

形鋼の軽圧下圧延後に生じる塑性変形曲率に関する研究

研究代表者 北海道大学 大学院工学研究科 教授 成田 吉弘

1. 緒言

我国の圧延技術の発展は著しく要求される品質も高度化しており、真直度や断面寸法の高精度化が必要となっている。その改善方法の1つに周辺機器の開発があげられる。ローラーガイド装置は条鋼及び形鋼の圧延に使われる誘導案内装置で、圧延ロールに刻まれるカリバー(穴型)への位置調整を行う[1]。これにより圧延材の倒れや回転を抑制し、噛み込み不良等の圧延トラブルや、圧延材の断面形状の寸法精度不良や表面傷の発生防止が期待される。

このように被圧延材の入力ガイド装置は、圧延機入側において素材を第一スタンドのロールに正しく挿入するための誘導装置である。しかしガイドロールによる傷の付加や過度の圧下を防止するため、被圧延材とガイドロールの隙間は安全側に大きく設定され、十分に誘導機能が発揮されない場合が多いようである。アングル材をはじめとする形鋼の圧延においては、ガイド装置を含めた加工条件の適正な設定が、目的とする製品精度を獲得するためにきわめて重要である。この問題については十分解明されておらず、経験に依存する部分が多く、形鋼圧延のパラメータ設定について検討した論文は少ない。

このため本著者と共同研究者らはガイド装置と、軽圧下圧延の際の被圧延材進入角度の影響を系統的に研究してきた[2]-[5]。とくに形鋼圧延の最終過程に行われる軽圧下圧延についてロールカリバー形状、被圧延材入射角、圧下率等が圧延後の製品の長手方向曲り半径に与える影響は、高品質な最終製品を作るにあたり重要な問題である。そこで既報[5]では、各パラメータの圧延後の曲率への影響を実験結果の平均値から考察を行った。しかし異なる設定条件から得られたデータを平均化して用いたため、個別のパラメータの影響が正確に判定されていない。本報告では、様々な設定条件の組合せから得られた個々の測定値を用いて新たに回帰分析と寄与率の考察を行い、その規則性や多項式による近似精度について詳細に検討した。

2. 実験装置と測定条件

2.1 実験装置の概要

図1に示すように、実験には上下ワークロールを駆動した2段式圧延機[3]を用いた。圧延速度は10rpm [0.1m/s]の一定とし、ワークロールのピッチ円直径は200mm、ピッチ円位置は被圧延材の断面高さの1/2とした。ワークロールのパレルは幅100mmの分割ロールとし常にワークロールの中央のカリバーを使用した。ワークロールの材質はSCM415を用いて、表面を浸炭焼き入れし、表面硬度をHs70~75程度とした。

被圧延材入射角は圧延機入口に入側ガイド装置を設置し、これを用いる事により調整可能とした。本実験においてはガイド装置にはガイドロールを使用せず、上下一対の偏心

軸を圧延材進行方向に2組設置し、各偏心軸をそれぞれ回転させ偏心量を変えることで、前後の被圧延材支持点で被圧延材の支持高さを変え、入射角を調整可能とした。また、入射角調整時の上下方向パスラインのずれは、ガイド装置をレストバー上に設置し、レストバーでガイド装置全体を上下方向に移動させることで修正できるようにした。

被圧延材のガイド方法は定隙として今回は被圧延材との隙間は0mmとした。また隙間を0mmとしていることから、被圧延材の形状のばらつきによりガイド装置に過大な荷重がかかる可能性を考え、ガイドボックスは上下2分割とし、過大な荷重がかかった場合は上下のガイドボックスを結合しているボルト部に挟み込んだ皿ばねがたわむことで荷重を逃がすようにした。

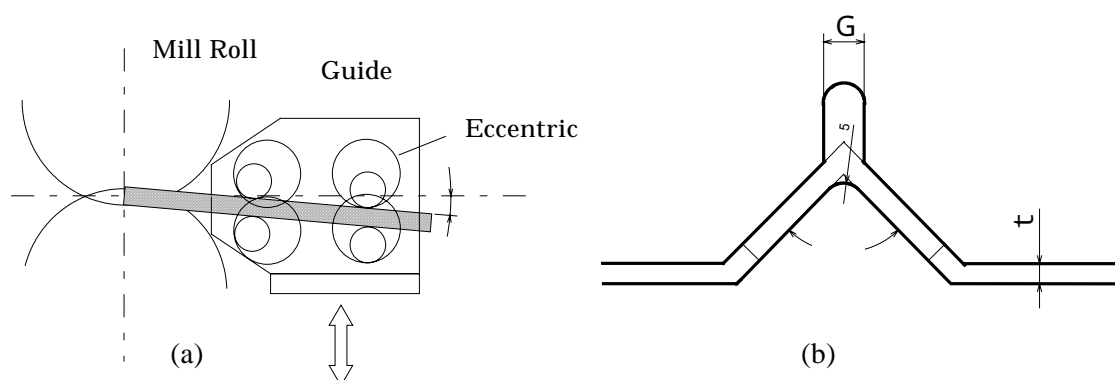


図1 各パラメータの定義, (a) 素材進入角度(),
(b) カリバー角度()とカリバーギャップ(G)

2.2 測定条件

測定に際し設定した圧延パラメータは、カリバー角度 [°], カリバーギャップ G [mm], 素材入射角 [°], 圧下率 r [%], の4つである[5]。図1(a)に、(b)にGとの定義を示す。また圧下率 r はフランジ部の肉厚減少の割合と定義する。オスロール頭頂部の半径(図1(b)参照)は一定値の5mmとする。供試材にはアングル材(圧延前の角度は90°)で断面形状は30×30×3t, 長さ500mm, 材質はAlのA6360を焼鈍した。潤滑条件は供試材と上下の両圧延ロールの表面を紙やすりで磨きアルコールにて脱脂した。圧延材の長手方向の曲率半径の測定は、ダイヤルデプスメータを用いて、測定点とその前後部分の高さの違いを測定し幾何的に半径を算出した。なお設定値は以下の通りである。

[測定パラメータと設定値]

- (1) カリバー角度() : 80°, 90°, 100°
- (2) カリバーギャップ(G) G: 0, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0 [mm]
- (3) 被圧延材進入角度() : -2°, -1°, 0°, +1°, +2°

(入射角の正負は、被圧延材が上昇(図1(a)参照)しながら圧延ロールに挿入される場合を正、下降しながら挿入される場合を負とする)

- (4) 圧下率(r) r: 4%, 6%, 8%, 10%

なお回帰式の導出において、各パラメータの桁の違いによる問題を避け、回帰式係数の比較を容易にするため、各パラメータの最大値を1とするスケールリングを行った。

- (1) カリバー角度() $x_1 = /100 = 0.8, 0.9, 1$
 (2) カリバーギャップ $x_2 = G/6 = 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1$
 (3) 素材進入角度() $x_3 = (+2)/4 = 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1$
 (4) 压下率(r) $x_4 = r/10 = 0.4, 0.6, 0.8, 1$

また測定値の曲率(1/)は、圧延ロール半径(115mm)の曲率により除して無次元化した。

$$y = (1/) / (1/115) = 115/$$

3. 回帰分析と考察

本章では、実験により各パラメータに対して測定された圧延後の曲率データについて考察する。この最終的な目的は、パラメータ値から精度良く曲率を推定できる設計式(実験式)を求めることである。そのためには直接に高次式を用いた重回帰分析をするよりは、各パラメータが個々に曲率に与える影響を評価することが必要であると考え。本報告ではその基礎として、各パラメータに対して単回帰分析を行い、パラメータ間の相互作用に関して今回は考慮しない。

3.1 カリバー角度()の影響評価

カリバー角度 が、圧延材の無次元曲率 y に与える影響を個別のデータに対して調べる。このためカリバー角度を $=80^\circ, 90^\circ, 100^\circ$ (すなわち $x_1=0.8, 0.9, 1$)と変化させて、他の条件は

表 1 カリバー角度()の無次元曲率 y への影響と回帰式($G=3, =0 \sim 6, r=-2 \sim 2^\circ$)

x_3 (+2)/2	x_4 r/10	1次回帰式 $x=x_1 = /100$	寄与率 R^2
1	1	$y = -0.7501x + 0.9387$	0.589
0.75	1	$y = -1.2634x + 1.3713$	0.886
0.5	1	$y = -0.9191x + 1.0281$	0.988
0.25	1	$y = -0.5017x + 0.6397$	0.821
0	1	$y = -0.2868x + 0.4287$	0.812
1	0.8	$y = -1.17x + 1.2323$	0.957
0.75	0.8	$y = -0.5258x + 0.6359$	0.976
0.5	0.8	$y = -1.0504x + 1.1589$	0.983
0.25	0.8	$y = -0.4538x + 0.5974$	0.992
0	0.8	$y = -0.6929x + 0.8006$	0.969
1	0.6	$y = -0.6333x + 0.7414$	0.898
0.75	0.6	$y = -0.693x + 0.7855$	0.994
0.5	0.6	$y = -0.3941x + 0.546$	0.936
0.25	0.6	$y = 0.012x + 0.1575$	0.001
0	0.6	$y = -0.5497x + 0.6486$	0.998
1	0.4	$y = -0.6571x + 0.7548$	0.962
0.75	0.4	$y = -0.5021x + 0.5843$	0.988
0.5	0.4	$y = -0.442x + 0.5605$	0.790
0.25	0.4	$y = -0.6333x + 0.7278$	0.999
0	0.4	$y = -0.6335x + 0.7073$	1.000
平均寄与率=			0.877

$$G=3 \quad (\text{一定値: } x_2=G/6=0.5),$$

$$= -2^\circ, -1^\circ, 0^\circ, +1^\circ, +2^\circ \quad (\text{すなわち } x_3=(+2)/4=0, 0.25, 0.5, 0.75, 1)$$

$$r=4, 6, 8, 10\% \quad (\text{すなわち } x_4=r/10=0.4, 0.6, 0.8, 1)$$

と設定して、計 60 ケのデータを回帰分析に用いた。

表 1 は、 θ と r のパラメータ値の 20 種の組合せに対して、カリバー角度 θ を 3 つの値に変化させて得られた無次元曲率 y の 1 次回帰式と寄与率 R^2 ($0 \leq R^2 \leq 1$) を与える。寄与率 (決定係数) は、 y の変動が x の変動により説明される割合を示す。表中の寄与率は、測定ミスを含むと思われる 1 つ ($x_3=0.25, x_4=0.6$) を含めても、平均寄与率が 0.877 となる高い値を示す。すなわち θ と y の関係は、一次式の直線的な関係で表されることがわかる。なおの測定は各条件について 3 点であることから、二次回帰式を求めると寄与率は全て 1 となる。また x の一次の項の係数はすべて負 (測定ミスと思われる 1 つの例外を除き) であり、カリバー角度 (θ) の増加 ($80^\circ \sim 100^\circ$) は圧延後に素材の曲率の減少を引き起こしている。

表 2 カリバーギャップ(G)の無次元曲率 y への影響と回帰式($G=3, \theta=0 \sim 6, r=-2 \sim 2^\circ$)

x_3 ($+2$)/2	x_4 $r/10$	二次回帰式 $x=x_2=G/6, x_2=x^{**2}$	寄与率 R^2	三次回帰式 $x=x_2=G/6, x_2=x^{**2}, x_3=x^{**3}$	寄与率 R^2
1.00	1	$y = 0.0844x^2 - 0.0014x + 0.22$	0.346	$y = 1.0935x^3 - 1.5559x^2 + 0.5864x + 0.1995$	0.655
0.75	1	$y = -0.1013x^2 + 0.1959x + 0.1639$	0.515	$y = -0.0373x^3 - 0.0453x^2 + 0.1758x + 0.1646$	0.516
0.50	1	$y = 0.1636x^2 - 0.0797x + 0.2061$	0.786	$y = -0.522x^3 + 0.9466x^2 - 0.3602x + 0.2159$	0.914
0.25	1	$y = -0.292x^2 + 0.3235x + 0.1596$	0.677	$y = -0.3305x^3 + 0.2038x^2 + 0.1458x + 0.1658$	0.726
0.00	1	$y = 0.0546x^2 - 0.0431x + 0.1939$	0.110	$y = -0.7516x^3 + 1.182x^2 - 0.4471x + 0.208$	1.000
1.00	0.80	$y = -0.1009x^2 + 0.1897x + 0.1586$	0.319	$y = -0.0117x^3 - 0.0833x^2 + 0.1834x + 0.1589$	0.319
0.75	0.80	$y = -0.0112x^2 + 0.1563x + 0.1488$	0.652	$y = 0.7132x^3 - 1.0809x^2 + 0.5397x + 0.1355$	0.740
0.50	0.80	$y = 0.0708x^2 + 0.0075x + 0.2083$	0.984	$y = 0.1398x^3 - 0.1389x^2 + 0.0826x + 0.2057$	1.000
0.25	0.80	$y = 0.0055x^2 + 0.069x + 0.1581$	0.565	$y = -0.8405x^3 + 1.2663x^2 - 0.3828x + 0.1739$	0.970
0.00	0.80	$y = -0.0628x^2 + 0.1077x + 0.1462$	0.314	$y = -0.943x^3 + 1.3517x^2 - 0.3992x + 0.1639$	0.980
1.00	0.60	$y = 0.1938x^2 - 0.1355x + 0.1917$	0.752	$y = -0.2807x^3 + 0.6148x^2 - 0.2864x + 0.1969$	0.802
0.75	0.60	$y = 0.0792x^2 - 0.0744x + 0.1922$	0.331	$y = 6E-07x^3 + 0.0792x^2 - 0.0744x + 0.1922$	0.331
0.50	0.60	$y = 0.1638x^2 - 0.0988x + 0.1745$	0.759	$y = -0.5227x^3 + 0.9479x^2 - 0.3798x + 0.1843$	0.936
0.25	0.60	$y = -0.1338x^2 + 0.1194x + 0.1713$	0.766	$y = 0.0637x^3 - 0.2293x^2 + 0.1537x + 0.1701$	0.776
0.00	0.60	$y = 0.0792x^2 - 0.0171x + 0.1315$	0.521	$y = -0.8288x^3 + 1.3224x^2 - 0.4626x + 0.147$	0.977
1.00	0.40	$y = 0.0273x^2 - 0.0254x + 0.1646$	0.038	$y = -0.4971x^3 + 0.7729x^2 - 0.2926x + 0.174$	0.811
0.75	0.40	$y = -0.0901x^2 + 0.1273x + 0.1232$	0.174	$y = -1.1851x^3 + 1.6875x^2 - 0.5096x + 0.1454$	0.831
0.50	0.40	$y = 0.0219x^2 + 0.0431x + 0.1214$	0.682	$y = -0.5226x^3 + 0.8058x^2 - 0.2377x + 0.1312$	0.927
0.25	0.40	$y = 0.0983x^2 - 0.0735x + 0.1611$	0.914	$y = -0.0256x^3 + 0.1366x^2 - 0.0872x + 0.1616$	0.917
0.00	0.40	$y = 0.0273x^2 + 0.055x + 0.0953$	0.944	$y = -0.2169x^3 + 0.3526x^2 - 0.0616x + 0.0994$	0.980
平均寄与率=			0.558	平均寄与率= 0.805	

3.2 カリバーギャップの影響評価

つぎにカリバーギャップ G [mm]が、被圧延材の無次元曲率 y に与える影響を調べる。このためカリバーギャップを $0, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0$ mm ($x_2 = 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1$)と変化させた。カリバー角度は 90° の一定値とした。それらの条件は、

$$\begin{aligned} &= 90^\circ \text{ (一定値: } x_1 = /100=0.9), \\ &= -2^\circ, -1^\circ, 0^\circ, +1^\circ, +2^\circ \text{ (} x_3 = (+2)/4=0, 0.25, 0.5, 0.75, 1), \\ &r = 4, 6, 8, 10 \% \text{ (} x_4 = r/10=0.4, 0.6, 0.8, 1) \end{aligned}$$

と設定して、計 60 ケのデータを対象とした。

表 2 では α と r のパラメータ値の 20 種の組合せに対して、カリバーギャップ (G) の変数 $x = x_2$ の 5 点からなるデータに適用した二次式と三次式の回帰式を載せている。まず二次回帰式では、平均寄与率が 0.558 と近似程度が低く、全般に二次項の係数の正負が一定でなく係数値も 0 に近い小さな値である。すなわちほぼ直線に近い二次回帰式である。これに対して、三次項まで含めた三次回帰式では、平均寄与率も 0.805 とかなり良い値に改善されている。 x の三次項の係数は負のものが多く、右側に上に凸な極大値がくる三次回帰式である。以上のことから個別の条件に対して精度良い設計式を導くためには、 G に関して三次項まで含める必要があると言える。

3.3 被圧延材進入角度(α)の影響評価

つぎに素材入射角 α [$^\circ$]が、圧延材の無次元曲率 y に与える影響を調べる。このため素材の入射角を $-2^\circ, -1^\circ, 0^\circ, +1^\circ, +2^\circ$ ($x_3 = (+2)/4=0, 0.25, 0.5, 0.75, 1$)と変化させた。カリバーギャップ G は一定値とした。これらの条件は、

表 3 被圧延材進入角度(α)の無次元曲率 y への影響と回帰式 ($G=3$, $\alpha=80 \sim 90^\circ$, $r=-2 \sim 2^\circ$)

x_1 /100	x_4 r/10	二次回帰式 $x = x_3 = (+2)/4, x_2 = x^{**2}$	寄与率 R^2	三次回帰式 $x = x_3 = (+2)/4, x_2 = x^{**2}, x_3 = x^{***3}$	寄与率 R^2	
1	1.00	$y = 0.2622x^2 - 0.1857x + 0.1409$	0.935	$y = 0.3822x^3 - 0.3111x^2 + 0.0197x + 0.1338$	1.000	
1	0.80	$y = -0.1121x^2 + 0.0767x + 0.1095$	0.583	$y = 0.306x^3 - 0.5711x^2 + 0.2412x + 0.1037$	0.714	
1	0.60	$y = -0.1913x^2 + 0.1664x + 0.1082$	0.629	$y = 0.5357x^3 - 0.9948x^2 + 0.4543x + 0.0981$	0.895	
1	0.40	$y = -0.0902x^2 + 0.1084x + 0.0768$	0.309	$y = 0.3445x^3 - 0.6069x^2 + 0.2936x + 0.0703$	0.506	
0.90	1.00	$y = -0.022x^2 + 0.0126x + 0.1948$	0.123	$y = 0.3802x^3 - 0.5924x^2 + 0.2169x + 0.1877$	0.874	
0.90	0.80	$y = -0.1501x^2 + 0.1129x + 0.1855$	0.625	$y = -0.0892x^3 - 0.0163x^2 + 0.0649x + 0.1871$	0.633	
0.90	0.60	$y = -0.0355x^2 + 0.0498x + 0.1668$	0.075	$y = 0.8282x^3 - 1.2778x^2 + 0.495x + 0.1513$	0.991	
0.90	0.40	$y = 0.0027x^2 + 0.0001x + 0.142$	0.019	$y = 0.2423x^3 - 0.3606x^2 + 0.1303x + 0.1374$	0.730	
0.80	1.00	$y = -0.0875x^2 + 0.299x + 0.1786$	0.932	$y = -0.7485x^3 + 1.0353x^2 - 0.1033x + 0.1926$	0.996	
0.80	0.80	$y = 0.0355x^2 + 0.0112x + 0.2426$	0.168	$y = 0.6614x^3 - 0.9566x^2 + 0.3667x + 0.2302$	0.348	
0.80	0.60	$y = 0.0137x^2 + 0.0312x + 0.1892$	0.228	$y = -0.879x^3 + 1.3322x^2 - 0.4413x + 0.2057$	0.717	
0.80	0.40	$y = 0.0382x^2 - 0.0267x + 0.2109$	0.082	$y = 0.6495x^3 - 0.936x^2 + 0.3223x + 0.1987$	0.836	
平均寄与率=			0.392	平均寄与率=		0.770

$$\begin{aligned} &=80^\circ, 90^\circ, 100^\circ \quad (x_1 = \quad /100=0.8, 0.9, 1), \\ G=3 \quad (\text{一定値: } x_2=G/6=0.5), \\ r=4, 6, 8, 10 \quad \% \quad (x_4=r/10=0.4, 0.6, 0.8, 1) \end{aligned}$$

である。素材入射角 θ の正負は、被圧延材が上昇(図 1 (a)参照)しながら圧延ロールに挿入される場合を正、下降しながら挿入される場合を負としている。

表 3 は、 θ と r の 12 種の組合せについて二次と三次回帰式の結果を載せている。3.2 項のカリバーギャップの場合と同様に、二次回帰式は全体の平均寄与率が 0.392 とかなり低く、二次項の係数値が 0 に近いほぼ直線に近い二次回帰式である。これに対して三次回帰式では、平均寄与率が 0.770 と改善されていることから、前項同様に精度良い設計式を導くためには、 θ に関して三次項まで含める必要性がわかる。

3.4 圧下率(r) の影響評価

最後に圧下率 r が、無次元曲率 y に与える影響を見るため、圧下率を $r = 4, 6, 8, 10 \quad \%$ ($x_4=r/10=0.4, 0.6, 0.8, 1$)と変化させて回帰式を導いた。他の条件は

$$\begin{aligned} &=80^\circ, 90^\circ, 100^\circ \quad (x_1 = \quad /100=0.8, 0.9, 1), \\ G=3 \quad (\text{一定値: } x_2=G/6=0.5), \\ &=-2^\circ, -1^\circ, 0^\circ, +1^\circ, +2^\circ \quad (x_3=(\quad +2)/4=0, 0.25, 0.5, 0.75, 1) \end{aligned}$$

とした。

表 4 圧下率(r)の無次元曲率 y への影響と回帰式($G=3$, $\theta=80 \sim 90^\circ$, $r=-2 \sim 2^\circ$)

x_1 /100	x_3 ($\quad +2$)/4	二次回帰式 $x_4=r/10, x_2=x_4^2$	寄与率 R^2
1	1.00	$y = 0.986x_2 - 1.2107x + 0.4407$	0.885
1	0.75	$y = 0.0747x_2 - 0.0173x + 0.0752$	0.978
1	0.50	$y = -0.0747x_2 + 0.0507x + 0.131$	0.337
1	0.25	$y = -0.4633x_2 + 0.6905x - 0.1046$	0.964
1	0.00	$y = 0.0448x_2 + 0.027x + 0.0592$	0.901
0.90	1.00	$y = -0.0448x_2 + 0.1045x + 0.1227$	0.184
0.90	0.75	$y = -0.0437x_2 + 0.1344x + 0.0917$	0.998
0.90	0.50	$y = -0.5225x_2 + 0.8355x - 0.1191$	0.891
0.90	0.25	$y = -0.1494x_2 + 0.2856x + 0.0721$	0.578
0.90	0.00	$y = -0.1195x_2 + 0.2629x + 0.0468$	0.882
0.80	1.00	$y = 0.4908x_2 - 0.4358x + 0.3262$	0.947
0.80	0.75	$y = 0.7581x_2 - 0.7624x + 0.377$	0.847
0.80	0.50	$y = -0.1788x_2 + 0.4053x + 0.0793$	0.831
0.80	0.25	$y = 0.4032x_2 - 0.5155x + 0.3506$	0.294
0.80	0.00	$y = -0.3581x_2 + 0.5013x + 0.0529$	0.643
平均寄与率=			0.930

初めに一次回帰式を求めたが、平均寄与率が 0.549 とやや不十分な値となった。このため二次回帰式を求めたが平均寄与率が 0.930 と大幅に改善された。これから圧下率については、無次元曲率の変化を精度良く近似するため二次項まで必要であることが示された。

3.5 平均値としての影響評価

本報告の表 1~4 で提示した回帰式は、4 つのパラメータの内の 1 つの値を固定し他の 2 つ値の種々の組合せに対して、残りのパラメータと無次元曲率との関係を調べる回帰解析であった。これに対して図 2(a)-(d)は、表 1~4 の全てのデータに対して同時に回帰分析を行い、平均的な傾向を見るものである。

図 2(a)はカリバー角度(θ)の 80° から 100° の増加により、無次元曲率が減少傾向にあることを示している。図中の実線は、データ全体に対する一次から三次回帰式を表すが、3 つの実線は重なっている。これからもカリバー角度の推定には、直線回帰で十分なことが理解される。(b)はカリバーギャップ(G)の 0~6 mm の増加により、無次元曲率が増加す

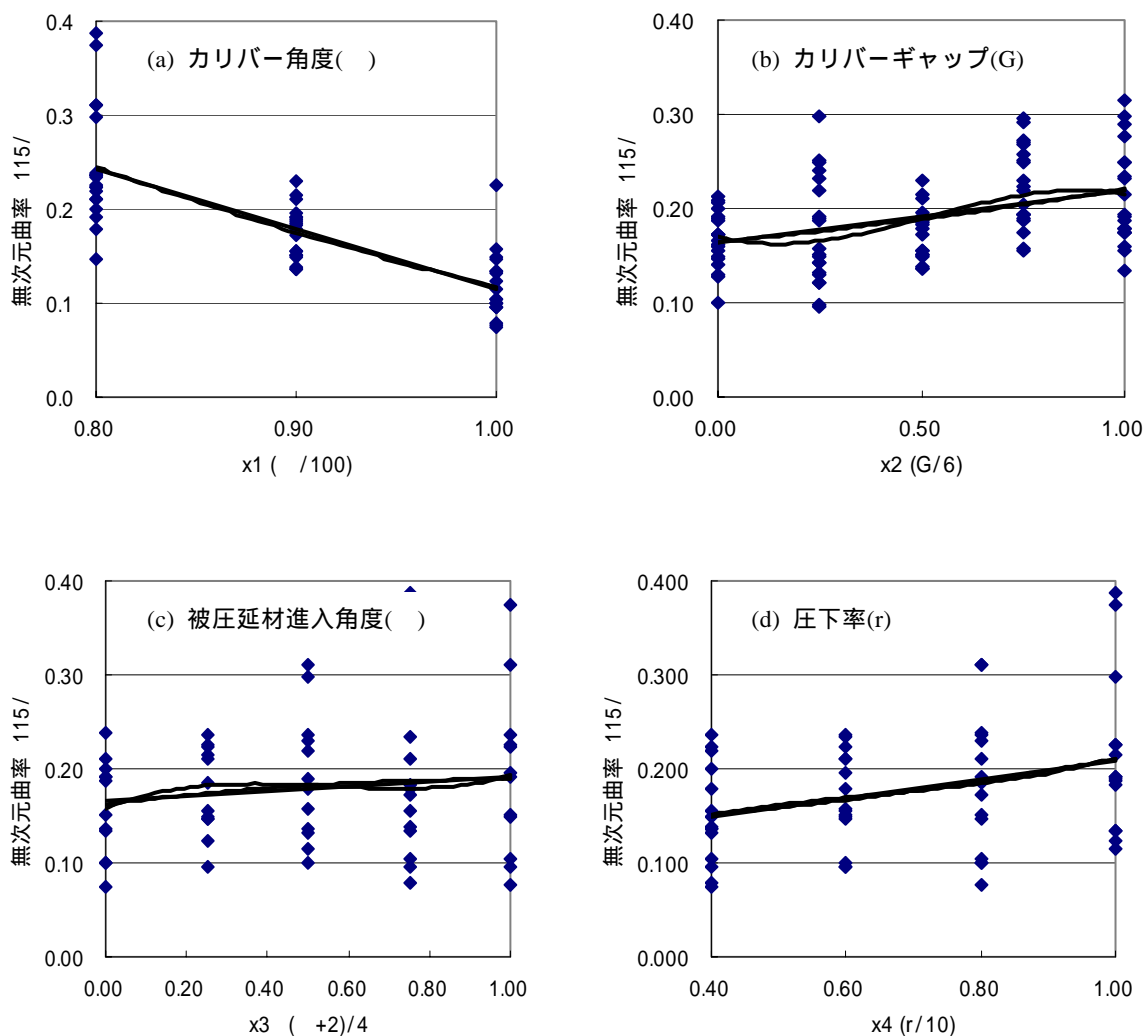


図 2 表 1~4 に用いられた全てのデータに対する一次、二次、三次回帰式、(a) カリバー角度(θ)、(b) カリバーギャップ(G)、(c) 素材進入角度(α)、(d) 圧下率(r).

る傾向を示す．図中の回帰式の実線は，(a)と違い三次回帰式の曲線は一次回帰直線と大きく異なっている．前述のように右側に上に凸な極大値がくる三次回帰式の傾向が観察される．

(c)は素材の進入する角度()が， -2° から 2° へ増加するにつれて，無次元曲率が微増する様子を示す．(d)は圧下率(r)の影響であるが，一次から三次の3本の回帰式はほぼ重なっていて，三次回帰式を用いる必然性がないとした3.4項の観察を裏付ける．このように3.1～3.4で得られた個別データの回帰式と寄与率による観察の妥当性は，この平均的な全体の傾向からも裏付けられる．

既報[4]では，Ivaknenkoにより開発されたGMDH (Group Method of Data Handling) が利用された．GMDHモデルの作成は，中間変数を中間表現式によって作成し，いくつかの中間変数を選択する．次にそれらを用いて次の層の中間変数を作成し，選択するという処理を繰り返し行うことによって最終的に数式モデルを得る．この特徴としては対象のシステムの構造が複雑な非線形性を持ち多数の因子が関係し，入手可能なデータが少数であるシステムのモデル化に適した方法と言われている．しかし，その結果得られた回帰式の各パラメータの次数は，本報告の単回帰による分析と異なっていた．

4. 結言

本報告では，形鋼圧延最終過程に行われる軽圧下圧延について，カリバー角度，カリバーギャップ，被圧延材入射角，圧下率の諸パラメータの設定が圧延後の製品の長手方向曲りの曲率に与える影響について実験結果を用いて単回帰分析を行った．その結果，精度良い推定値を与える設計式を導くためには，カリバー角度()は一次式，カリバーギャップ(G)と素材進入角度()には三次式，圧下率(r)は二次式の適用が必要であることが明らかになった．これを基礎に，全パラメータを含めた高次の重回帰式を導出することが今後の課題である．

おわりに本研究の実施にあたりお世話になった共同研究者の笹島学氏(元北海道工科大学院生)，寿産業(株)，木内学氏(元東大生研)に厚く謝意を表す．

参考文献

- [1] 日本塑性加工学会編，ロール成形，コロナ社，(1990)，pp.105-108．
- [2] 成田・太田・笹島，ローラガイド装置の構造解析に関する研究，北海道工業大学研究紀要，(1995)，第23号，pp.79-85.
- [3] 成田・笹島，圧延荷重測定用ローリングミル装置の設計，北海道工業大学研究紀要，(1999)，第27号，pp.23-30.
- [4] M. Sasajima and Y. Narita, Vibration Analysis of a Plate-like Component in Roller-guide Machine, *Proceedings of Asia-Pacific Vibration Conference*, vol.1, (1999), pp.800-805
- [5] 笹島・木内・成田，形鋼の軽圧下圧延時の反りに対する被圧延材進入パラメータの影響，日本塑性加工学会誌，42巻786号，(2001)，pp.690-694.