

金材技研

1968

ニュース

科学技術庁

金属材料技術研究所

クルップ—プラッツァー式遊星圧延機

これまでわが国に設置されていた遊星圧延機としては、二三の鉄鋼会社に設備されているセンジミア式のもの、大同製鋼の手で開発された単軸遊星圧延機とであったが、このほど当所にクルップ社製のものが設置され、工業化研究部工業化第2研究室で試運転を終了した。本機はクルップ社の第3号機で、ドイツ国外に輸出されたのはこれが始めてである。(写真1)この形式の特徴は、センジミア式のもの上下2個のバックアップロールが回転しつつ、それらの周囲をワークロール群がまわる形式、また大同式のもの、遊星ロールは下方の1個のみで、他は固定盤もしくはゆっくりと回転する径の大きな通常のロールを用いる単軸遊星式のものであるのに対し、上下2個のバックアップロールは固定され、その周囲を2段(中間ロールとワークロール各1段)で1組となったワークロール群が回転する方式をとっている

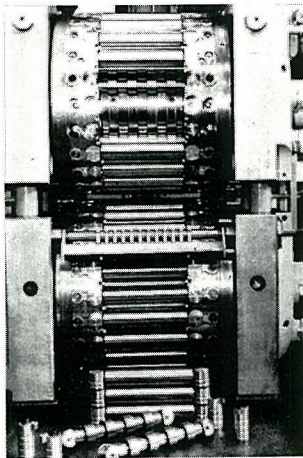


写真2 遊星ロール

点である。固定バックアップロールの圧延材に直面する部分には、ワークロールの公転軌道を修正する板が装入されていて、その部分の作用によって圧延板の厚さの均一性を良くすることができるといわれている。写真2は3組のワークロールを取り外した遊星ロールを示したもの

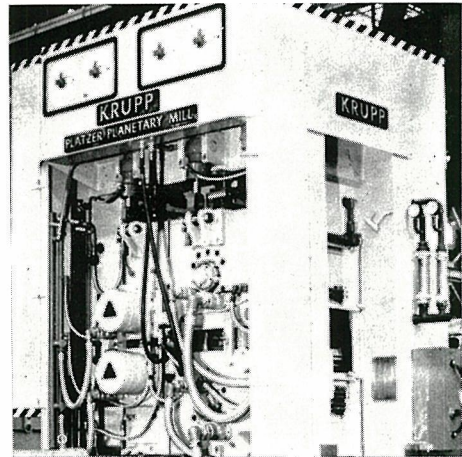


写真1 クルッププラッツァー式遊星圧延機
(ロールスタンド全体)

で、床上前方にある中間ロールがワークロールと一体となって、固定されたバックアップロールの周囲を公転する。以上の機構により1パス当りの最大全圧下率は98%程度迄可能である。本機の主な諸元は次の通りである。

| | | |
|---------|----------|----------------|
| 〔遊星ロール〕 | 公転直径 | 838mm |
| | 回転数 | 最大 192 r. p. m |
| | 消費電力 | 300kW |
| | ワークロール直径 | 70mm |
| | 長さ | 355mm |
| | 個数 | 24本 |

(遊星ロール1個当り)

| | | |
|--------|----|-------------|
| 〔被圧延材〕 | 幅 | 最大 200mm |
| | 厚さ | 最大 700mm |
| | 長さ | 最小 約1,000mm |

高速炉用ステンレス鋼の研究(3)

加工硬化性

前報(金材技研ニュース1968—No.5掲載)で述べたように高速炉の燃料被覆管は極めて薄肉細管でかつ長大なために、溶体化処理の軟化状態では自重によって真直度が低下し、また取扱中にも容易に変形する恐れがある。そのため6~18%程度の冷間加工を与えて少し硬化させた状態で使用することが考えられている。

そこで1150°Cで溶体化処理したステンレス鋼を種々の板厚まで冷間圧延したときの加工硬化性に対する炭素濃度の影響を求めた。その結果は図5のごとくで圧延試料の硬さと加工度との関係は放物線的に従いが、炭素濃度と共に加工硬度は高まるが、0.3%C以上を含み炭化物が存在している試料ではその硬度が高くなる。

図5の316鋼のデータから冷間加工度W(%)と炭素濃度C(%)とで得られるステンレス鋼薄板のビッカース硬さHvは次の実験式で示される。

$$Hv(316) = 115 + 32.27\sqrt{W} + 165C$$

表3 オーステナイト・ステンレス鋼の加工度(%)とビッカース硬さとの関係

| 種類 | 記号 | C% | 0% | | 10% | | 20% | | 30% | | 40% | | 50% | | 60% | | 92% | |
|------|------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | 実測値 | 計算値 | 実測値 | 計算値 | 実測値 | 計算値 | 実測値 | 計算値 | 実測値 | 計算値 | 実測値 | 計算値 | 実測値 | 計算値 | 実測値 | 計算値 |
| 304系 | S-1 | 0.006 | 111 | 116 | 219 | 218 | 268 | 260 | 306 | 293 | 330 | 320 | 351 | 344 | 364 | 366 | 426 | 426 |
| | S-2 | 0.06 | 118 | 126 | 233 | 228 | 276 | 270 | 309 | 303 | 342 | 330 | 360 | 354 | 376 | 376 | 436 | 436 |
| | S-3 | 0.11 | 127 | 135 | 242 | 237 | 285 | 279 | 322 | 312 | 348 | 339 | 368 | 363 | 384 | 385 | 445 | 445 |
| | S-4 | 0.21 | 147 | 153 | 255 | 255 | 297 | 297 | 330 | 330 | 363 | 357 | 383 | 381 | 401 | 403 | 463 | 463 |
| | S-5 | 0.32 | 181 | 183 | 280 | 285 | 334 | 327 | 363 | 360 | 387 | 387 | 409 | 411 | 430 | 433 | 493 | 493 |
| | S-6 | 0.42 | 201 | 201 | 309 | 303 | 346 | 345 | 376 | 378 | 397 | 405 | 425 | 429 | 446 | 451 | 511 | 511 |
| 316系 | S-7 | 0.006 | 117 | 116 | 216 | 218 | 260 | 260 | 288 | 293 | 314 | 320 | 336 | 344 | 348 | 366 | 426 | 426 |
| | S-8 | 0.06 | 124 | 125 | 225 | 227 | 264 | 269 | 297 | 302 | 325 | 329 | 340 | 353 | 366 | 375 | 435 | 435 |
| | S-9 | 0.11 | 133 | 133 | 238 | 235 | 283 | 277 | 306 | 310 | 339 | 337 | 360 | 361 | 376 | 383 | 443 | 443 |
| | S-10 | 0.21 | 149 | 150 | 253 | 252 | 292 | 294 | 336 | 327 | 363 | 354 | 390 | 378 | 401 | 400 | 460 | 460 |
| | S-11 | 0.31 | 172 | 176 | 272 | 278 | 320 | 320 | 348 | 353 | 380 | 380 | 409 | 404 | 425 | 416 | 486 | 486 |
| | S-12 | 0.42 | 193 | 194 | 302 | 296 | 338 | 338 | 376 | 371 | 397 | 398 | 417 | 422 | 437 | 444 | 504 | 504 |

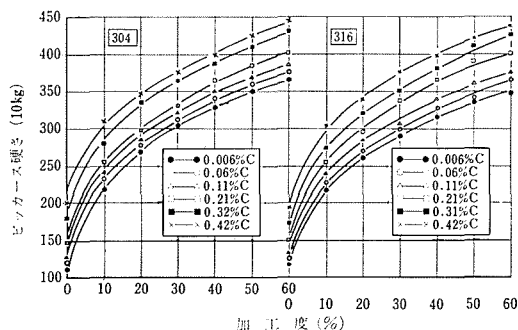


図5 溶体化処理したオーステナイト・ステンレス鋼の加工硬化性におよぼす炭素濃度の影響

304鋼の場合には上式のCの係数を180にとればよく、またいずれの鋼種も約0.3%C以上で炭化物が存在する場合には上式で得られた値に10を加えればよい。表3は実測値と上式の計算値とを示したもので、二、三の例外を除き硬度としてのばらつきの範囲でよく一致している。そこで前報で述べたように肉厚4.5mmのチューブから肉厚0.35mmの細管まで13工程の冷間引抜きを、もし中間焼鈍なしに行なつたとすると92%の加工度になるから、上式を用いて計算すると表3中に示したようにその硬さはいずれもHv400以上となり、高炭素含量のものはHv500を超え、中間焼鈍が必要であることが知られる。

ところで加工によってオーステナイトがマルテンサイトに変態する最高温度をMd点とよび、オーステナイトの安定度の高いものほどMd点は低温度側に移る。Ni11.15%, Cr19.78%, C0.03%を含む304系ステンレス鋼のMd点は45°Cと

いわれており、Md点を求める実験式で計算すると本研究のステンレス鋼のMd点は304系のS-1が25.9°C、S-2が0.3°C、S-3が-26.7°C、S-6では-165.9°Cとなる。また316系ではS-7が-25.6°C、S-8が-43.2°C、S-9が-66.3°C、S-12では-217°Cとなる。事実S-1とS-2の冷間加工試料にはマルテンサイトが生成し、磁性測定の結果から低炭素試料ほど同一加工度でマルテンサイトが多くみられた。また加工度10%の増加により増大するマルテンサイト量は(以下第4頁へつづく)

ガス冷却原子炉燃料被覆材としての耐酸化性 Fe-Al 合金の研究

ガス冷却型原子炉の使用温度を上げて、熱効率を高めようとする、高温で強く耐酸化性のよい材料が必要になる。現用ガス冷却原子炉の燃料被覆材としてはマグノックスが用いられているが、400°C以上では使用できないので、これ以上の場合にはステンレス鋼とベリリウムが考えられている。しかし前者は熱中性子の吸収が大きく、後者は被覆管を作る加工が困難である。そこで中性子吸収が比較的小さくて、800°C位の温度まで使用可能な耐酸化性合金として鉄-アルミニウム合金をとりあげた。乾食研究室では、鉄にアルミニウムを4~14%添加した2元Fe-Al合金から出発して、耐酸化性のよかったアルミニウム8~14%合金にクロムを添加した3元Fe-Al-Cr合金を作成し、炭酸ガス中における耐酸化性と機械的性質

をしらべた。アルミニウムを8~10%添加した鉄合金は600°Cで内部酸化が生じ、クリープ試験結果では写真1に示したように、アルミニウム濃度が多いほど弱い。またクロムを添加した3元Fe-Al-Cr合金では、アルミニウム8%程度では、粒界にクロムの炭化物の生成が認められたが、アルミニウム10%になれば耐酸化性はよくなる。また高温強さは2元の場合と変らなかった。そこで耐酸化性の点ではアルミニウム10%以上、Cr5%添加した合金に良好な結果が得られたので、高温強さと延性を改善するため、Fe-Al(10%)-Cr(5%)合金を基にして、安定な炭化物生成元素として、Zr, NbおよびTiを単独または複合添加した合金について800°C, 1hrの再結晶焼なましを行ない、室温の水に焼入れした試料を、金材技研ニュー

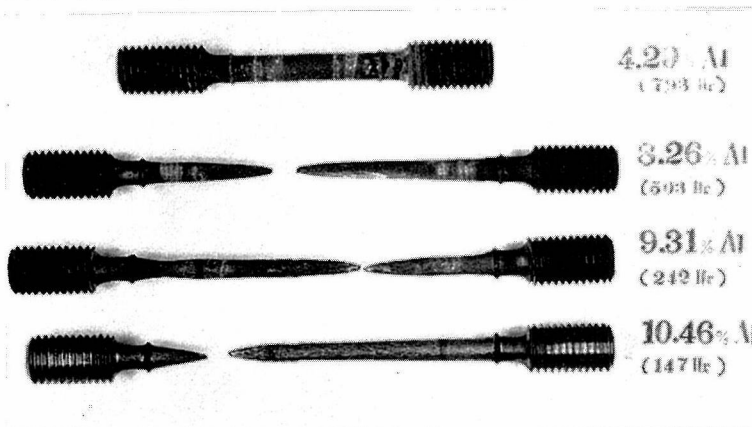


写真1 700°C, 1.2kg/mm²の荷重下におけるFe-Al合金のクリープラプチャー試験結果

ース No.12 (1966) で紹介した装置を用いて700°C, 8kg/mm²の荷重下におけるクリープ試験を行なった結果を図1に示した。これによると、3元Fe-Al-Cr合金は約1時間で破断したのに対し、ジルコニウム1%添加した合金では約6時間、ジルコニウムが増すにつれて破断時間は増加することがわかる。しかしジルコニウムを3%とすると耐酸化性を悪くする。つぎに、Zr(2%)-Ti(0.5%)およびZr(2%)-Ti(0.5%)-Nb(0.5%)添加した合金は、ジルコニウム3%単独添加合金よりさらに高温強さが改善された。

この合金は炉冷によって硬化現象を示すので、同様な試験を行なった結果は点線で示したが、析出硬化によりかえって破断時間は短くなる。つぎにこれら合金の加工性などについてはさらに研究を行なう必要がある。

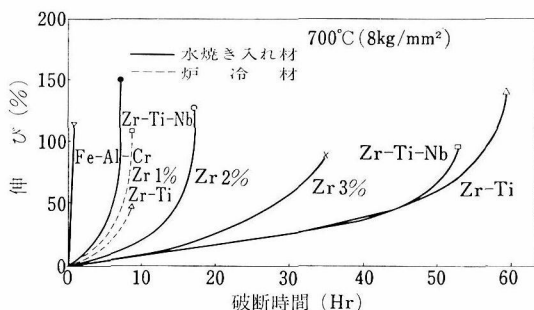
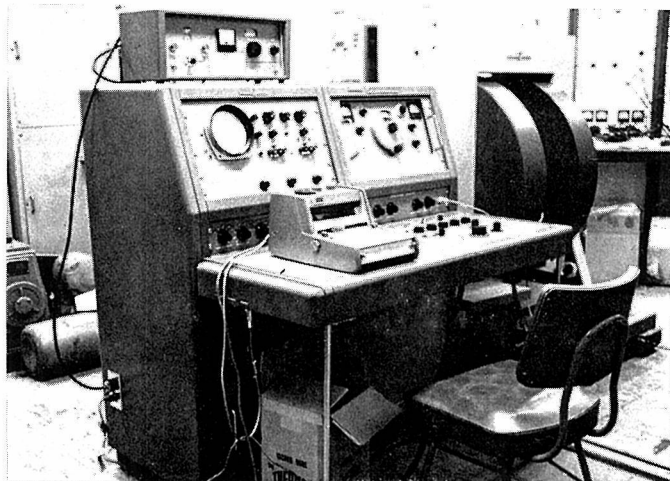


図1 700°C, 8kg/mm²の荷重下におけるFe-Al-Cr基合金のクリープ試験結果

多核用広幅核磁気共鳴吸収装置

核スピンの零でない核種で、反磁性の物質ならば一般に磁気共鳴の観測が可能であり、固体物理や構造化学等にとって興味ある情報を提供してくれる。磁場の中におかれた核スピンは主磁場の他に局所的な磁場や電場勾配の影響を受けてスペクトル巾やシフトあるいはスペクトルの分裂の原因となり、これらのスペクトルを解析することにより、金属や合金における伝導電子、格子欠陥や不純物の影響、あるいは結晶構造や異方性の物質、固体、液体、ガス等の緩和時間の測定より分子の運動に関する知見が得られる。

測定方法としては、単一コイルを用いる発振法やブリッジ法あるいは交叉コイルを用いる誘導法があり、多核用広巾装置としては、高周波磁場の出力が可変でかつ、大きな出力が得られ、かつ周波数の可変（2～16MHz）な交叉コイル方式を用いている Varian 社の VF—16を設置した。写真にその全体を示す。磁石は pole 径が12インチで gap 62mm で 1.5kG が得られホール素子を用いて制御されている。高周波磁場は 2～4 MHz において最大 1.5G、4～8 MHz で 1 G、8～16 MHz で 200 mG が得られ固体用としては十分な



値であり、感度としては天然水中の重水素（1/500）が検出可能であり、TiBe₂中のTiのシグナル（1/5000）が十分な S/N 比で得られる。つぎに本装置の代表的性能を示す。

1. サンプル・サイズ 17mm, 3 cc
2. 変調周波数 20, 40, 80, 200, 400MHz.
3. 変調周波数巾 20MHz において 0.004～30gauss
4. 引 250mG～40kG まで
5. 時 間 30秒～100分
6. 磁場制御 設定磁場の 5×10^{-6} あるいは 5 mG 以内（±10%の電圧変動に対して）

2 頁からつづく

低炭素試料ほど多く、60%加工したS-1試料のマルテンサイト量は約10～15%程度と推定された。そして316系のステンレス鋼は極低炭素含量のもので安定度の高いオーステナイト組織をもつことが知られた。

鉄鋼材料研究部耐熱合金研究室
材料強度研究部高温強さ研究室

（通巻 第116号）

編集兼発行人 佐々木 武
印刷 奥村印刷株式会社
東京都千代田区西神田1-1-4

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 目黒(719) 2271 (代表)