

## (245) 冷間圧延用ワークロールのスポーリングき裂伝播の破壊力学的検討

㈱神戸製鋼所 中央研究所

太田定雄 ◯ 溝口孝遠

吉川一男

1. 緒言：冷間圧延用ワークロールのスポーリング事故の発生過程が如何なる因子に支配されているかは現在のところ明確にされておらず、スポーリングに対して強いロールの開発および適切な使用条件の設定を行なうには力学的、材料強度的な両面からその機構を解明する必要がある。スポーリングは第1図に示すごとく、何らかの原因で発生したき裂が接触応力によりロール表面に沿って次第に深く伝播し、最終的には硬化層が剝離するといった経過をたどる。本報告ではこの全過程のうち、き裂の伝播に対して破壊力学的な手法を導入し、特に残留応力とき裂伝播開始条件との関連について数値解析を行なつて検討した。

2. 方法：き裂が図1のごとく伝播するのは、き裂の浅い所では接触応力のうちせん断応力成分が伝播を支配しており、深い所では接触応力は小さくなるが、半径方向の引張残留応力が支配的になるためと考えられる。本報では浅いき裂の伝播条件について検討するため図2に示した力学的モデルを設定した。き裂はロール回転方向に対して角度 $\beta$ だけ傾斜しており、その長さを $l$ とする。ロール表面には垂直方向の接触圧力 $\sigma_p$ および摩擦により生ずる接線方向応力 $\sigma_s$ が作用している。このほかにロールには円周方向および半径方向の残留応力が作用している。これらの各応力により、き裂が接触応力場の中に入るときき裂面にはモードⅠの圧縮応力とモードⅡのせん断応力が作用することになり、いわゆる混合モードでのき裂伝播問題となる。混合モードでのき裂進展開始のクライテリオンとして、最大接線応力説を適用すれば、き裂伝播に対して有効な等価な応力拡大係数 $K_\theta$ を圧延条件の関数として求める事が出来る。 $K_\theta$ の値をロール材のき裂伝播特性と比較する事により、初期き裂よりどの様なクラックが伝播するかが推定できる。

3. 結果：バックアップロールとの接触の場合、ロール表面の円周方向残留応力により一回転中に生ずる最大の $K_\theta$ と傾斜角 $\beta$ の関係が如何に変化するかを図3に示した。 $K_\theta$ は接触応力に比例するので、たて軸は $K_\theta$ とHertzの接触応力の比をとっている。図より残留応力の大小にかかわらず傾斜角 $30^\circ$ 程度のき裂が最も伝播しやすく危険であること、 $\beta=90\sim 120^\circ$ 即ち、き裂がロール表面に対してほぼ垂直な場合は圧縮残留応力が高い方が有利である事などが明らかとなった。また、接触応力が低いほど、き裂伝播に対しては安全となる。

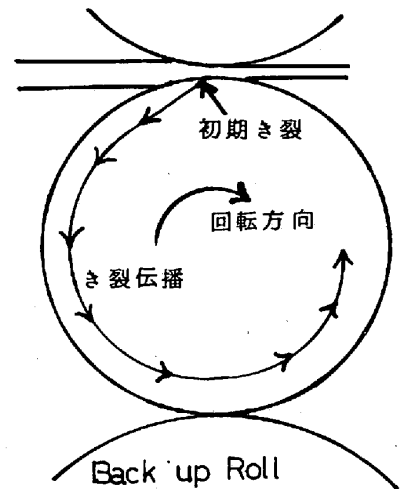


図1 スポーリングの形態

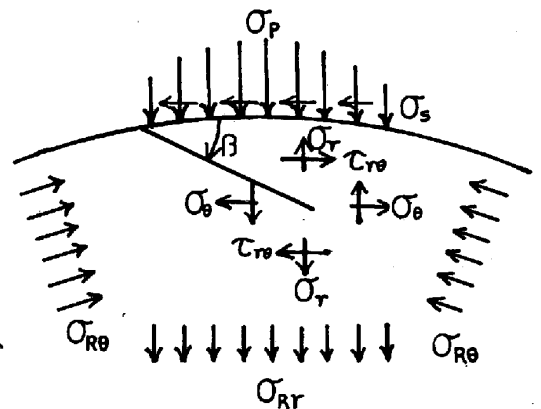


図2 解析モデル

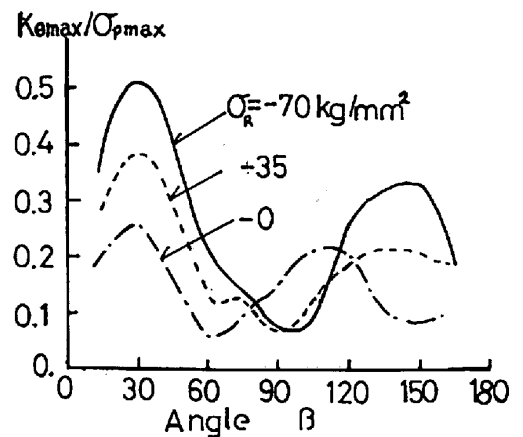


図3 残留応力の効果