

(474) 原子炉圧力容器用鋼の高温高圧水中疲労き裂伝ば挙動に及ぼす流速の影響

金属材料技術研究所

○片田 康行 永田 徳雄

緒言 軽水炉冷却材環境下の圧力容器用鋼の疲労き裂伝ば挙動に及ぼす影響因子には大別して、力学的因子、環境因子及び材料因子があるが、実際にはこれらが重畳しあって複雑な挙動を呈するため、この分野の研究においては、特に系統的で総合的な検討が必要となる。著者らはこれまで、同環境を模擬した高温高圧水中で圧力容器用鋼の疲労き裂伝ば挙動に及ぼす温度⁽¹⁾、溶存酸素濃度(DO)⁽²⁾の影響等について検討してきた。本報では、高温水中疲労き裂伝ば挙動に及ぼす流速の影響について、高温水をノズル管を用いて試験片のき裂開口部に直接吹き込むという方法により検討した。

実験方法 供試材は、原子炉圧力容器用鋼 A533B c1.1 の低 S 材 (S=0.004% : L 材) 及び中 S 材 (S=0.014% : M 材) の 2 種類である。本供試材は、高温水中疲労き裂伝ばに関するラウンドロビン試験⁽³⁾ (JCF 委員会主催、幹事機関：日本原子力研究所) の供試材と同じもので、用いた試験片は 1TCT 試験片である。実験装置等は前報⁽¹⁾⁽²⁾ までのものと同じものである。実験環境としては BWR 模擬環境 (288°C, 8.3 MPa, DO: 0.2 ppm, Cond.: <0.2 μ S/cm) で、試験条件は、繰り返し速度 0.0167Hz, 応力比 0.2, 正弦波の荷重振幅制御とした。又初期応力拡大係数範囲 ΔK_0 は 28MPa $\sqrt{m}$ とした。流速効果を調べるため、内径 3mm 及び 6mm のノズル管を用いて Fig. 1 に示すように、CT 試験片の切欠き部斜め前方より、10~60 l/h の流量で吹付け、この時の結果を吹付けなしの結果と比較した。又バルブ切換により、同一試験中にノズル吹付けをした場合としない場合についても比較検討した。

実験結果 Fig. 2 は、高温水中疲労き裂伝ば曲線に及ぼす流速の影響の例を示したもので、(a) 吹付有、(b) 吹付無 及び (c) バルブ切換による両者の比較を行ったものである。図より、同じ M 材に対して、吹付無の場合は吹付有の場合と比べて明瞭な寿命減少が認められ、又切換の場合には、個々の区間で各々の単一条件下でのき裂伝ば曲線の傾向に

対応した挙動を示すことがわかる。以上の結果を疲労き裂伝ば速度 $da/dn - \Delta K$ 線図でみると、吹付無の場合は吹付有の場合に比べて 3 倍程度の加速を示した。本実験の範囲内で、 da/dn に及ぼす環境加速効果には、き裂先端部の流速が重要な役割を果たしており、低流速ほど、又材料中の S 含有量が多いほどその効果はより顕著となることがわかった。

(文献) (1) KATADA, Y., 他 Cor. Sci., Vol. 25-8/9, p693 (1985) (2) 永田他, 鉄と鋼, Vol. 72-5, S564 (1986) (3) Kitagawa, H., 他 NUREG/CP0067, Vol. 1, P135 (1985).

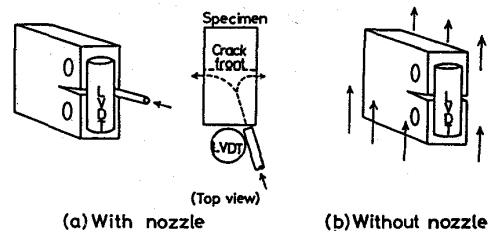


Fig. 1 Schematic view of the water flow (a) with and (b) without a nozzle tube.

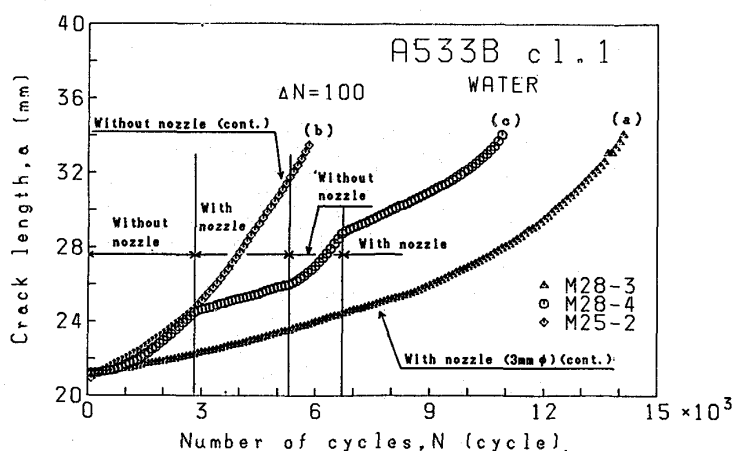


Fig. 2 Effects of flow rate on fatigue crack growth curves at 288 °C in water.