

(139) 厚板 2 段粗圧延機のロールクラウンについて

日本鋼管, 鶴見製鉄所

○清水茂成・内野 薫・宅見正雄

On the Roll Crown of Plate Mill 2 High Rougher.

Shigenari SHIMIZU, Kaoru UCHINO and Masao TAKUMI.

1. 緒 言

厚板 2 段粗圧延機で, 圧延されたスラブや, 巾出し粗圧延材料は, 4 段仕上圧延機にて所定の寸法に仕上げられるが, この際, 粗圧延材料が巾方向に中厚を生じた場合, これが仕上圧延における最終寸法精度にまで関連し, ひいては鋼板歩留の低下, 巾出し精度の低下となり, さらに 4 段仕上圧延機における第 1 パスでのバタツキによる作業上の悪影響が多いために, 粗圧延材は, 巾方向の均一厚みと, 良好な形状を得ることが必要であり, このため, 2 段粗ロールのクラウンの検討を行なったので, 報告する。

なお, 鶴見製鉄所厚板 2 段, 粗圧延機 ロールの諸元は, 次のとおりである。

- a. 型式—逆転式二重圧延機
- b. ロール—1180 mm ϕ \times 3560 mm 特殊鋳鋼
合成樹脂メタル 潤滑—水, 油(ガルフ C. E. #500)
- c. 電動機—直流 3000 kW \times 2 台
回転数 0~30-50 R. P. M.

2. ロールクラウンの計算

ロールが圧延材の断面中厚形状に影響をおよぼす要因は, 圧延機の型式, 寸法, 作業条件, ロール材質等により異なるが, 特に主要因となるのは, 2 段粗ロールでは次の点で,

- (a) 両端の軸受を支点とするロールの撓み
- (b) ロールの摩耗
- (c) ロールの熱膨張

等であり, これらをロールクラウンを計算する対象とした。この外, ロールと材料との接触面の偏平化もあるが, 中厚には影響は少ないので, これは省略する。

2.1 ロールの撓み量とこれに伴う圧延材料の中厚

圧延中のロールの撓みを計算するために, 圧延荷重の実測を行なったが, 圧延材中厚に最も影響するのは, 最終パスであり, 精密にはその前パスも影響をおよぼすが, ここでは計算を簡略化するために, 最終パスのみで計算した。実測の結果, 最終パスの圧延荷重は, 1000 t 程度となつたので, 圧延荷重 1000 t 当りのロール撓みと, これによる材料断面中厚を計算した。

まず, 圧延中のロールの撓み計算は, ロールを単純支持梁, 一様荷重分布と仮定して次式を用いた。(Fig. 1 参照)

$$\delta_b = -\frac{w}{6EI} \left[\frac{bx}{l} \left(l_2 + \frac{b}{2} \right) \left\{ \left(l_1 + \frac{b}{2} \right) \times \left(l + l_2 + \frac{b}{2} \right) - \frac{b^2}{4} - x^2 \right\} + \frac{(x-l_1)^4}{4} \right] \dots (1)$$

$$\delta_T = \frac{KW}{AG} \left\{ -\frac{b}{l} \left(l_2 + \frac{b}{2} \right) x + \frac{(x-l_1)^2}{2} \right\} \dots (2)$$

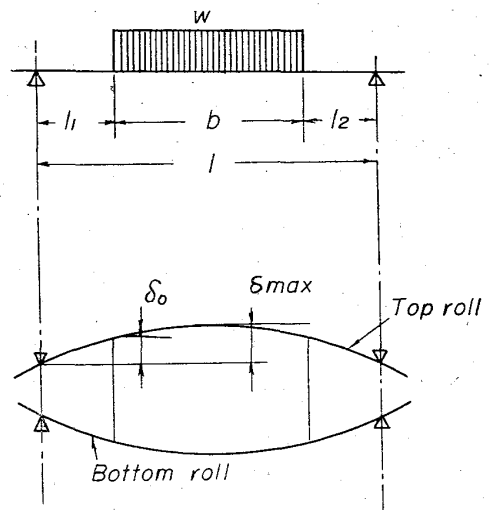


Fig. 1. Distribution of load and bending of roll.

ただし,

$$l_1 = l_2 = \frac{l-b}{2} \quad w = \frac{p}{b}$$

$$K = \frac{4}{3} \quad A = \frac{\pi}{4} d^2 \quad I = \frac{\pi}{64} d^4$$

したがって,

$$\delta_b = -\frac{32 \cdot p}{3E\pi d^4 \cdot b} \left[\frac{b \cdot x}{2} \left(\frac{3}{4} l^2 - \frac{1}{4} b^2 - x^2 \right) + \frac{1}{4} \left(x - \frac{l}{2} + \frac{b}{2} \right)^4 \right] \dots (3)$$

$$\delta_T = \frac{16 \cdot p}{3G\pi d^2 \cdot b} \left\{ -\frac{bx}{2} + \frac{(2x-l+b)^2}{8} \right\} \dots (4)$$

$x = \frac{l}{2}$ の場合,

$$\delta_{b\max} = -\frac{p}{6E\pi d^4} \{ 8l^3 - 4lb^2 + b^3 \} \dots (5)$$

$$\delta_{T\max} = -\frac{2 \cdot p}{3G\pi d^2} (2l-b) \dots (6)$$

$x = l_1$ の場合,

$$\delta_{b.0} = -\frac{4 \cdot p}{3E\pi d^4} (l-b) (l^2 + bl - l^2) \dots (7)$$

$$\delta_{T.0} = -\frac{4 \cdot p}{3G\pi d^2} (l-b) \dots (8)$$

Fig. 1 における, ロール撓み量 δ_{\max} , δ_0 は次式のようになる。

$$\delta_{\max} = \delta_{b\max} + \delta_{T\max} \dots (9)$$

$$\delta_0 = \delta_{b.0} + \delta_{T.0} \dots (10)$$

次にロールの撓み量からの, 材料断面中厚 Δt_1 は, 上下ロール 2 本の撓みの合計に相当するので,

$$\Delta t_1 = (\delta_{\max} - \delta_0) \times 2 \dots (11)$$

となる。

この中厚量 Δt_1 は, 圧延材料巾 b , ロール直径 d , 圧延荷重 P の関数であるから, 以上の式より, 最終パスにおける中厚量を求め, (ただしこの場合の中厚量は, ロールの摩耗量と, 熱膨張の影響は含まない。) 圧延材料巾 b と, ロール径 d との関係を Fig. 2 に示す。

2.2 ロールの摩耗形状

ロールの摩耗は, ロールの硬度, 圧延 t 数, 材料寸法

等によつて異なるが、分解したロールの摩耗形状の一例を示すと Fig. 3 のとおりである。このように上ロールは下ロールより摩耗量が大きく、摩耗形状は上下共、普通の W 型である。

摩耗量は前述のごとく、圧延屯数に影響するが、当所の場合の圧延屯数は、各ロール組替毎に、ほぼ一定した通過量であり、かつロール硬度も一定範囲内にあるので、多少のバラツキはあるが、ロールクラウンを検討する場合、ロール組替までの摩耗量は、上ロール直径で 2 mm 下ロール直径で 1 mm とした。

2.3 ロールの熱膨張

ロールの熱膨張も、ロールクラウンの量に影響をおよぼすが、ロールの熱膨張は、ロールが材料に接する部分から熱を受けて、温度が上昇し、またロールと材料間の

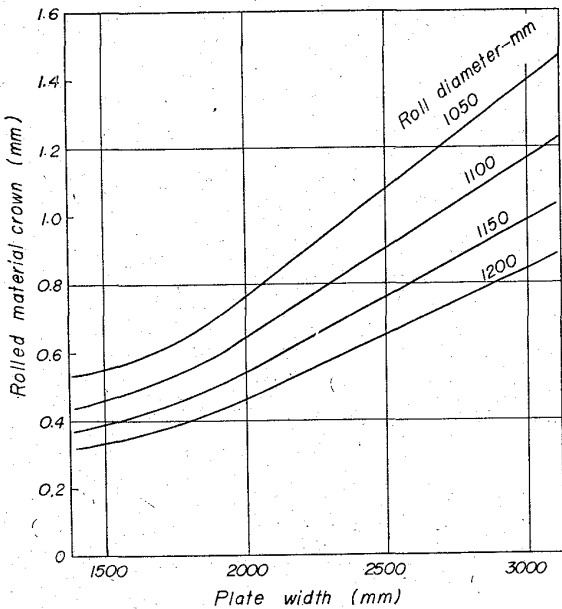


Fig. 2. Rolled material crown by only roll bending. (Rolling load at 1000t)

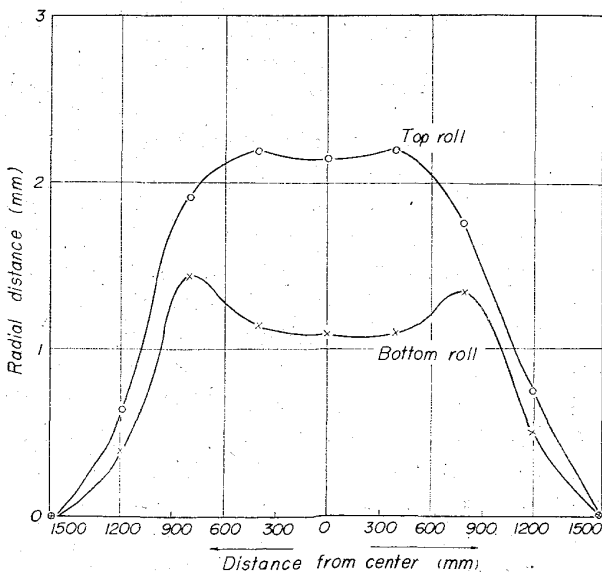


Fig. 3. Roll contours by wear.

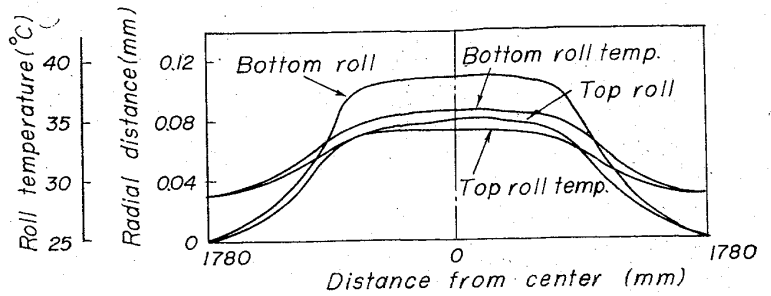


Fig. 4. Roll temperature distributions and roll diameter contours by thermal expansion.

摩擦熱、弾性変形を繰返すときの内部摩擦熱も一因となる。

またロールは過熱しないように、冷却水をかけるので、圧延開始後、しばらくすると、ロール温度は平衡状態になる。この状態での実測の結果、ロール温度分布、ならびに熱膨張は、Fig. 4 の通りである。下ロールの方が、上ロールより中央で 2°C 程温度は高く、36°C である。これは機械の構造上生ずる冷却効果の相異による。熱膨張によるロール径差は 1/10 mm 程度と考えられるので、ロールクラウンにおよぼす影響は、撓みと摩耗に比較すれば、非常に軽微である。

2.4 圧延材の断面中厚と計算によるロールクラウン

以上のロール撓み、ロール摩耗、ロール熱膨張の合成による 2 段粗延機の材料中厚は、摩耗量が最大の場合、材料巾 3000 mm で、計算値によると約 5 mm が最大で、材料巾が減少するにしたがつて、中厚は減少し、材料巾 2400 mm で中厚は約 3 mm となり、材料巾 1700 mm で中厚は約 1 mm となる。

したがって、以上の計算結果から、理想的なロールクラウンの形状は、Fig. 5 に示すように、上ロールでは直径+3 mm で、クラウン巾は 1500~1800 mm となり、下ロールでは直径+2 mm、クラウン巾は 2000 mm となる。ただしこの場合、直線状クラウンとしたのは、当所のロール旋盤の作業を容易にしたためで、強いて曲線状クラウンにする必要はないと考える。

3. 試験ならびにその結果

以上検討してきたロールクラウンを、実際に適用する

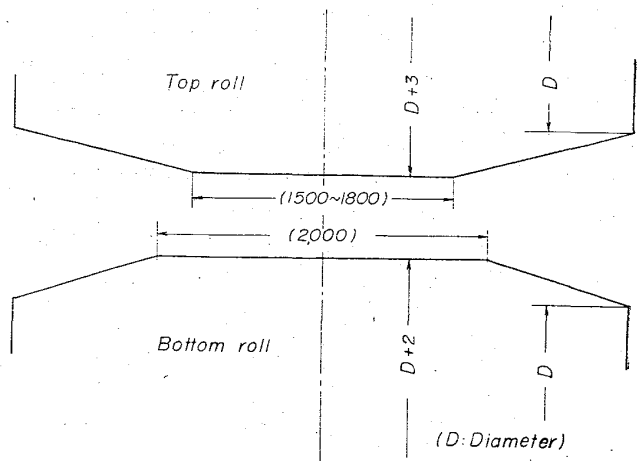


Fig. 5. Roll crown shapes.

Table 1. Various roll crown and roll wear.

Top roll				Bottom roll			Rolling material shapes and rolling works
Crown	Crown width (mm)	Crown highness to radius (mm)	*Wear amount at roll body (mm)	Crown width (mm)	Crown highness to radius (mm)	*Wear amount at roll body (mm)	
a	1500	1	-1.25	2000	1	+0.20	good
b	1800	1	-1.15	2000	1	+0.10	good
c	2000	1	-1.10	2000	1	-0.30	good
d	1800	1.5	-0.68	2000	1	-0.15	good
Flat roll	0	0	-2.26	0	0	-1.00	

* The wear amount is difference for roll body end.

に当り、Table 1 に示すような、数種類のクラウンを試作し、それらのロール摩耗形状、圧延材料の形状、圧延作業状況等について、比較検討した。

すなわち、上ロールクラウンは 4 種類を試作し、クラウン巾は、それぞれ 1500~2000 mm、高さは半径で 1 mm と 1.5 mm としたが、これはロールの撓みのみを考慮した場合と、これに摩耗量を加味した場合とで、クラウン高さを変えた。下ロールはクラウン巾 2000 mm、高さは半径で 1 mm の 1 種類とした。

これら 4 組のロールの使用結果、Table 1 の d クラウンの組合せが、最適であつた。特にロール摩耗時の材料端部のフィッシュテール状が減少し、材料中厚も材料巾 2000 mm 以上で 2~3 mm 減少した。また巾出しが容易となり、4 段仕上圧延機での第 1 パスのバタツキもなく、良好な結果が得られた。

しかし、現在の当所ロール旋盤の切削作業面からは、ロールクラウンの高さは半径で 1 mm の場合が、最も切削能率が良いので、Table 1 の b クラウンの組合せを使用している。

4. 結 言

厚板仕上圧延機における、寸法精度ならびに鋼板歩留に影響する大きな因子として、特に粗圧延機のロールクラウンを取上げて、検討、試験を行なつた。その結果、ロールの撓み、摩耗、および熱膨張の三者を合成して、当厚板工場の作業条件に、最適な 2 段粗圧延機ロールのクラウンを計算し、これにより、試験を行ない、予定通り圧延材料の良好な形状と圧延作業性の向上を得ることができた。

文 献

- 1) 高橋: 塑性と加工, 1 (1960) 1, p. 39
- 2) M. D. STONE: Iron and Steel Engineer, 8 (1965), p. 73

(140) 低炭素厚鋼板の熱間成形性について

日本鋼管, 技術研究所

○両角不二雄・松下 久雄

〃 鶴見製鉄所

松原 博義・久保田秀人

On the Hot Formability of Low Carbon-Steel Thick Plates.

Fujio MOROZUMI, Hisao MATSUSITA,
Hiroyosi MATSUBARA and Hideto KUBOTA.

1. 結 言

熱間成形においては材料や温度が適当でないと、薄肉現象や亀裂が発生する。このため適正鋼種の選択と成形方法の確立は實際上重要な事柄となるので、筆者らは製品と同一形状が成形できる実型プレス試験により 2, 3 の検討を試みた。本報は実用性の広い低炭素鋼の熱間成形性と材質との関係について究明した結果について述べる。

2. 製品の寸法, 形状

対象とした製品は鉄道車輛台枠に用いる側バリで、これは 2 枚の厚鋼板を熱間でプレス成形し、所定寸法に切断のうえ両面を溶接によつて組立てる。その寸法は厚さ 9 mm、巾約 450 mm、長さ約 3150 mm の大形のもので、成形後の形状を Photo. 1 に示す。

3. 試験方法

3.1 試験装置

実型プレス試験に用いた装置の大要を Table 1 に示す。

3.2 成形方法

成形試験はプレス機に取付けた金型に、ガス炉中で加熱した試験材をすみやかにのせ、上下方向より加圧して行なつた。この場合、プレス温度は、あらかじめ鋼板に熱電対を埋め込み、加熱抽出後の温度降下と抽出時間の

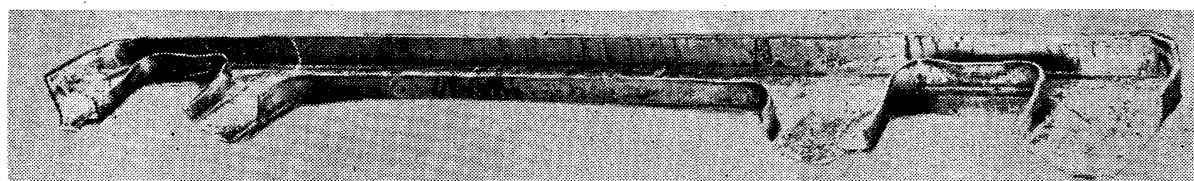


Photo. 1. Shape of frame manufactured by hot forming.