

(283) 水素を吸収した原子炉圧力容器用鋼の中性子照射脆化

原研 東海研 ○中島 甫 工博 近藤達男  
電力中研 高久 啓

[目的] 軽水冷却原子炉の圧力容器鋼は、高温水による腐食と中性子照射を同時にうけるが、それらの機械的性質に与える影響は個々には評価されているが、重畳効果は知られていない。腐食によって吸収される水素は、変形速度の低い引張性質に影響する一方、中性子照射は変形速度の大きい衝撃性質に影響をあらわすと考えられるので、高温水中で腐食をうけ水素を吸収する状態で中性子照射を与えたあと、これら二つの試験法で確性した。照射に先だつて種々の異なる履歴を与えて、支配因子の整理を試みた。前報<sup>(1)</sup>で腐食や水素吸収のおよぼす影響について詳しく報告したので、ここでは照射後試験の結果について述べる。

[方法] ①供試材および試験片；板厚 190 mm および 35 mm の A 533 B 鋼の焼入れ (880~890°C × 5 hr) 焼戻し (650~670°C × 7.5 hr) 材の 1/4 寸のところから JIS 14 号試験片による定歪速度 (5%/min) 室温引張試験、JIS 4 号試験片による衝撃試験

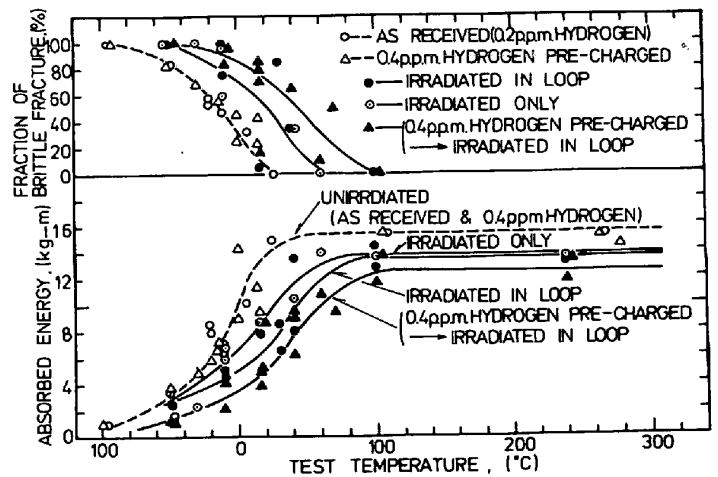
②照射前処理；原子炉照射に先だつて試験片には (a) 電解による水素添加および (b) 冷間引張によるひずみ付与などの処理を与えた。それらの条件は (a) 陰極電解法 (電解液組成 4% 硫酸 + 硫酸ソーダ (As 12 mg/L), 電流密度 0.02 Amp/cm<sup>2</sup>) による水素添加。分析は真空加熱 (1000°C × 20 min) 抽出後ガスクロマトグラフ法によった。 (b) 冷間引張の形で塑性歪 3, 5, 10% を与えた。

③環境曝露条件；原子炉近似環境に曝露するに際して、個々の効果と重畳効果を分けるために (a) 高温水腐食のみ、(b) 照射のみ、(c) 腐食と照射の同時作用付与の 3 条件を選んだ。照射は JMTR, OWL-2 ループ照射孔で速中性子量  $2.7 \sim 6.5 \times 10^{18} n/cm^2$  (E > 1 MeV)、腐食は 270°C × 70 気圧 × 1093 時間。

[結果と討論] 素材 (水素含有量 0.2 wt. p.p.m.) と水素 0.4 wt. p.p.m. を予備的に添加したものの照射材および非照射材についての衝撃試験の結果を図に示す。これより非照射材においてはこの程度の水素含有量は靱性に影響がないが、腐食水素吸収条件下あるいは水素添加材が中性子照射されると照射脆化感受性が高まり、上部棚エネルギーの減少傾向および吸収エネルギー 30 ft-lb の試験温度の上昇傾向が著しくなる。一方引張性質には照射材および非照射材とも著しい変化は認められなかった。すなわち主に延性の低下をもたらすことを特色とする水素脆化と、主に靱性の低下をもたらすことを特色とする照射脆化とが同時に作用すると、照射脆化の感受性が著しく高まるが、いわゆる水素脆化そのものは起らない。また各種の段階の冷間引張塑性歪を与えた後、腐食水素吸収条件下で中性子照射したものでは、冷間引張塑性歪が大きい程照射脆化感受性が著しかった。

これらは変形で導入された高密度の格子欠陥の存在により水素の吸収が促進され、しかもその後の逃散が起りにくくなるためと考えられる。本研究の方法では不可避的に照射試験後長時間常温で放置されたのちに破壊試験に供されるので、可動性水素が多量存在した状態の実際条件では引張性質にも影響する可能性があり、これらの効果はもっと著しいものと推定される。

[参考文献] (1) 日本鉄鋼協会昭和 48 年春季講演 (東工大) 講演番号 129



衝撃性質に及ぼす環境条件と試験片予備処理の影響