

(討8)

矯正機の支点数・支点配置が矯正作業に及ぼす影響について

東大生研
宇部興産

○ 荒木 甚一郎
山本 直道

1. まえがき すぐれた矯正機を開発し、矯正作業の最適化を実現するには、矯正機の支点(ローラーあるいはダイス)数および支点配置を適正に定める技術的基礎を明確にしなければならない。筆者らはその一貫として、一般性のある矯正機モデルを設定し、それを用いて数値的シミュレーションを行なうことにより、従来の矯正理論から得られた知見を実際の矯正作業における支点配置の決定に応用する方法について研究を行なった。最適の矯正作業といっても、最終製品に要求される寸法精度・機械的性質等の条件によりその作業方法は異なる。しかし、ここでは幅広い矯正作業に対して一般性のある結論を導くことに主眼を置いて、可能な限り高精度・高品質の製品を得る目的から考察する。すなわち、初曲率のバラツキの影響を小さくする為に与える「最大矯正曲率」と、最終製品を真直にし残留応力を均一化する為に与える「曲率配分比」の両要因を変化させ、これらが「最終曲率-出口角曲線」に及ぼす影響を通して、上記主題に関する総合的検討を行なった。

2. 最終曲率-出口角曲線による矯正作業条件の検討

矯正作業における最も重要な因子は最終曲率であり、また矯正作業の微調整を行なううえで最も適しているのが出口角なので、この最終曲率と出口角との関係に注目して検討することは興味がある。図1の下図に示す実線は、5支点矯正機における最終曲率-出口角曲線を示す。図から明らかなように、最終曲率-出口角曲線は2ヶ所に極値を持ち、最終的に材料を真直にする出口角の値が3個ある。この曲線において、両極値の中間における曲線の勾配は外側の曲線の勾配より低い。したがって、これらのうちの中間の出口角の値に設定した方が真直な製品を安定して得る上に有利である。

3. 支点配置(最大矯正曲率・曲率配分比)が最終曲率-出口角曲線に及ぼす影響

図2は、5支点矯正機において最大矯正曲率・曲率配分比を変えた場合における最終曲率-出口角曲線の変化の様子を示す。このように最終曲率-出口角曲線は、その形状はほぼ同じではあるが、支点配置に依じた固有の特性を示す。すなわち、5支点矯正機の場合には最大矯正曲率 χ_2 を大きくするほど左側に移動し、これは出口角を下向きに調整しなければならないことを意味する。また曲率配分比 $\chi_2/|\chi_4|$ を小さくするほど左上方に移動し、最終曲率をゼロとする出口角は唯一となる。これは図1における検討結果より矯正作業上不利である。なおここに示す検討結果はすべて、第2支点位置において最大矯正曲

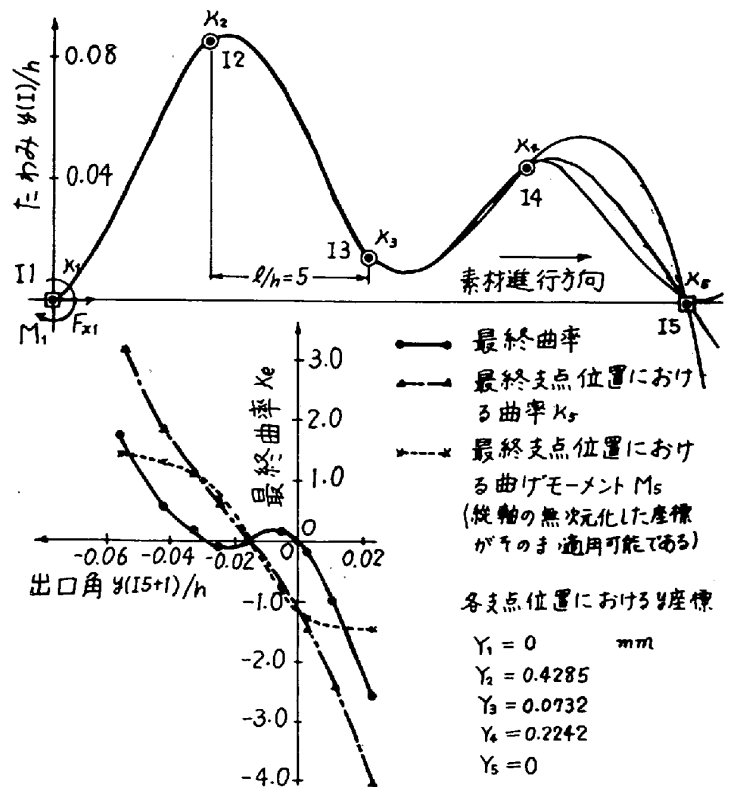


図1 5支点矯正機における最終曲率-出口角曲線 ($\chi_2 = 2.0$, $\chi_2/|\chi_4| = 8$ の場合)

率を与え、出側支点に向つて一定の比で曲率漸減を行なう曲率配分を前提とするものである。

4. 支点数が最終曲率-出口角曲線に及ぼす影響

図3・4は3支点および7支点矯正機における最終曲率-出口角曲線を示す。3支点矯正機は、最大矯正曲率と曲率配分比を独立に変化させることができない。これは矯正作業の最適化を試みるうえで不利である。一方7支点矯正機の場合と定性的に同じである。しかし、最大矯正曲率の変化に対する出口角の変化は5支点の場合より小さくなり、支点数を増すとほぼ一定の出口角のもとで真直矯正の可能な支点配置を見出すことが可能になる。図5に支点数が真直矯正可能な出口角に及ぼす影響を示す。ここに示す出口角の値は3支点の場合を除き、真直な製品を得ることの可能な3ヶ所の出口角の値のうち中間の値である。偶数支点の場合と奇数支

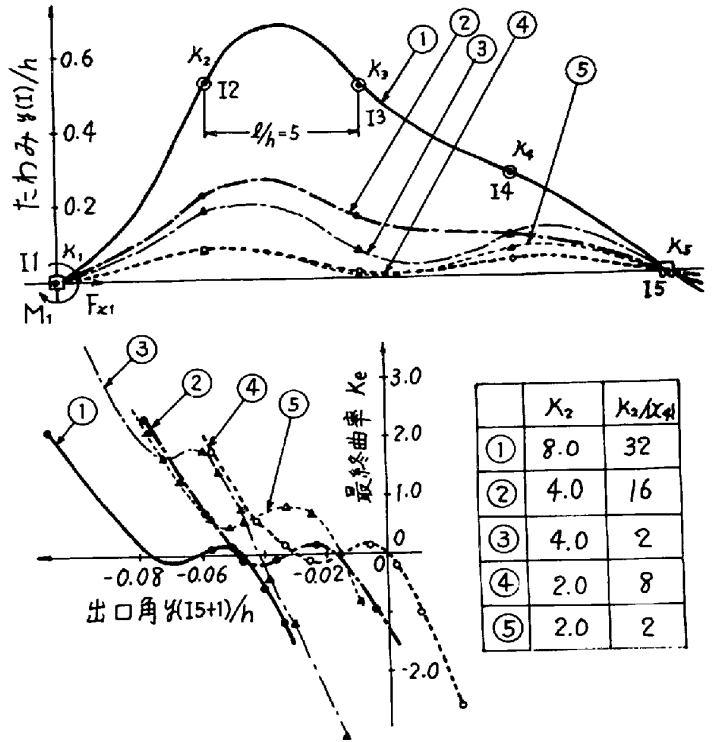


図2 5支点矯正機において最大矯正曲率 K_2 、曲率配分比 K_2/K_{c1} が、最終曲率-出口角曲線に及ぼす影響

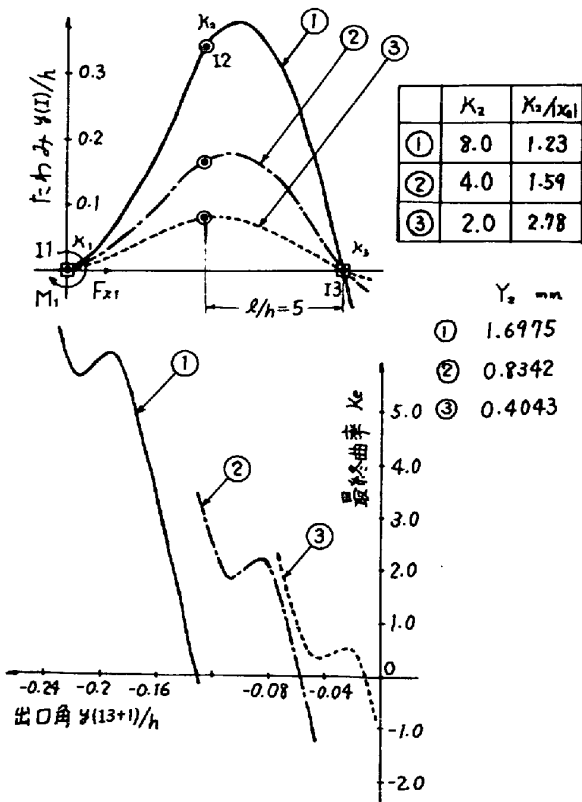


図3 3支点矯正機における最終曲率-出口角曲線

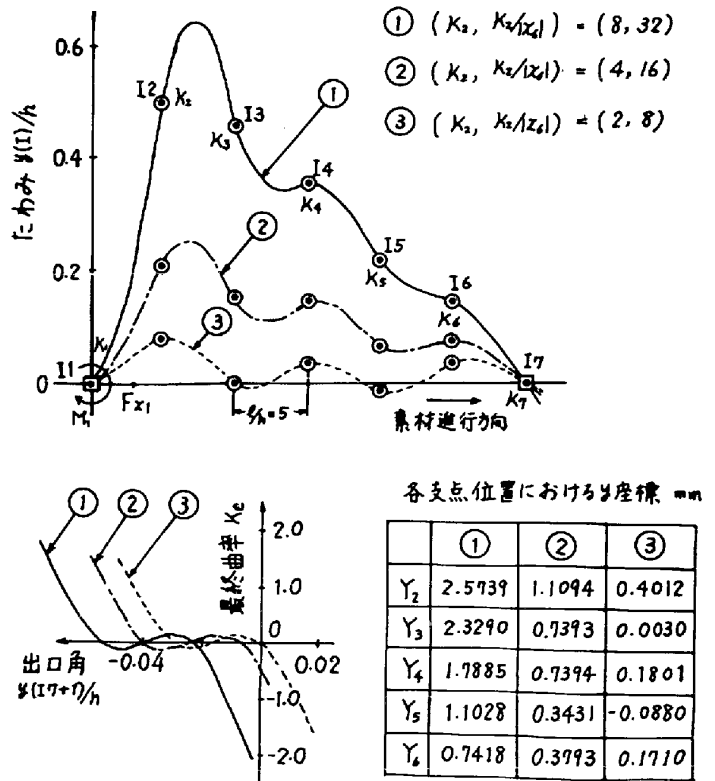


図4 7支点矯正機における最終曲率-出口角曲線

点の場合で出口角の調整の向きが多少異なるが、いずれの場合も支点数を増すと最大矯正曲率の変化に対する出口角の変化は小さくなる。この点から見れば支点数が多い方が矯正作業上有利である。

5. 素材の初曲率のバラツキが最終曲率-出口角曲線に及ぼす影響

素材の初曲率のバラツキの影響を小さくするには、最大矯正曲率を大きくすればよく、繰返し曲げ回数の影響をほとんど受けないことは、矯正の基礎理論によりすでに明らかにされている。しかし実際の矯正機の場合には支点配置を定めても、矯正中の曲率は素材の初曲率の影響を受けて変わり、またこの影響は支点数によって変わると予想される。この問題を検討するには、支点配置を固定して異なる初曲率の材料を矯正する場合について解析する必要がある。本報では、矯正機を通過する素材に対して、この効果を総合的に検討するための数値解析を行なった。図6~図8は、3・5および7支点矯正機において、素材の初曲率のバラツキが最終曲率に及ぼす影響を最終曲率-出口角曲線を用いて検討した結果である。これらの図において、最終曲率がゼロに近い領域における最終曲率-出口角曲線のバラツキが、上記問題を検討するうえに特に重要な意味を持つ。これらの図から支点数が多いほど、また最大矯正曲率が大きいくほど初曲率のバラツキの影響は小さくなることが明らかになった。

6. まとめ

以上の結果は、矯正機モデルを用いた数値解析により矯正加工の力学的諸特性を解明するために行なった研究の一部を示したものである。ロールヤグリスからの反力を集中荷重として取扱い、また最大矯正曲率を第2支点で与え、曲率漸減

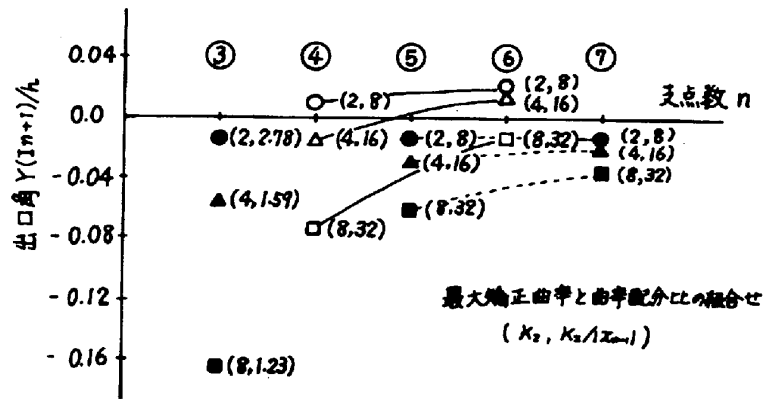


図5 矯正機の支点数が真直矯正の可能な出口角に及ぼす影響

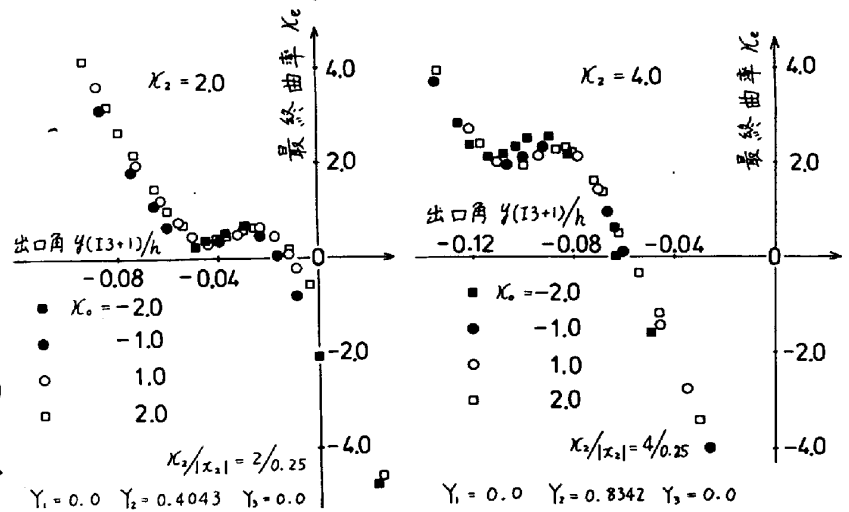


図6 素材の初曲率のバラツキが最終曲率-出口角曲線に及ぼす影響 (支点数 3)

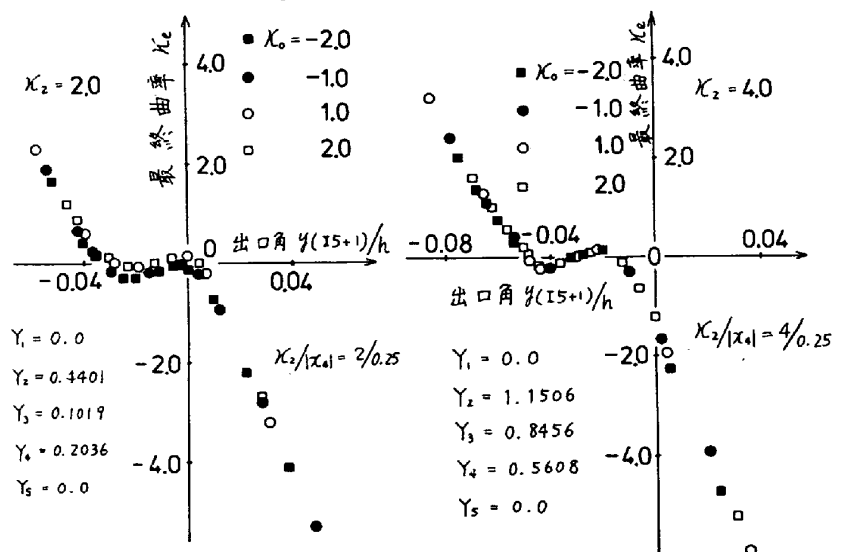


図7 素材の初曲率のバラツキが最終曲率-出口角曲線に及ぼす影響 (支点数 5)

'74-A34.

を前提とした曲率配分比を与える等の条件のもとでの検討結果ではあるが、一般のローラレベルに関する力学的特性を把握するうえで重要な意味を持つ。なお本研究に用いた解析手法は、テンションレベルの解析等にも応用可能な一般性を持つが、それについては別の機会に述べたい。又、本報に示した結果以外に「支点間隔が矯正作業に及ぼす影響」や、「任意の支点の押込量の調整が他の支点位置における曲率・曲げモーメント等に及ぼす影響」等についても検討し貴重な結果を得ている。これらの結果を総合して検討することにより、矯正における支点数・支点配置を決定する場合の基礎技術が確立するものと考えられる。ここで本報により得られた結果を要約すると、

- 1) 最終製品を真直にするには、出口角を支点数・支点配置に応じた最適値に設定すべきことを明らかにした。
- 2) 支点数の適正値を論ずる技術的基礎を明確にした。

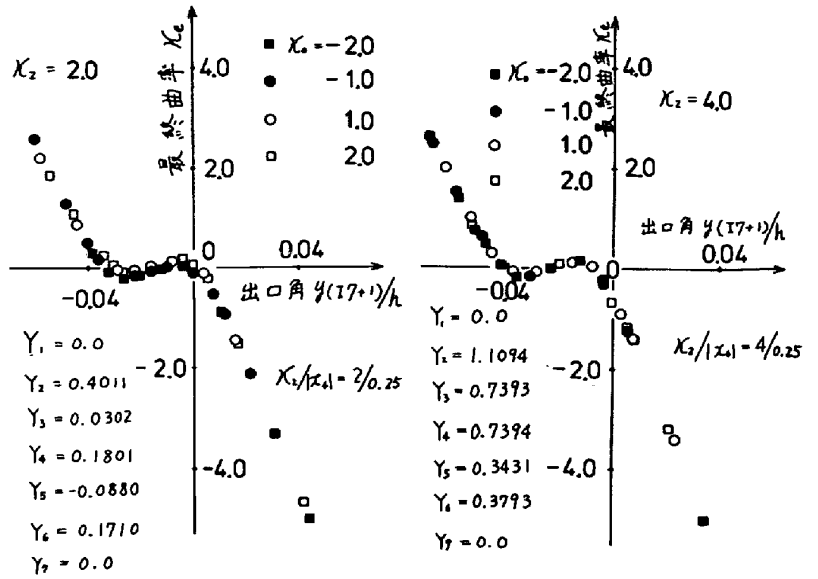


図8 素材の初曲率のバラツキが最終曲率-出口角曲線に及ぼす影響 (支点数 7)

参考文献

- 1) 荒木：塑性と加工 vol. 12, no. 129 (1971-10)
- 2) 荒木：塑性と加工 vol. 13, no. 138 (1972-7)
- 3) 荒木：塑性と加工 vol. 14, no. 146 (1973-3)
- 4) 日比野：博士論文
- 5) 曾田：機械試験所報 15-4, (1961), 194
- 6) 林：東京大学工学部紀要 24, 2, 45~61