

(技術資料)

## タイヤ・ゴム製品製造機械

### Machinery for Manufacturing Tire and Rubber Products

澤 匡彦\*  
Masahiko SAWA水田裕一郎\*  
Yuichiro MIZUTA野中俊克\*  
Toshikatsu NONAKA

Tires are one of the most important parts which affect the wheel performance and safety of automobiles. Kobe Steel has been developing and manufacturing various kinds of tire-production machines and has been supplying the machines to tire-manufacturers all over the world for more than 70 years. Kobe Steel has the largest market share in the industry. This report introduces Kobe Steel's tire and rubber machines.

まえばき = ゴム製品は、とくにそのゴム原料の使用量の多いタイヤをはじめとする自動車部品や一般産業用の各種ホース、防振材、シール材、ベルト、ロールなど工業用品として様々な分野で使用されている。また身近な物では履物、ゴムボール、家電製品や窓枠のシールなど家庭の中を見渡せば、生活面でも数多くのゴム製品が利用されていることに気づく。

コロンプスの時代にアメリカ大陸において発見された天然ゴムがゴム原料の最初であると言われている。その後の科学の進歩に伴い、石油を原料として人工的にゴム原料を製造する技術が進展し、各種の合成ゴムが産み出され、その物理的な性質を利用して上記のような各種ゴム製品が造られるようになってきた。

当社は、こうしたゴム製品やタイヤを製造する設備を製造販売する世界有数のメーカーであり、国内タイヤメーカー向けミキサ（ゴム混練機）では90%以上のシェアをもつ。また、機械式加硫機やタイヤユニフォミティマシンは世界市場においてトップシェアを誇っている。

タイヤの製造工程は、図1に示すようにその原料となるゴム材料、カーボンブラックやシリカなど補強材・充填材となる粉体原料、ゴムの粘度を調節するプロセスオイル類、またその物性を向上・安定させるための各種薬品類を混練し、ゴム部材の原料を製造するミキシング工程（混合工程あるいは精練工程ともいわれる）、各種の部材を加工する部材加工工程、それらの部材を組立てて加硫前のグリーンタイヤを製造する成型工程、そのグリーンタイヤを金型の中で加硫して最終製品タイヤを製造する加硫工程、最終的にそれら製品タイヤの品質をチェックして出荷可否の選別を行う検査・仕上げ工程に大別される。

上記工程で使用される設備のうち、当社は、ミキシング工程では原料を混合・混練するバッチ式ミキサ（以下、

BBミキサという）と、そのミキサで混練されたゴム原料を押し圧延して板状に加工するローラヘッド型2軸押出機（TSR）を製造販売している。また加硫工程の設備としてはタイヤの大きさに合せた各サイズのタイヤ加硫機を、さらに検査・仕上げ工程では製品タイヤの品質や耐久性を測定するユニフォミティマシンやタイヤ試験機などの各種試験装置を製作し顧客へ納入している。

本稿ではとくに、そのゴム使用量が最も多く大量生産される製品であるタイヤの製造プロセスと、それにかかわる当社のオンリーワン製品である各種の生産設備について解説する。

#### 1. BB ミキサ®

##### 1.1 BB ミキサの構造

BBミキサの構造は図2に示すように、原材料を投入するホッパ部と、その下部に配置され内部にロータを有する混練室からなり、ウエートにより投入材料を混練室内に押し込む構成となっている。

混練室は、平行配置されたロータを取囲む字型の空間を有している。この混練室の中で2本のロータが原料を噛込み、ロータ先端と混練室内ケーシング壁面との間で生じるせん断力によって原料の混合、混練を行う（図3）。混練が終了すると混練室下部の排出ドア（Drop Door）を開くことによって混練物を排出する。

混練機には、ただ単に「混ぜ合わせる」だけでなく、分子レベルにおいて「ゴム分子の間に、他の補強材や薬品などの分子を練込む」作用が求められ、一般にゴム業界ではこの「混練」という言葉が使用される。

すなわち、ゴム混練機的主要な目的としては、

- 1) 様々な物理的特性を持つゴム配合を作り出すため、各種ゴム原料に補強材（カーボンブラック、シリカなど）や、可塑剤、老化防止剤に加え、ゴムの性能

\*機械エンジニアリングカンパニー 産業機械事業部 産業機械技術部

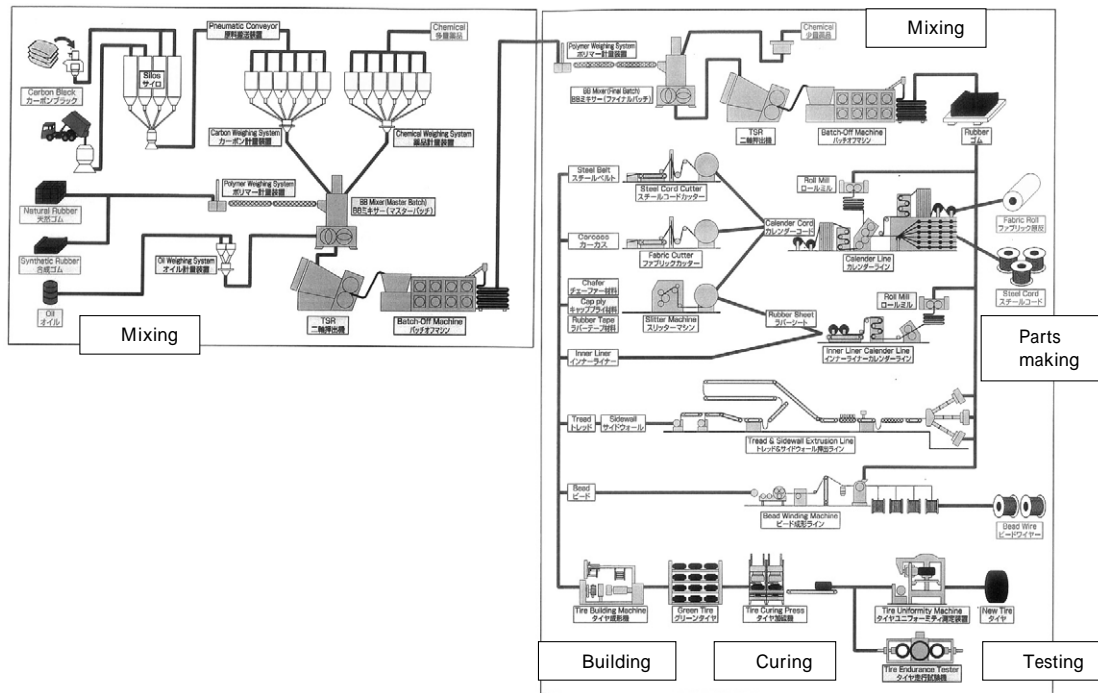


図1 タイヤ製造工程  
Fig. 1 Tire manufacturing process

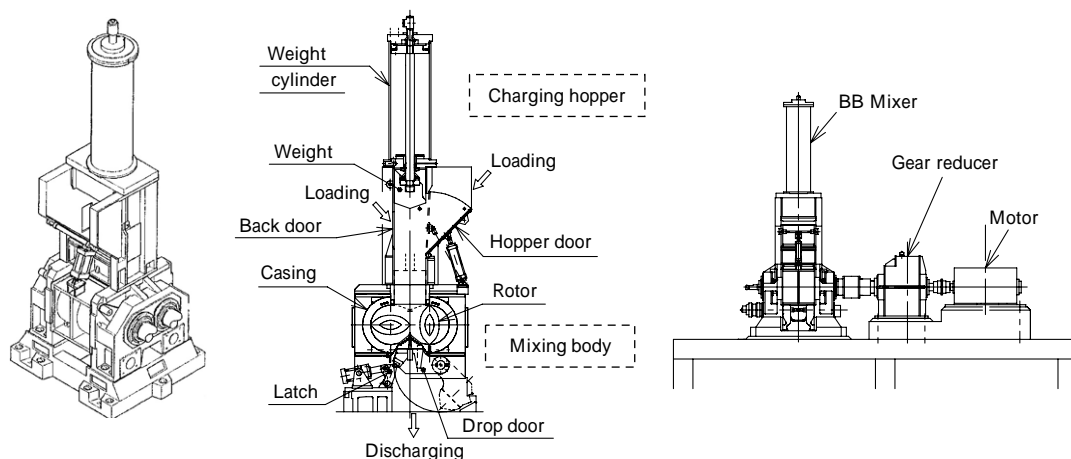


図2 BB ミキサの3次元図およびレイアウト図  
Fig. 2 Three dimensional illustration and layout of BB Mixer

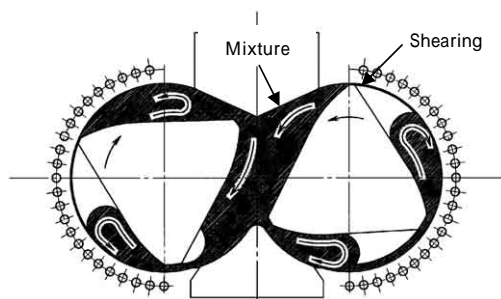


図3 混練室内イメージ  
Fig. 3 Section of mixing body

を増強する特性付与剤などの各種原料や薬品をゴム高分子の中へ分散させる，化学的反応を起こさせるための混練を行う。

- 2) 上記のゴム配合が，原材料の偏りなどによるバラツキがなく「均一」になるよう，材料を混合・分散させる。

3) 加硫工程での加工性や最終製品の物性を確保するためのゴムの硬さや粘度の調整を行う。

ゴム材料は，その各種特性や上記の製品用途上の硬さあるいは弾性（粘度に関係する）を得るために複数回の混練を必要とすることが一般的であり，ゴム原料の可塑化を目的とした混練や補強材を混ぜ込む混練，最終的に後工程以降で加硫反応をさせるための加硫剤や加硫促進剤などを混ぜ込む混練など，その配合およびステージに合わせて混練機の運転方法や制御が決定される。

### 1.2 BB ミキサの混練性能

多種多様な配合があるゴム製品の材料に対して，適切な混練を行うための性能を決めるにあたっては，ロータの形状が最も重要になる。

ロータは，回転運動によって混練室内ケーシング壁面との間でゴム配合をせん断する効果によって混練を行う。これを分子レベルで見た場合，ロータは，高分子であるゴム原料の中に添加剤を数十～数 $\mu\text{m}$ で分散させる

作用を担っている。

ロータは軸方向にねじれた形状の翼を持ち、その翼の数やねじれ角度、ロータ翼の先端と混練室内壁面の隙間（以下、チップクリアランスという）などの様々な要素の違いにより、ゴム配合に対する分子レベルで見たせん断や分散の効果が異なってくる。このため、どのような形状の混練翼をどのように配置するかによってロータの性能が決まるといえる。

当社ではこの数十年、顧客であるタイヤメーカーやゴム工業製品メーカーの実際のゴム配合を用いた共同開発などを進めてきた。そして、こうした共同開発を通じて、様々なゴム配合に有効な混練性能を持つロータを開発してきた。

### 1.3 ミキサロータ

上記のように、混練性能を決定する最も重要な要素はロータの形状である。図4は、国内のタイヤメーカーと共同で開発した4WHロータである。30年以上前の比較的シンプルな形状のロータをベースに、混練材料のより一層の均一化性能の向上を図っている。

4WHロータはその混練性能が高く評価され、当社の標準ロータとして国内外のタイヤメーカーおよび一般工業用品メーカー、また樹脂製品のメーカーなどでも数多く採用されてきた。

一方、近年では混練材料の変化・多様化に伴い、新材料の登場やさらなる高品質化、生産性向上に対する顧客要求がある。そうした要求にこたえるべく、4WHロータよりも混練性能を高めた6WIロータ（図5）を開発した。このロータは、6翼で当社のオンリーワン技術であるVCMT（Various Clearance Mixing Technology）という、S・M・L（S：Small，M：Middle，L：Large）の3種類のチップクリアランスを持つ。4WHロータに代わる

新たな標準ロータとして顧客に評価され、近年その納入実績を伸ばしている。

また、配合材料の変化・多様化に伴い、バッチ内の均一性をより向上させる必要のあるものや、混練中の温度条件に敏感なゴム配合などが登場し、その温度上昇速度を低く抑えたいという要求も増えてきている。これに対応するロータとして、4翼ではあるが4WHと異なる特性を持たせた4WNロータ（図6）を開発し、販売している。

これらのロータは、基本的にチップクリアランスでのせん断作用において混練を行うことから接線式ロータと呼ばれる。これとは別に、接線式と比べロータ外径を大

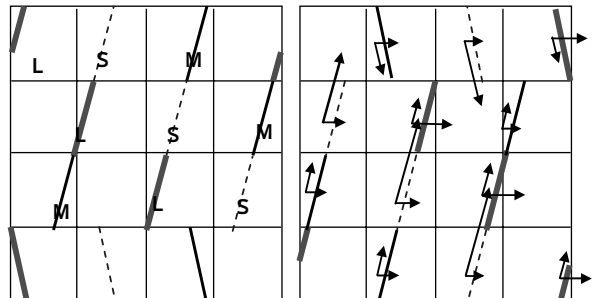


図5 6WIロータとその翼展開図  
Fig. 5 6WI rotor and wing arrangement

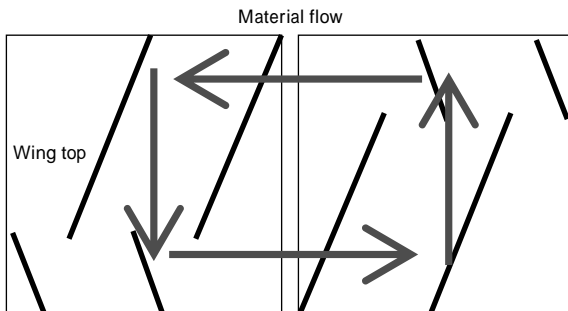
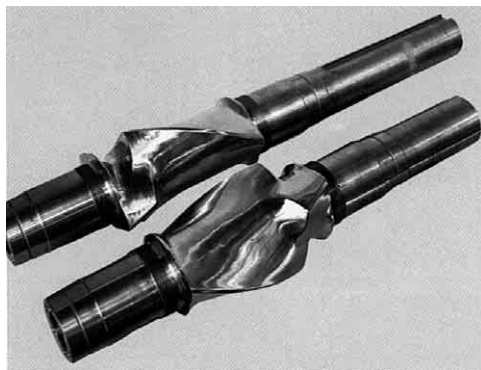


図4 WHロータとその翼展開図  
Fig. 4 4WH rotor and wing arrangement

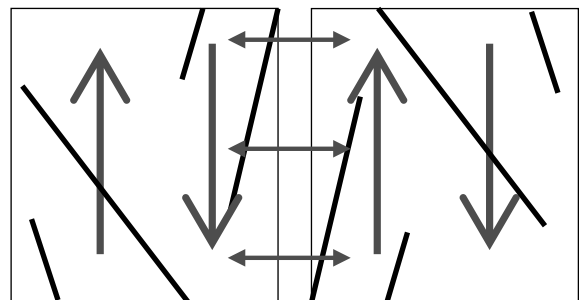


図6 4WNロータとその翼展開図  
Fig. 6 4WN rotor and its wing arrangement

きくとり、2本のロータをかみ合わせることで冷却面積を増やし、ロータ間での混練効果を狙ったものとしてかみ合式ロータと呼ばれるものがある。工業用ゴム製品配合の混練用途であり、当社はこのかみ合ロータ（図7）も独自開発し、顧客の需要にこたえている。

#### 1.4 油圧ウエート

ミキサの生産性を向上させるには、原材料をより早く混練室内に投入してより早くロータにかみ込ませ、サイクルタイムを短縮することによって可能となる。

当社では、従来のエアシリンダ式に代えて油圧を用いて原材料を混練室に押込むウエートの機構を開発した。この油圧ウエートは、サイクルタイムの短縮に寄与するだけでなく、圧縮時のエネルギー効率の悪いエア式に比べ、非圧縮の液圧を利用することで消費エネルギーを約80%も低減できることが実証されている。このため、新規のミキサへの適用はもとより、従来機のアウエートからの置換えとしての需要も高く、近年、多くの顧客に採用されている（図8）。

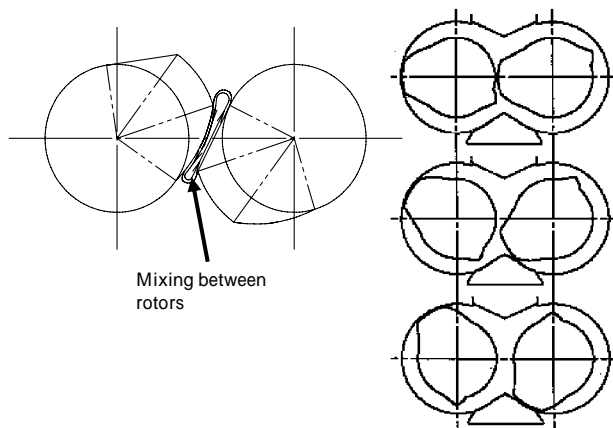
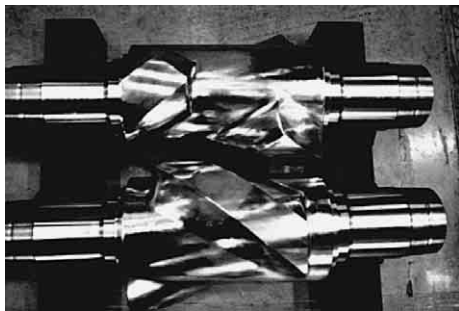


図7 かみ合ロータとその位相ごとの混練イメージ  
Fig. 7 Intermeshing rotors and their orientation images

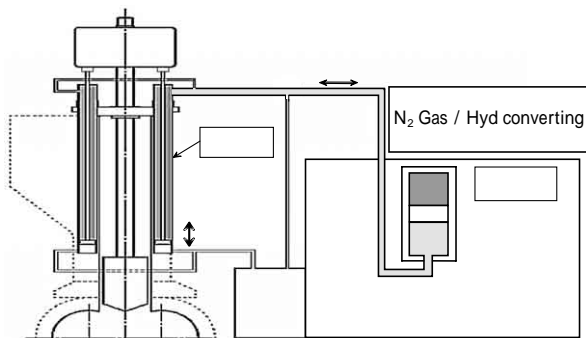


図8 油圧ウエートの概略  
Fig. 8 Schematic of oil hydraulic weight

## 2. TSR (Twin Screw Roller Head Extruder)

ミキサで混練されたゴム配合は、ミキサ下部のドアから排出されて次の工程に移る。排出されたゴム配合は塊（ブロック）状であり、次工程以降でのハンドリングのためにはこれを圧延して板状（シート状）に加工する必要がある。従来はオープンロールと呼ばれる装置でシート化の処理がなされていたが、これは開放式の機械の上で熟練を要する作業者の手作業によって処理される機械であった。また、粉じんやゴムくずなどが周囲の環境に飛散するうえに作業者の負担の大きい危険な作業であったことから自動化の要求が高かった。この需要を受けて当社では、押出機と圧延ロールを一体化した形の装置であるTSRを開発し、モデルチェンジを重ねながら段階的に改善を加え、20年以上にわたって販売してきた。

### 2.1 TSRの特徴

最新型TSRの構造を図9に示す。ミキサは一般的に建屋の中2階部分に設置されることが多いが、このTSRはそのミキサの下部に配置する。ミキサから落下排出されるゴム配合ブロックを密閉式のシュートを通じて直接2軸スクリュ押出機部分で受入れ、押し出し・圧延することによって全自動でシート化する機構を有している。押出機は運転中にその押出圧力をモニタしながら制御する必要があるが、当社のTSRではゴム材料と非接触で圧力をモニタ・制御し、押出機と圧延ロールのバンク部分といわれるスペースを完全密閉式にできるオンリーワン技術を開発した（図10）。この技術開発によって押出機前方

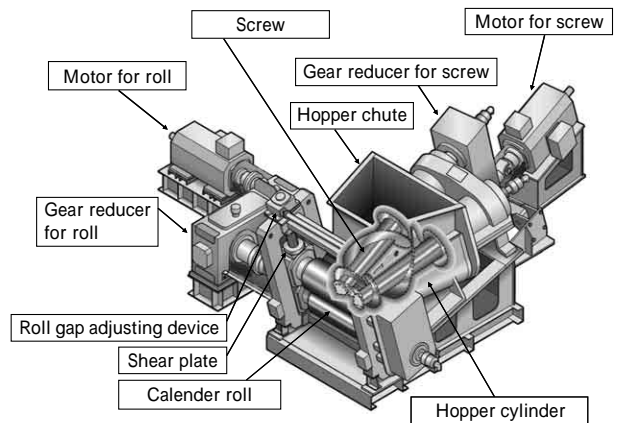


図9 TSRの構造  
Fig. 9 Construction of TSR

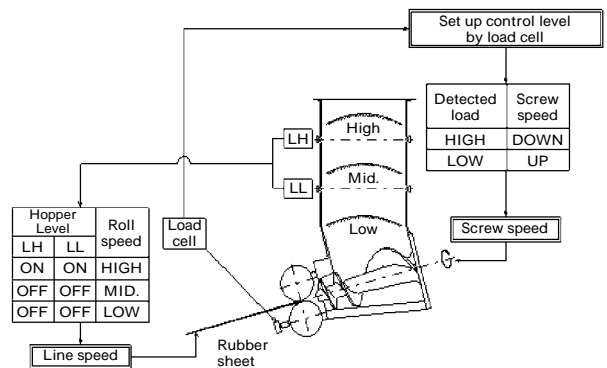


図10 非接触式バンク圧力コントロール  
Fig.10 Non-contact pressure sensing control

の圧縮ゾーンを短くとることができ、これが駆動モータの小型化につながった。さらにその低動力化は駆動時のゴム材料の発熱を抑えてシート化することを可能にしたうえで、消費エネルギー低減につながっている。

この TSR は、ゴム製品製造工場における省人化と省エネルギーを両立させた装置としてミキサと同様に多くの顧客に採用されている。また安全面および環境面の改善のため、旧式オープンロールからの置換えとしての需要も多い。いまや、ミキサと並ぶ当社の主要メニューとなっており、国内外の多数の顧客の工場稼働している。

### 3. タイヤ加硫機

タイヤ加硫機は、グリーンタイヤと呼ばれるタイヤの半製品（生ゴム）を金型に入れて加圧・加熱し、ゴムの架橋反応を行わせて弾性のあるゴムに変えるとともに踏面模様（パターン）をつけるための装置である。このとき、ゴムとタイヤの補強材である繊維の接着反応も同時に起り、ゴムと繊維の複合体として製品が完成する。

当社は、米国からの技術導入によって1958年に製作した機械式タイヤ加硫機1号機以来、独自の開発を積み重ね、50年余りの歴史と7,500台以上の製作実績を誇っている。

#### 3.1 油圧式タイヤ加硫機

油圧式タイヤ加硫機は、タイヤの高品質化に向けた顧客からの加硫機の精度・性能の向上要求に基づいて開発した。金型の締付および開閉機構に油圧シリンダを使用しており、モータや減速機を使用したクランク機構を採用する機械式タイヤ加硫機と比べて精度・性能面で優れる。

油圧式タイヤ加硫機は締付力を受ける金型の構造によって数種の形式に分類される。現在主流となっている形式として、3本または4本の柱によって上下構造体を締結するロッドロック方式や、フレーム全体で締付力を受ける直圧方式と呼ばれるものがあり、いずれも垂直開閉動作を行う構造である。上金型がほぼ垂直に傾いてプレス後方に全開する機械式に比べて上下金型の同心度、平行度の狂いが少なく、とくに割金型の使用に適している。また、ロッドロック方式では加硫機の締付力はフレームの影響を受けない構造になっているため、均一な締付力分布が得られるという特徴がある。

一方、油圧式加硫機では、金型交換やメンテナンスなどで加硫機開時に機内に入る場合、真上に金型や作動部があるため機械式に比べて安全性を考慮した設計を行っている。

現在は、高生産性や省力化、低コスト化、低ランニングコスト化を実現した油圧式タイヤ加硫機 CUREX-S1<sup>®</sup> を製作している。シンプルな構造でありながら最新機能を装備しており、乗用車用からトラック・バスタイヤ用まで豊富な機械サイズをラインナップしている。それぞれのサイズごとに左右キャビティ共通駆動機と独立駆動機がある（図11）。また、据付ピットが不要な CUREX-S1S<sup>®</sup> もある。

#### 3.2 その他大型加硫機

近年、乗用車用タイヤ向け加硫機の需要は、精度のよ

い油圧式（垂直開閉式）へと移行してきている。しかしながら、大型建設車両用加硫機は、タイヤ金型が重いうえに、製品を取出す際には建屋内の天井走行クレーンを使用することから、プレス開時に真上に稼働部がない機械式が主流である。

例えば、95（インチ）CUREX-B<sup>®</sup> では、外径約2mまでのタイヤを製造することができるほか、130”、165”の製作実績がある。さらに、ポットヒータ（加硫缶）対応であれば5m超のタイヤを加硫するものまで対応可能であるなど、幅広い製作実績を誇っている（図12）。

#### 3.3 今後の動向

金型を外側から加熱する方法として、現在まで一般的に蒸気が使用されている。一方、グリーンタイヤ内面を加熱、加圧する方法として、

蒸気 - 温水方式

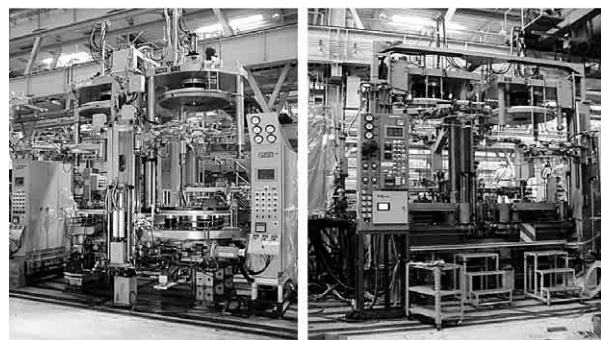
蒸気 - 蒸気方式

の二つの方式が開発されている。現在では、省エネルギー対策として、温水や蒸気を使用する代わりに不活性ガスである N<sub>2</sub> ガスを使用する

蒸気 - N<sub>2</sub> ガス方式

が主流になってきている。

また、加硫機で使用される蒸気は、屋外に設置された蒸気発生用のボイラから配管を通して供給されるため、



Size (Shield ID)	Bead dia.	Max tire OD	Max tire width
42"	12 ~ 17"	750mm	300mm
47"	13 ~ 18"	830mm	330mm
51"	15 ~ 20"	900mm	350mm
65"	15 ~ 23"	1,200mm	510mm

図11 油圧式タイヤ加硫機の機種とサイズ  
Fig.11 Series and sizes of hydraulic curing presses

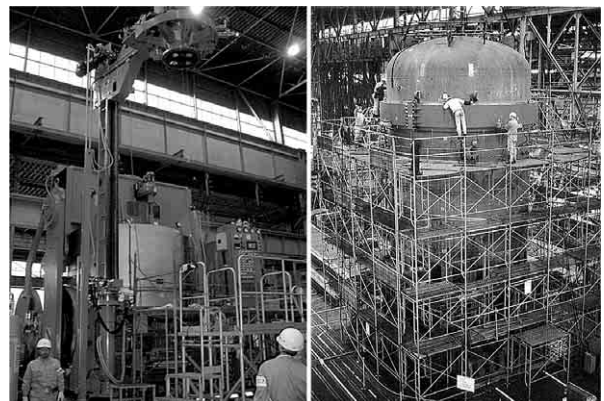


図12 95" CUREX-B とポットヒータ  
Fig.12 95" CUREX-B and pot heater

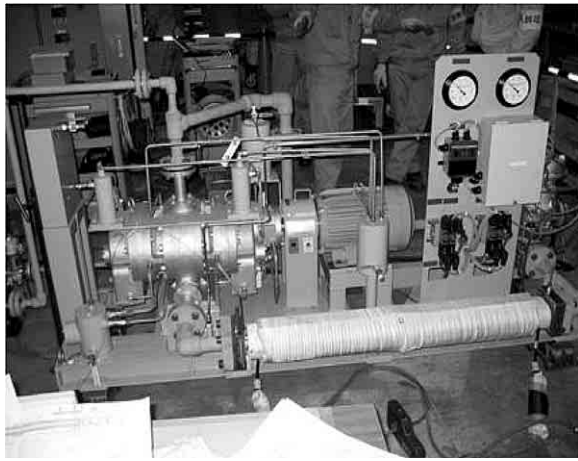


図13 N<sub>2</sub>ガス加硫システム  
Fig.13 N<sub>2</sub> Gas curing system

配管からの放熱による大きなエネルギーロスが生じている。当社は、さらなる省エネルギー対策、タイヤ製造コスト低減を進めるに当たってこの点に着目し、蒸気を使用することなく金型を外部から加熱する誘導加熱（IH）方式や、グリーンタイヤ内面の加熱、加圧に対しても誘導加熱によって加熱したN<sub>2</sub>ガス使用するホットガス循環方式（図13）の研究開発を進めている。

#### 4. タイヤ試験機

当社は、タイヤメーカーの最終検査・仕上げ工程で使用される検査装置であるタイヤユニフォミティマシンを1967年より製作販売しており、これまでに530台以上の販売実績がある。本章では、多品種少量生産ラインの全自動化に貢献している全自動リム交換装置/リム幅調整装置と実験研究用の高速タイヤユニフォミティマシン及び建設車両用大型ドラム試験機を対象に、最新型タイヤユニフォミティマシンの特徴を解説する。

##### 4.1 タイヤユニフォミティマシンについて

タイヤは、ゴムや化学繊維、スチールコードなど各種材料を積層して造られているため、寸法や重量、剛性の不均一が存在する。こうした不均一に起因して、路面からの不均一な反力がタイヤの回転に応じて発生する。こうしたタイヤに生じる反力の不均一性を総称してタイヤユニフォミティという。

タイヤユニフォミティ試験は、日本ではJIS D 4233で規定されており、タイヤメーカーはその規定に基づいたタイヤの検査を行っている。

タイヤユニフォミティマシンは、測定するタイヤを取付けるタイヤ回転軸と、この軸と平行な回転軸をもつ代用路面となるドラムを備えている。ユニフォミティ試験では、このドラムをタイヤに押しつけ、両軸の間隔を一定に保持し、一定速度で回転させた時にドラムが受けるタイヤからの反力を測定する（図14）。

検査・仕上げ工程では、単にタイヤのユニフォミティを測定するだけでなく、タイヤの形状、表面の凹凸検査およびタイヤのFV（Force Variation）修正加工も実施されている。またこれらの検査データは製品の管理データとして活用されるのみでなく、品質情報として分析する

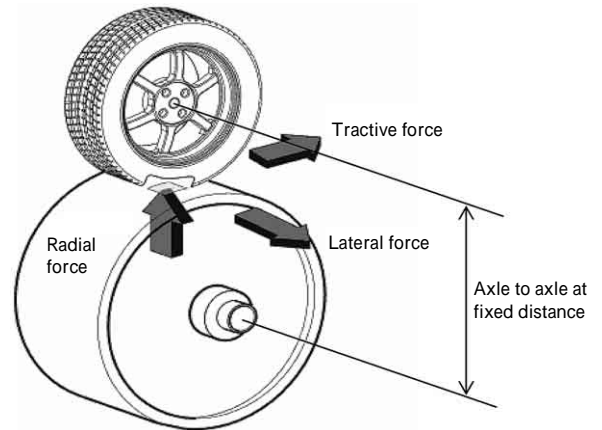


図14 タイヤユニフォミティマシンによって測定する反力  
Fig.14 Reaction forces measured by tire uniformity machine

ことにより、タイヤ生産の上流工程の品質改善に役立てられている。

##### 4.2 基本仕様

最新の主力機種である Model : PC-U XR-P6 は、乗用車タイヤの生産ライン測定用タイヤユニフォミティマシンであり、Model : TB-U XR-P2 はトラック・バス用タイヤの生産ライン測定用のユニフォミティマシンである。両機共に自動リム交換装置/リム幅調整装置の機能を搭載した全自動ユニフォミティマシンである。両モデルの基本仕様および外観を、それぞれ表1、図15に示す。

##### 4.3 自動リム交換装置/リム幅調整装置

近年、タイヤの構造や形状の変化・発展は目覚しく、とくに大型化、偏平化が進んでいる。タイヤの生産ラインも多品種少量生産に適したライン構成に変化してきている。検査工程では従来、測定するタイヤサイズごとに測定検査ラインを決定し、加硫機より搬出されたタイヤを検査ラインに流す前段階で測定サイズごとに分類した後、まとめて検査ラインに流していた。しかしながら、

表1 タイヤユニフォミティマシン基本仕様  
Table 1 Specification of tire uniformity machine

Model	PC-U XR-P6	TB-U XR-P2
Bead rim diameter	13-18 inches	17.5-24.5 inches
Tire outside diameter	500-850mm	710-1,254mm
Tire width	160-380mm	165-700mm
Load	Max. 10,000N	Max. 60,000N
Drum diameter	854mm	1,600mm
Drum width	400mm	750mm
Test speed	60r/min	60r/min
Auto rim change time	28s	120s
Auto rim width adjustment time	3s	65s
Measurement item		
Radial force variation	RFV	
Lateral force variation	LFV	
Radial 1st to 10th harmonic	RFV1H - RFV10H	
Lateral 1st to 10th harmonic	LFV1H - LFV10H	
Lateral force deviation	LFD	
Conicity	CON	
Plysteer	PLY	
Radial Runout	RRO	
Latetal Runout	LRO	
Bulge/Dent	Bulge/Dent	

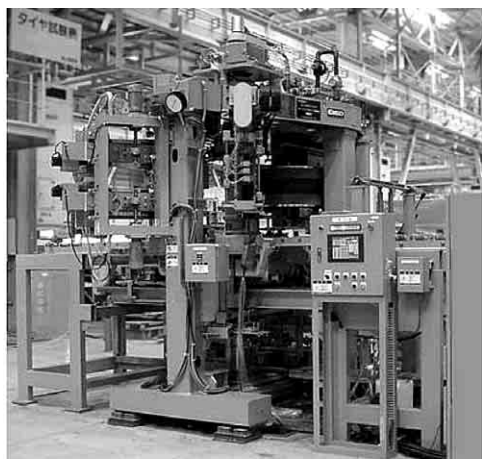


図15 タイヤユニフォミティマシン  
Fig.15 Tire uniformity machine

多品種少量生産が定着してきたことから、加硫機で生産されたタイヤを従来のように測定サイズごとに大量にまとめることが困難になってきた。このため、少量をまとめるかあるいは検査ラインに直接流してランダム測定するようになってきている。

タイヤユニフォミティマシンは、精密リムというタイヤユニフォミティマシン専用の非常に精度の高いリムで測定する必要があり、従来、測定するタイヤのサイズや幅に合わせて精密リムを交換して測定していた。検査ラインが多品種少量生産対応になるのにしたが、顧客からはリム交換の完全自動化が求められるようになった。このため当社は、1982年にまずタイヤのサイズごとにリムを自動で交換する全自動リム交換装置を世界に先駆けて開発した。さらに1990年には、タイヤの径の変更に加え、タイヤの幅も自動で調整できる装置を開発し、完全自動化のタイヤユニフォミティマシンを完成させた。現在のPC-UXR-P6は、タイヤを測定する時間および自動リム交換時間をさらに短縮させ、高スループットを実現している。

自動リム交換装置の特徴は、スピンドル軸にマグネットを内蔵させ、測定用の精密リムをマグネットで固定することによって非常に短い時間での交換を可能としている点にある。一方、自動リム幅調整装置では、下スピンドルにリム幅調整用の油圧シリンダを内蔵させており、これによってサイクルタイムに影響を及ぼすことなく測定タイヤの幅を自動で調整することが可能となった。

トラック・バス用ユニフォミティマシンにおいても乗用車用と同様のマグネットを組込んだスピンドルの採用により、自動リム交換装置/リム幅調整機能を搭載したP2機を1999年に世界で初めて開発した。さらに近年では、トラック・バス用タイヤの生産技術が発達し、従来片側2本あったタイヤを1本にした超偏平タイヤが登場したため、リム幅調整範囲を従来の2倍の8"にまで拡大させて対応している。

## 5. 高速タイヤユニフォミティマシン：100D26-LH

前述したタイヤユニフォミティマシンは、JISで規定されたタイヤの回転速度(60r/min)で測定されている。しかし、この回転速度を車両走行速度に換算すると約8km/hと非常に低速であり、実走行時に発生するタイヤユニフォミティ成分を正確に予測できないという問題がある。そこで、実走行速度領域が正確に測定できる高速タイヤユニフォミティマシンの開発を進め、製品化した。

### 5.1 基本仕様

Model: 100D26-LHは、タイヤの実験、研究を目的とした実験研究用の高速タイヤユニフォミティマシンであり、高精度、高性能、高剛性をコンセプトとした試験機である。表2に100D26-LHの基本仕様を、また図16に外観を示す。

### 5.2 機械構成

100D26-LHの機械構成は、高速測定に耐える高剛性をとくに意識した構造となっており、タイヤスピンドル軸を固定側としドラム軸を駆動側とした。また、機械本体の固有振動数がタイヤの回転数に基づく振動数と一致すると共振現象が起こり、正しい測定ができない。このため機械本体は、測定領域より十分に高い固有振動数を持つ必要がある。そこで構造最適化を行った結果、380Hz以上の高い固有振動数を達成することができ、外径0.7mのタイヤを速度100km/hで測定した場合で最大10次振動まで安定した測定が可能であることが理論的に裏付け

表2 高速タイヤユニフォミティマシン基本仕様  
Table 2 Specification of high speed tire uniformity machine

Speed	Max. 200km/h
Bead rim diameter	13-26 inches
Tire outside diameter	550mm-1,000mm
Tire width	Max. 350mm
Load	Max. 15,000N
Test pressure	Max. 0.6MPa
Drum diameter	1,707.6mm
Drum Width	400mm
Natural frequency	380Hz or more
Measurement item	
Radial force variation	RFV
Lateral force variation	LFV
Tractive force variation	TFV
Radial 1st to 10th harmonic	RFV1H - RFV10H
Lateral 1st to 10th harmonic	LFV1H - LFV10H
Tractive 1st to 10th harmonic	TFV1H - TFV10H
Lateral force deviation	LFD
Conicity	CON
Play-steer	PLY
Unbalance	

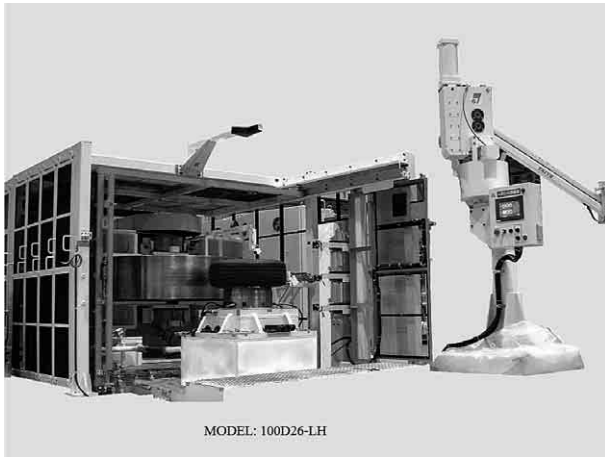


図16 高速ユニフォミティマシン  
Fig.16 High speed uniformity machine

られた。

タイヤ反力の計測は、本装置用に開発した3分力センサ付きスピンドルによって、ラジアル(タイヤ径方向)、ラテラル(タイヤ幅方向)、およびトラクティブ(接線方向)の3方向の力信号が正確に測定できる。信号処理は当社が開発したFV(Force variation)アンプによってDC成分の分離を行い、また後段のアナログ-デジタル変換(以下、AD変換という)での変換精度向上のためにAC成分信号(RFV: Radial force variation, LFV: Lateral force variation およびTFV: Tractive force variation)の増幅も合わせて行っている。本高速ユニフォミティマシンは、低速度から高速度(20~2,300r/min)まで任意の速度での測定が可能なローパスフィルタも採用した。

また、生産用の高速タイヤユニフォミティマシン; 100D26-PHも開発済みである。

## 6. 建設車両用大型ドラムタイヤ試験機: OR-DX2-CS

近年の鉱山資源の大幅な需要増に伴い、建設車両の大型化とともに超大型建設車両用タイヤの要求が高まってきている。こうした超大型タイヤの開発、品質試験のニーズにこたえ、当社は世界最大である7mドラム試験機を開発した。

本装置はタイヤメーカーにおいて既に活用されており、超大型建設車両用タイヤの実験開発に大いに貢献している。

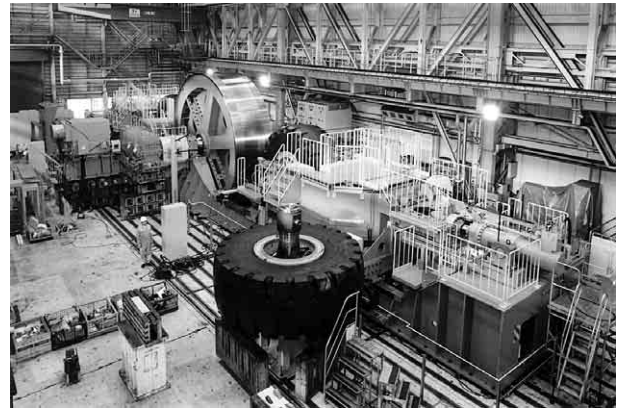


図17 大型ドラムタイヤ試験機  
Fig.17 Tire testing machine with large drum

### 6.1 基本仕様

図17にModel: OR-DX2-CSの全容を示す。本試験機では、最大外径4.9mまでのタイヤが測定可能である。

機械構成は、1ドラム2ポジションの試験機装置となっており、それぞれのポジションが独立して直進試験、スリップ角/キャンバ角の俯角(ふかく)試験が可能である。ドラムは直径7m、幅2mであり、ACインバータにより最大20Km/hまで速度制御が可能である。

また、油圧サーボ方式による最大2,700kNまでの安定した高精度な荷重制御を実現している。

スリップ角/キャンバ角の俯角試験は、 $\pm 5$ 度まで角度をつけることが可能である。両角度共に速度制御が可能となっており、スリップ角度は最大1.8度/S、キャンバ角度を最大0.8度/Sで精度よく制御することができる。さらに本試験機は、タイヤのサイドフォースを測定する機能を有している。

むすび=近年における環境対策、とくにCO<sub>2</sub>排出量の削減に向けて、自動車の燃費向上は至上命題となっている。そうした背景から、タイヤに対してもその転がり抵抗の低減や軽量化などが課題となっており、タイヤメーカーではより抵抗を抑える新材料の使用やタイヤ製法の改善が日々行われている。当社も、そうしたタイヤの進化に伴う顧客ニーズに合せ、既存メニューのタイヤゴム機械の改善はもとより、新メニューや新型機種を開発を続けている。