

(討10) 薄物冷延鋼板の形状におよぼす熱延原板性状の影響

川崎製鉄 千葉製鉄所

黒津亮二

鈴木桂一

中里嘉夫

若嶋英彦

技術研究所

中川吉左衛門・鎌田征雄

1. 緒言

薄物冷延鋼板の形状品質に対する需要家の要求は最近非常に厳しくなっている。形状のすぐれた冷延鋼板を製造するためには、製鋼から分塊、均熱、熱延、冷延、調質圧延に至るまでの工程管理が必要となる。冷延鋼板の形状におよぼす熱延以後の要因を列記したものを図1に示す。

本報告は、薄物冷延鋼板(板厚0.32~0.16mm)の形状におよぼす熱延原板性状に関して、(1)熱延原板の内質(特に板幅方向の変形抵抗分布)、(2)熱延原板のプロファイルについて現場採業実験をまとめてみたものである。

さらに、これら熱延原板の性状を均一にするための、熱延条件の検討を行った。

2. 形状の測定

冷間圧延された鋼板は定盤上に置き、コイル全長にわたり一定間隔(1コイル10~15枚)にサンプル採取して、図2に示すように、長さ1m当りの総耳伸び高さ、総腹伸び高さを測定し、これを耳伸び量、腹伸び量とした。

なお以下に示す耳伸び量とは、両端の耳伸び量の平均である。

3. 熱延原板性状の影響

3.1 熱延原板内質の影響

実験材は普通リムド鋼を用い、熱延条件を変えることにより、板幅方向の変形抵抗に差を与え、冷延後の圧延材の耳伸び量を測定した。

図3に板幅方向の変形抵抗の差と冷延後の圧延材の耳伸び量との関係を示している。ここで、変形抵抗の差は、圧下率 $\gamma=56\%$ における中央部と板端部の差をとっている。すなわち、 $\Delta\sigma_{\gamma=56\%} = \sigma_{center} - \sigma_{edge}$ である。バラツキは大きい、板幅方向の変形抵抗の差が大きくなるにつれて耳伸び量も増加している。

$\Delta\sigma_{\gamma=56\%} \div 5 \text{ kg/mm}^2$ では、ほぼ $20 \sim 40 \text{ mm/m}$ と耳伸び量は非常に大きい。 $\Delta\sigma_{\gamma=56\%} \leq 1 \text{ kg/mm}^2$ では $0.5 \sim 15 \text{ mm/m}$ 程度になり、耳伸びはかなり改善される。

図4はこの場合の(A) $\Delta\sigma_{\gamma=56\%} \div 5 \text{ kg/mm}^2$ と(B) $\Delta\sigma_{\gamma=56\%} \leq 1 \text{ kg/mm}^2$

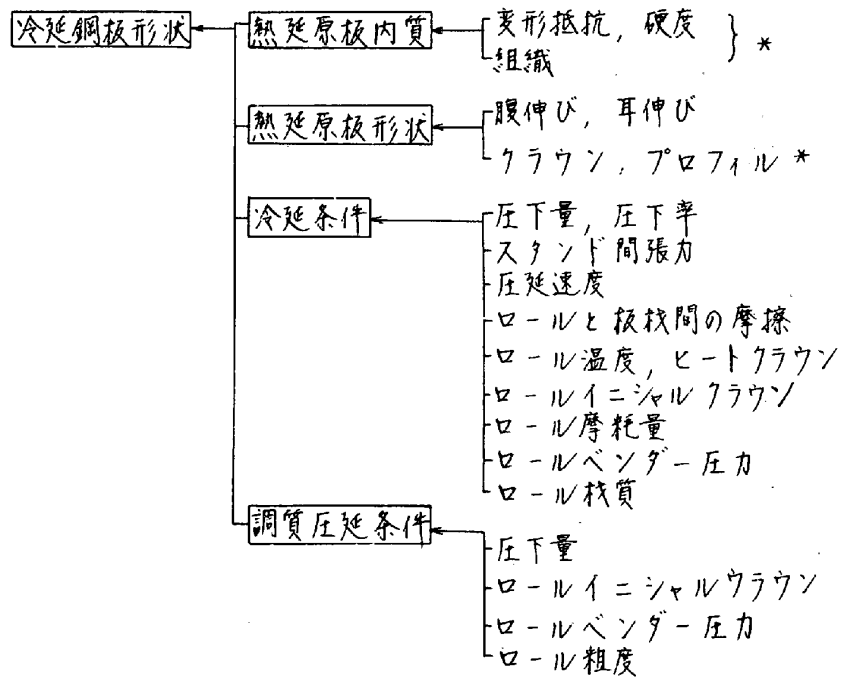


図1 冷延鋼板形状におよぼす要因

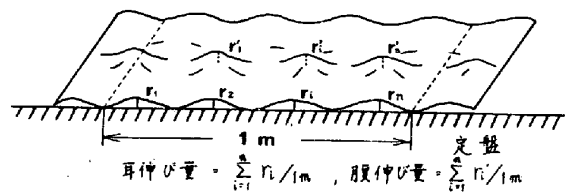


図2 形状の測定法

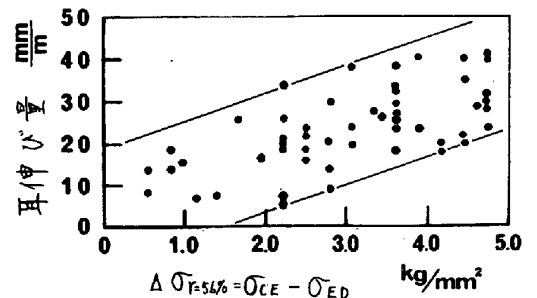


図3 変形抵抗の差と耳伸び量

における板幅方向の硬度分布（ロックウェルBスケールによる測定）を示したものである。

(A)はリム層のため板端80mmから急激に硬度がHRB=20低下し、最端部は熱延中の冷却により逆に増大している。(B)は板端部での硬度減少も小さく、ほとんど一定になっている。したがって、中央部と板端部での変形抵抗の差に原因するのはリム層である。リム層を少なくし熱延原板の内質を均一にすれば、薄物冷延鋼板の形状は改善することができる。

本実験材では板幅方向の変形抵抗の差の影響が大きく、熱延原板のプロファイルと耳伸び量については明白な傾向は得られなかった。

3. 熱延原板プロファイルの影響

内質の影響はほとんど無視して、プロファイルの影響だけを調べるためにリム層のないキルド鋼を用いて現場実験を行なった。熱延時にプロファイルを変えて、酸洗前にプロファイルの測定を行なっている。形状測定は冷延後ただちにコイルの巻き直しを行ないながら行なった。

なお、冷延はすべて同一チャンスに標準圧延条件で行なっており、ロール状態もほとんど定常に達していると考えてよい。

写真1に実験材キルド鋼の板端部と中央部における板厚方向断面の顕微鏡組織をB Typeだけ示す。板厚方向には両者ともほとんど均一である。また、板端部の組織は中央部よりいくぶん細粒になっている。A, C Type もまったく同じ組織になっている。

図6は熱延原板の硬度分布（ロックウェルBスケールによる測定）を示したものである。A, B, C Typeとも板端部50mmから硬度上昇しているが、HRB = 5程度のものであり、冷延板形状におよぼす内質の影響は無視できる。図7は熱延原板のプロファイルと冷延板形状との関係を示したものである。

耳伸び量、腹伸び量ともに 10mm/m 以下に収まっており、この程度の形状不良は調質圧延により矯正が可能であるので、冷延段階では比較的形状は良いといえる。

A Typeでは腹伸び量が 5.5mm/m 前後と大きく、耳伸び量は $0\sim 3\text{mm/m}$ と小さい。この場合、形状とは別

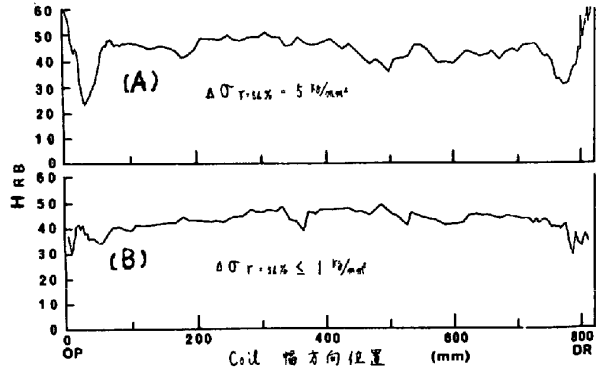


図4. リムド鋼熱延板の幅方向硬度分布（ロックウェルB）

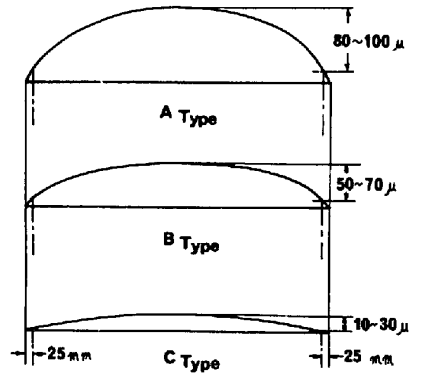


図5. 実験材キルド鋼熱延板のプロファイル

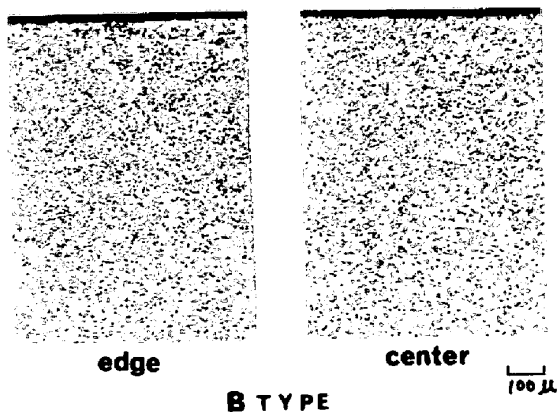


写真1. キルド鋼顕微鏡組織の一例

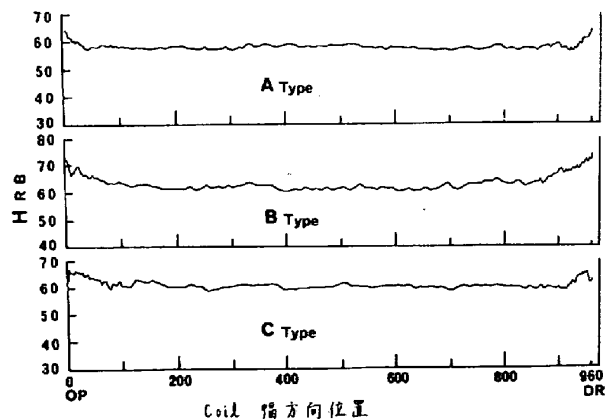


図6. キルド鋼熱延板の幅方向硬度分布（ロックウェルB）

に、クラウン量が大きすぎるためオフゲージが発生しやすく、製品としては問題がある。

B Typeでは腹伸び量が $2 \sim 7.5 \text{ mm/m}$ 、耳伸び量が $0 \sim 3 \text{ mm/m}$ とA Typeと同じ程度であるが、オフゲージは発生しなかった。

Cタイプでは腹伸び量が $1.5 \sim 4.5 \text{ mm/m}$ と小さく、耳伸び量が $3 \sim 6 \text{ mm/m}$ ともっとも大きい。

したがって、腹伸び量はクラウンの小さいC Typeがもっとも小さいがA, B, Cともその変化は小さく、局所的なビルドアップを除外すると、プロフィールの影響は小さい。

むしろ冷延時におけるコイルの後半で大きくなっていることから、冷延時のロールヒートクラウンのわずかな変化が影響すると考える。逆に、耳伸び量はクラウンが大きいA, B Typeが小さい。これより、熱延板のプロフィールとしては $50 \sim 70 \mu$ の凸型のクラウンを与えてやれば冷延後の形状は良くなる。凹型のクラウン、板端部でビルドアップのある熱延板は耳伸びが顕著に現われるのは明白であり、調査の対象とはしなかった。

4. 熱延における形状対策

熱延原板の内質およびプロフィールの影響について述べてきた。

ここでは、ロールヒートクラウンやロール摩耗およびロールベンダー効果について熱延における薄物冷延鋼板の形状対策を述べる。

4. 1. ロールヒートクラウンについて

図8ロールヒートクラウンの経時変化を軸対称モデル計算により、予想したものである。ロール中央部の膨脹量は1サイクル圧延約20分後に、半径 340 mm に対してはほぼ 300μ に達している。また、ロール中央部と圧延端部の膨脹量の差は圧延開始後約20分以後では、半径に対して常に $30 \sim 35 \mu$ の量で一定している。すなわち、圧延部ではヒートクラウンの量が安定してくるものと推定される。

4. 2. ロール摩耗について

図9は圧延枚中央における(ロール摩耗量-ヒートクラウン量)を経時的に追跡したものである。上述のとおり

圧延部のロールヒートクラウン量はある時間後に一定になることがわかる。ロールの摩耗が顕著に現われるのはサイクルにおける後半である。ロール摩耗は局所的なビルドアップの直接の原因になるので、ニッケルグレンロールから高硬度アダマイトロールへの採用切替えを行なっている。

4. 3. ロールベンダーの効果について

図10はshohetの分割モデルによりロール表面の変形を計算し、幅方向の板厚偏差を求めたものである。板幅が 720 mm のものには約 50μ 、 960 mm のものには約 80μ のクラウンの修正が可能である。

図11は熱延仕上げ用スタンドのロールベンダー力を変えたとき、#7出側における熱延板クラウン量を測定したものである。#3スタンドだけの制御では熱延板クラウンには 8μ 程度の効果しかあげられない。

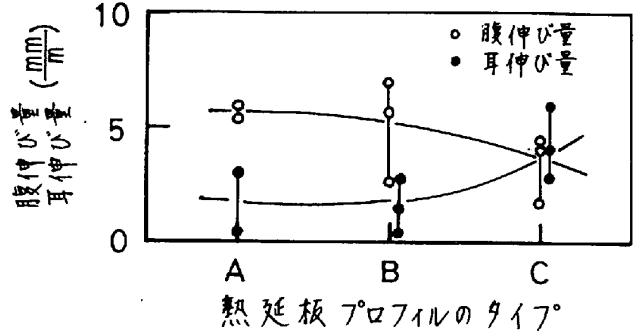


図7 熱延板プロフィールと冷延板形状

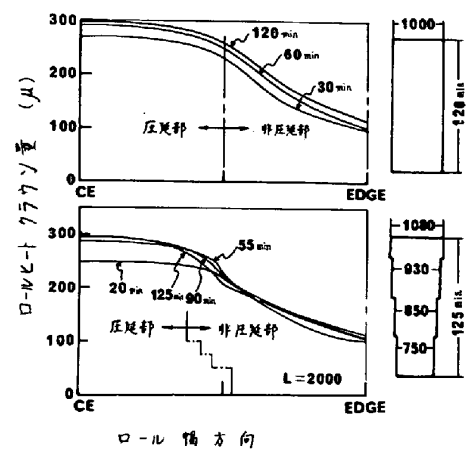


図8 熱間圧延におけるロールヒートクラウン (軸対称モデルによる計算)*半径 340 R に対して

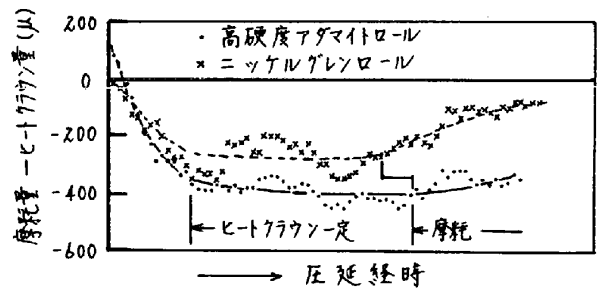


図9 摩耗量-ヒートクラウン量の経時変化

4. 4 その他

ロールクーラントの冷却効果, ロールニシャルクラウン, 圧延サイクルの作業検討を行なっており, 熱延段階で均質かつ50~60μの凸型クラウンを得るようにつとめている。

5. 薄物冷延鋼板形状の現状

図12に亜鉛メッキ原板の形状不良コイルの発生率の推移を示す。形状対策開始以前は不良発生率が10~15%であったが, 対策開始以後は漸次減少の傾向をたどっており, 現在では3%以下に達し, 形状はかなり改善されている。

6. 結言

薄物冷延鋼板の形状におよぼす熱延原板の内質およびプロフィールの影響について述べてきた。以上より次のことが言える。

- (1) 熱延原板の内質については, 板幅方向に均質なものが良く, 変形抵抗の差を1kg/mm以内にとすると冷延後の耳伸び量はほぼ15mm/m以内に収まる。
- (2) 熱延原板のプロフィールについては, 50~70μの凸型のクラウンが望ましく, 凹型クラウンや局部的ビルドアップは形状を悪くする。そのためには, ロールのヒートクラウン量と摩耗量を把握したうえでの形状制御が必要である。

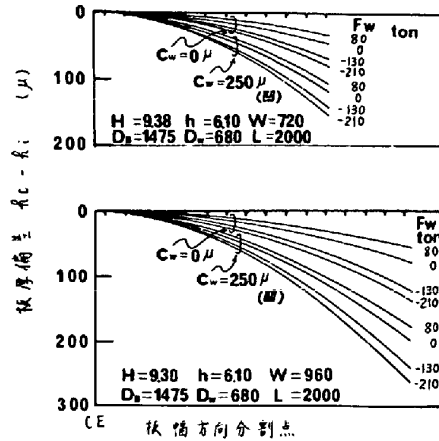


図10 F3ロールベンダ-効果計算結果 (Shohetの分割モデルによる板厚偏差)

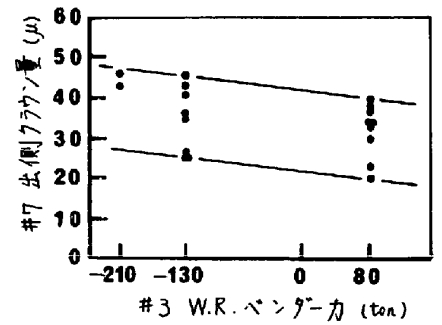


図11 F3 ベンダ-効果実験結果

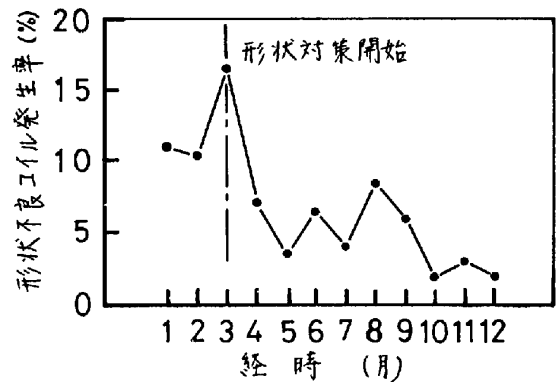


図12 亜鉛メッキ原板の形状不良コイル発生率の推移