

金材技研

1970

科学技術庁

NO.10

ニューズ

金属材料技術研究所

予備還元原料を用いる新製鉄技術に関する研究

原料炭事情の窮迫により、高炉製鉄法におけるコークス比の低減は一段と重要な課題となってきた。予備還元原料を用いる新製鉄技術に関する研究は、還元ペレットを原料として、現行の高炉製鉄法と異なる経済的、能率的な製鉄炉を開発することを目的として昭和42年度より継続して進めている。

還元ペレットの製造に関しては、還元剤内装法と外装法の二つの方法について検討している。還元剤内装法による還元ペレットは、特殊焼成炉を用いて、還元剤の影響、焼成条件、脱硫などについて検討中である。還元剤外装法による還元ペレ

ットは、豪州ハマーズレイ鉱石を原料とし、種々の添加物を用いて生ペレットを製造し、乾燥したままでバッチ式回転炉により、還元ペレットを製造するための還元条件について検討している。図は回転炉還元における添加物の影響を示している。石灰混合ペレットは圧潰強度が低く、歩留りが少し悪いが、還元性はよい。なお還元剤から入るSについては、還元率が高くなると脱硫反応が進行することがわかった。

還元ペレットを原料とする製鉄実験は内径200mmの小型炉を用いて行なっている。昭和44年度にシャフト部を800mm高くし、熱風温度を800℃から900℃に上昇可能とした。実験結果の一部を表に示す。No.1~No.2に示すように、熱風に酸素を富化しない場合は炉内温度が低く、還元ペレットの還元率が高くても鉄銹中のCが低く、またスラッグの塩基度も低く、脱硫が不十分であった。No.3~No.4は塩基度を高く、酸素富化操作を行なった場合であるが、Cは上昇しSもかなり低下させることができた。No.5は自溶性還元ペレットの還元率の高いものを原料とした例であるが、操業は、きわめて順調で、結果も良好であった。今後は還元剤内装法による還元ペレットを原料とする製鉄実験も行なう計画である。

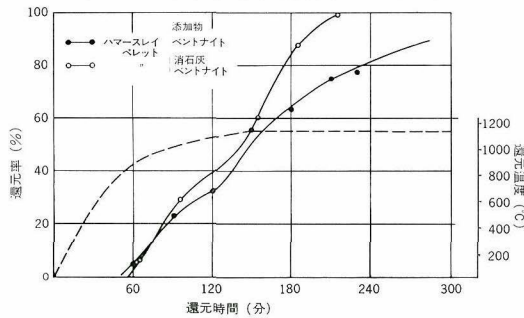


図 回転炉還元における添加物の影響

表 製鉄実験結果

No.	還元ペレット(%)					銹					スラッグ塩基度*	酸素添加率(%)
	還元率	T. Fe	SiO ₂	CaO	S	C	Si	Mn	P	S		
1	78.7	81.21	7.08	0.18	0.016	3.10	1.40	0.03	0.082	0.328	0.62	0
2	91.3	84.00	7.51	0.033	0.043	3.00	2.15	0.02	0.087	0.320	0.51	0
3	85.7	82.66	6.52	0.088	0.027	4.26	2.01	0.04	0.067	0.075	1.0	6
4	91.7	85.30	6.29	0.48	0.034	4.15	2.00	0.04	0.069	0.057	1.1	4
5	100.0	82.77	5.23	7.69	0.08	4.41	2.85	0.07	0.069	0.017	1.6	4

* (CaO+MgO)/(Al₂O₃+SiO₂)

ねずみ鑄鉄のクレージング生成過程

鋼塊用鑄型の廃却原因としては、種々あるが、クレージングはそのなかでも大きなものである。その生成の要因として、鑄型内面が注湯ごとに繰返し高温にさらされることから、熱応力、酸化および成長が考えられるが、近時鑄型の熱応力の解析が進み、クレージング生成の主要因は熱応力の繰返しによる疲れであって、酸化および成長の要因は、二次的にそれを助長すると考えられるようになった。

製造冶金研究部鑄造研究室では、鑄型に生成するクレージングの主要因は熱応力疲れであるとの見地から、鑄鉄材料のクレージングに対する抵抗性を実験的に知ることを目的とした試験装置を試作し、それにより鑄鉄の諸性質とクレージング特性との関連性について調べている。今回は、クレージングの生成過程を観察し、鑄鉄の組織との関連について検討した。

試料は片状黒鉛鑄鉄で、素地がパーライト(A)およびフェライト(B)の2種類であった。クレージング試験を行なった後、試片を切断し、検鏡した。

図は熱サイクル数(N)とクレージング量aとの関係で、両対数紙上ではほぼ直線的な傾向があることから、 $a=KN^\alpha$ (Kおよび α は材料および試験条件による常数)の関係が考えられる。

加熱面に見られるクレージングは、巨視的には2方向の応力が作用して、網状の亀裂ができるのであるが、微視的には、加熱面に存在する片状黒鉛を連絡するようにして発達している。その起点

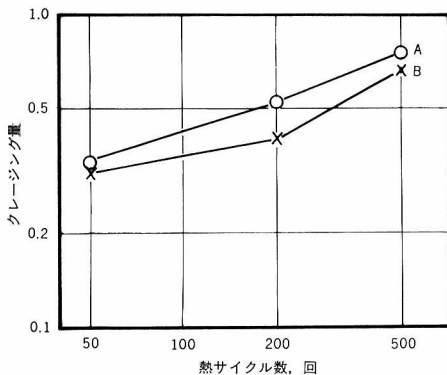
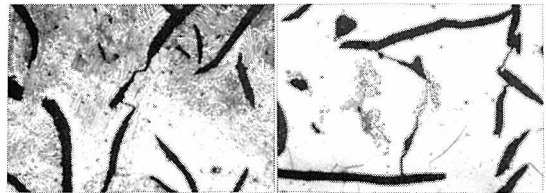


図 熱サイクル数とクレージング量との関係

としては、熱サイクルにもとづく熱歪振幅が最も大きいこと、鑄鉄中の片状黒鉛は、先在的な亀裂と考えられることより、加熱面にある片状黒鉛と考えるのが妥当と思われる。

写真1は素地組織とクレージング伝播の関係を加熱面と垂直な断面について示したもので、クレージングは巨視的には加熱面より垂直方向に進行するが、微視的には、黒鉛と黒鉛との間の素地部をジグザグして進行している。この場合、素地の粒界を通るものと通らないものがあり、一定していない。これは観察面直下の、黒鉛の存在状態の影響が大きいと思われる。そこで、片状黒鉛鑄鉄中の黒鉛形状を立体的に調べた。その一例を写真2に示す。これによると、黒鉛はかなりの連続性をもっていることから、亀裂の伝播には黒鉛の立体形状が大きな影響をおよぼしていると考えられる。また、写真に示すように、亀裂は黒鉛内部に生じている。したがってこの亀裂は、クレージングの黒鉛部における経路と考えられる。

加熱面



(a) パーライト素地 (b) フェライト素地

写真1 素地組織とクレージング

加熱面

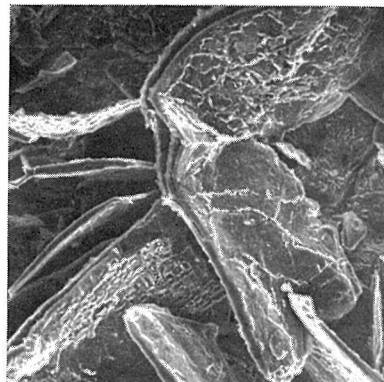


写真2 片状黒鉛の立体形状とクレージング

高速増殖炉用燃料被覆管の内圧クリープ破断について

高速増殖炉用核燃料被覆管は、原子炉内での照射や高温 Na 冷却材との接触という環境の中で、核分裂生成ガスによる内圧を受けるが、この状態で約一万時間で大きく変形することがないようにクリープ強さや破壊しないクリープ破断強さが必要とされ、被覆管の設計基準として、クリープデータを求めることが要望されている。

この問題は、金材技研と日本原子力研究所との共同研究のテーマとして取りあげられ、材料試験部クリープ第2試験室では、実験炉用として試作された国産の AISI 316 鋼被覆管素管（公称寸法は、外径 6.3mm、肉厚 0.35mm、長さ 2 m、最終加工率が約 6%と約18%の2種類）について、非照射下で空気中での内圧クリープ破断試験およびこれに関連した単軸引張クリープ破断試験を行

なって、設計のための基礎データを求め、検討を行なった。

図1は、内圧クリープ破断試験結果である。本試験温度および破断時間の範囲では、約18%加工材の方が、約6%加工材よりも破断強さが大きいことがわかる。しかし、600℃～700℃では、試験温度が高くなるにしたがって、長時間側で約18%加工材は約6%加工材の値に近づく傾向を示し、700℃でその傾向が顕著である。これは、加工率のより大きい約18%加工材では、高温長時間側になると結晶粒界や粒内の析出物が多くなり、伸びが減少し、硬さが増加する傾向を示すもろい延性の少ない破壊になったためと思われる。なお550℃においても長時間側になると約18%加工材は約6%加工材の値に近づく傾向を示していた。

写真は内圧クリープ破断後の試験片の一例で、短時間破断のものは比較的大きな開口の破壊であるが、長時間側ではあまり開口は大きくない。

内圧クリープ破断と単軸引張クリープ破断の関連を検討するために、内圧クリープ破断における各プロットの破断時間と同じ単軸引張クリープ破断における破断時間に対応する単軸引張の応力を求めた。そして、この単軸引張応力と外径、平均径および内径の等価応力式で計算される内圧の等価応力との関係を図2に求めた。低温高応力側では、いずれの等価応力による値でも相関が悪く、単軸引張の方が内圧よりも破断強さが大きであった。しかし、高温低応力側では、等価応力と単軸引張応力とは比較的良好な相関を示し、大まかに見て平均径の式がよい関連を示すものと思われる。

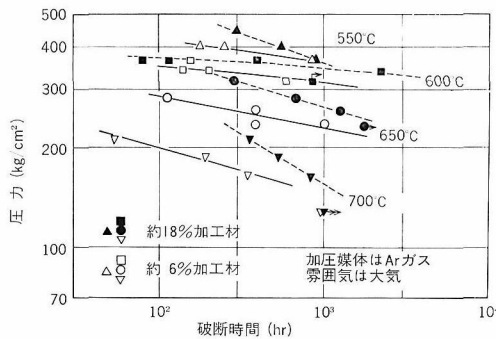


図1 内圧クリープ破断試験結果

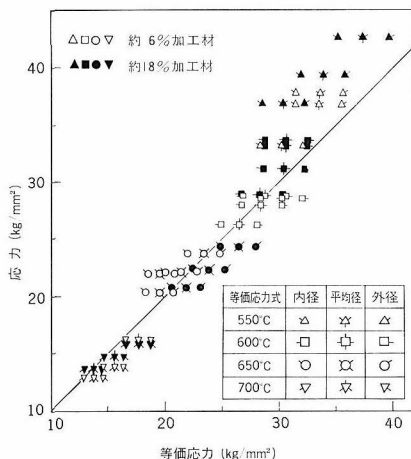
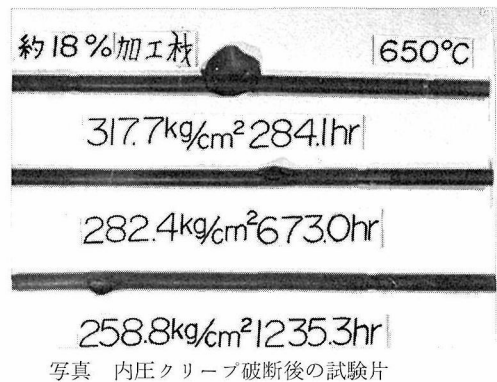


図2 内圧クリープ破断と単軸引張クリープ破断との相関



試験研究成果の秋季学・協会発表（口頭）

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
日本鉄鋼協会 ◇還元ペレットの製造に関する研究—VII	○神谷 昂司 大場 好喜 郡司 昂	製錬	◇溶射被膜と素材の境界構造について	蓮井 淳 ○北原 繁 雀部 謙功 岡根 功	溶接
◇還元ペレットの製造に関する研究—VI	○神谷 昂司 大場 好喜 郡司 好喜 ○須藤 好典 藤原 明石	"	◇パラジウムによるろう付部の高温特性	○田沼 欣司 橋本 達哉 橋本 達哉 ○大橋 須藤 ○大寿 美幸 岡根 功	"
◇C, Cr, Ni, V, Mo を含む溶融多成分鉄合金の窒素溶解度	○須藤 好典 藤原 明石 (特殊製鋼部)	"	◇固相接合性に及ぼす高真空中の表面処理の効果について	"	"
◇溶融 CaO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -MgO 系の表面張力	○檀 武弘 郡司 好喜	"	◇異種金属の圧接性について（常温圧接の場合）	"	"
◇片側切欠引張型破壊靱性試験についての2, 3の考察（超強力鋼の靱性に関する研究—I）	○河部 義邦 金尾 正雄 中野 恵司	鉄鋼	◇SUS 27, 32 厚肉ステンレス鋼溶接継手のクリープ破断性質	"	"
◇18Ni マルエージ鋼の破壊靱性におよぼす Al, Ti の影響（超強力鋼の靱性に関する研究—II）	○河部 義邦 金尾 正雄 中野 恵司	"	日本分析化学会 ◇原子吸光法による金属材料の分析。第1報。	須藤 恵美子 ○堀内 斐	化学
◇18Ni マルエージ鋼の破壊靱性におよぼす微量の Si, Mn, S, P, Te の影響（超強力鋼の靱性に関する研究—III）	○河部 義邦 金尾 正雄 中野 恵司	"	◇原子吸光法による金属材料の分析。第2報。	須藤 恵美子 ○郡 宗幸 大寄 宣子 須藤 恵美子 ○高橋 務 雨宮 喜仁 ○大河内 春乃 須藤 恵美子	"
◇圧延焼入した炭素を含む 18Cr-12Ni 鋼のクリープ破断強度	○山崎 道夫 小泉 裕	"	◇スパークタイオン源質量分析器による溶液試料の分析	"	"
◇bcc Fe-Ni-Al 合金の析出硬化におよぼす微細組織の影響	○金尾 正雄 荒木 透 中野 惠司 浜野 隆一	"	◇EDTA マスキングー共沈分難法による微量分析の研究。第5報。	川瀬 晃 ○藤原 純 川瀬 晃 ○松島 忠久 川瀬 晃	"
◇内部窒化した Fe-Ti 合金の低温靱性	○津谷 和孝 青木 孝夫 金尾 正雄 荒木 透	"	◇形波ポーログラフ法によるニッケル中の微量銅の定量	"	"
◇数種の強力鋼の遅れ破壊特性	○荒木 透 中野 惠司 津谷 和孝 青木 孝夫 金尾 正雄 荒木 透	"	◇2-(2-キノイルアゾ)-1-ナフトールと金属イオンとの反応	"	"
◇鋼の耐久限への介在物の影響度合	○角田 方衛 内山 郁 荒木 透 福本 保	"	◇TAC および類似化合物による Ni の抽出	"	"
◇クリープの形状効果（1. 試験片採取位置の影響）	○八木 清 久保 木悦 佐々木 昭彦 太田 昭彦 横井 信 門馬 義雄 横井 信 ○新谷 紀雄	電磁材試 材試	◇N-(2-ベンゾチアゾリル)-N'-(4-フェニルホルン酸)-C-フェニルホルマゼンと金属イオンとの反応	○清川 政晃 ○清川 政晃	"
◇S45C材の疲れ限度のバラツキについて	○木悦 清 太田 昭彦 横井 信 門馬 義雄 横井 信 ○新谷 紀雄	材試	◇ヘテロ環をもつホルマゼン化合物と金属との反応	"	"
◇製造履歴の異なる SUS32HTB のクリープ破断強度	○太田 昭彦 横井 信 門馬 義雄 横井 信 ○新谷 紀雄	"	日本原子力学会 ◇高温水中における压力容器材料の人工クレビス腐食試験	近藤 達男 長崎 隆吉 (日本原子力研究所) ○清水 義彦 伊藤 伍郎	腐食科学研究官 鉄鋼材強
◇2¼ Cr-1Mo 鋼管材のクリープ破断特性と硬さおよび組織	○太田 昭彦 横井 信 門馬 義雄 横井 信 ○新谷 紀雄	"	日本機械学会 ◇高温塑性疲れにおけるき裂の伝ば挙動	○荒木 透 岩元 兼敏 上田 裕治 ○安藤 辻 辻 栄一	"
溶接学会 ◇試作単純系低合金鋼の溶接用 SH-CCT 図に及ぼす Si 及び Mn の影響について	○稲垣 道夫 ○春日井 孝昌	溶接	◇鋳鉄、アルミニウムおよび黄銅の常温および高温の摩擦現象について	"	"
◇アーク溶接時における溶鉄中への水素溶解量について	○大野 悟 稲垣 道夫 宇田 雅広 蓮井 淳 ○福島 喜嗣 八尋 喜嗣 (日本鋼管)	"	◇常温~600℃における各種炭素鋼の摩擦現象におよぼす溶製法、組織等の影響について	中村 恵吉	原炉
◇マイクロプラズマ溶接に関する研究	○蓮井 淳 福島 喜嗣 八尋 喜嗣 (日本鋼管)	"	第9回NMR討論会 ◇Na 属金属水素化物の重水素および水素の核磁気共鳴吸収	"	"
◇水中におけるプラズマ溶接	○蓮井 淳 猪又 初夫 旭 硝	"	第4回溶融塩化学討論会 ◇溶融 LiNO ₃ -AgNO ₃ 系の輸率	○河村 和孝 岡田 雅年 河村 和孝	化学
◇電子ビーム溶接溶け込みに対する合金成分の影響に関する実験（II）	○橋本 達哉 ○入江 宏 稲垣 道夫 ○岡田 明夫 稲垣 道夫 稲村 治方 中野 正午 金沢 康平 武子 建市 三波 尚志 ○井上 尚志	"	◇溶融アルカリ硝酸塩中の Ag ⁺ の拡散係数	"	"
◇80キロ高張力鋼多層溶接継手の角変形付 TRC 試験について	○稲垣 道夫 稲村 治方 中野 正午 金沢 康平 武子 建市 三波 尚志 ○井上 尚志	新日鉄	◇B ₂ O ₃ -PbO ₂ 系の2, 3の物性	萩原 尚男 ○小山田 了三 黒沢 利夫 柳橋 哲夫	製錬

正訳表
金材技術ニュース No.9 (通巻第141号)の4頁「短信」欄
正 E. C. E (Economic Commission for Europe)
誤 E. C. E (Economic Commission for Europe)

通巻 第142号
編集兼発行 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)