

富士電機製造 榎 中研

○松本浩造

高井耕一

沢田寿夫

1. 緒 言

破壊靱性値を求める方法は種々考案されているが、一般的に大型試験片・大容量試験装置を必要としている。工学的な立場からは小型試験片あるいはなんらかの材料強度特性値から破壊靱性値を推定する方法の確立が望まれる。とくに大型鍛鋼品は質量効果などから、場所によって強度特性の異なることが多い。その為強度設計上からは局部的な破壊靱性挙動を知ることが重要である。以上の観点に立ち、数種類のタービン・ロータ軸材について計装化シャルピーによって動的破壊靱性値を評価し、これと ASTM・E399 に従って求めた静的破壊靱性値との相関を検討した。

II. 試験方法

試験片は表 1 に示したロータ軸材の胴端部・中心孔部及び胴部の各半径方向位置より採取した。動的破壊靱性値 K_{Id} は標準 V シャルピー試験片の V 切欠下に疲れき裂を導入し側面プレス切欠を付与したのち計装化シャルピー衝撃試験機を使用して測定した。静的破壊靱性値 K_{Ic} はラウンド型 CT ならびに CT 試験片を用い、ASTM・E399 の方法に従って求めた。

表 1. 供試材の組成とロータ径

組 成	最大径
1 % NiCrMo	760 φ
2 % NiCrMoV	870 φ
3.5 % NiMoV	1150 φ
3 % NiCrMoV	1400 φ
1 % CrMoNiV	910 φ
1 % CrMoNiV	720 φ

III. 結 果

(1) K_{Id} は歪速度の影響によって各ロータ軸材とも、 K_{Ic} の約 50 ~ 80 % 程度の値になるが、 K_{Ic} と K_{Id} の温度変化はほぼ同じ傾向になる。

(2) 図 1 に同一温度でえられた K_{Ic} と K_{Id} の関係を示す。 K_{Ic} と K_{Id} がそれぞれ 260, 120 $Kg/mm^{3/2}$ 以上では良好な対応を示し、このような単純な関係からもある範囲以上では K_{Id} より K_{Ic} の推定が可能であることがわかる。

(3) 広い温度範囲で全てのロータ軸材の K_{Ic} と K_{Id} の相関を満足する推定式はえられなかった。しかし、3.5 % NiMoV 鋼軸材^{注)}では図 2 に示す如く Habu の関係式 $K_{Ic} \cdot Y^2 = (\sigma^{\#} / 2.35)$ (Y : 降伏応力, $\sigma^{\#}$: へき開応力) で K_{Ic} と K_{Id} の良好な対応がえられた。またその他のロータ軸材の K_{Ic} と K_{Id} は破壊に及ぼす歪速度と温度を相乗積で表した、いわゆる rate・parameter でよく整理できることが明らかになった。

注) 本研究の一部は日本機械学会 RC-SC28 委員会の共同研究の一部として実施したものであり、3.5 % NiMoV 鋼の K_{Ic} は川鉄資料 (RC-SC28-1B-302) より引用させていただいた。

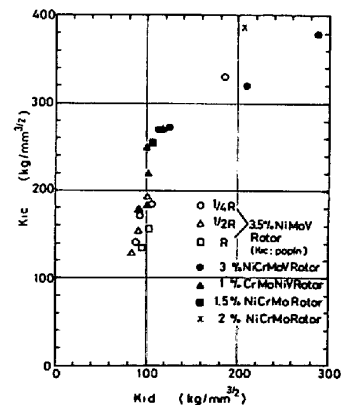


図 1. 静的と動的破壊靱性値の関係

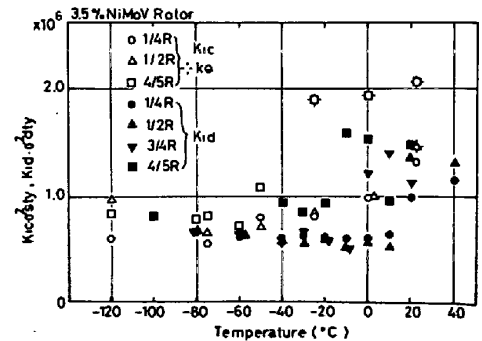


図 2. Habu の関係式による静的と動的破壊靱性値の相関