

1. 緒言

厚板制御冷却材の形状は、鋼板の寸法や内部条件（物性値、変態、温度分布）及び冷却条件などに影響される。従って、鋼板に発生する応力・歪の定量的解析から鋼板の変形を回避する冷却条件の定量的把握が必要である。本報では、この変形に対し特に厳しい条切り材に対する適正冷却条件を鋼板の温度分布及び残留応力分布を実測して検討したので以下に報告する。

2. 残留応力測定方法

条切り材の残留応力測定は、条切り後の板面内曲り（以下キャンパーと呼ぶ）との対応が必要なので非切断の測定でなければならない。そこで、従来一般に行なわれている切断法に対し今回はASTM規格による穿孔法を採用し、従来法との対応を確認した上でキャンパー解析を試みた。図1は、穿孔法による残留応力測定装置の概要を示す。図2は、切断法と穿孔法の残留応力測定値の比較を示す。若干、切断法のハンドリングに起因するデータのばらつきはあるが、両者の測定値は良い相関を示す。

3. 条切り材の製造方法

一般に、条切りにより発生するキャンパーは残留応力差によることから(1)式で、また残留応力差は熱応力により誘発されるので(2)式で各々与えられる。

$$\delta = \Delta\sigma \cdot l^2 / 8 \cdot E \cdot b \dots\dots(1) \quad \Delta\sigma = E \cdot \alpha \cdot \Delta T \dots\dots(2)$$

ここで、 $\delta$ ：キャンパー量、 $l$ ：板長さ、 $E$ ：ヤング率、 $b$ ：条切り幅、 $\alpha$ ：線膨張係数、 $\Delta\sigma$ 、 $\Delta T$ ：条切り幅間の残留応力差と温度差

図3は、制御冷却後の温度差を故意に大きく付けた時の残留応力測定結果を示す。この図より、残留応力測定値は計算値と良く一致しており、簡便かつ非切断で高精度の残留応力の測定が可能となった。図4は、同じく温度差と条切り後のキャンパー実測値の関係である。ここで温度分布Aパターンは計算値と良く一致するが、Bパターンはキャンパー値が一律低い値を示している。この理由は、Aパターンに対し過冷却されたBパターンのエッジ部の降伏応力が高いため水冷停止時に引張り残留応力が生じ、その後温度差に応じた応力で相殺されるものと考えられる。これは、水冷停止温度が変態終了温度近傍にある時の特異現象と考える。従って、条切り材製造時の温度分布はBパターンの方が許容範囲が広い。

4. 結言

条切り材の製造法を鋼板の温度分布と残留応力分布の測定より検討した結果、水冷停止時の温度分布はBパターンを指向した方が、キャンパーに対する許容範囲が広いことが判った。

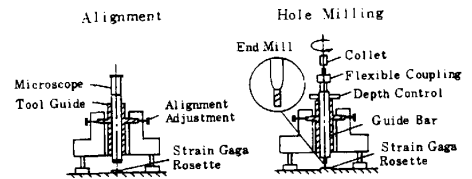


Fig. 1. A Device for Centering the Tool Holder

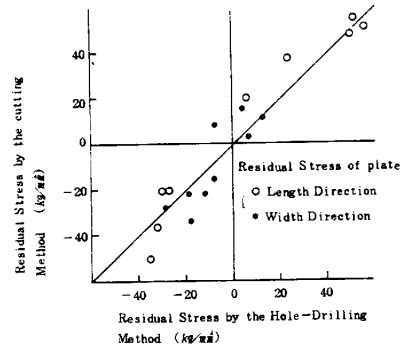


Fig. 2. Comparison of Measurement on Residual Stress

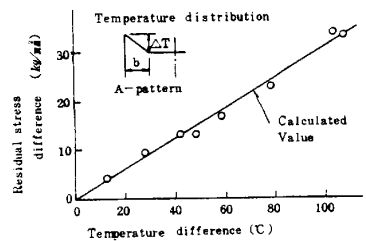


Fig. 3. Relationship between Residual Stress difference and Temperature difference

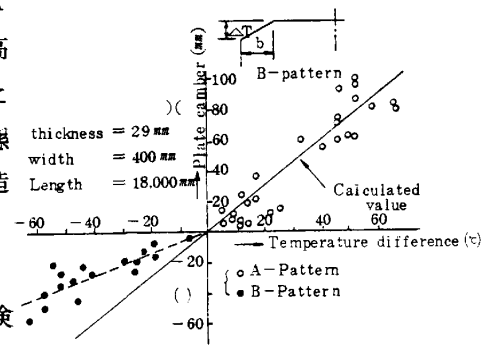


Fig. 4. Relationship between Plate camber and Temperature difference