

材技研 1961

科学技術庁

NO.6

ニュース

金属材料技術研究所

■■■■■■■■■■ 動水腐食試験装置 ■■■■■■■■■■

加圧水型原子炉のように高温高压の純水が高速で冷却管内あるいは燃料棒などに沿って流れる場合、これらの材料は静水の場合よりもさらに苛酷な条件が加わってくる。そのため材料の決定に当たっては、実際の使用状態に近い環境でその挙動を検討しなければならない。本装置はこのような目的のため、次のような環境で試験しうるようにした。

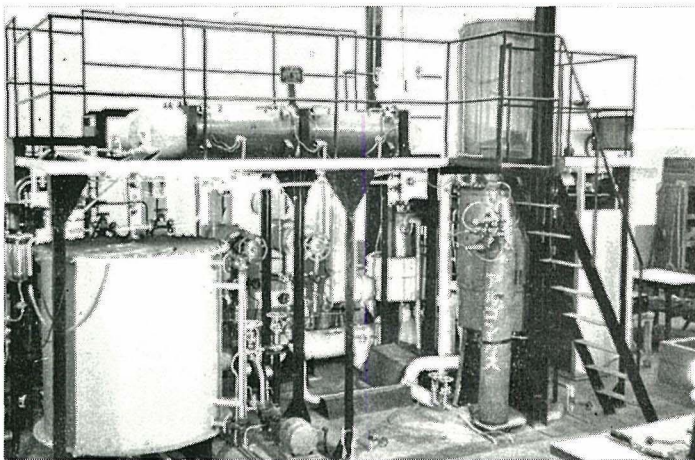
最高使用圧力 175kg/cm² 常用 140kg/cm²
最高使用温度 330°C 常用 320°C
試験片形状 板状 20mm×150mm×2mm
(あるいは1mm)

管状 外径12mmφ および20mmφ
長さ150mm厚さ2mm

流速 12.7, 4 m/sec

装置の接液部はすべて AISI304ステンレス鋼で組立てられ、高温高压の純水はキヤンドモーターポンプによって試験片の表面を流れて循環するようになっており、試験中の純水は腐食生成物などによって汚染されてもバイパス回路のイオン交換樹脂によって、常に $5 \times 10^5 \Omega\text{cm}$ 程度の純度を保つようになっている。また試験片は装置本体とアルミナで絶縁して支えられており、電気化学的な影響を防いでいる。腐食量は試験前後の重量変化の測定によるが、試験中でも試験片表面の挙動を外部より観察しうるようになっている。

本装置で、おもにジルコニウム合金、ステンレス鋼あるいはアルミニウム合金などの高温純水腐食に及ぼす流速、水中溶存ガスなどの影響および溶接部の腐食挙動などを検討している。



動水腐食試験装置

鋼中の非金属介在物の抽出

鋼の品質向上に関連して、鋼中の非金属介在物の研究が重要視され、各方面で注目されている。特に、その構造、組成の判定に力が注がれているが、まだ確実な手段が得られていない。

第一部鉄鋼研究室では、従来の電子顕微鏡的方法に引き続き超音波ジャックハンマー装置を用いて非金属介在物の抽出を試み、その構造解析を実施したので、その結果を報告する。装置は写真1に示すように、超音波同調発振部（チタン酸バリウム使用）金属製ホーン、針（材質：炭素工具材料）、直立型光学顕微鏡（オリンパス製、MF型）およびマニピレータ—2台からなっている。すなわち 47kc/s の超音波振動を金属製ホーンに伝え、直線方向のみの振動を針に与え、非金属介在物を光学顕微鏡で観察しながらそれを機械的に抽出する装置である。

まず、光学顕微鏡観察の際と同様に研磨した試料についてその介在物の所在、形状着色状態などを対物レンズ×48と接眼レンズ×20を用いて観察し、次に抽出すべき介在物に焦点を合わせて、マニピレータを操作しながら針の先端をそこに位置させる。抽出の際の観察は、対物レンズの作動距離などの関係で×12を用いるために240倍で行なった。また、針先の太さ、観察倍率などの点から、対称とされる介在物の大きさは約 5μ 以上で、抽出に要する時間は、介在物の大きさ、種類にもよるが10sec~5minである。抽出した介在物は粉末状をなしており、これを電子線回折（50kV100kV）およびX線回折により解析を行なった。その結果の一例を写真2に示す。某外国製の軸受鋼中に存在した赤紫色の棒状のものが集まった角ばった介在物で、光学顕微鏡でみたものが(a)である。これを抽出すると(b)のように細い粉末状に分散するので、適当な方法でこれを回収し、電子顕微鏡で観察(c)、さらに電子線回折を行なった結果、 $MnO \cdot TiO_2$ と判定された(d)。この介在物は、原料から混入したかあるいは特殊脱酸剤を使用したかのいずれかによるものと推定される。実験の結果、本方法は介在物の種類の判定に有力な手段となることがわかり、特に地キズなどには好

適である。さらに、抽出状況を観察することにより、介在物の硬さ、マトリックスとの密着性を定性的に知ることが出来た。すなわち、硫化物系介在物は軟らかく、抽出後の粉末も割合に大きい、電子線は透過しやすい。マトリックスとの密着性も比較的良い。アルミナ系介在物は非常に硬く、抽出の際に青い光を発するのが見られ、粉末は非常に細い。しかし、電子線は透過しにくい。マトリックスとの密着性はあまり良くない。酸化物系介在物も同様で、粉末は比較的角状をなし、電子線は透過しにくい。特にシリカのような介在物の回折像が得られにくかった。これは、その結晶構造あるいは表面構造によるものと思われる。そのマトリックスとの密着性もあまり良くない。以上のような結果は、鋼中の欠陥特に非金属介在物とその材料の機械的性質との関係を調べる上に大きな効果を与えるものと考えられる。

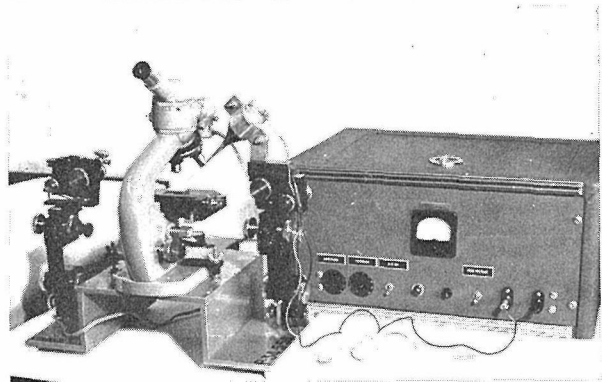


写真1 超音波ジャックハンマー装置

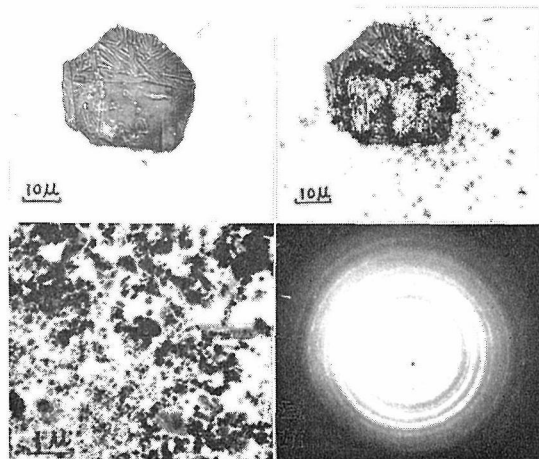


写真2 (a) 抽出前 (b) 抽出後
(c) 抽出粉末 (d) 電子線回折像

高張力鋼の溶接用CCT図

国産高張力鋼はすでに船舶、橋梁、压力容器などに実用化されている。

高張力鋼を使用すれば板厚を薄くすることができ、構造物の重量が軽減され、溶接施工と検査が著しく容易となりその性質が向上する。しかし一般に高張力鋼は溶接熱影響部が硬化し易く、溶接性が問題である。溶接性の判定には溶接用CCT図がきわめて有効である。そこで高張力鋼の溶接用CCT図を作成した。ここにその数例を紹介する。製鋼メーカーにより試作された高張力鋼の化学成分並びに機械的性質を表1に示す。小試片に最高加熱温度1350°Cの溶接熱サイクルを再現(材技研試作溶接用CCT図作成装置)して溶接用CCT図を作成した。同図より求められる各鋼種の臨界冷却時間とくに初析フェライトの析出する臨界冷却時間 C'_f は鋼材の溶接性と

表1 化学成分および機械的性質

鋼種	板厚 (mm)	化 学 成 分 (%)											降伏点 kg/mm ²	引張強 kg/mm ²	
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	その他			So1 Al
HT60A	30	0.12	0.45	1.17	0.013	0.006	—	—	0.32	0.25	0.14	—	0.026	49.5	61.6
HT60B	30	0.15	0.28	1.34	0.011	0.006	0.11	1.15	0.02	0.31	—	—	0.025	53.0	66.4
HT60C	30	0.15	0.35	1.28	0.029	0.020	0.10	0.47	0.08	0.21	0.10	—	0.013	49.6	62.0
HT60D	30	0.15	0.34	0.92	0.015	0.014	0.27	0.29	0.10	0.51	Tr	Tr	0.020	57.7	67.3
HT70E	30	0.11	0.38	1.06	0.022	0.012	—	—	0.44	0.48	0.12	—	0.031	67.1	75.5
HT70F	30	0.15	0.31	1.11	0.015	0.010	0.24	0.44	0.56	0.46	0.06	B0.002	0.01	68.8	76.0

mm, 溶接電流170 A, 溶接電圧24 V, 溶接速度150 mm/minの場合の冷却時間は約5.5 secであるから C'_f の値が5.5 secより小さければ標準溶接条件下の溶接

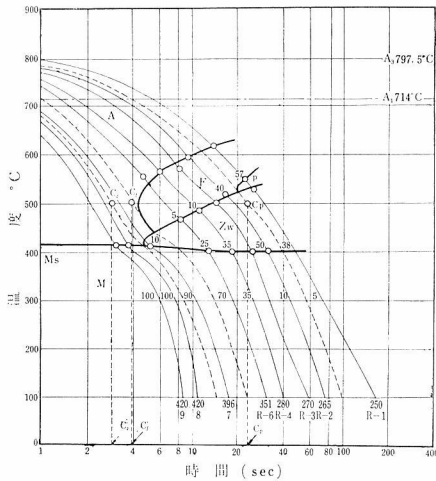


図1 HT60A鋼の溶接用CCT図(最高加熱温度1350°C)

密な関係を有し、この C'_f の値が小さいほど溶接性は良好である。6鋼種の代表的一例としてHT60A鋼の溶接用CCT図を図1に示す。同図より中間段階組織が現われる臨界冷却時間 C'_z を求めると2.9secであり、 C'_f は3.9sec、パーライトが現われる臨界冷却時間 C'_p は23.5secとなる。各種冷却試片の代表的顕微鏡写真を写真1に示す。

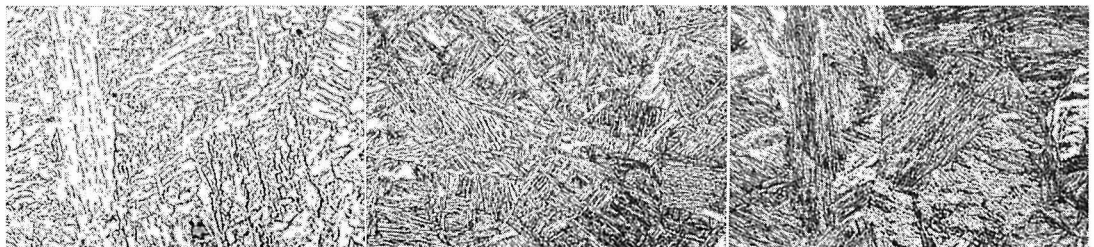
溶接用CCT図から求められる供試6鋼種の諸臨界冷却時間を表2に示す。表2より溶接変質部の延性および割れ感受性を表わす重要因子である C'_f の値はHT60Aは3.9secと最も小さく、その溶接性はすぐれ、順次HT60C4.2sec HT60D, 5.2sec HT60B 6.0sec, HT70E 13.5sec, HT70F13.5secと大きくその溶接性は低下する。 C'_f の判定規準として溶接の標準条件すなわち室温、板厚20

では一般に熱影響部の延性は良好で溶接割れを起こし難い。供試鋼のHT70E, HT70F以外の C'_f 値はいずれも6.0secより小さく、溶接性は良好であると考えられる。HT70E, HT70Fは適当な予熱をして溶接することが望ましいと推定される。

表2 各鋼種の諸臨界冷却時間

鋼の記号 (30mm板)	臨界冷却時間 (sec)			炭素当量 Ceq	変態温度 A ₃ (°C)
	C'_z	C'_f	C'_p		
HT60A	2.9	3.9	23.5	0.46	797
HT60B	2.7	6.0	54.0	0.49	744
HT60C	3.0	4.2	—	0.45	798
HT60D	3.0	5.2	—	0.48	806
HT70E	3.5	13.5	—	0.52	824
HT70F	3.4	13.5	14.5	0.56	753

$$\text{※} C_{eq} = C + \frac{1}{24}Si + \frac{1}{6}Mn + \frac{1}{40}Ni + \frac{1}{5}Cr + \frac{1}{4}Cr + \frac{1}{4}Mo + \frac{1}{14}V$$



(R-1) 55%F 2%P 38%Zw 5%M (R-5) 5%F-25%Zw 70%M (8) 100%M
HV : 258 HV : 361 HV : 413
HT60A鋼の連続冷却変態図作成のために種々の方法で冷却した試片の組織(×500)

IRSID に留学して

第4部 材料強度研究室

舟久保 熙康

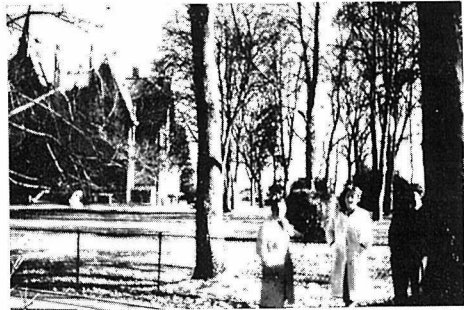
研究室の裏の藪でポー、ポーと山鳩が鳴いて、春の到来を知らせる頃から、陰うつな冬空の下に閉じこめられていた研究所の活動も見違えるような活気をとり戻してきます。パリから真西に20 km、古城と美しい展望で知られた人口30万のサン・ジェルマンの町外れ、高い木立と緑の芝生に囲まれた IRSID の研究室は静かな恵まれた自然環境の中で、1954年以来その活動を続けてきております。

朝8時25分、パリや町の向こう側から通う人々を乗せた専用バスが研究所の門をくぐってから、夕方6時10分前、再びこのバスが迎えにくるまで、IRSID の一日の研究生活が始まります。

既に IRSID の構成、運営については、昭和34年秋、所長の Allard 氏が来日されたおりの講演などでくわしく紹介されておりますので、特に私の目についた点を列挙致しますと、

- (1) 2ヵ月ごとに開かれる研究部長、所外の研究に携わる学識経験者からなる科学委員会は、提出された各研究員の研究内容の討議、指導、新たに実施を希望する研究課題の提案等について細部にわたって具体的かつ詳細な指導を行なっております。
- (2) 電子管利用の試作研究装置を作るための研究課があります。
- (3) 図書室は、本の貸出し、文献の複写の外に印刷、写真課をもち、学会、学会誌に発表する各研究員の論文は全部印刷複製本の上、配付されます。
- (4) 研究に付帯した、短い期間ごとの経過報告等の煩鎖な机上仕事はありません。

次にフランス流の科学研究の特色について感じたことを申し述べたいと思います。研究活動の母体が組織と統制にあるか、豊富な財力にあるかは国によっていろいろと異なっておりますが、フランスのそれは人間にあって組織的な活動、財政的な裏づけは研究員の能力を十分発揮するためのよき補助手段であると申せましょう。このため優秀な研究員を求めることは当たり前という常識的な理解をこえて、このような研究方法では絶対に必要な条件となっております。研究室の構成は原則として研究員2、助手2で、各1名が1組となって研究を行ない、助手は実験装置の製作、実験の実施、結果の整理とほとんどすべての実行面を担当し非常に有能であります。そのため実験計画の作成、実験実施に必要な指示、結果の解析等を行なう研究員の責任は非常に重大であります。研究員の努力と創意が十分活かされた研究計画の内容、試作された研究用装置、例えばクリーブ・ラブチャーの機



械テコ式1000倍拡大の伸記録装置、実験用炉の加熱線膨脹利用の自動温調装置のような一見平凡で旧式な装置においても、細かい改良が絶えず行なわれており、その作動の確実性は数十年にわたる経験の上になつ信頼性が確かめられているように、これらは長い年月にわたる絶えまない研究の歴史の厚みの中から生みだされた結晶で、決して奇想天外な新しいアイデアから突然生み出されたものではないことをしみじみと感じさせられます。

なお、特に申し上げたいことは、いわゆる研究のための研究ということは考えられないということです。どんな基礎的な研究でもその心構えの基礎は、その仕事フランスの鉄鋼の改良に寄与するのだという信念にあります。互いに国境を接しながら長い激烈な国際的競争の中につちかわれてきた研究に対する心構えが、どんなにきびしいものであるかを痛切に感じさせられます。このため、研究に無駄がないということが一見のんびりやっているようで、着々と成果をあげている原因でありました。

最後に申し上げたいことは、国際的な共同研究の気運と、欧州経済共同機構と IRSID の役目についてであります。鉄鋼研究の各種国際研究委員会乃至会議開催に IRSID が尽してきた貢献は非常に大きいのでありますが、さらにこれを進めて共同研究実施のための推進役として努力を払っております。一方、欧州経済共同機構の進捗に伴ない欧州鉄鋼業の原材料の交換などの協力機構もいよいよ具体的な段階に入って参りましたが、この新しい情勢の中で、お互いの間の自由競争の真剣勝負に打ち勝つため、逆に研究面での競争はますます激烈になることが予想されます。フランス経済の基幹である鉄鋼を一フランでも安く、良いものを作るために IRSID に課せられた使命はますます重大となっております。同じく国際的な競争の中に立つ我々も、一見相矛盾するこの現状をさらに真剣に分析検討して、対策を進めると共に、従来 IRSID との友好関係をさらに将来長く保っていくように努力致したいと存じます。

短 信

◇ 学位授与

第5部原子炉構造材料研究室長津谷和男技官は、「構造用合金鋼の変態と焼入性に関する研究」の論文により昭和36年5月18日付で、東京大学工学部教授会から工学博士の学位を授けられた。

(通巻第30号)

編集発行人 吉村 浩
印刷 奥村印刷株式会社
東京都千代田区西神田1の10

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300番地
電話 目黒(712) 3181 (代表)