特材 " " "			
日本化学会第27年会 ◇R. Diamond による炭素のX線回折法の 変法					
◇MnK β 線の化学シフトによる マンガン					

1971年金材技研ニュース主要題目一覧

内容区分および題目	No.	通巻	内容区分および題目	No.	通巻
金属の物理と化学			鉄鋼の脆性破壊	9	153
純鉄単結晶の変形双晶	2	146	クリーブデータシート作成の現況	6	150
高融点金属の転位挙動	6	150	溶接構造用圧延鋼材の疲れ	1	145
NbO ₂ における金属-非金属遷移	9	153	疲れき裂の伝播	6	150
フッ化物系溶融塩の照合電極	11	155	金属材料の確率疲れ特性	8	152
新材料と材質			製錬法		
鋼の疲れと非金属介在物	1	145	粉鉄鉱石のガス還元に関する研究	8	152
鉄鋼中における硫黄の拡散	7	151	連続製鋼技術に関する研究	2	146
脱酸調整鋼の被割性	10	154	"	9	153
低合金鋼のベイナイトおよびマルテンサイト組織の靱性	3	147	加工法		
強力鋼の遅れ破壊	5	149	空閉気流動ダイカスト法	2	146
超強力鋼に関する研究	12	156	遊星圧延機による 18Cr ステンレス鋼の圧延	12	156
時効性 Cu および Ni 合金の研究	6	150	粉末圧延法によるクラッド板の製造	3	147
人工衛星およびロケット用チタン合金	11	155	粉末冶金法による高速度鋼の製造	10	154
V ₃ Ga 多芯超電導線	7	151	金属表面皮膜の偏光解析法による測定	5	149
希土類金属とコバルトとを含む磁石材料	3	147	アルミニウムの孔食におよぼす鉄とケイ素の影響	7	151
化合物半導体の光学的性質に関する研究	8	152	鉄鋼の海水腐食防止法	12	156
金属材料の照射損傷	11	155	水中溶接	5	149
材料の強さ			小径管用自動 TIG 溶接装置の開発実用化	10	154

通巻 第156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 奥村印刷株式会社
東京都千代田区西神田 1-1-4

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)