

(275) 連続鋳造過程における鋳片バルジング挙動の理論解析

(連続鋳造過程における凝固シェル変形に関する研究 第2報)

住友金属工業(株) 中央技術研究所 ○中島敬治 金沢 敬 杉谷泰夫

I R S I D

J. Y. Lamant

住友金属工業(株) 鹿島製鉄所

川崎守夫

1. 緒言

連続鋳造過程において生ずる鋳片バルジングの挙動やその際の凝固界面近傍の歪履歴の推定精度と信頼性を向上させるため、バルジング挙動解析の実用的理論—動的粘塑性梁モデル理論—とそれに基づくシミュレーションプログラムを開発し、前報¹⁾で報告した小型連鋳機の実測値により理論検証を進めた。

2. 理論および計算結果

一定速度Vで引き抜かれる凝固シェルを間隔lの単純支持のロール上を前進する梁に見立てた既出の理論²⁾に補正を施し、解析を行った。なお鋼の高温変形挙動は変動応力場に関し妥当と考えられる歪硬化クリープ則に従うとした。ただしZSTは抗張力消失温度、ZDTは延性消失温度である³⁾。

$$\sigma = \begin{cases} \lambda(T) |\epsilon|^n \cdot |\dot{\epsilon}|^{m-1} \cdot \dot{\epsilon} & (1) \\ \sigma_{ZDT} [(ZST - T) / (ZST - ZDT)] & (2) \end{cases}$$

まず中立軸の位置Y₀は、梁には他の外力は作用しないとしたことから、曲げ応力σを梁の断面全体について積分した値がゼロになることを利用して求めた。さて曲げモーメントM(x)は次式で表せるから

$$M(x) = \int_A -\sigma y dA, \quad y = Y - Y_0 \quad (3)$$

これに $\epsilon = -C(x)y$, $\dot{\epsilon} = -\dot{C}(x)y$, $\dot{C}(x) = dC(x)/dx \cdot V$ なる関係を代入すれば次のように変形される。

$$M(x) = |C(x)|^n \cdot |\dot{C}(x)|^{m-1} \cdot \dot{C}(x) \cdot I_c \quad (4)$$

$$I_c = \int_A \lambda(T) |y|^{n+m-1} \cdot dA \quad (5)$$

$$\text{よって } |C(x)|^{\frac{n}{m}} \frac{dC(x)}{dx} = \frac{1}{V \cdot I_c^{\frac{1}{m}}} \cdot |M(x)|^{\frac{1}{m}} \cdot M(x) \quad (6)$$

$$M(x) = M_0 + F_0 x - \frac{1}{2} p x^2 \quad (7)$$

なる関係が求まる。したがってTable 1に示した境界条件を用いて(6)式を解いていけば、シェル変形の曲率C(x) (≡d²f(x)/dx²), df(x)/dx, バルジングf(x)が順次求めることができ、さらに凝固界面近傍の歪等も求めることができる。Fig. 1に境界条件B.C.3によるバルジングの計算結果の一例を示した。バルジング挙動の計算値は実測値¹⁾とよく一致しているのがわかる。

3. 結言

上記の動的モデル解析により、ロール間全体のバルジング挙動をほぼ正確に説明することができた。

文献1) 杉谷ら：鉄と鋼，70(1984)，S898

2) J.Y. Lamant et al. : Proceedings of Continuous Casting '85 (The institute of Metals), 37.1

3) E.Schmidtman et al. : Arch. Eisenhüttenwes., 54(1983), p.357

Table 1 Boundary conditions considered for this study

B.C. 1 ²⁾	B.C. 2 ²⁾	B.C. 3
f(0)=f(L)=0	f(0)=f(L)=0	f(0)=f(L)=0
$\frac{df}{dx}(0)=0$	$\frac{df}{dx}(0)=\frac{df}{dx}(L)$	$\frac{df}{dx}(0)=\frac{df}{dx}(L)$
C(0)=C(L)=0	C(0)=C(L)	C(0)=C(L)
	M(0)=M(L)	

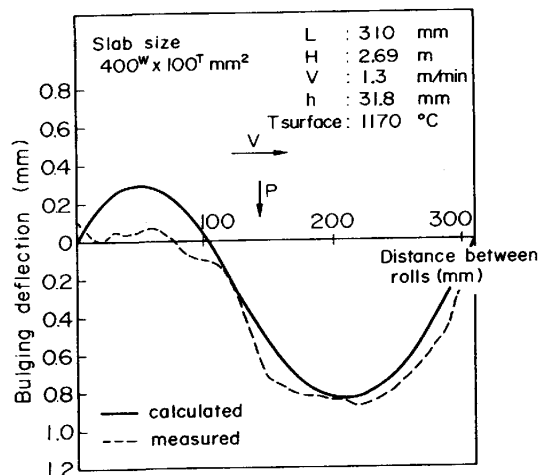


Fig. 1 Bulging profiles: comparison between measurement and calculations (B.C.3)