

(129)

原子炉環境における低合金鋼の水素吸収による脆化

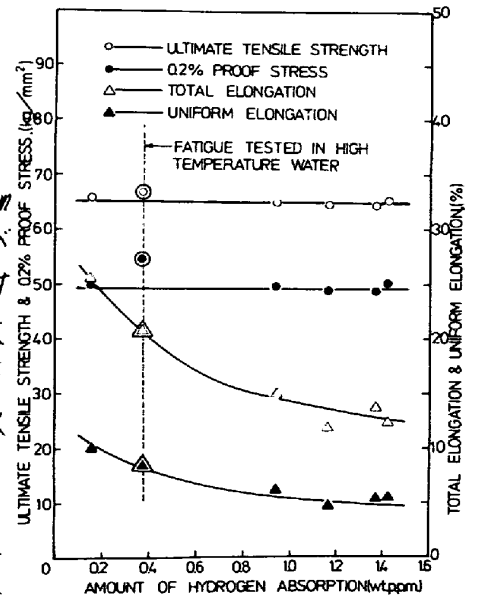
原 研 東海研 工博 近藤達男 中島 甫
電力中研 ○高入 啓

1 緒言; 原子炉圧力容器鋼材の照射脆化は原子炉の安全の上で、重要な因子の一つである。また、軽水炉減速、冷却剤の高温高压水と鋼の反応による生成水素は一部金属中に吸収されると考えられ、その他にも、水の放射線分解による水素の寄与もありうる。照射と水素の二つの脆化因子の相互関係は、まだ十分に明らかでない。本研究では、A533B 鋼の水素脆化と照射脆化の重畳効果を調べることを目的とする。JMT R 高温高压水ルーブ(OWL-2)に予め種々の履歴を与えた試験片を挿入し、高温水腐食と中性子照射を同時に作用させた後、その機械的性質を調べることによって、その効果を明らかにする。本報では、主に照射前試験の結果を中心に述べ、照射後試験結果についても一部言及する。

2 試験方法; 試験片の照射前処理としては、電解水素添加、冷間引張塑性ひずみ、大気中および高温高压水腐食疲労である。また、環境因子は、高温高压水浸漬中での照射、および照射のみ、および高温高压水浸漬のみの三種類である。実験方法を下記に示す。

- ① 供試材および試験片; 板厚190 mmのA533B鋼の焼入れ(882~900℃×5hr), 焼戻し(650~670℃×7.5hr)材 JIS14A号試験片による定歪速度(5%/min.)室温引張試験, JIS4号試験片による衝撃試験
- ② 照射前処理; a).陰極電解法(電解液組成, 4%硫酸+砒酸ソーダ(As 12 mg/l), 電流密度 0.02 Amp/cm²)による水素添加, および, 真空加熱(1100℃×30 min.)抽出後ガスクロマトグラフ法による水素の定量
b).冷間引張塑性歪, 3, 5, 10%の付与 c).単軸変位制御方式(0.72%±0.63%)で繰返し数100, 1000, 10000 回の大気中疲労 d).260℃×60気圧の高温水中で繰返し数1000 回の疲労
- ③ 照射条件; JMT R. OWL-2 ループ照射孔, 270℃×70気圧×1,093時間, 速中性子量 2.2×10^{19} cm⁻²

3 結果と検討; 試験片の照射前処理、並びに環境因子との組み合わせ効果のうち、切り出しのまゝの材料への水素の電解添加、大気中および高温高压水疲労の効果、およびJMT R. OWL-2ループ水非照射部浸漬の効果について報告する。まず、受領枚々2, 5, 7, 10 wt. ppm水素を目標として電解添加したものを室温放置後約2ヶ月目でそれぞれ0.94, 1.16, 1.37, 1.43 wt. ppmの水素が残留していることを確かめた。残留水素の引張性質に及ぼす結果は図の通りである。約1 wt. ppm程度の水素を吸収している鋼材の全伸び、均一伸びは夫々10%, 5%の低下を招き水素の存在が微量でも延性が減少することを示す。また、衝撃性質は水素を0.4 wt. ppmのとき殆んど上部棚エネルギーおよび-10℃の吸収エネルギーに影響がないことを知った。大気中と高温高压水腐食環境中の繰返し応力付加の引張性質に及ぼす効果は、予め1000回の繰返しを与えると、大気中では約2%の伸びの低下がおこり、高温高压水では約5%の低下がみられた。このような高温高压水腐食環境下変動応力をうけると水素は約0.2 wt. ppm余分に残るが、データ点が図の内挿線上に来るから、くり返し応力が水素脆化を助長したとみる事ができる。高温高压水に切り出しのまゝ浸漬したときは水素は鋼中に残らず延性低下を起さない。高温水中で変動応力を受ると、一度鋼中に吸蔵された水素は逃げにくくなるものと考えられる。類似の効果が中性子照射により起るとすると、照射脆化をさらに助長することも予想される。



引張性質に及ぼす水素の影響