

金材技研

1969

科学技術庁

NO. 7

ニュース

金属材料技術研究所

原子力研究の進め方について

近年、原子力の平和利用は一段と進展し、新しいエネルギー源としての原子力発電はその経済性に曙光を見出し、ますます重要な地位を占めつつあり、さらに、最近においては、発電用、製鉄用および海水淡水化用等のいわゆる多目的原子炉の開発計画も世界各国で採りあげられつつあり、原子力エネルギーの実用化は急速に進行しつつある

当研究所は、昭和41年9月原子力委員会の策定した「原子力開発利用長期計画」の基本方針に基づいて、現在、ナショナルプロジェクトの対象となつている各種原子炉の開発計画の一環としての各種金属材料の研究を進めているが、当面高速増殖炉および新型転換炉の構造材料ならびにこれらに関連する技術に重点を指向して、科学技術庁原子力局、日本原子力研究所および動力炉・核燃料開発事業団等関係諸機関と密接な連けいの下に、試験研究を実施している。すなわち、その指針を

- ①構造材料等の品質向上に関する試験研究
- ②構造用新材料の開発研究

③材質の安全性に関する試験研究に置き研究を進めるとともに、一方また、RIの工業的利用の一環として、①金属材料の放射化分析法の開発実用化と、②鉄鋼プロセス工学の解析手段としての各種RIの利用研究を総合的に進めつつある。これらの8試験研究課題に対して、本年度は国立機関原子力試験研究費36,379千円を充当している。

以上の試験研究のほか、外部機関との連けいの強化を図る面から、日本原子力研究所との共同研究として、高速増殖炉およびJPDRに関する各種試験研究を6研究課題について実施するとともに、また、動力炉・核燃料開発事業団からの受託研究として、新型転換炉用Zr合金の耐食性試験を近く実施することになつている。

以上のような各種試験研究に対して、総合的かつ効率の推進を図るため、所内に各研究部が総合的連けいを図るため、原子力開発研究委員会（委員長伊藤科学研究官）を設置し、研究の企画・立案ならびにその総合調整業務を行なつている。

原子力研究の実施状況

前述のような基本的考え方に基づいて本年度当所で実施している試験研究は、大別して、Ⅰ. 国立機関原子力平和利用試験研究、Ⅱ. 日本原子力研究所との共同研究およびⅢ. 動力炉・核燃料開発事業団からの受託研究で、これらを一括して表1に示すとともに各テーマの概要について紹介す

る。

(1) 原子炉用金属材料の研究

原子炉の性能向上を図り、かつ安全性を確保する上で、原子炉用金属材料は自主技術開発の急がれる研究分野の一つである。原子炉用金属材料に

表1 原子力関係試験研究一覧表

I. 国立機関原子力平和利用研究

区 分	研 究 題 目	担 当 研究部	充当予算 額(千円)
1. 高速増殖炉 プロジェクト	(1)原子炉用材料の特 殊な溶接法の開発 に関する研究	溶接研究部	4,866
	(2)原子炉用継手の溶 接と熱ぜい化に関 する研究	"	5,699
	(3)高速増殖炉用燃料 被覆ステンレス鋼 管の非破壊検査法 の研究	材 料 強 度 研 究 部	2,195
2. 高速増殖炉 一般	(1)高速増殖炉用ステ ンレス鋼の研究	特 殊 材 料 研 究 部	2,634
3. 新型転換炉 一般	(1)原子炉用 Zr 合金 の研究	非鉄金属材料 研 究 部	9,508
4. 原子炉一般	(1)原子炉用金属材料 の腐食防食に関 する研究	腐 食 防 食 研 究 部	4,198
5. R I の工業 利用	(1)金属材料の放射化 分析法に関する研 究	金 属 化 学 研 究 部	4,318
	(2)鉄鋼中における含 有元素の偏析およ び拡散に関する研 究	鉄 鋼 材 料 研 究 部	1,932
計 8 テ ー マ			36,379

要請される性質は、中性子吸収断面積、誘導放射能と放射能移行、放射線損傷等の原子核的性質、機械的性質、耐食性および高温強さ等であつて、このためには高度の冶金技術と金属材料の新しい知識に基づく試験研究が必要である。燃料被覆管材料の開発、その溶接技術と非破壊検査法の確立、ならびに各種の原子炉に共通な高温高压の冷却剤を包容する压力容器および圧力管等の腐食防止技術と耐食性材料の開発がある。

発電コストの低下と原子炉の経済性を図るため開発計画が推進されている新型転換炉については、実験炉の建設に着手されようとしているが、その核燃料の燃焼効率を高めるには熱中性子の吸収が少なく、かつ高温強さの優れた耐食性材料の開発が望まれているが、当所においてはその炉芯部構造材料としての Zr-Nb 系実用合金の改良を進め、Zr-2.5Nb-(0.2~0.3) Ru 3 元合金にすぐれた材料を見出し、その実用化のため、応力-熱安定性などに重点をおいて品質の改善を図りつつある。

さらに次代の原子炉とされる高速増殖炉の開発実用化に備え、実用的性質を十分具備する燃料被覆管用ステンレス鋼の開発を採りあげている。すなわち、高速炉の燃料被覆管は常に500~700℃の

II. 共同研究

区 分	研 究 題 目	担 当 研究部	共 同 研究者
1. 高速増殖炉 プロジェクト	(1)高速炉用クラッド管 の内圧クリープの試 験研究	材 試 験 部	特殊法人 日本原子 力研究所
2. 高速増殖炉 一般	(1)高速炉用クラッド材 の高温における炭化 物の挙動の研究開発	特 殊 材 料 研 究 部	"
	(2)高速炉用燃料ビン プラグの特殊溶接法 の開発研究	溶 接 部	"
	(3)高速炉用厚板の高 温下クリープ特性に 関する研究		"
3. J P D R	(1)J P D R 圧力容器ク ラッド亀裂に関する 低サイクル疲労試験		"
	(2)J P D R 圧力容器グ ラッド亀裂に関する 超音波探傷法の研究	材 料 強 度 研 究 部	"
計 6 テ ー マ			

III. 受託研究

区 分	研 究 題 目	担 当 研究部	委 託 者
新型転換炉	新型転換炉用 Zr 合 金の耐食性に関する 研究	腐 食 防 食 研 究 部	動力炉・ 核燃料開 発事業団

高温下の熱応力や核分裂によつて生ずるガス内圧の影響に耐える高温強さと冷却剤のナトリウムに対する優れた耐食性が要請されている。このため機械的性質、耐食性および高温強さの面で優れた SUS27, SUS32系の低炭素オーステナイトステンレス鋼について、その機械的性質と耐食性にきわめて有害となる炭素の質量移行現象の影響についての研究を実施している。すなわち、種々の割合で炭素の添加された前記のステンレス鋼の高温強さ、クリープ強さ、加工性、加工硬化性に対する炭素濃度の影響についてこれまでに有用なデータを得ているが、さらに強力な鋼種の開発を図るため Mn, Ti, Nb などの6種の合金元素の添加効果についてとくに熱安定性の面から滲炭クリープ特性の検討を進めている。

原子炉において要求される加工技術のうち、原子炉の構造溶接も従来の機器溶接よりはるかに精密な溶接が要求され、溶接部分の耐食性や放射能と急激な温度変化またそれに伴う応力変動に対する安定性の問題から溶接は非常に重要視されている。压力容器用高張力鋼のサブマージーク溶接の施工の際に生ずる溶接金属の高温割れを防止

する溶接法には施工条件の結果を得た。高速炉を対象とした極厚ステンレス鋼は溶接施工中しばしば高温割れを生ずることがあり、前記の結果をもとに自動アーク溶接における高温割れに及ぼす溶接金属や凝固組織の影響ならびに局部拘束応力の影響の高温割れ感受性の研究が進められている。

また、燃料被覆管には原子核的性質や熱効率の面からジルカロイ 2 やステンレス鋼の極薄肉管が使われているが、その溶接は一般に溶け落ちを発生しやすく、また裏あて板の使用できない薄肉管の端栓継手には溶接技術に困難を伴う。この端栓溶接については電子ビーム溶接法とろう付法によつて良好な結果を得、その継手性能試験が継続されている。さらに精密プラズマアーク溶接の適用についての研究が進められようとしている。

原子炉材料の冷却剤による腐食も重要な課題で、長時間放射能にさらされて起る金属材料自体や冷却剤の変化による腐食、溶接部の腐食、放射能移行等研究されるべき課題が多い。当所では水冷却炉用材料とガス冷却炉用材料の腐食とその防止の研究を行なっている。水冷却炉用材料では 18~19%Cr に Ni を 0~50% 含むオーステナイト系ステンレス鋼の割れ感受性および前記の鋼種に代り得る Cr を 2~24% の範囲で含むフェライト系ステンレス鋼の耐食性の研究を進め、一方、またガス冷却炉用材料では耐酸化性を損なわず高温強さの改善を図る Fe-10% Al-5% Cr 基合金の 2% Zr 等の数種の炭化物生成元素添加と 600°~900°C の炭酸ガス中の耐酸化性と機械的性質の研究を行なつた。この研究はステンレス鋼中の微量不純物の種類や量、熱処理が組織の応力腐食感受性に与える影響、水質の腐食に与える影響を、原子炉の運転状況に近い環境を再現した動水腐食試験装置を用いて実施している。同様に新型転換炉の実用化に備えてジルコニウム系合金の実用条件下の腐食挙動についても研究を進めている。

燃料棒の破損、また容器、配管等に破損の事故が生じた場合の危険は、放射能汚染による災害につながるので、非破壊検査性の適切な使用も重要な研究課題である。当所は高速増殖炉の実験用核燃料の製造が開始される昭和 45 年度を目標に、燃料被覆管の非破壊検査方式の確立を図るため、電

磁誘導検査装置を試作し、指示信号と欠陥との対応性の検討を進め、また超音波検査法の集束波による薄肉管の横波探傷の可能限について検討を進めている。今後は前者の検査法による検査条件の確立のため、検査の際に現われる雑音指示等の疑示信号の消去を重点に研究が進められている。

(2) ラジオ・アイソトープの工業利用

ラジオ・アイソトープは鉱工業、医学、生物学および食品工業等利用分野が広く、当所では特定物質に放射性の標識を付して物質の挙動を追跡するトレーサ法および分析の対象とする元素を放射化して行なう放射化分析の研究を実施している。

金属はその中に介在する不純物によつては、それが微量であつても性質が著しい影響を受ける。すなわち、金属材料の品質に関連する非金属介在物の拡散、分布および形態を冶金学的に解明するためトレーサ (^{35}S) による鉄鋼中のいおうの拡散挙動と偏析状態、硫化物の生成機構 (写真 1) について研究を進めている。

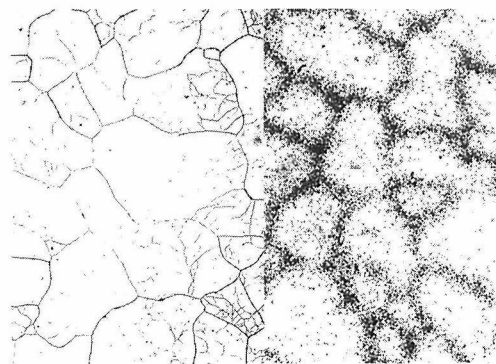


写真 1 鉄中の ^{35}S のオートラジオグラフ (右側) と同材料の光学顕微鏡写真 (左側) $\times 125$
オートラジオグラフでいおうが粒界によく析出していることがわかる。

一方、また放射化分析については、従来、高融点金属、活性金属、また高蒸気圧の金属中に含まれるガス成分の分析は非常に困難であつたが、分析の対象になる元素を放射化し、その強さを測定して分析することが可能となつた。当所では 14 MeV 中性子発生装置を用いて金属材料、金属間化合物、酸化物等に含まれる不純物、微量成分、主成分を放射化し、生成した放射性核種を測定することにより非破壊的に成分の迅速分析する方法の確立につとめている。

受 託 研 究 の 現 況

科学技術庁設置法（昭和31年法律第49号）第18条第1項第2号ならびに科学技術庁受託研究規程（昭和36年訓令第36号）に基づき、当所は、金属材料その他これに類する材料の品質の改善に関して外部からの委託による試験研究を実施しており、昭和36年度以降昭和43年度末までに合計36件の受託研究を実施し、民間企業等に対する技術サービスを行なつてきており、最近2年間における実績は表2のとおりである。これによると、研究の内容は応用研究的なものが多く、基礎研究または企業化試験は対象となつていない。このことは企業の研究の性格上当然であつて、研究成果の公開原則からも委託をためらうことに起因している。

一方、当所側から見た場合、予算面、設備面および研究担当者の時間的余裕等からの制約もあつて、企業からの要請に十分答えられない事情がある。さらにまた、受託研究は、通常の受託試験と異なつて、単なる試験的要素の強いものではなく、研究要素の十分あるものであつて、それを実施することによつて当所側も研究上のメリットを享受できることが前提条件となつていること等が

表2 最近における受託研究の実績

年度	研 究 題 目	担当研究部	予算額 (千円)
42	1. 高張力鋼の成型性に関する研究	工業化研究部	受託研究費 500
	2. リンクチェーンの疲れ強さに関する研究	材料強度研究部	
	3. 錫スラグ中の有価金属の回収に関する研究	製錬研究部	
	4. 金属片とその付属物の酸化と腐食に関する研究	腐食防食研究部	
	5. 鋳鉄中の黒鉛の結晶構造に関する研究	製造冶金研究部	
43	1. 球状黒鉛鋳鉄の材料特性に関する研究	製造冶金研究部	受託研究費 500
	2. 厚鋼板の成型性に関する研究	工業化研究部	
	3. 電子顕微鏡の観察による鋳鉄中の黒鉛の研究	製造冶金研究部	
	4. 自動車用鋼板の疲労特性に関する研究	材料強度研究部	
	5. 回転炉還元に関する研究	製錬研究部	

起因している。

以上、受託研究についての基本的運用方針ならびに最近の実績を示したが、研究の実施にあつては予算措置等の必要もあり、なるべく早目に相談をしてほしいことを加えて、紹介を終る。

研究成果の発表

昭和44年7月14日より18日まで京都で開催された第12回国際溶接学会（I I W）1969年次大会において、当所の研究成果のうち、つぎの11論文が発表された。

- ◇Cold Cracking in Multilayer Welds of Low-alloy High-Strength Steels and its Effect on Fracture Strength at Low Temperature. ○中村治方, 稲垣道夫
- ◇Some Considerations about the Cruciform Test ○中村治方, 稲垣道夫
- ◇Experimental Studies on Friction Welding Phenomena ○蓮井淳, 福島貞夫, 衣川純一
- ◇Fundamental Investigation on Solidification Structure in Weld Metals ○松田福久, 橋本達哉, 仙田富夫

- ◇The Present Aspect of the Calibration Blocks, Flaw Detectors, and Problems for Welding Inspection in Tapan. ○木村勝美, 前橋陽一他
- ◇Quality Evaluation of Steel Welds by Ultrasonics ○木村勝美, 前橋陽一 他
- ◇Cold Cracking in Multilayer Welds of Low-Alloy High-Strength Steel. ○中村治方, 稲垣道夫
- ◇A Survey on the Weldability of High Chromium Steel in Japan. ○稲垣道夫 他
- ◇Influence of Heat Treatment on Creep Rupture Strength of Welded Joints of 2¼ Cr-1Mo Steel ○岡根功
- ◇Fundamental Research on One-Side Arc Welding (Report 2) ○稲垣道夫, 岡田明
- ◇A Summary of the Present Status of One-Side Submerged Arc Welding in Japan. ○稲垣道夫

（通巻 第127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)