(388) 冷間圧延における3次元変形領域の簡易理論式

新日本製鐵㈱　名古屋製鐵所　　大矢　清　土井公明
○酒本義嗣

1. 緒　言

冷間圧延における板エッジ近傍の3次元変形は，エッジドロップあるいは板幅変動の原因となるが，従来よりこの3次元変形については，3次元圧延理論に基ずく解析や実験により研究が為されてきた。本報では冷間圧延における3次元変形領域を求める簡易理論式を導き，その妥当性を検討した。

2. 解　析

2-1　仮　定

(i)　クーロン摩擦が成立　$\tau_0=\mu P$　(1)

(ii)　中立点では　$\alpha=90°$　(2)

(iii)　圧延圧力Pは巾方向で一定　$\frac{\partial P}{\partial y}=0$　(3)

2-2　力の釣合式

圧延方向　$h\frac{\partial\sigma_x}{\partial x}+\sigma_x\frac{\partial h}{\partial x}=P\tan\theta-\tau_{10}$　(4)

$\tau_{10}=\tau_0\cos\alpha$　(5)

$\tau_0=\mathrm{Min}\left(\frac{Y}{2},\ \mu P\right)$　(6)

板巾方向　$h\frac{\partial\sigma_y}{\partial y}-\tau_{20}=0$　(7)

$\tau_{20}=\tau_0\sin\alpha$　(8)

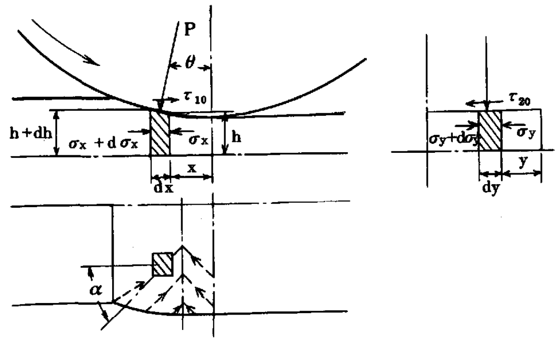

Fig.1　Notations used for analysis of strip deformation

2-3　3次元変形域での巾方向応力

仮定(i)，(ii)及び式(8)より板巾方向の力の釣合式(7)は

$$h\frac{\partial\sigma_y}{\partial y}-\mu P=0 \quad (9)$$

仮定(iii)と境界条件　$y=0$ で $\sigma_y=0$ より，式(9)を解き，

$$\sigma_y=\frac{\mu P}{h}y \quad (10)$$

2-4　2次元変形域での巾方向応力

平面ひずみ条件式　$\sigma_y=\frac{\sigma_x+P}{2}$　(11)

2次元降伏条件式　$P-\sigma_x=\frac{2}{\sqrt{3}}Y$　(12)

式 (11)，(12) よりσ_yをPで表わすと

$$\sigma_y=P-\frac{Y}{\sqrt{3}} \quad (13)$$

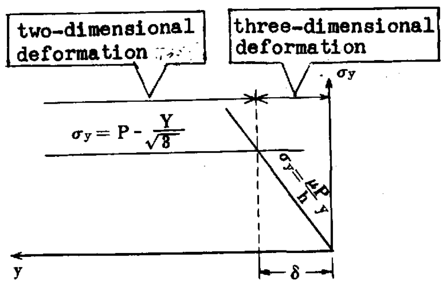

Fig.2　Concept of three-dimensional deformation zone (δ)

2-5　3次元変形領域（δ…板エッジからの距離）

3次元変形領域を表わす巾方向位置δは図2に示すように，3次元変形と2次元変形の境界として求めることができる。即ちδの位置では式 (10) と (13) が同時に成立し，δを求める以下の理論式が導かれる。$\delta=\frac{h}{\mu}\left(1-\frac{1}{\sqrt{3}}\frac{Y}{P}\right)$　(14)

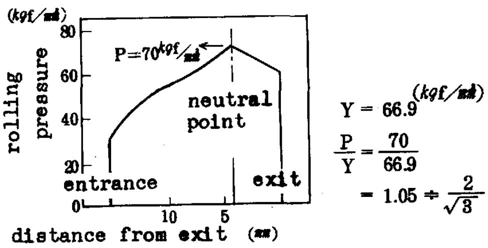

Fig.3　Distribution of rolling pressure in No.1 stand of real cold rolling mill

3. 理論式の検討

実機ミル1号スタンドでは図3に示すように，大略$P=\frac{2}{\sqrt{3}}Y$，従って式 (14) は$\delta=\frac{1}{2}\frac{h}{\mu}$と簡単に表わされ，板厚 $h=2.1$㎜，$\mu=0.04$のとき$\delta=26$㎜となり，実機でのエッジドロップ形成領域とほぼ一致する。

4. 結　言

3次元変形の及ぶ限界を2次元変形との境界として把え，巾方向応力の連続性から3次元変形領域を求める簡易理論式を導き，ほぼ妥当な計算結果が得られることを示した。