

# 矯正における力学的諸特性に関する数値解析

Numerical Analysis on Levelling Process

荒 木 甚 一 郎\*

Jin-ichiro ARAKI

## 1. ま え が き

最近板や棒の品質・精度に対する要求が厳しくなり、仕上工程における矯正作業の重要性が増大している。著者はこれまで、棒・管・形鋼や厚板矯正を対象とした研究を行ない、矯正機支点位置における曲率の与え方や、最終製品を真直（平担）にすることの可能な支点配置について検討を加えた<sup>1)2)</sup>。今回はさらに、同じ数式モデルを用いて、矯正における力学的諸特性をより明確にするための数値解析を行ない、矯正技術に有益な指針を得たので報告する。

## 2. 研究の目的と方法

矯正における力学的特性に重点を置いた研究として、

- 1) 矯正の基本原理に関する研究<sup>3)</sup>
- 2) 矯正の寸法精度向上に関する研究<sup>4)~6)</sup>
- 3) 矯正中における材料の変形機構に関する研究<sup>1)2)</sup>

が行なわれており、いずれも矯正技術の確立のために重要な課題である。しかし、1) 2) の項目に関する研究がかなり進んでいるにもかかわらず、第 3) の項目は研究が比較的遅れており、今後の研究に期待される問題が多い。今回の研究は、上記における第 3) の課題に関して行ない、しかも現状の矯正機の方式にとらわれず、矯正機の入口・出口における境界条件を、一般の矯正機における場合よりも自由度を高めて行なったもので、より高度の矯正技術の開発を目的としている。

## 3. 研究の対象として考慮した問題

今回の研究により明らかにしようと試みた矯正における技術的問題を列挙して示すと次のようになる。

- 1) 支点位置における曲率配分が、矯正材のプロファイルに及ぼす影響
- 2) 支点間隔の変化が、矯正材のプロファイルに及ぼす影響
- 3) 入口角・出口角の変化が、矯正材のプロファイルに及ぼす影響
- 4) 初曲率の変化が、矯正材のプロファイルに及ぼす影響

5) 矯正中における軸力の変化が、支点反力・矯正曲率に及ぼす影響

6) 各支点位置における押込量の変化が、矯正中の曲率および曲げモーメントに及ぼす影響

## 4. 数値解析の方針と仮定

矯正における力学的特性を把握することに重点を置き、矯正過程を解析するために用いる数式モデルはできるだけ単純化して、次の方針に従って計算を進める。

- 1) 材料の長手方向曲率を矯正する場合に限定し、2 次元矯正問題として解析する。
- 2) 材料を弾塑性体とみなし、応力成分として、材料横断面に垂直に働く軸応力のみを対象とする。
- 3) 弾塑性曲げにおける中立位置の移動は考慮しない。
- 4) 最終製品における残留応力の均一化を考慮し、支点位置における曲率配分は、漸減方式を基本とする。
- 5) 支点位置を通過する際に、材料が受ける水平方向の抵抗は、垂直方向反力に摩擦係数を掛けたものとする。

## 5. 数値計算例

図 1～図 5 に、今回の研究方針に従って行なった数値計算例を示す。図 1 は、支点位置における矯正曲率配分が、矯正中のプロファイルに及ぼす影響を検討したものである。図における①・②・③の曲線は、各支点位置における曲率配分を変えた場合の材料プロファイルを表わし、下に示す曲げモーメント-曲率線図は、これら 3 曲線に対応する矯正過程を検討したものであり、いずれも、最終製品が真直となることを示している。図 2 は、支点位置における矯正曲率配分を変えた場合の出口角変化を示すもので、今回のモデル矯正機の場合において、真直な製品を得るためには、矯正曲率  $k_2$  の大きい場合ほど、出口角を下向きにする必要があることを示している。

図 3 は、矯正曲率配分一定のもとで、支点間隔を変えた場合の材料プロファイルを示すもので、入側および出側での支点間隔を変化させている。図 4 は、この場合における出口角変化に着目して整理した図で、これから、入側支点間隔を変えた場合は、出側支点間隔を変えた場合

\* 東京大学生産技術研究所 第 2 部

研究速報

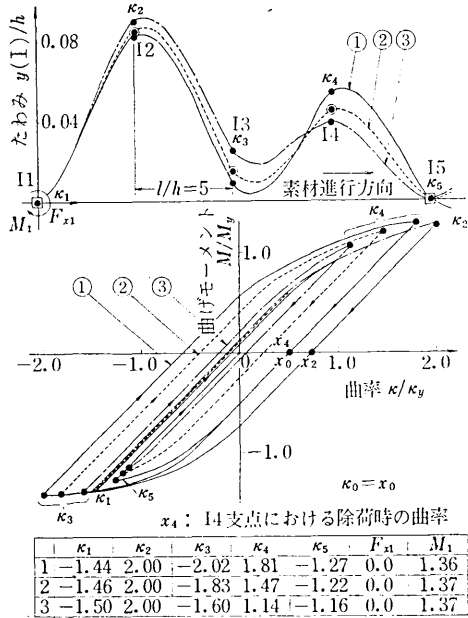


図1 支点位置における矯正曲率配分が矯正中のプロフィールに及ぼす影響

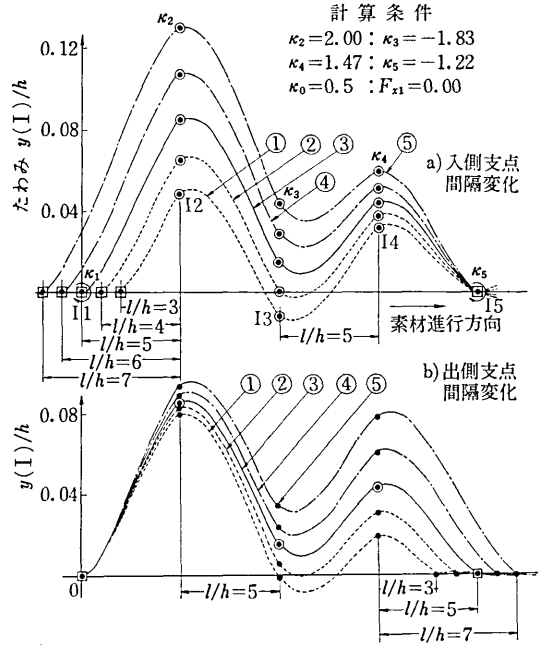


図3 矯正曲率配分一定のもとで支点間隔を変えた場合の材料プロフィール (I)

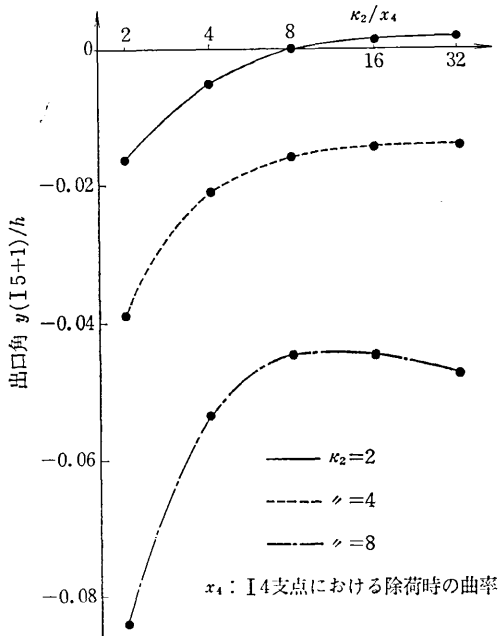


図2 支点位置における矯正曲率配分を変えた場合の出口角変化

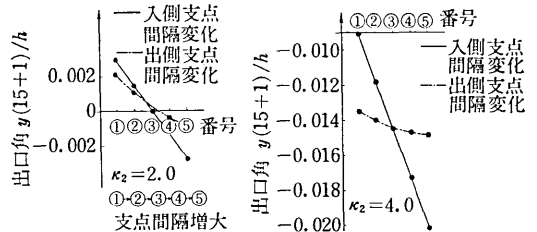
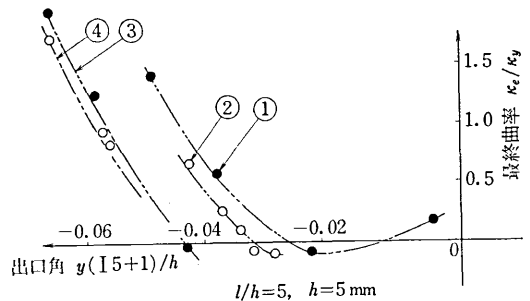


図4 矯正曲率配分一定のもとで支点間隔を変えた場合の出口角変化



	$\kappa_0$	$\kappa_2$	$F_{x1}$	$Y_{1(m)}$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$
1	0.5	2.0	0.0	0.0	0.4285	0.0732	0.2422	0.0
2	1.0	"	"	"	"	"	"	"
3	0.5	4.0	"	0.0	1.1505	0.8453	0.5604	0.0
4	1.0	"	"	"	"	"	"	"

図5 初曲率の変化が最終曲率と出口角の関係に及ぼす影響

よりも、出口角に及ぼす影響は大きいことがわかる。

図5は、初曲率が矯正作業に及ぼす影響を検討したもので、矯正曲率  $k_2$  が 2.0, 4.0 の各場合について、(初曲率/降伏曲率) の値を 0.5 から 1.0 に変えた場合に、最終曲率と出口角の関係に及ぼす初曲率の影響を検討した結果である。図における曲線①②のずれの大きさが、③④における曲線間のずれよりも大きいことから、矯正曲率が大きい場合ほど、初曲率の影響が小さくなることがわかる。

### 6. ま と め

前節に示した結果は、今回行なった計算結果の一例に過ぎないが、数値解析によって得られた結果を要約すると、

- 1) 最終製品を真直(平担)にするには、矯正曲率配分に応じて、入口・出口角の設定を行なう必要がある。
- 2) 矯正曲率配分一定のもとで、支点間隔を変えた場合における出口角変化は、入側支点間隔を変えた場合の方が大きい。
- 3) 出口角を変えることにより、矯正作業の微調整が

可能である。

- 4) 初曲率の変化が最終製品に及ぼす影響は、矯正曲率が大きい場合ほど減少する。
- 5) 矯正中における軸力の変化が、支点反力・矯正曲率に及ぼす影響は比較的少ない。
- 6) 各支点位置における押込量の変化が、矯正中の曲率および曲げモーメントに及ぼす影響は、出側ほど大きい。

最後に本研究は、東京大学 鈴木弘教授の御指導を受けて行ない、また数値計算に関し、本所受託研究員 山本直道君の協力を得た。感謝する次第である。

(1972年6月17日受理)

### 文 献

- 1) 荒木, 生産研究, 22巻・3号(1970.3)
- 2) 荒木, 塑性と加工, Vol. 12, No. 129(1971-10)
- 3) 曾田, 機械試験所報, 15-4(1961)
- 4) 鈴木・荒木・磯島, 生産研究, 22巻・12号(1970.12)
- 5) 鈴木・荒木・磯島, 生産研究, 23巻・1号(1971.1)
- 6) 鈴木・荒木・北沢, 生産研究, 24巻・1号(1972.2)
- 7) 鈴木・荒木, 生産研究, 21巻・8号(1969.8)
- 8) 鈴木・荒木, 塑性と加工, Vol. 13, No. 132(1972-1)

正 誤 表 (8月号)

ページ	段	行	種 別	正	誤
57	右	12	本 文	ることを提案している。	ヲを提案している。
61	左	25	”	集中質量・ばね系	集中質量。ばね系
69	”	8	”	1時間, 1日間, 1週間, 3週間	1時間, 1週間, 3週間
71	右	15	参考文献	財団法人宅地開発協会	財団法人宅地開発協会