

(308) ロールの残留応力測定法と熱折れ改善策

新日鐵株 第三技研 塑性加工研究センター
プラント事業部

東田康宏 ○菊間敏夫 川並高雄
木村和夫

1. 緒言

熱延ロールにおける熱折れの機構を把握するためには、ロール内部の熱応力・残留応力分布を明確化する必要がある。しかしながら、残留応力は理論解析が困難であり、その定量化は測定に頼らざるを得ない。また従来から知られている測定法(Sachs法)は、被測定物全体を加工するため、長大であるロールのような材料には適さない。そこで本報では、新しく開発した残留応力測定法およびその結果による熱折れ改善策方向について報告する。

2. 本測定法の特徴

2.1 従来の測定法(Sachs法)

ロールを内側から段階的にくりぬいていき、それぞれの歪を測定して応力に換算する。ただしロール全体を加工するため、測定は極めて困難である(Fig.1(a))。

2.2 新測定法(輪切り法)

ロールを円板に切断し、ストレインゲージを貼付した上で要素(立方体)に分割する方法で、測定が非常に簡便である(Fig.1(b))。ただし、この時に求まる値は円板状態での応力であり、ロール状態の応力に換算する必要がある。

3. 輪切り法におけるロール状態残留応力への換算法

円柱の軸対称弾性理論を用いて、測定値($\epsilon^* - \epsilon^0$)からロール状態における応力 σ を推定した(Fig.2)。すなわち

- | | |
|--------------|---------------|
| (i) 円板と要素の関係 | (ii) 円柱と要素の関係 |
| ・ 応力と歪の関係 | ・ 釣合方程式 |
| ・ 変位と歪の適合条件 | ・ 応力と歪の関係 |
| ・ (測定値) | ・ 変位と歪の適合条件 |
| | ・ 円柱端面の平面条件 |

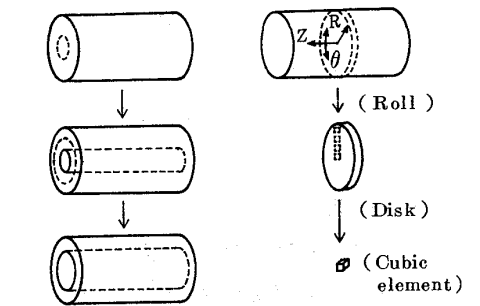
に加えて、 $\epsilon_R^* = \epsilon_\theta^* = \epsilon_z^*$ (要素の初期値が等しい)という仮定をおくことにより、ロール状態での残留応力を求めた。

4. 測定結果

内層材質として炭素当量CEの異なる4種類のロール($3.9 \leq A=B$ (コア接種) $< C < D \leq 4.2$)について測定・検討した結果(Fig.3), ①残留応力の大きさは熱応力と同等であり、ロール折損に大きく関与する, ②炭素当量CEが高くなるほど、熱折れに影響の強いコア部の残留応力は減少する, ③コア接種の効果が認められる, ④内層黒鉛化度の増加に伴い、コア部の残留応力は減少する, ということがわかった。

5. 結言

残留応力の定量化に熱応力解析結果を加え、破壊理論からの考察を行った結果、残留応力管理基準・低残留応力ロールの製造プロセス基準が明らかとなった。



(a) Conventional Method (Sachs' method) (b) Present method (Disk method)

Fig.1 Measurement method of residual stress

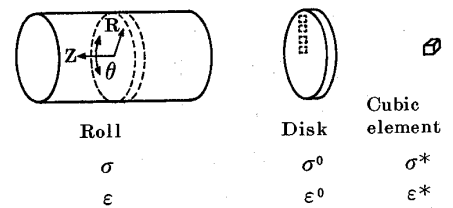


Fig.2 Definition of symbols

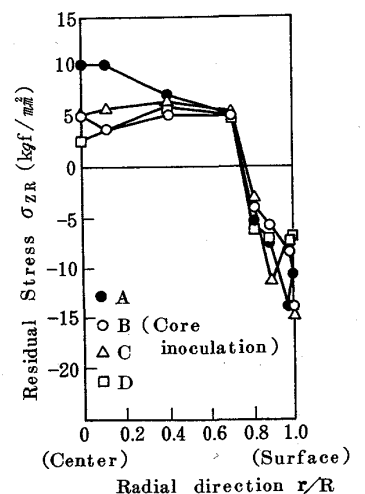


Fig.3 Distribution of residual stress in the radial direction