

新型ベンディングロールMX型の開発

The Next Generation Bending Roll Machine

込山隆士 *

Takashi Komiyama

ベンディングロールは、石油タンク、食品タンク、船、ドーム球場、ショベルカー等の製造に主に使用されている。これらの産業は、大手メーカを中心とした多数の中小企業から成り立っている。また1社の中小企業が複数の大手企業の仕事を引き受けており、多様なニーズに敏速に対応する必要がある。その厳しいニーズに答え、仕事を維持、拡大していくために、高性能なベンディングロールが必要になってくる。当社のベンディングロールもこれらの中小企業で数百台が稼動している。

一方国際的にみるとベンディングロールの用途はもっと幅広く、ウインドミル、原子力、ミリタリー等に拡大される。これをアメリカ市場だけでみると市場規模が日本より大きいにも関わらず、国内にベンディングロールメーカーがなく、ほとんどをヨーロッパから輸入している。

このような環境の中、高性能のベンディングロールを競争力のある価格で開発することが急務となった。また今回アメリカ市場にターゲットを絞り、価格競争の激しい国際ビジネスで競合するための、世界戦略の第一歩と位置付けて開発を行った。

Bending roll machines are used to manufacture tanks for LPG transportation and food storage, ships, dome stadiums and construction vehicles. Usually large companies are monopolizing these industries and they subcontract their bending works to smaller companies. Because the larger company's needs are so varied that it is essential for the smaller companies to own highly performance bending roll machine in order to meet their demands. So far we have delivered lots of bending roll machines to smaller companies and the machines have still been operating.

Looking internationally, the ways to use bending roll are widened to windmill, nuclear purposes and military. In the U.S.A., the market is expected to be larger than Japanese one. But they must import almost all machines from Europe because few local manufacturers of bending machine are existing.

In those circumstances, we need to market high precision machine with competitive price to survive domestic market and win the American market. We have placed this development as the first step to the world.

1. はじめに

ベンディングロールの簡単な歴史を以下に示す。

図1のピラミッド形は、端曲げ(材料両端部)をするためにプレスブレーキなどが必要であり現在では製造されていない。

図2の4本ロール形は、ピラミッド形の欠点を補うため開発された。日本では15年程前に人気を得たが、端曲げ精度が悪く現在ほとんど使用されていない。ヨー

ロッパ、アメリカでは今だにこの4本ロール形が主流である。

図3は当社独自で開発した当社従来形である。端曲げ精度が大幅に向上し、NC化を実現したため、日本国内の4本ロール形のほとんどを置き換えてきた。

今回アメリカ市場に焦点を向けた理由の一つに、日本より一世代遅れている機械が主流で稼動していることが上げられる。

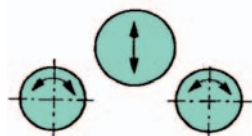


図1 ピラミッド形
Fig. 1 Pyramid Type

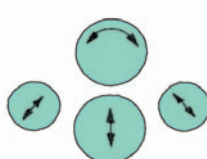


図2 4本ロール形
Fig. 2 Four roll Type

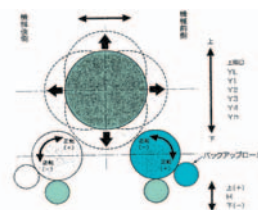
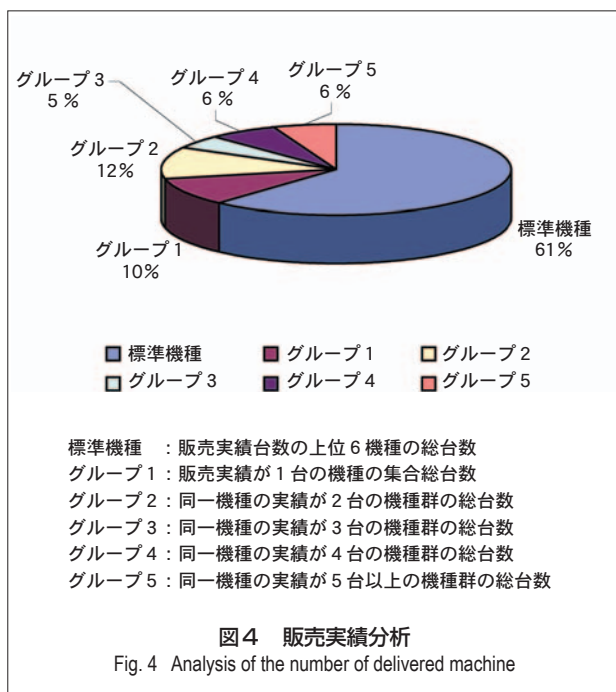


図3 当社従来形
Fig. 3 Kurimoto Original Type

2. 開発機種

開発機種の選定に当り、現在までの販売実績と今後の販売予想を総合的に分析して決定した。図4は現在までの販売実績の分析結果である。標準機種は最多販売機種上位6機種と定義した。



この標準機種だけで実績の半分以上を占めており、今後の販売予想と一致した。よってこの中の最小機種MP100-3000(加圧能力1000kN,最大板幅3000mm)を今回の開発対象機種とし、新型番をMX100-3000と名付けた。

3. 開発ポリシー

機能向上、徹底したコストダウンを最大の目的とし、以下の目標を設定した。

- A) 製作しやすい機械
溶接量低減、組み立性向上、調整工程低減
- B) 大幅な設計基準の見直し
計算式、応力、面圧、摩擦係数、安全係数、反力の受け方等の見直し
- C) 現在の構造にとらわれない新構造
コストのかかる部分の構造の見直し
- D) 外観デザインも機能の一つ
出っ張り部分をなくし、美的感覚の優れたデザイン

4. 開発の具体化説明

実際に行った開発機(MX)をバックアップ装置とトップロール移動装置について、既存機(MP)と比較しながら説明する。

バックアップロール装置は、板曲げ成形中の荷重によりボトムロールが撓むのを補正する役割をする。従っ

て、その荷重によりボトムロールの撓みが異なるため、上下に昇降させる必要がある。またこの荷重の大部分をこのバックアップロールで負荷しなければならない。

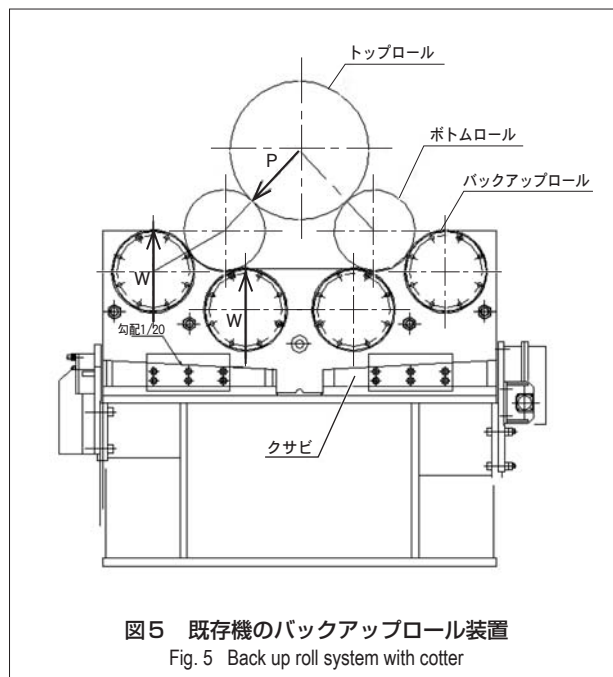
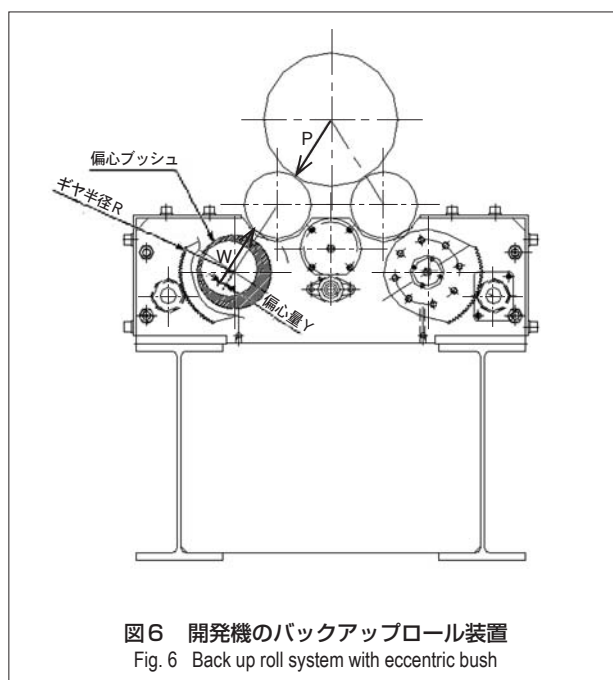


図5は既存機のバックアップロール装置の断面図である。バックアップロール軸受けの下にクサビを4個配備し、そのクサビの出し入れによってバックアップロール軸受けごと昇降させている。この方法では、4個のクサビの勾配、バックアップロール軸受け下面の勾配を精度良く合わす必要がある。またこのクサビを同時に制御する必要があるためコストがかかる。

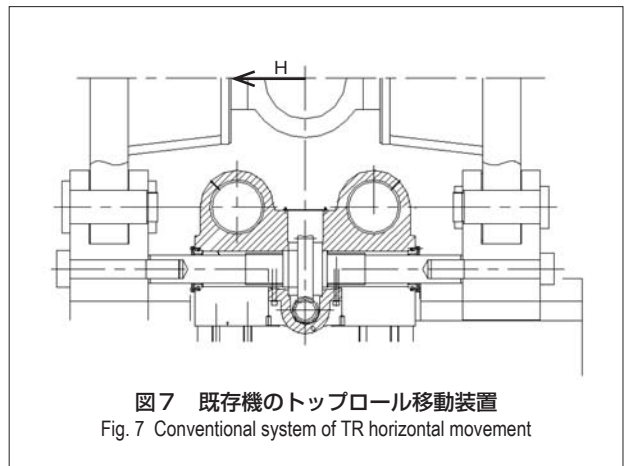
図6が今回開発したバックアップロール装置である。各バックアップロールの両端に偏心ブッシュを配備し、そのブッシュを回転させることによってバックアップロールを昇降させる装置である。ボトムロールを補正す



るために必要な荷重をW、偏心量をYとすると必要回転トルクTは $T=W \cdot Y$ となる。このトルクTをギヤ(ギヤ半径 $R \gg Y$)で発生させているため、小さな力で昇降させることができる。一方Wの方向を図5と比較すると、図6はロール荷重Pに対して対抗しているため、非常に効率よくボトムロールの撓み補正ができる。この装置のもう一つの利点は、図5では、4本のバックアップロールを同時にしか昇降することができないのに対して、図6はバックアップロール個々に調整ができる。したがって両ボトムロールの荷重状態に応じて適切な補正が可能になる。

図7は既存機のトップロール移動装置の断面図である。トップロール移動装置の役目は、板の端曲げをするためのスライド機能と、端曲げ時の水平荷重Hの負荷である。

鋳物の断面(斜線部)が複雑であるため、加工が難し

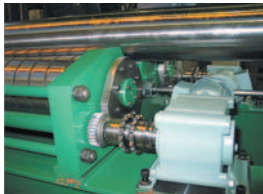
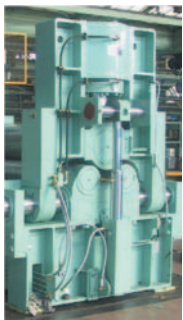


く、組み立てにも時間がかかる。また上下の鋳物が分離構造になっているため、合わせ加工の必要がある。原価分析では、この部分に占める割合が、最も高かった。

項目	MX100-3000	MP100-3000	メリット
1) トップロール径	φ310	φ325	小径に対応可能
2) ボトムロール径	φ155	φ165	バックアップロール強度アップにより実現
3) ボトムロールピッチ	245	270	機械の小型化
4) シリンダー間距離	3400	3450	ロールの撓み減少
5) トップロールストローク	70	80	ボトムロールピッチ減少により可能
6) ボトムロール支持	ニードルベアリング	ブッシュ	客先要望に対応
7) トップロール下降速度 mm/min	高速 220 低速 60	120	無負荷時はより高速運転、負荷時はより低速運転により精度アップ
8) トップロール移動速度 mm/min	140	180	8)から12)はコストダウン、短納期にかなり貢献
9) 移動用ウオームギヤ	購入品追加工 (モジュール5)	製作品 (モジュール)	
10) トップロール移動モータ容量 KW	0.4	1.5	
11) ボトムロール駆動速度 m/min	4.8	4	
12) ボトムロール駆動モータ容量 KW	5.5 (サイクロ減速機直結)	5.5 (遊星減速機プーリ駆動)	短納期に対応可能
13) 下部フレーム	H型鋼溶接構造 	鉄板溶接構造 	重量低減、溶接線減少、短納期可能
14) 上部フレーム	主シリンダーとフレームの3分割 		部品の単純化

(その1)

表1 MXとMPの相違
Table 1 Differences between MX and MP

項目	MX100 - 3000	MP100 - 3000	メリット
15) 油圧ユニット	ポンプユニットとバルブユニット分離型 油圧力300KG/CM² 高速、低速切り替え 電動機2.2KW タンク容量22L 	ポンプとバルブ一体型 油圧力210KG/CM² 速度一定 電動機3.7KW タンク容量130L 	油圧システム自体の見なおしにより低価格、高性能、少スペース化を実現
16) バックアップロール昇降装置	変心ブッシュ (前後独立調整可能) 	クサビ 	前後ボトムロール独立調整が可能 加重方向と調整方向がより理想的になる
17) 転倒シリンダー	標準JISシリンダー 	特殊2段シリンダー 	低価格、短納期の実現 またメンテ性の向上
18) 制御	CNCに近い操作可能 	手動操作 	オペレータの介入を減少 イージオペレーションを実現
19) 外観			すっきりとした外観
20) 重量	約8.5TON	約10TON	
21) 納期	3ヶ月	4ヶ月	短納期対応

(その2)

表1 MXとMPの相違
Table 1 Differences between MX and MP

図8は開発機のトップロール移動装置の断面図である。鋳物の形状を単純化し一体構造としたため、加工、組み立て時間を大幅に短縮することができた。また両サイドからブッシュ(網掛け部分)を挿入し、そのブッシュで水平荷重Hを負荷するようにした。その結果、スライド機能と負荷機能が分離でき、スライド機能のネジ部が小さくなり、スライド用電動機が1.5KWから0.4KWと小さくなった。

MXとMPの相違点を表1に示す。

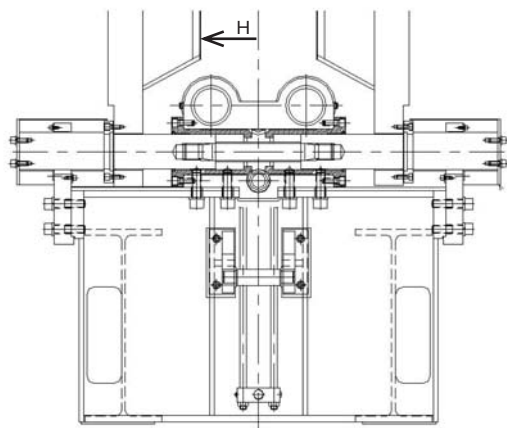


図8 開発機のトップロール移動装置
Fig. 8 Newly developed horizontal movement system

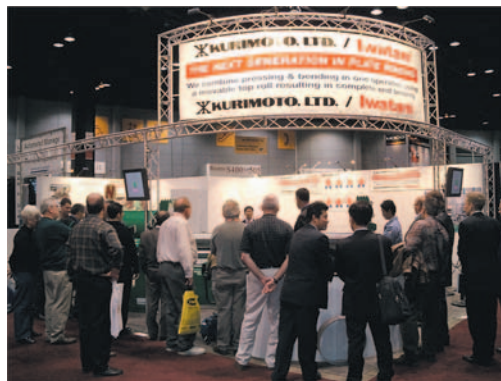


図9 FABTECHのブース
Fig. 9 Booth of FABTECH show

執筆者

込山隆士

Takashi Komiyama

平成2年入社

ベンディングロールの設計に従事



5. おわりに

MX100-3000の試作機が2002年4月に完成し、住吉工場で色々なテストをした後、千葉県のユーザに3ヶ月間貸し出しをした。その後、2003年11月16日から19日の4日間シカゴのFABTECHに出展した。FABTECHはメタルフォーミングの世界最大の展示会であり、ヨーロッパ各国から競合が10社以上出展している中、独自の技術でかなりの関心をひきつけた。展示ブースの風景を図9に示す。また日本国内では、2003年12月にMX100-3000の一号機を受注した。

