

(261) 連続鑄造設備における鑄片のサイドバルジングの解析

日立造船(株)技研 ○長井邦雄 大西邦彦 橋本俊栄

1. 緒言 近年の省エネの傾向はCCPにも波及し、直接圧延を目指した高温出片や双子鑄造・マルチ鑄造等により、短辺シェルが従来よりも高温となり、鑄片側面のふくれ(サイドバルジング)が大きくなる問題となってきた。従来の解法では時間の効果の導入がなされておらず鑄造長さの広範囲にわたる解析は困難である。本稿はこの点を解決し、サイドバルジングを低減するための基礎資料を得ることを目的とした計算法の概略と、その計算結果を報告する。

2. 計算方法 短辺を等分布荷重 w を受ける単純支持梁として扱い、鑄片を図1に示すように複数のファイバー要素に分割して差分近似することにより、梁の任意断面でモーメント・軸力の均衡を保ちながら計算を進める。ひずみ ϵ はシェル厚方向に直線分布するものとし、応力 σ との間に(1)式、クリープひずみ速度 $\dot{\epsilon}_c$ は(2)式の関係^{*}があるものとし、この常微分方程式をルンゲ-クッタ法により数値計算し、応力増分を求めている。

$$\sigma = E(\epsilon - \dot{\epsilon}) \dots \dots (1) \quad \dot{\epsilon}_c = \dot{\epsilon}_a \{1 + (F-1)\exp(-K \cdot \epsilon_c / \dot{\epsilon}_a)\} \dots \dots (2)$$

$$\dot{\epsilon}_a = A \sigma^n \exp(-Q_E / R \cdot T) \quad K = B \sigma^m \exp(-Q_K / R \cdot T)$$

ここで、 R はガス定数、 F, A, B, n, m, Q_E, Q_K はクリープに関する定数、 T は絶対温度である。要素のクリープ定数・ヤング率 E は各要素の温度から、スパン l は図1に示すように長短辺のシェルが等しく成長するものとして、鑄片厚 H とシェル厚 S の関係から決定される。

3. 計算結果 サイドバルジングに影響する要因として初期シェル厚 S_0 、鑄片外面温度 T_{out} 、鑄造速度 v 、鑄片厚 H 、サイドローラ配置長さ Z_R を選んだ。まず最初にバルジング計算のデータとなる凝固厚を一次元問題、シェル内直線温度分布、外面温度指定の仮定で簡易計算して求めた(図2参照)。表に計算条件とその最大バルジング量 δ_{MAX} を示す。図3は条件1のスパン中心断面における応力分布を示すもので、シェル厚の増加と共に応力が緩和しているのが分る。計算結果から次のような実験式が導かれた。 $\delta_{MAX} = 1.08 \times 10^{-8} S_0^{6.26}$ $\delta_{MAX} = 1.92 \times 10^{-4} (1500 - T_{out})^{-4.08}$ $\delta_{MAX} = 2.62 \exp(0.62v)$ $\delta_{MAX} = 8.78 \times 10^{-20} H^{8.26}$ 又、 Z_R の影響は図4のようになっており、 $H=250$ に対しサイドローラが約1.0mぐらい必要であることが分る。

* 参考文献 ACTA METALLURGICA, VOL. 11, NOVEMBER 1963, P1269

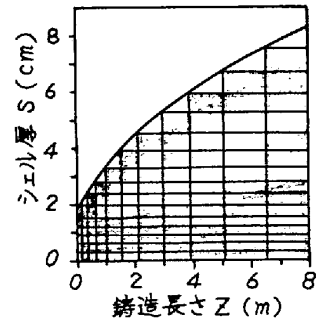


図1 要素分割要領

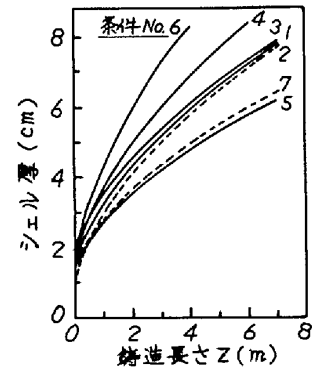


図2 各条件の凝固形状

表 計算条件と結果

条件No.	S_0 mm	T_{out} °C	v m/min	H mm	Z_R mm	凝固形状	δ_{MAX} mm
1	15	1100	1.0	250	0	1	4.85
2	10	*	*	*	*	2	59.13
3	20	*	*	*	*	3	0.77
4	15	950	*	*	*	4	1.28
5	*	1250	*	*	*	5	31.97
6	*	1100	0.5	*	*	6	3.57
7	*	*	1.5	*	*	7	6.61
8	*	*	1.0	150	*	1	0.09
9	*	*	*	350	*	1	96.56
10	*	*	*	250	975	1	0.31
11	*	*	*	*	475	1	0.64
12	*	*	*	*	175	1	1.65

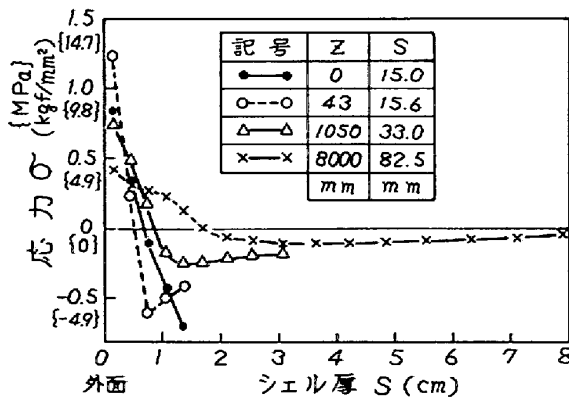


図3 応力分布の変化(第1条件)

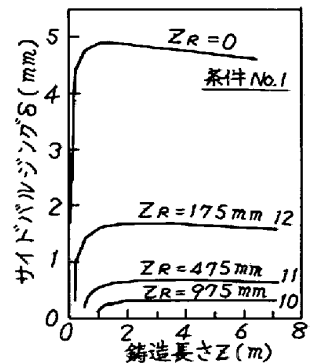


図4 サイドローラ配置長さの影響