

(231) 冷延ワークロール材の破壊靱性値に及ぼす結晶粒径の影響

(株) 神戸製鋼所 中央研究所 ○吉川一男 太田定雄 溝口孝遠

1. 緒言 冷延ワークロールにおけるスポーリングき裂の伝播にはロール材の破壊靱性値 (K_{IC}) が大きな役割を果たしており、¹⁾ 前報においては K_{IC} に影響を及ぼすと考えられる因子のうち、炭化物の体積率について検討を行い、体積率が少いほど K_{IC} は上昇すること、また同一体積率であればマトリックスに含まれる C 量が低いほど K_{IC} が上昇することを明らかにした。²⁾ 冷延ロールの様な高硬度材料においては K_{IC} 試験片の破面に粒界が多く観察され、結晶粒径も K_{IC} を支配する大きな要因の一つと考えられる。そこで今回は熱処理により、炭化物体積率など他の要因は変えず、結晶粒径のみ変化させた試験片を作製し、 K_{IC} に及ぼす結晶粒径の影響について検討を行った。また合わせて結晶粒微細化の効果がある V を添加した鋼種についても検討を行った。

2. 実験方法 実験に用いた鋼種の化学成分を表 1 に示す。鋼種 A については図 1 (a)~(d) に示す熱処理を行い、結晶粒径を 9~130 μm の間で変化させた。鋼種 B については図 1 (b) の熱処理を行い、鋼種 A で同一の熱処理を行ったものと K_{IC} の比較を行った。すべての試験片は焼入後最高 200 $^{\circ}\text{C}$ までの焼もどしを行い、硬度に対する K_{IC} の変化を調べた。試験には厚さ 16mm ($W=40\text{mm}$) の CT 試験片を用いた。

3. 実験結果 K_{IC} 試験片の疲労き裂導入後の引張試験におけるき裂の進展挙動を実体顕微鏡および電気ポテンシャル法により観察した結果、き裂ははじめ粒界に沿ってゆっくりと進展し、その後粒内を急速に伝播していること、および K_{IC} はき裂が粒界を進展している時点で決定されることが明らかとなった。図 2 は鋼種 A の K_{IC} に及ぼす結晶粒径の影響を示したもので、結晶粒径が大きくなるほど同一硬度での K_{IC} は上昇している。特に結晶粒径 130 μm のものは Hv 800 における K_{IC} が $83 \text{ kg} \cdot \text{mm}^{-3/2}$ と今までに報告されている同種の材料についての K_{IC} の中で最高の値を示している。この理由としてはき裂が粒界に沿って進展するために、荷重垂直面に対しき裂が曲折し、き裂先端での有効応力拡大係数が減少するためと考えられ、結晶粒径が大きくなるほど荷重垂直面に対するき裂の離れ方が大きくなるため K_{IC} が高くなったものと思われる。図 2 中黒丸で示した点は V を添加した鋼種 B の実験結果を表わしている。V の添加により結晶粒径は同一熱処理を行った鋼種 A の 16 μm に比較して、10.8 μm と小さくなっており、これに伴って K_{IC} も低下している。この K_{IC} 低下の程度は、鋼種 A の結晶粒径 9 μm のものとはほぼ同程度である。以上のごとく冷延ワークロール材の K_{IC} は結晶粒径に大きく影響され、耐摩耗性、耐熱衝撃性などロールに要求される他の特性を考慮しつつ、結晶粒径を調整することにより、冷延ロールのスポーリングき裂伝播特性を改善することが可能であると考えられる。

1) 溝口他 鉄と鋼 '76-S621

2) 吉川他 鉄と鋼 '77-S903

表 1 化学成分

	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	V
A	0.83	0.49	0.40	0.011	0.007	0.06	3.45	0.39	0.09
B	0.82	0.48	0.41	0.016	0.011	0.11	3.67	0.41	0.26

前処理	焼入れ	平均粒径
溶解 → 鍛造 → 球状化処理	a 850 $^{\circ}\text{C}$ 5hr A C → 600 $^{\circ}\text{C}$ 20hr A C → 930 $^{\circ}\text{C}$ 15' OQ	9 μm
	b 930 $^{\circ}\text{C}$ 30' OQ	16 μm
	c 930 $^{\circ}\text{C}$ 30' A C → 930 $^{\circ}\text{C}$ 30' OQ	31 μm
	d 930 $^{\circ}\text{C}$ 30' A C 5回繰返し → 930 $^{\circ}\text{C}$ 30' OQ	130 μm

図 1. 熱処理条件と平均結晶粒径

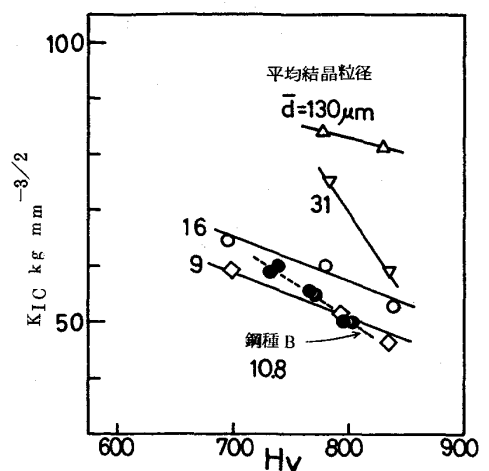


図 2. 結晶粒径と破壊靱性値