

(207)

神戸製鋼所 中央研究所

太田定雄 ○溝口孝遠

吉川一男 高島孝弘

1. 緒言 熱延用バックアップロールには、図1に模式的に示す様な、円周方向に沿って次第に深く進行する舌状のスポーリングクラックが発生する事がある。スポーリングは転動疲労あるいは熱衝撃によるき裂の発生とこれの伝播とからなると考えられる。ここでは、このうち、き裂の伝播過程に対して、ロールの残留応力、材料の疲労き裂伝播特性、破壊靱性などの諸因子がき裂伝播の挙動にどの様に影響するかを明らかにする目的で破壊力学的な解析を行なった。

2. 解析方法 前報で検討した冷延ワークロールの場合と同様、熱延バックアップロールにおいても、スポーリングき裂は残留応力と接触応力とにより形成される圧縮の応力場の中をモードⅡのせん断成分により伝播すると考える事が出来る。ここでは更にき裂の伝播経路と速度について検討するため以下の方法で解析を行なった。き裂の形状は図1に示す様に表面に対して β 傾斜した半楕円表面き裂であるとする。き裂が長い場合、き裂面近くの残留応力接触応力は一様ではなくなるので、分布荷重に対する2次元き裂の応力拡大係数を求める際に用いられる重ね合わせ法により $a/c \rightarrow \infty$ の2次元き裂に対する解を求め、その後 a/c の影響に対するKassir, Sihの解析結果³⁾を用いて近似的に3次元クラックの場合への補正を行なった。き裂伝播の条件は前報同様最大接線方向力説によるものとした。

3. 結果 表面硬度Hv500(ロール換算Hs68)、残留応力 -35 kg/mm^2 の場合の最大接線力方向の応力拡大係数 K_θ のロール回転中の最大値 $K_{\theta \max}$ とき裂深さの関係を傾斜角 β をパラメータとして図2に示す。繰返し接触荷重によりき裂が深くなるにつれて $K_{\theta \max}$ は増大し、これが破壊靱性 K_{IC} に達すると急速なき裂進展が起こる。き裂が更に深くなると $K_{\theta \max}$ は再び低下し、 K_{IC} 以下になる深さで急速な進展は停止すると考える。図中の矢印は、各成分の材料をHv500に熱処理した時の K_{IC} とこれに対するき裂停止深さを示している。急速なき裂が進展を開始する深さは数ミリ程度であるが、それまでの疲労き裂伝播寿命を図3に示した各材料のき裂伝播特性に基づいて調べてみると初期き裂深さを0.2mmとすれば、 $\Delta K = 20 \sim 50 \text{ kg/mm}^{3/2}$ の領域の伝播特性が伝播寿命を支配している事が示された。破壊靱性はき裂の伝播寿命には大きく影響せず、上述した様にき裂の停止深さを支配している。また、残留応力が少なくなるほどき裂の伝播速度はおそくなり、深さも浅くなる事が明らかとなった。

(参考文献) (1) 太田、溝口、吉川、鉄鋼協会講演論文集 1976-S621

(2) 太田、溝口、吉川、木下、材料強度学会講演論文集(昭52-6)P9

(3) M.K.Kassir, G.C.Sih J. of appl. Mechanics, Sept. 1966

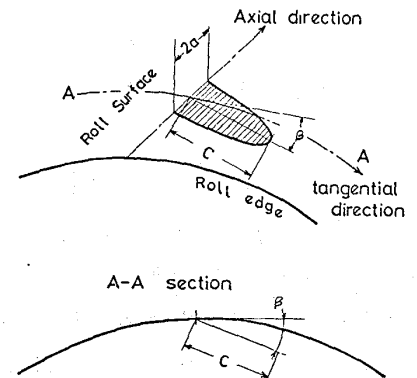


図1 き裂の形状

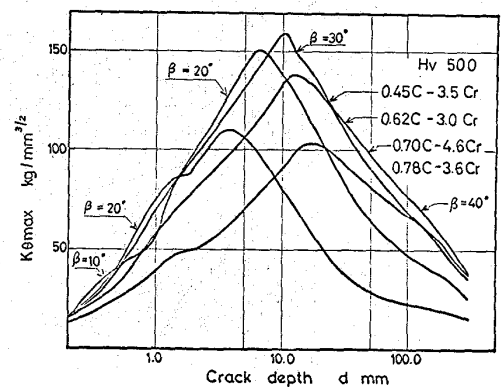


図2 き裂深さと応力拡大係数

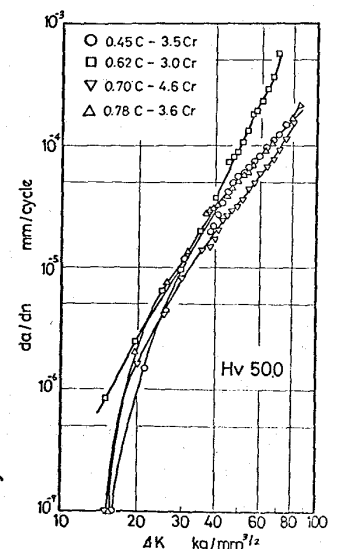


図3 き裂伝播特性