

(566) 計装化シャルピー試験による球状黒鉛鑄鉄FCD37の動的破壊靱性評価

東大院 福田佳之、東大工 小原嗣朗、岸輝雄

新日本製鉄 桜井大八郎、日大 青木茂之、森康彦

1. 緒言：前回の報告で我々は、動的応力拡大係数としてKalthoffのImpact Response Curveを採用し、き裂進展開始時刻検出をクラックゲージ法、渦電流法を用いることにより動的破壊靱性 K_{Ic} を計装化シャルピー試験によって定量的にかつ簡便に導出できることを提示した¹⁾。今回は、球状黒鉛鑄鉄FCD37を用いて鑄造した核燃料貯蔵容器のフルスケールモデルから採取した試験片を用いて実験をおこない、当材料の動的破壊特性と微視組織との関連性を検討した²⁾。また、き裂進展開始時刻については、安価で最も取り扱いの容易な歪ゲージ法の妥当性について検討した。

2. 供試材：球状黒鉛鑄鉄FCD37を用いて鑄造した厚さ450mmの核燃料貯蔵容器の厚さの1/4、2/4、3/4の部分および両表面よりJIS4号試験片を採取し、その一部の試験片については、ASTME813に基づいて疲労き裂を挿入した。その化学分析値をTable1に示す。

Table 1. Chemical composition (wt%)

Location	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mg
0t	3.54	2.02	0.28	0.018	0.007	0.81	0.024	0.058
1/4t	3.56	2.05	0.28	0.019	0.006	0.82	0.024	0.057
1/2t	3.48	2.06	0.28	0.017	0.005	0.82	0.024	0.058
3/4t	3.56	2.04	0.28	0.019	0.006	0.81	0.024	0.060
4/4t	3.56	2.05	0.28	0.024	0.007	0.81	0.024	0.059

3. 計装化シャルピー試験：300Kgの振子型慣性アンビルを有する容量300Jのシャルピー試験機のハンマーおよびアンビル部にひずみゲージを貼り付け、荷重-時間曲線を実測した。得られたデータはデジタルメモリに一旦記録した後、マイクロコンピュータ（HP216）に転送し、解析処理をおこなった。

4. 実験結果：(1)き裂先端半径 ρ ($\rho=0, 0.05, 0.17, 0.25\text{mm}$, $\rho=0$ は疲労予き裂材)の相違によるCVN (シャルピー衝撃値)の温度依存性の相違をFig.1に示す。(2)歪ゲージとクラックゲージを併用しておこなったき裂進展開始時刻検出実験の一例をFig.2に示す。

5. 考察：Fig.1より ρ が小さくなるにつれ、CVNが小さくなっていくことがわかる。そして、当材料の実用温度領域である -40°C から 100°C においては、 $\text{CVN}(\rho=0) = 0.7 \times \text{CVN}(\rho=0.25)$ という関係式が得られた。しかし、脆性延性遷移温度は ρ によらず $-40^\circ\text{C} \sim 20^\circ\text{C}$ であった。なお、この図には示していないが採取位置による相違はほとんどみられなかった。

Fig.2において、 $t=t_{s1}$ は試片とハンマーの打撃時刻であり、 $t=t_s$ はき裂先端に応力が付加され始めた時刻であり、この時間差は打撃点とき裂先端との距離に相当する。その後さらに応力が付加され、 $t=t_1$ において試片のき裂先端の板厚中央部で破壊が発生する。その破壊は $t=t_2$ で試片表面に到達し、き裂は進展を開始する。なお、 $t_1 \leq t \leq t_2$ における歪ゲージ出力の停滞は試片内部における割れにともなう除荷によるものであり、 $t \geq t_2$ 以降の歪ゲージ出力の増加はき裂進展にともない歪ゲージにき裂先端が近づいてくることによるものと思われる。それゆえ、 $t=t_1$ を破壊開始時刻とすることによって動的破壊靱性の下限値をあたえることができる。しかし、遷移温度領域では安定な延性き裂が先行したのちにへき開破壊に移行し不安定破壊に至るため、遷移温度領域ではその破壊形態を考慮して破壊開始時刻を決定せねばならず $t_r=t_1$ では、破壊靱性の過小評価をおこなうことになる。

6. 参考文献

- 1) 岸等：日本鉄鋼協会第112回講演大会
- 2) 小林俊郎：鑄鍛造，1977，7，pp.5~12

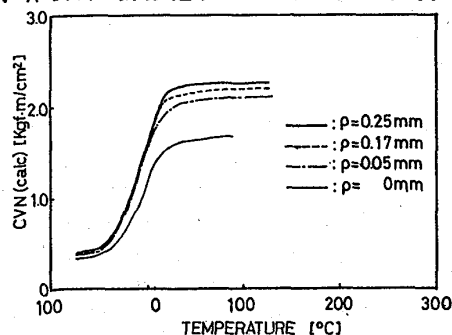


Fig. 1. CVN vs. Temperature

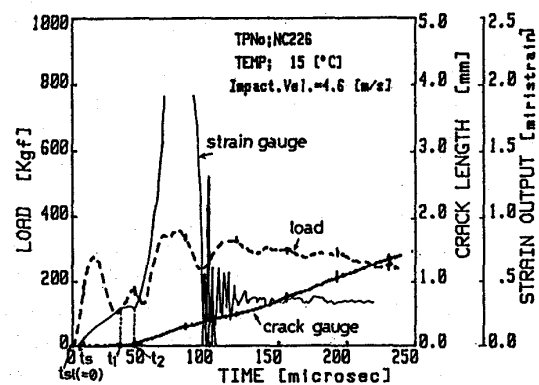


Fig. 2. Crack initiation test