

振動を応用した油圧応用商品の紹介

Hydraulic Vibration Applied Products

キーワード

振動、応用商品、打抜き、コイニング、圧縮成形、低級振動、(バイプロプレス)、
(バイプロNII)、(VIB-G)

油圧事業部営業部
奥村利賢

■ 摘要

不二越の油圧応用商品は、1959年来工作機、鍛圧、製鉄機械や一般産機で培ってきた油圧サーボシステム技術をもとに油圧振動商品を開発して来た。

本報では、振動を積極的に利用した新しい加工方法と応用機械について紹介する。

■ Abstraction

Since 1959, NACHI-Fujikoshi Corp., cultivating the hydraulic servo system technology for the machine tool, the forging machine, the steel machine and the general industrial machine, and now developed the hydraulic vibrating machine.

With this report, we introduce the vibration utilized new machining method and the it's applied machine.

1. はじめに

不二越では1959年来、設備機械で培ってきた油圧サーボシステム技術をもとに、東京大学生産技術研究所と共同で、振動を利用した新しい油圧振動応用商品を開発してきた。図1に示すように工業用プラスチックの穴あけ、外形抜きを対象とした複合材振動加工機、均一で密度の高い粉体成形を目指した振動圧縮成形機、精密塑性加工を対象としたコイニング加工機、実機用振動試験機など様々な分野へ展開している。

これらの商品について簡単に紹介する。

2. 複合材振動加工機 (商品名：NACHI-バイプロプレス)

複合材振動加工機は、東京大学生産技術研究所の中川教授、横井助教授の研究をもとに、振動を利用した各種エンジニアリングプラスチック材の打ち抜き用加工機で、プラスチックの低熱伝導性により熱がプラスチック内にこもる特性を利用したものである。

[加工原理]

図2に加工原理を示す。加工すべきプラスチックのワークを金型の上ダイと下ダイでクランプし、次いで上パンチと下パンチでクランプする。

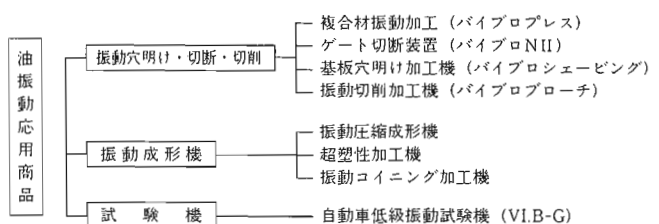


図1 油圧振動応用商品

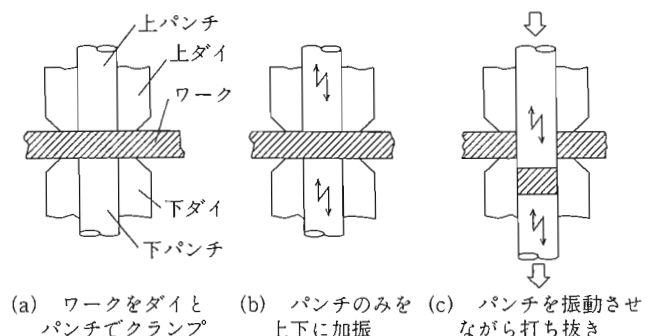


図2 バイプロプレスの加工原理

次に、一定のクランプ力を加えたまま上パンチ、下パンチを上下に低周波振動を与える。振動は、図3の概念図に示すサーボ弁を用いて与え、パンチを上下に振動させることで剪断面近辺に熱を発生させる。熱はワーク内に蓄積され、ガラス転移温度を越すと、ワークは急激に軟化する。この時点で上下パンチを一方方向に押し出し打ち抜く。打ち抜き後、打ち抜かれたワークはダイ側面で、また打ち抜かれた穴はパンチ側面で急速に冷却され、工具の表面性状（面粗さ）が転写される。

工具の表面粗さが滑らかなほど穴の面粗さも滑らかで綺麗に仕上げることができる。

図4に一般的な振動波形パターンとパンチ荷重の変化を示す。0.4秒後にアクリルのワークが熱軟化し、荷重が急激に小さくなっていることが分かる。

温度分布は図5に示すように剪断線付近の局部のみが振動により発熱する。仕上げ面は、図6に示すようにドリル加工、慣用打ち抜きと比べてレベルの高い精度が得られる。

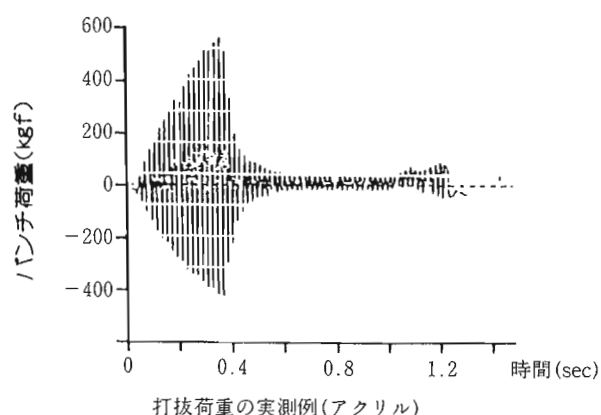
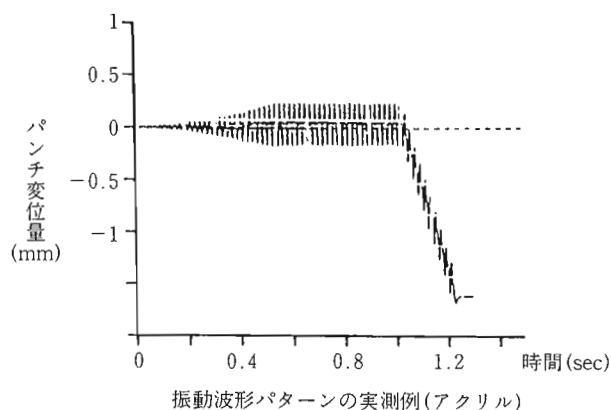


図4 振動波形パターン・打抜荷重実測例

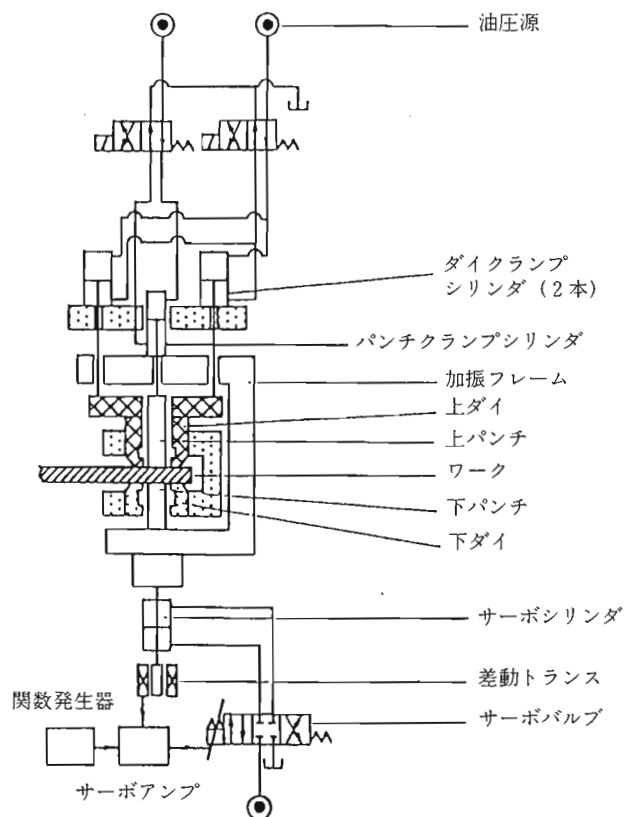


図3 動作概念図

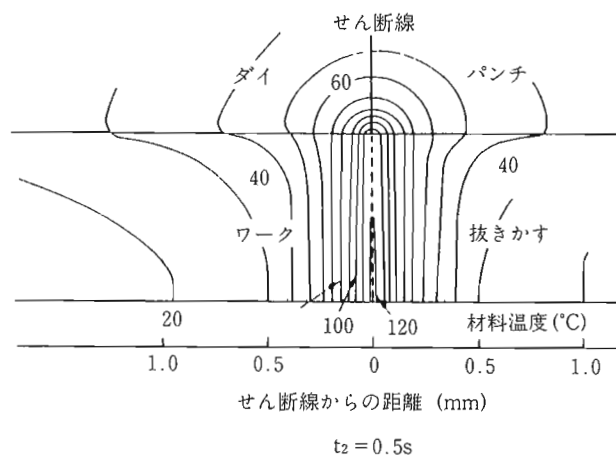


図5 剪断領域の温度分布(ガラスエポキシ)

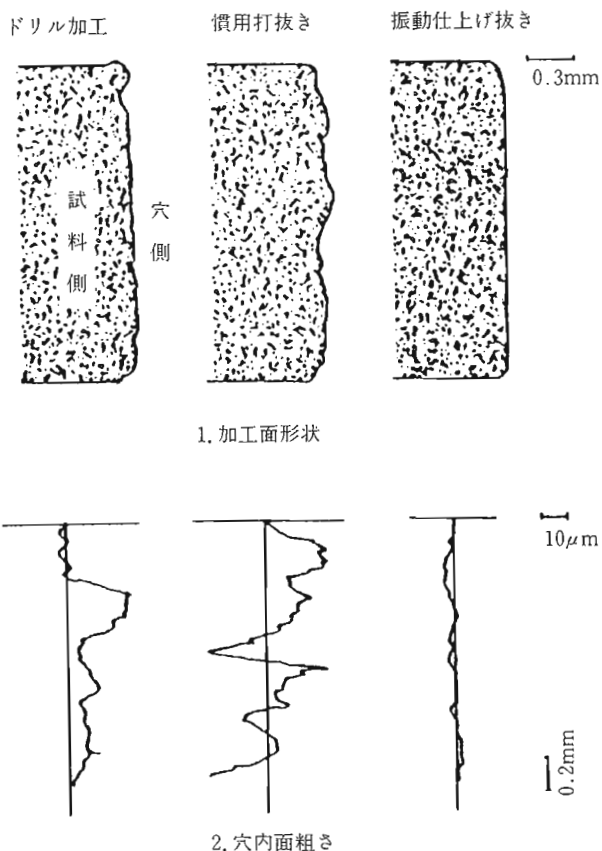


図6 仕上げ面精度の比較 (CFRP)

3. ゲート切断装置 (商品名：バイブロNII)

バイブロNIIは、バイブロプレスの原理をプラスチック成形機に応用したもので、金型内に組込まれたアクチュエータに振動を与えゲートの切断、ウエルドラインのない穴あけ、外形の仕上げ加工を一挙に行なう加工機である。

[加工原理]

図7に加工原理を示す。射出成形サイクルの保圧完了・冷却行程中に、可動側パンチと固定側パンチで成形されるゲート部材を同期させながら振動させると、ゲートの剪断面に熱が発生する。ゲート部が熱軟化した時点で図7-3のように両パンチを一方方向に押し出すと、パンチ側面が製品面に転写され、光沢のある高精度の仕上げ面が得られる。金型内で切断する方法のためゲート部を太く出来るので成形条件が幅広く取れ、ゲート厚みの変更が自由にできる。

[システム構成]

このシステムは、図8に示すようにパンチを駆動させるアクチュエータを内蔵した金型、パンチの振動数・振幅・加振時間などを制御するコントロール部、パンチに力を与え

て振動させる油圧源より構成される。

このシステムの最重要部は、パンチとアクチュエータがセットになった金型であり、その概略を図9に示す。

[加工例と精度]

一般に成形されているアクリル樹脂を、レーザ、エンドミルおよびバイブロNIIによるゲート切断時の面粗さ比較を図10に示す。

[バイブロNIIの仕様]

バイブロNIIの型式選定は、ゲートを切断する力で選定する。

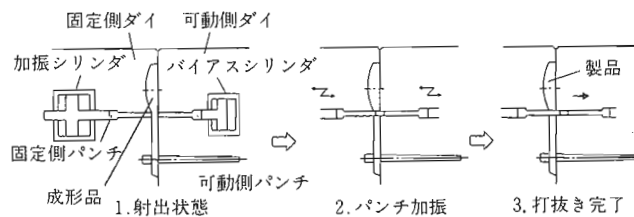


図7 加工原理図

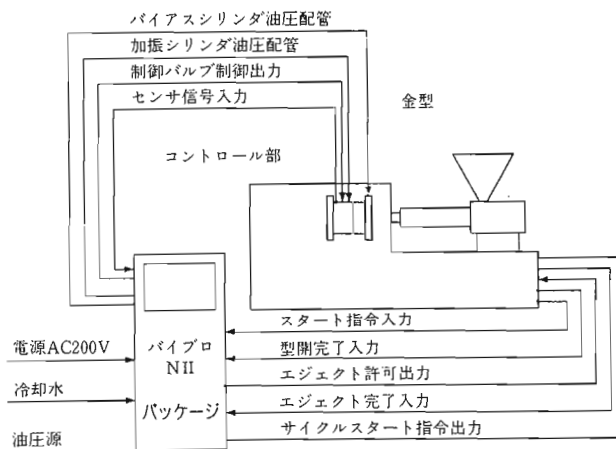


図8 システム構成図

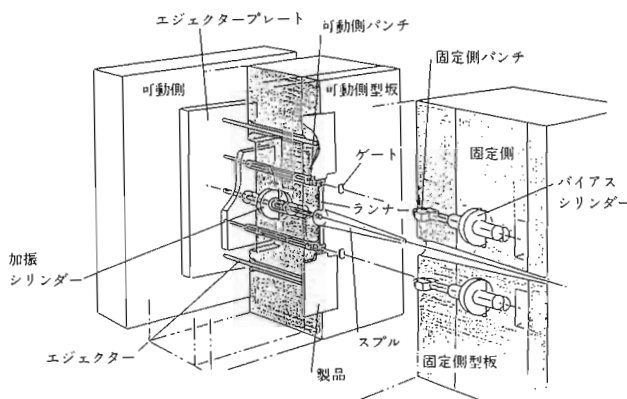


図9 金型概略図

切断力は、一般にゲートの厚さ、形状、樹脂の種類によって異なり、**図11**にアクリルの振動仕上げ抜き荷重線図を、**表1**にバイプロNIIの型式と仕様を示す。

4. 振動圧縮成形機

タイルプレスなど顆粒粉体を圧縮成形する場合、一般に金型と接している粉体の表面部は密度が上がり、内部は粉体の棚作り現象（ブリッジ）によって密度が高くない。この傾向は厚さが厚くなるほど著しく現れる。

その結果、焼成した時変形あるいは割れが生じ商品価値が無くなることもある。振動圧縮成形機は、セラミックスや金属粉末成型品あるいはクラッチ、ブレーキライニングなどの成形において密度の均一化とガス抜きを目的として開発された。

振動圧縮成形機は、複合材振動加工機同様サーボ弁にて振動を与えることが出来る構造になっている。成形時粉体に振動を付加することにより棚を崩壊し、流動性を向上させ

て、均一な成形密度が得られる。**図12**に振動圧縮成形機の概要、**図13**に変位波形パターン、**図14**に振動を与えた場合の成形体密度に及ぼす効果例を示す。

表1 バイプロNIIの型式と仕様

型式	NVG-15	NVG-25	NVG-50
加振力 (kgf){N}	1500 {15000}	2500 {25000}	5000 {50000}
ゲート最大厚み (mm)	3.0	3.0	3.0
ゲート切断面積 (cm ²)	2.0	4.0	8.0
加振周波数 (Hz)	20	20	20
電動機仕様 (kW)	3.7-4P	5.5-4P	7.5-4P
最高使用圧力 (kgf/cm ²){MPa}	(210){21}		
標準寸法 (W×D×H)	550×1100×1000	550×1250×1000	550×1350×1000
供給電源	AC200V 50/60Hz		
冷却水	一般工業水 水温 30℃以下 水质 20L/M以上		
作動油	ISO VG 46相当 一般鉱物性作動油		
付属品	フレキシブルホース L=3m 電気ハーネス L=3m 一次系配線材 L=4m 成形機との信号機 L=4m		

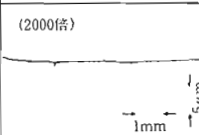
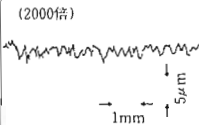
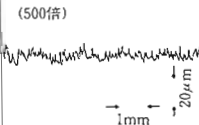
材料名	加工方法	切断面粗さ
アクリル(PMMA)	バイプロNII 振動数 20Hz 振幅 0.8mm 加工時間 2.5sec Rmax. 2.5μm	(2000倍) 
	エンドミル 回転数 1500rpm 径 φ19 送り速度 242mm/min Rmax. 5.1μm	(2000倍) 
	レーザ	(500倍)  Rmax. 17.9μm

図10 切断面の面粗さ比較

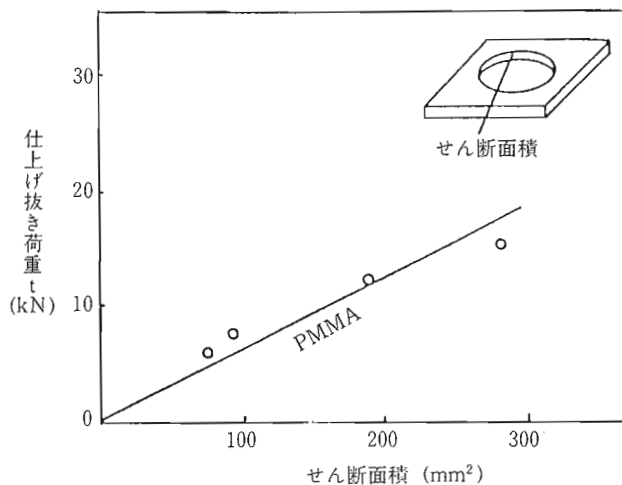


図11 振動仕上げ抜き荷重線図 (アクリル)

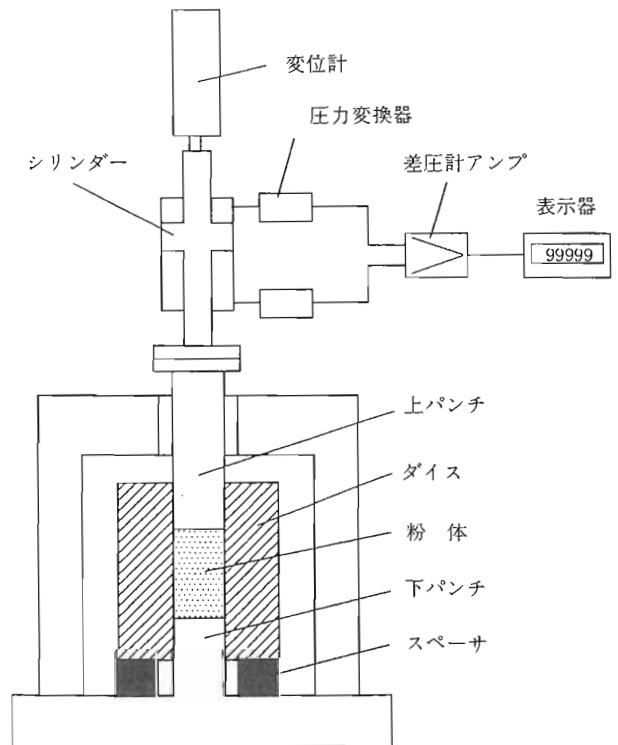


図12 振動圧縮成形機概要

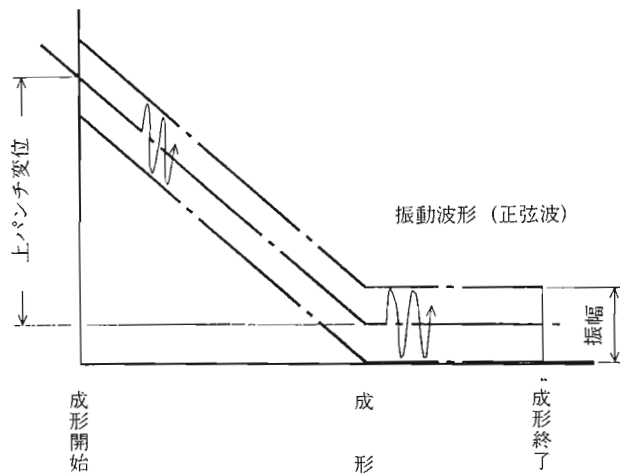


図13 変位波形パターン

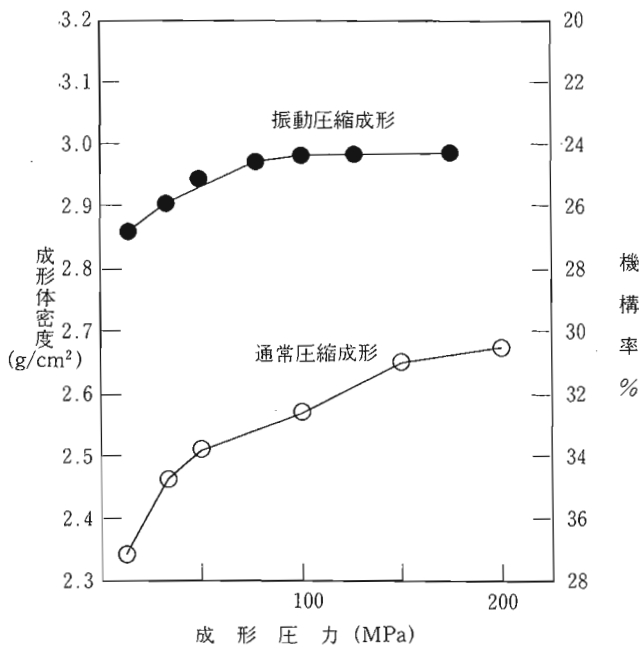


図14 成形体密度に及ぼす振動付与効果

5. 振動コイニング加工機

コイニング加工とは、例えば上下一対のパンチでダイスの間に挟まれたワークの上下両面を押し、表面に凹凸を付ける加工である。

一般のプレス加工では、プレス荷重の増加とともに凹凸の溝が深くなるが、全体形状として中央が膨らんだ太鼓状になる傾向がある。特に表面の凹凸の激しい製品を成形する場合、ワークの加工硬化のため一回のプレス作業では完全に成形できず、焼鈍、再プレスを数回繰り返す必要があった。

振動コイニング加工機は、これらの問題を解決すべく先述

表2 100TONコイニング加工機の代表特性

機械出力	$3.68 \times 10^5 \text{ N}$ (37,500 kgf)
加振力	$2.45 \times 10^5 \text{ N}$ (25,000 kgf)
振幅	max. 0.5 mm
振動数	max. 4 Hz
振動波形	正弦波
パンチクランプ圧	$9.81 \times 10^5 \text{ N}$ (100,000 kgf)
ダイクランプ圧	$11.77 \times 10^5 \text{ N}$ (120,000 kgf)



図15 コイニング加工例

した複合材振動加工機の原理を応用し、彫刻された上パンチに振動を加えながらワーク表面に押し付けることで、摩擦低減とワークの塑性流動を促進し、焼鈍工程無しで、凹凸溝の形状精度を損なうことなく忠実にコイニング加工することができる。また、コイニング加工後、外形打ち抜きも同時に行え、作業性が向上する。表2に振動コイニング加工機の代表特性を、図15にその加工例を示す。

6. 自動車低級振動試験装置 (商品名: VIB-G)

自動車の車内の異音は発生源を突きとめることが難しく、原因を探し出すには路上走行テストによって異音が発生するのと同じ状態を繰り返す必要があり時間と労力がかかった。

自動車低級振動試験装置は、こうした低級騒音(低周波の振動によって生じる騒音)の再現、解析を効率的に行なうために開発されたもので、コントロールボックスの設定ダイヤルで周波数と振幅を変化させ異音の発生個所と原因を容易に特定することが出来る。

[装置構成]

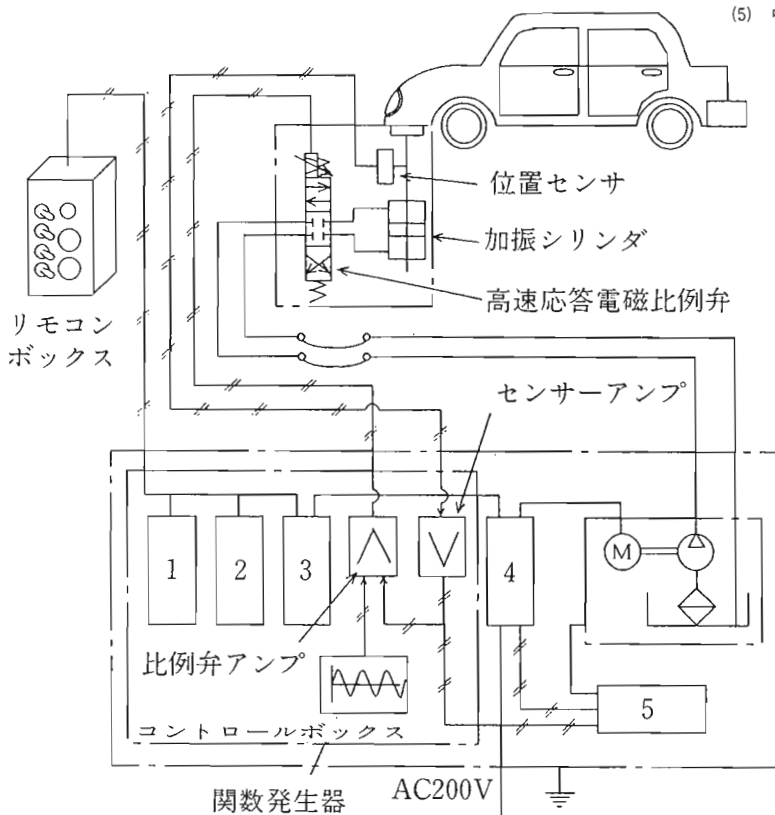
構成は、図16に示すように自動車に取付ける加振シリンダ台車、油圧パワーユニット、リモコンボックスからなる。表3に仕様、表4に一般的な騒音の種類と周波数の関係を示す。

表3 装置仕様

名称	VIB-G
重量	Max. 3,900 N
加速度	Max. 1 G
振動数	自動 1~40 Hz (ダイヤル可変) 手動 約0.2 Hz (スイッチ)
振幅	Max. ±25 mm (ダイヤル可変)
運転時間	連続30分以内 上限設定温度 62°C

表4 騒音の種類・周波数・不良化所の関係

音の種類	周波数	不良化所例
ギーギー	1 Hz	ショックアブソーバやエアアダンバの不良
ギンギン	10 Hz	バンパー取付け個所の緩み
ガダガダ、ゴトゴト	15 Hz	トランスミッション取付け個所のこすれ
ビリビリ、ビービー	25 Hz	ダッシュボード取付けボルトの緩み
ビーン	40 Hz	計器パネル取付け部の緩み



- 1. 振動数設定回路
- 2. 振幅設定回路
- 3. 電動機起動器
- 4. 電動機駆動回路
- 5. エラー表示回路

図16 装置構成

7. おわりに

バブル崩壊後、品質向上とコスト改善のため新しい加工法が求められている。

不二越は早くから、嫌われ者の振動を逆に使用した応用機械を開発してきており、新しい加工方法とし注目を浴びている。

今後さらに振動を積極的に利用することがいろいろ考えられ、ユーザからの問題提起を受け、要求に答えられるよう一層の努力を重ねていきたい。

おわりに、開発に際しご協力いただいた東京大学・横井助教授はじめ関係者の方々に感謝の意を表します。

文献

- (1) 中川, 横井; 日本機械学会論文集 (C編), 47 (422) (1981)
- (2) 横井, 中川; 昭和57年度精機学会春季大会講演会 (1982)
- (3) 横井, 中川; 振動せん断加工 生産研究 (1984)
- (4) 中村, 米岡, 八川; NACHI-NISSUIパイプロゲート (プラスチック成形技術 第7巻5号)
- (5) 中川, 張, 野口, 鈴木; 昭和62年窯業協会年会論文集



奥村利賢

1961年入社。ギャボンブ、ピストンポンプの開発に従事。昭和41年油圧システムの設計に従事。昭和61年油圧応用商品の開発に従事。平成7年油圧事業部営業部に在籍、現在に至る。