

Table 1. Chemical analysis of condensed water.

Components	Cl	S as sulphate		S as sulphide		T. S	Ph
		S	as SO <sub>3</sub>	S	as H <sub>2</sub> S		
Topping tower NH <sub>3</sub> injection	0.201	0.068	0.170	0.114	0.121	0.182	6.8
Topping tower NH <sub>3</sub> No.	0.323	0.052	0.130	0.108	0.114	0.160	3.4
Vacuum tower NH <sub>3</sub> injection	0.454	0.022	0.055	0.033	0.035	0.055	6.8
Vacuum tower NH <sub>3</sub> No.	1.494	0.030	0.075	0.010	0.011	0.040	5.8

(ロ) 乾ガス腐食領域におけるスケールの主体は Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> である。

(イ) 露点凝縮腐食領域におけるスケールの主体は、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> であるが、さらに FeSO<sub>4</sub> および FeCl<sub>3</sub> を含む。

### V. 結 論

(イ) 多くの実装置に対して行つた腐食領域の推定は、実際の腐食領域と極めてよく一致する。

(ロ) III, IV よりえられた結果は I の結果を裏付ける。

(イ) 防食対策として優秀な耐食材質を使用することが先決であるが、上述の事柄より装置の化学工学的検討を加えることも必要である。すなわち、乾ガス腐食および露点凝縮腐食を同時に伴う熱交換器において、優秀な耐食材質を使用できない場合には管群を前記二領域にわけ別々の熱交換器として直列に配し、さらに他の一組をそれと並列に使用することがのぞましい。

## (71) 原子炉用鉄鋼材料に関する研究 (I)

(ウラニール塩溶液における各種材料の  
静的および応力腐蝕)

### Studies on Ferrous Materials for Nuclear Reactors (I)

—Static and Stress Corrosion in Uranyl  
Solutions—

M. Hasegawa, Dr. Eng.

早大助教授 工博 長谷川 正義

### I. 結 論

鉄鋼材料はいうまでもなく原子炉、とくに今後の動力用原子炉の主要な構造材料である。しかし周知のように現在なお動力炉の種類、型式自体が研究中のものであるから、構造材料に対する要求も極めて広い範囲に涉り、燃料の形態、冷却方式、運転条件などの変化に伴つて、当然材料に課される責任も異なる理である。

鉄鋼材料は原子炉の各種の構造要素、一たとえば原子炉コーアー、原子炉容器、燃料、制御材などの被覆または容器、冷却剤導管または容器などの炉心部の構造；あるいは支持材、遮蔽材、構築材などの附属構造；さらに出力系統の導管、熱交換機、ポンプ、バルブなどの機器材料、計装材料等に多くの需要があり、また燃料の化学処理系統の主要な構造材料でもある。

この意味で著者はとくに原子炉用の鉄鋼材料に関する一連の研究を企図したが、本報告はその第1報としてウラニール塩水溶液における静的腐蝕および応力腐蝕についての実験室的データを報告する。

もちろん欧米先進諸国における原子炉用の鉄鋼材料に関する研究はすでに多数報告されているが、これらのデータをトレースする意味と、かつ耐蝕試験についての結果が必ずしも一致していない点を確認して、われわれ自身のデータを求める意味で、比較的实验の容易な範囲から研究に着手した。

### II. ウラニール塩溶液による腐食

いわゆるウォーター・ボイラー型の原子炉は重要な基礎的な原子炉の一型式であるが、この種のタイプでは周知のごとく硝酸塩または硫酸塩などのウラニール塩溶液(軽水または重水溶液)が使用され、この燃料の容器には従来オーステナイト系ステンレス鋼が主として実用されている。最近は動力炉にもこの種の型式の原子炉が応用されるようになって、これを加圧する方式も考慮されるにいたつた。なおそのほか燃料のタイプとして原子核的要求から磷酸塩の使用なども提唱されている。

また、さきにも触れた原子炉プラントの重要な付属設備である、いわゆる燃料の化学処理ループでも、取扱われる溶液は主としてこの種のウラニール塩であり、ここにも容器材料の腐蝕の問題がある。

### III. 実験の方法および結果

この種の実験はすでにわが国でも日本特殊鋼管および協同研究者による実験が行われている(黒柳、橋口、伊

藤：第 1 回原子力シンポジウム，1957 年 1 月 13～15 日に発表）著者の方法は付図に示すような実験装置を製作して試験したが，とくに応力腐蝕についてデータを求めた。装置は完全溶体化した 304 オーステナイト・ステンレス鋼の溶接構造で，容器内に任意の燃料溶液を満ちし所定の温度に加熱保持される。静的試験の場合はこの溶液中に板状試験片を懸吊し，液を連続攪拌して試験終了後検鏡および秤量によつて腐蝕量を観察する。

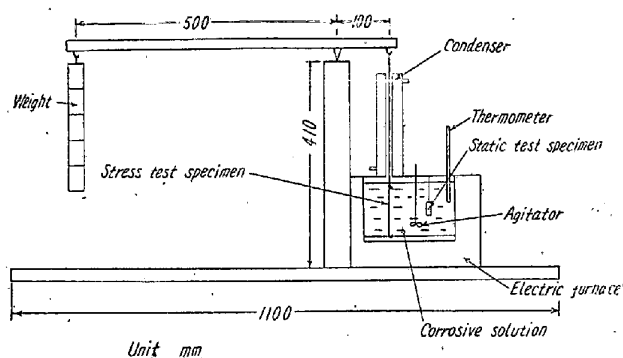


Fig. 1. Static and stress corrosion test apparatus.

また応力腐蝕の試験片は図に示すごとくいずれも  $0.5 \text{ mm}\phi$  の細線を溶液中に垂直に懸張し，レバーによつて重錘に連絡させた。なお容器の上部には水冷コンデンサーを設け，燃料溶液の濃度を一定に保っている。

試料には純鉄，軟鋼，Cr-Mo 鋼，13 Cr 鋼，304，316，347 タイプステンレス，25-20，carpenter 20 などのステンレス鋼のほか比較材料として黄銅，モネル，チタン，ステライトその他の非鉄材料をも供試した。静的腐蝕試験における実験結果のうち，代表的なオーステナイト系ステンレス鋼についてみると， $80^\circ\text{C}$ ， $1\sim 3\text{N}$  硝酸ウラニールまたは硫酸ウラニール水溶液中での耐蝕性はいずれの場合もかなり良好で  $0.000\sim 0.025 \text{ mm/g}$  の範囲であるが，個々の数字にはかなりの拡りがある。なお熱処理条件の相異（溶体化，センシタイズ，冷間加工など）はこの場合  $10\sim 20\%$  程度の差違を示すにすぎない。また表面条件の相異も長時間試験の場合は一般に大差はなく，上記の侵蝕度の範囲にある。さらに高合金のオーステナイト鋼では耐蝕性はさらに増加し，侵蝕度は  $0.005$  以下である。

酢酸および磷酸ウラニール溶液はこれに反して一般に腐蝕が大きく，とくに磷酸塩では侵蝕度は上記の  $10^1\sim 10^2$  倍のオーダーである。

応力腐蝕に関するデータは本稿執筆の時期では，なお実験中であり，数値的に確定されていないので省略し，講演会席上に譲るが，一般的にいつてオーステナイト鋼

では降伏応力の  $20\sim 50\%$  の負荷の範囲では硝酸および硫酸ウラニール溶液中の応力腐蝕は問題とならないようである。

## (72) 5% Cr 含有鋼の耐熱鋼としての適性について

### An Adaptability of Heat Resisting Steel for 5% Cr Content Steel

T. Kuno, et alius.

日立金属，安来工場

工博 小柴 定雄・〇九重 常男

#### I. 緒 言

最近航空機部品の耐熱構造用鋼に熱間ダイス鋼が転用され優秀な成績をおさめている。この熱間ダイス鋼は Cr が約 5% で，これに V, W および Mo を 1% 前後含有しており，成分的にみても  $600^\circ\text{C}$  以下の使用温度では，かなり大きな耐熱性を有するものと考えられる。弊社においてはダイキャスト用ダイス鋼として DAC および DBC の両鋼を製造しているが，両鋼の成分が前述の熱間ダイス鋼に類似している点より熱処理硬度，高温機械的性質，耐酸化性およびラプチャー強度をしらべ耐熱鋼としての適応性をしらべると同時に，H46 耐熱鋼の性能と比較検討をなした。

#### II. 実験結果

Table 1 に試料の化学成分および米国において研究された熱間ダイス鋼の成分を示す。

まず焼入温度と硬度との関係を見るに，両鋼とも  $1,000\sim 1,100^\circ\text{C}$  の焼入温度では，温度の上昇にしたがい硬度は増大する。なお焼入方法は空冷としたが DBC 鋼が高い焼入硬度を示す。つぎに  $1,000^\circ\text{C}$ ， $1,050^\circ\text{C}$  および  $1,100^\circ\text{C}$  の 3 種の温度より空冷後  $200\sim 700^\circ\text{C}$  に各 1 h 焼戻を行つて硬度をしらべた。  $1,000^\circ\text{C}$  空冷の場合は両鋼とも焼戻温度  $550^\circ\text{C}$  まで焼戻温度により硬度に変化なく，焼戻温度  $600^\circ\text{C}$  以上でやや急激に硬度は減少する。  $1,050^\circ\text{C}$  空冷の場合は焼戻温度  $500^\circ\text{C}$  より硬度はやや増大し， $550^\circ\text{C}$  で最高硬度を示す。  $600^\circ\text{C}$  以上焼戻温度の上昇にしたがい硬度は急激に減少する。  $1,100^\circ\text{C}$  空冷の場合は  $1,050^\circ\text{C}$  空冷の場合とほぼ同様の傾向を示す。しかして空冷温度の上昇するにしたがい焼戻温度は増大する。また DBC 鋼はいずれの場合も DAC 鋼に比し高い焼戻硬度を示す。

つぎに平行部 7 mm 丸の高温抗張試験片を作り，