

圧入時の振動速度の測定

3-Q-17

—電動アクチュエータを用いた超音波圧入加工(3)—

◎菅原啓之, 小野聡, 青柳 学(室蘭工大), 高野 剛浩(東北工大), 田村 英樹 (山形大)

研究背景

圧入加工

- 軸と穴との保持力で固定
- 部品数を限りなく減らすことが可能
- 加工工数が少ない

問題

- 軸と穴の境界面が削れる「かじり」
- 軸が傾いて圧入される「こじれ」

超音波振動

- 摩擦力低減効果
- 寸法クリアランスの拡大効果
- 塑性加工限度の向上

解決

超音波圧入加工

- 負荷による共振周波数と振動振幅の変動
 - ➡ BLT駆動回路の作製
- 厳しいクリアランスでは完全に圧入不可能
 - ➡ 軸と穴の振動速度差を生む
 - ➡ ゴムシートの使用

超音波振動の効果と「こじれ」発生防止効果を振動速度を測定することで検証

超音波圧入装置

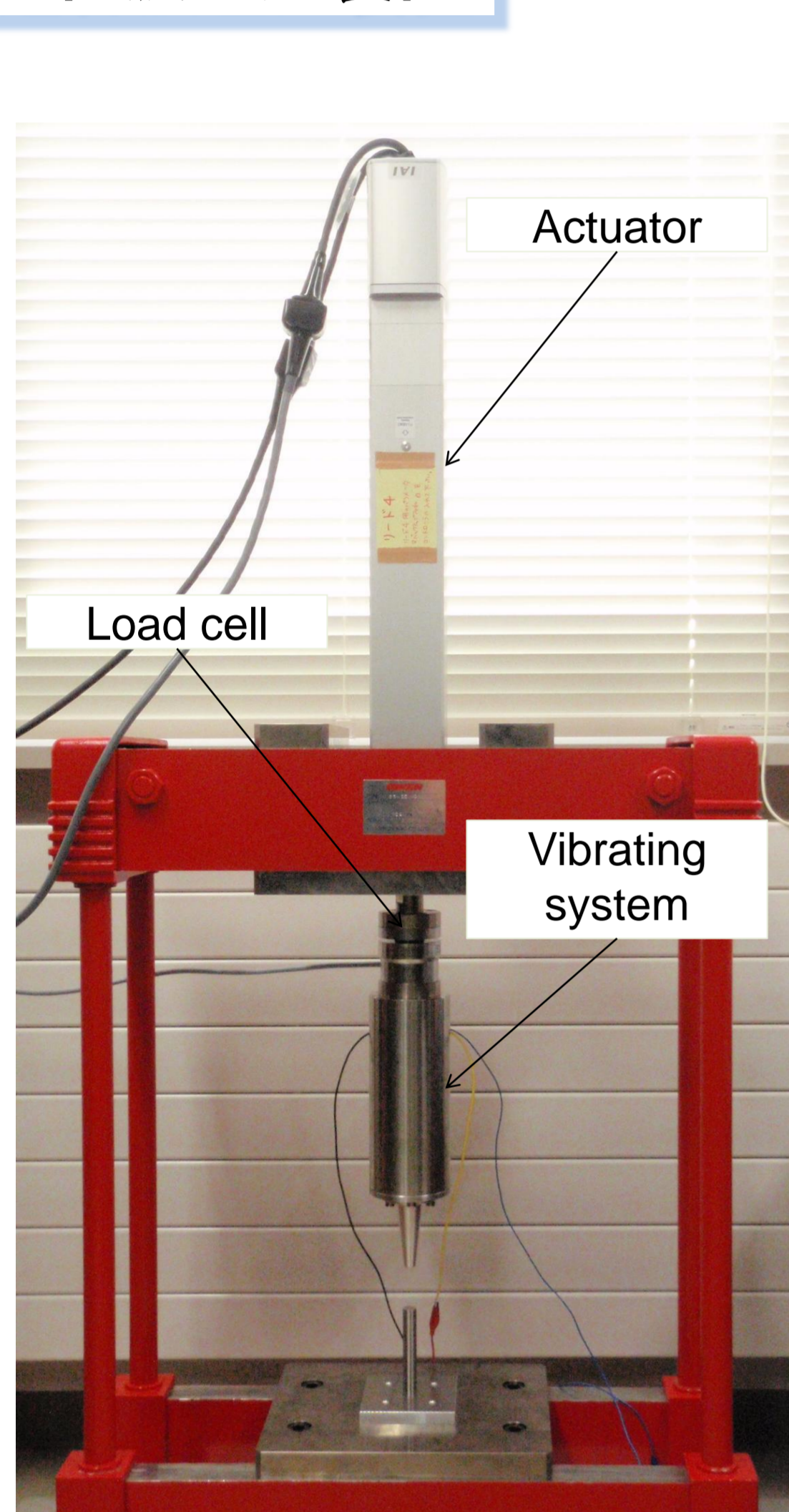


Fig. The appearance of whole device.

Stationary part



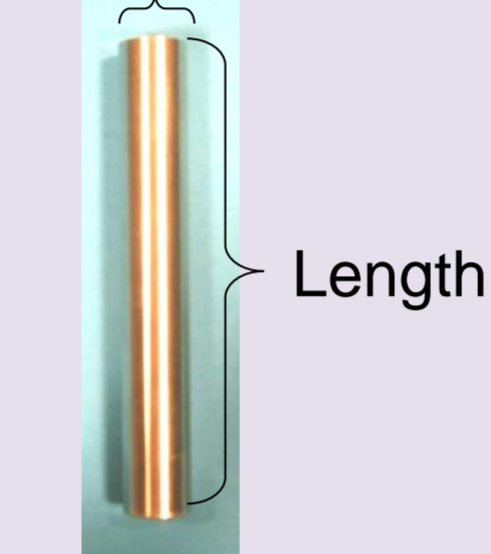
BLT



Horn

Fig. Construct of vibrating system.

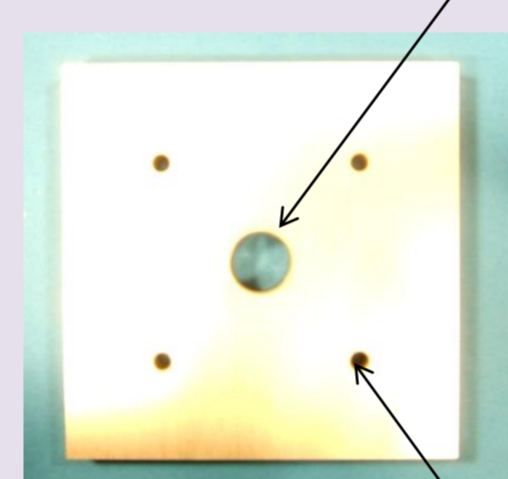
Diameter



The specifications of metal rod	
Materials	SCM435
Diameter	12mm+Tolerance
Length	80mm
A fitting part surface roughness	3.2μm

Length

Insert hole



Positioning hole × 4

The specifications of metal plate	
Materials	A5052
Insertion hole	12.000~12.011mm
Thickness	10mm
A fitting part surface roughness	3.2μm



Fig. Conical horn.



Fig. Grooved horn.

Specification

Actuator

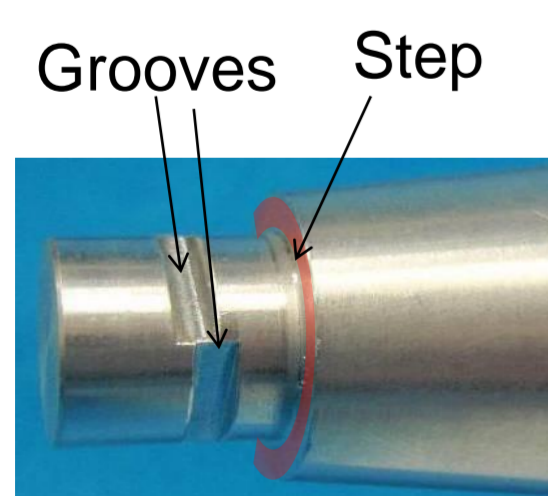
- 最大押し付け力: 800N

BLT

- 共振周波数: 28kHz

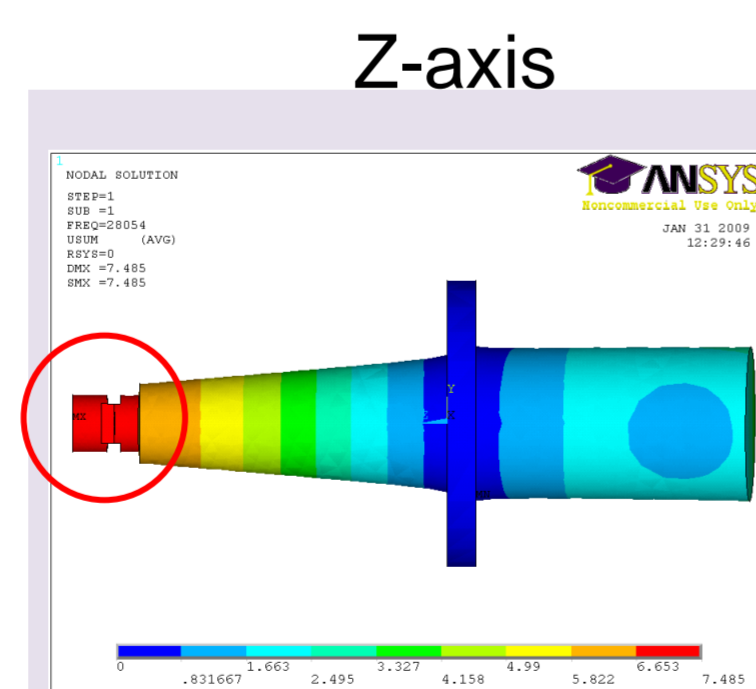
- 最大許容電力: 450W

回転振動の励振

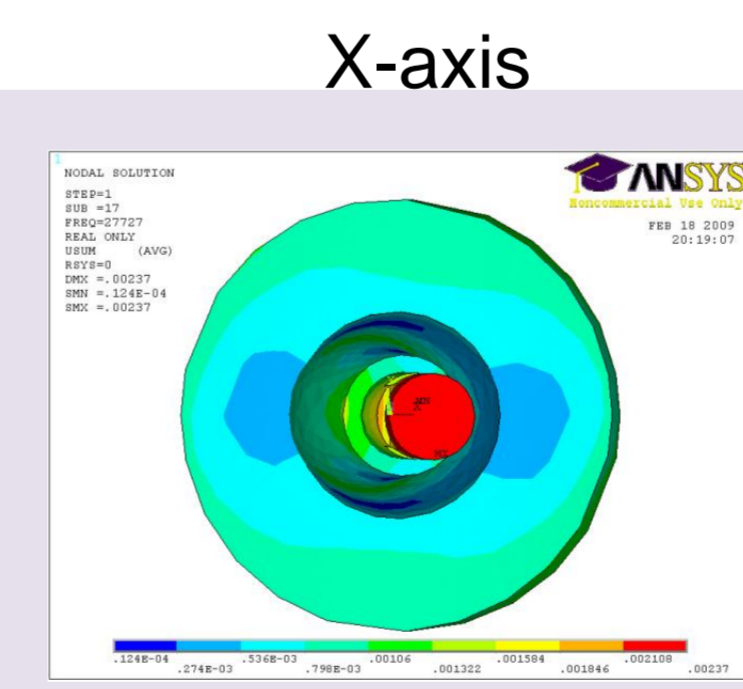


Expanded view

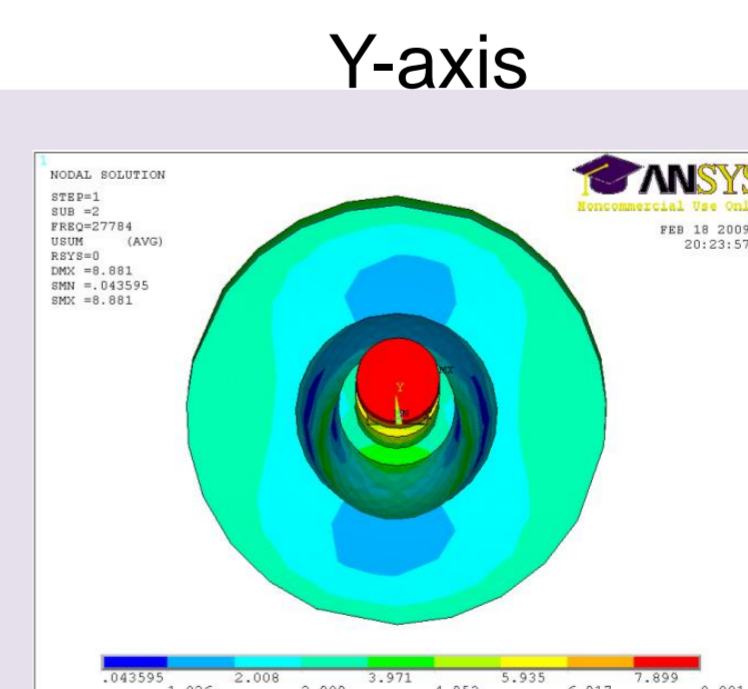
Zoom in



Z-axis



X-axis



Y-axis

共振周波数

Z:28.054kHz

X:27.727kHz

Y:27.784kHz

□段付き加工

➡ 大きな曲げ振動振幅

□溝加工

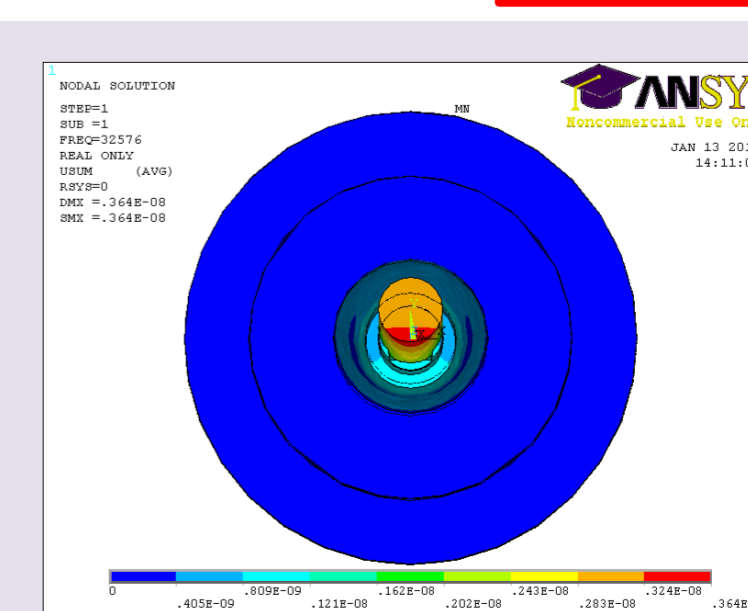
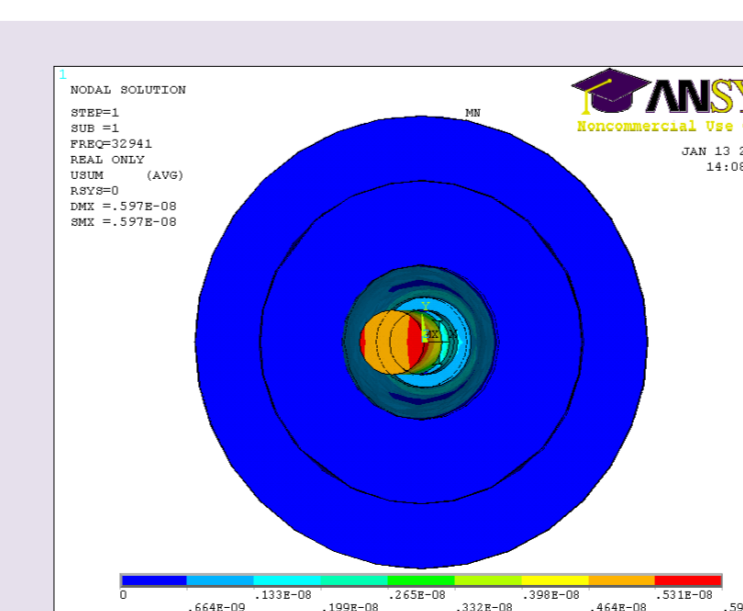
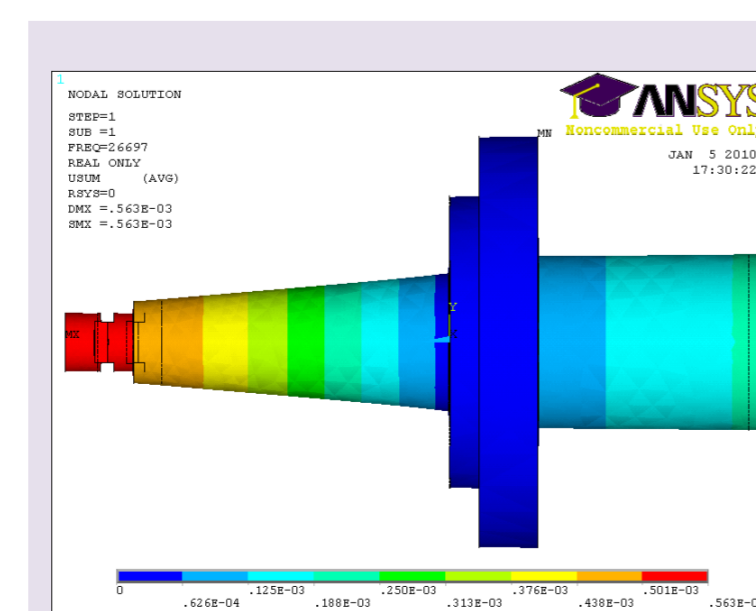
➡ 曲げ変位に変換

深さ: 1.5mm

幅 : 2.0mm

解析条件の変更

円盤のネジ止めを考慮
軸対称に要素分割



共振周波数

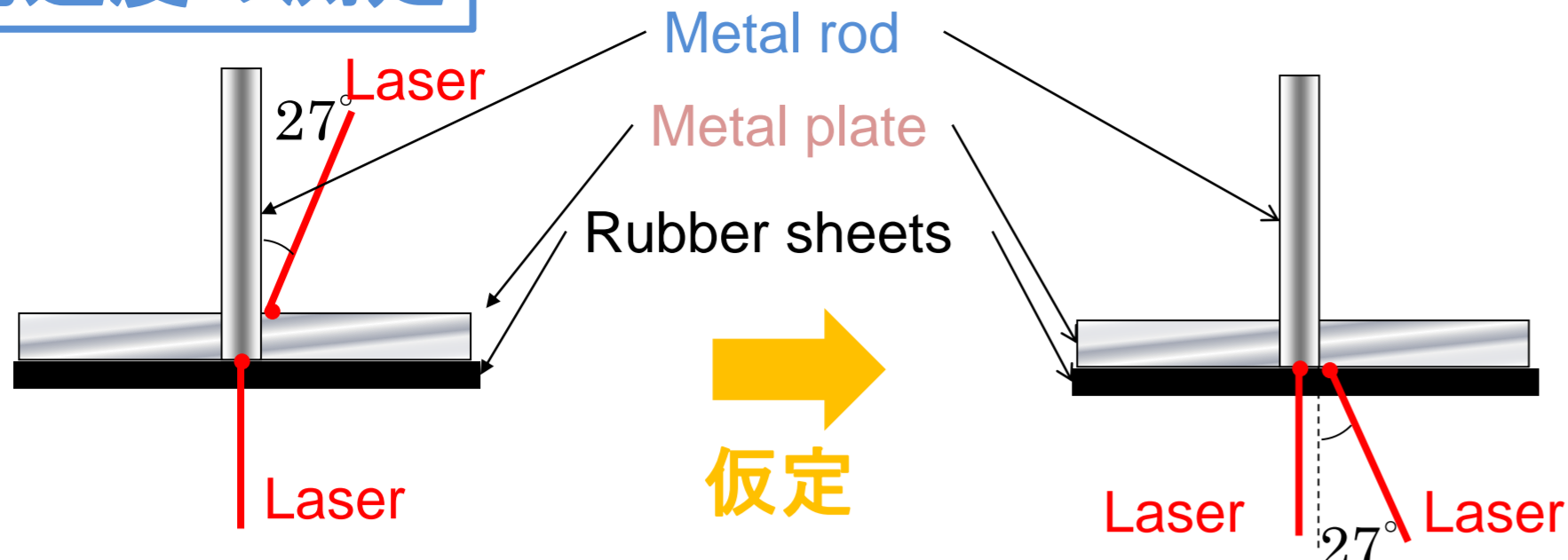
Z:26.697kHz

X:32.914kHz

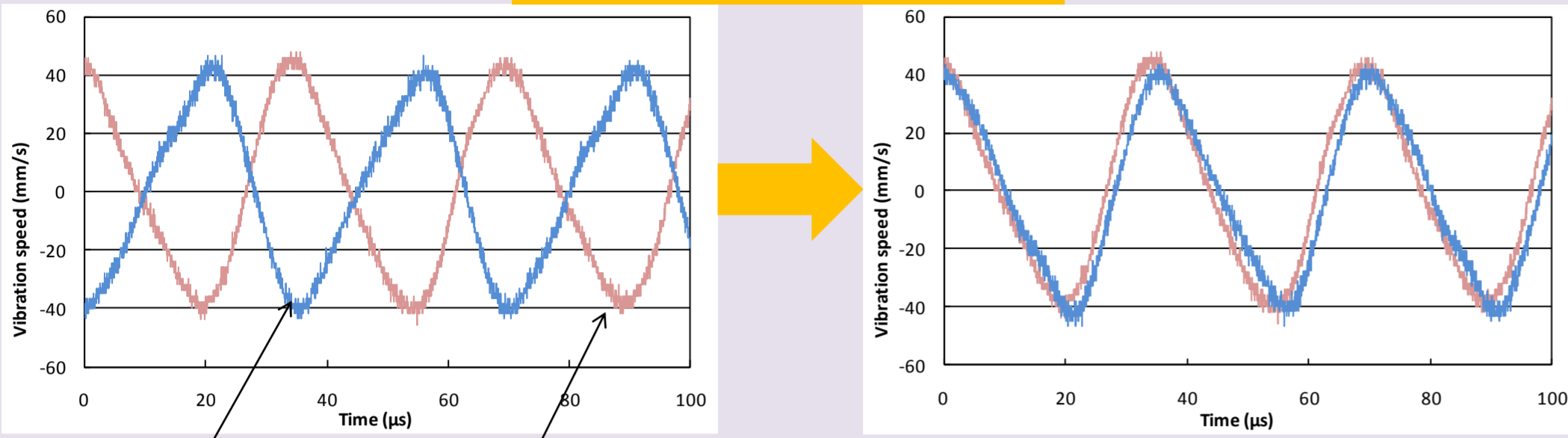
Y:32.576kHz

円錐ホーンによる実験

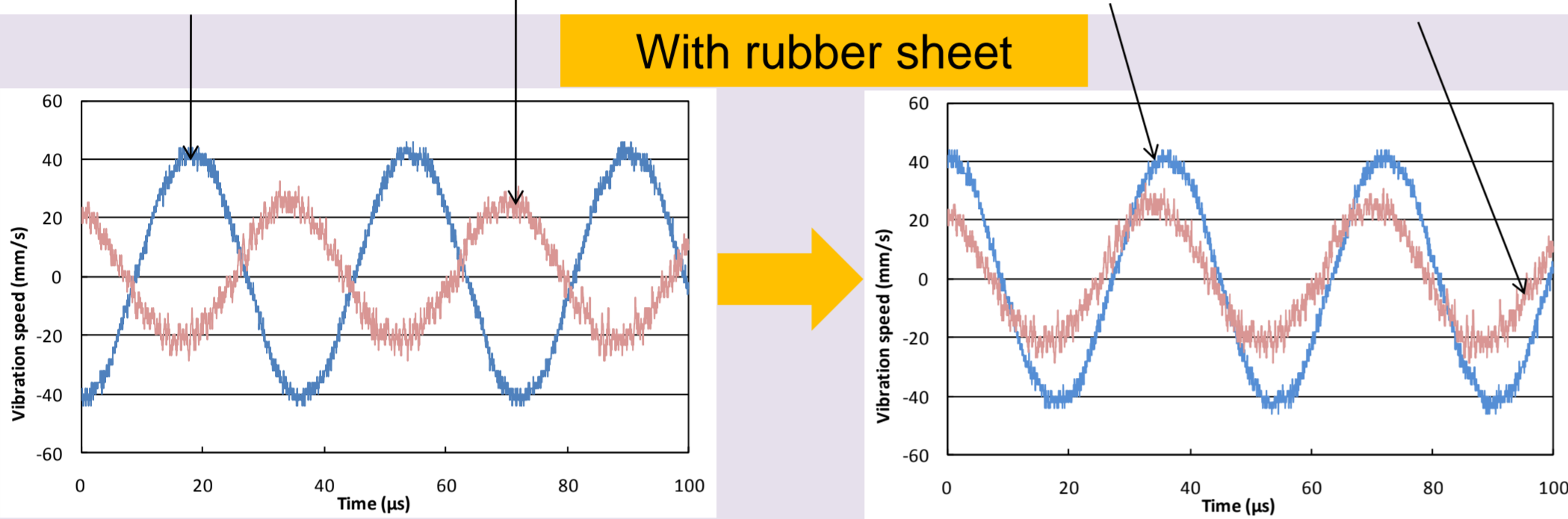
振動速度の測定



Without rubber sheet



With rubber sheet



金属プレートに伝わる振動のみを抑制

ゴムシートの効果の確認

Rubber thickness (mm)	Depth(mm)		Phase(deg)
	1st	2nd	
without	4.29	4.29	12.41
2	4.48	4.48	28.60
3	4.50	4.50	25.60
4	4.50	4.50	35.47
5	4.78	4.78	35.51
6	6.04	6.05	38.64
7	6.06	6.06	32.84

振幅と位相に差

圧入限界の向上

回転振動の効果

- ① 溝付きホーン: 回転振動付加を付加
- ② 円錐ホーン: 回転振動変位なし
- ③ ②の後、回転振動を付加して追加圧入

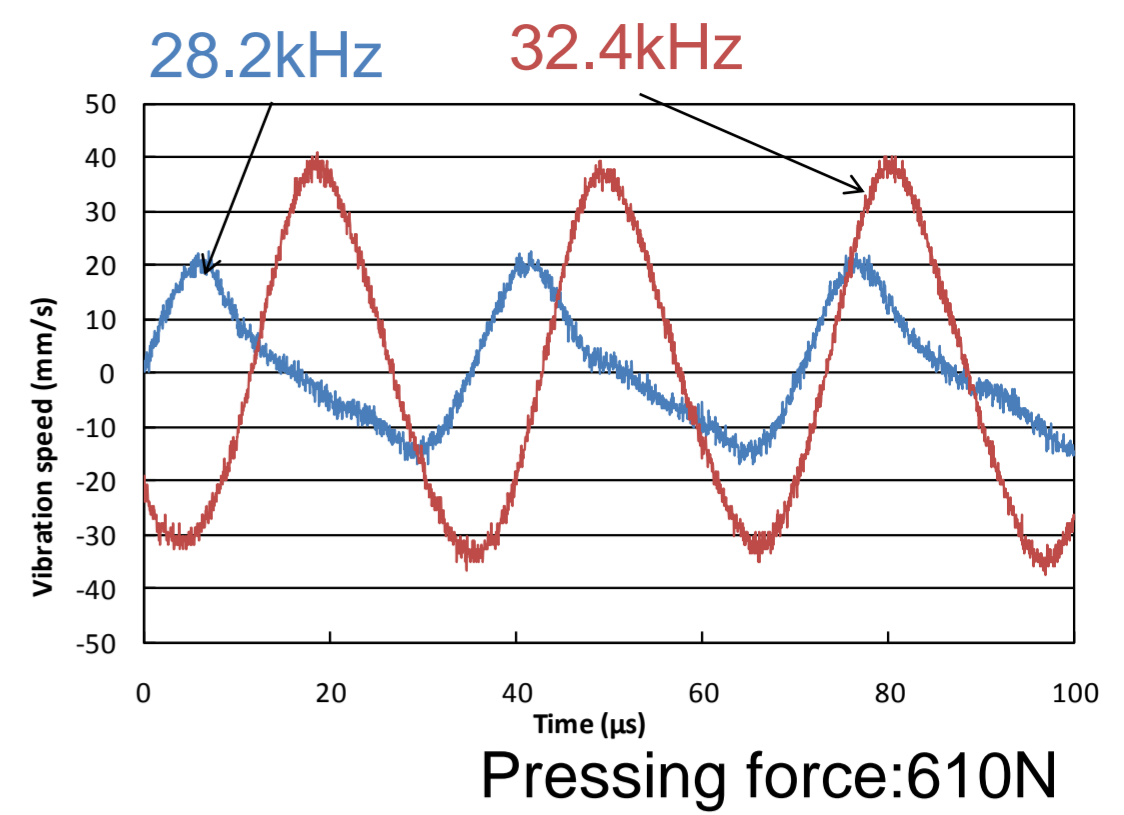
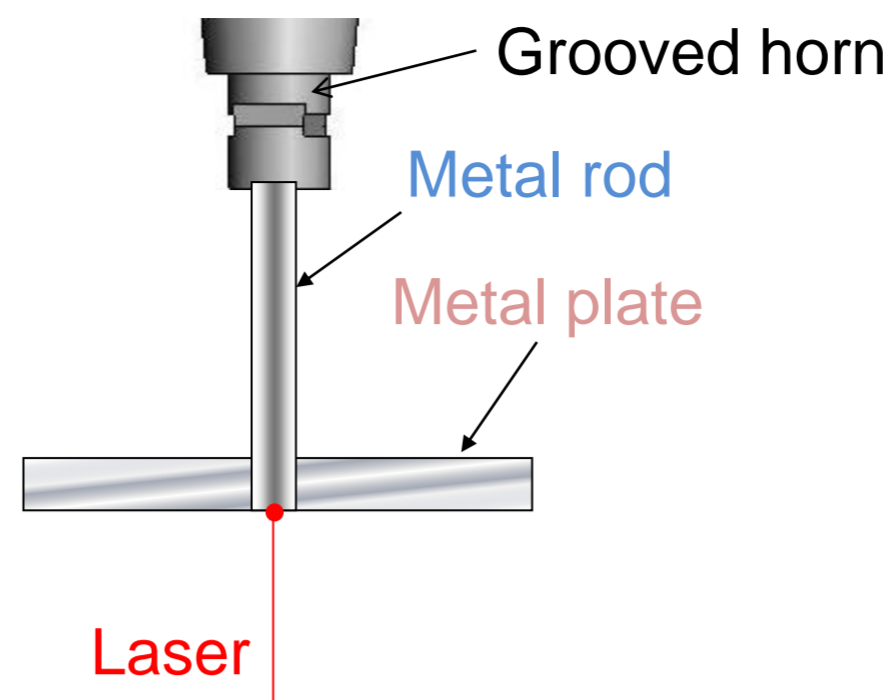
Condition	①	②	③
Shaft diameter [mm]	12.026	12.024	
Hole diameter [mm]	12.000	12.000	
Pressing force [N]	800	800	800
Depth [mm]	2.58	2.77	3.11
Inclination[deg]	0.35	0.6	0.2

回転振動を付加

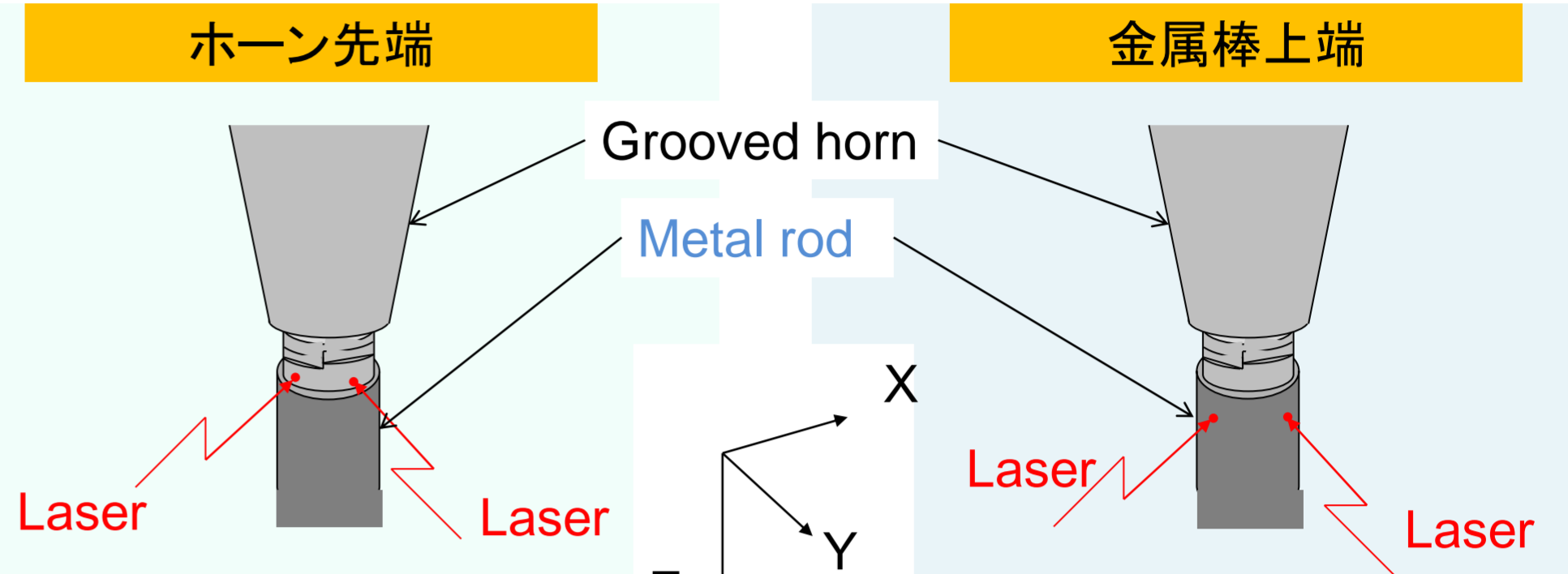
圧入限界の向上
傾きの修正

溝付きホーンによる実験

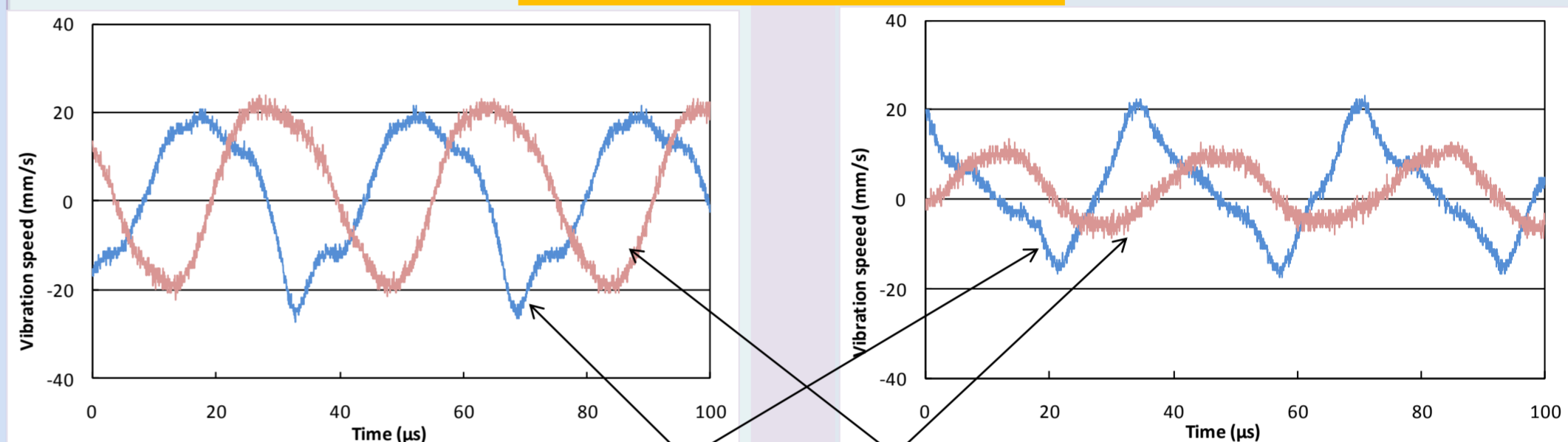
Z軸方向の測定



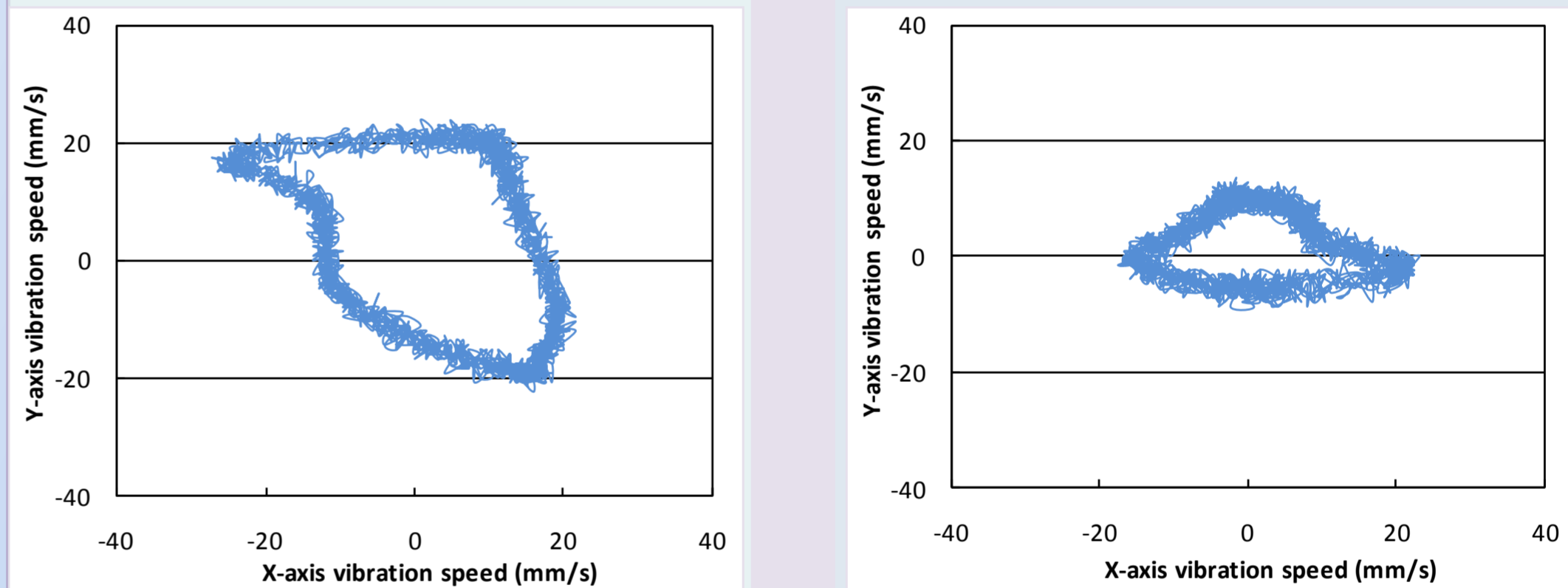
X,Y軸方向の測定



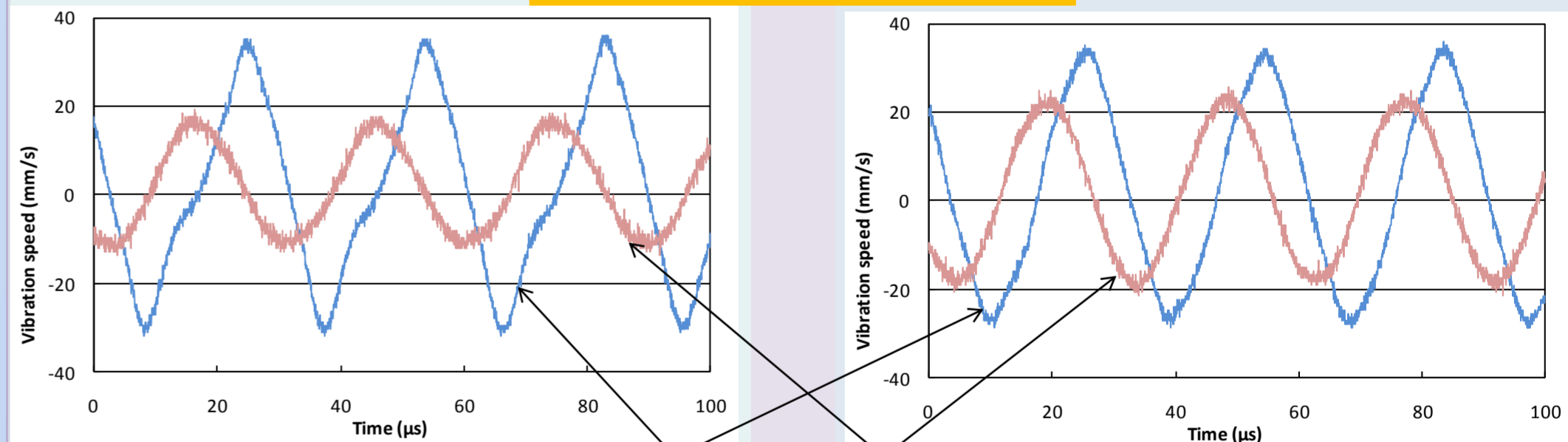
Frequency : 28.032kHz
Pressing force : 610N



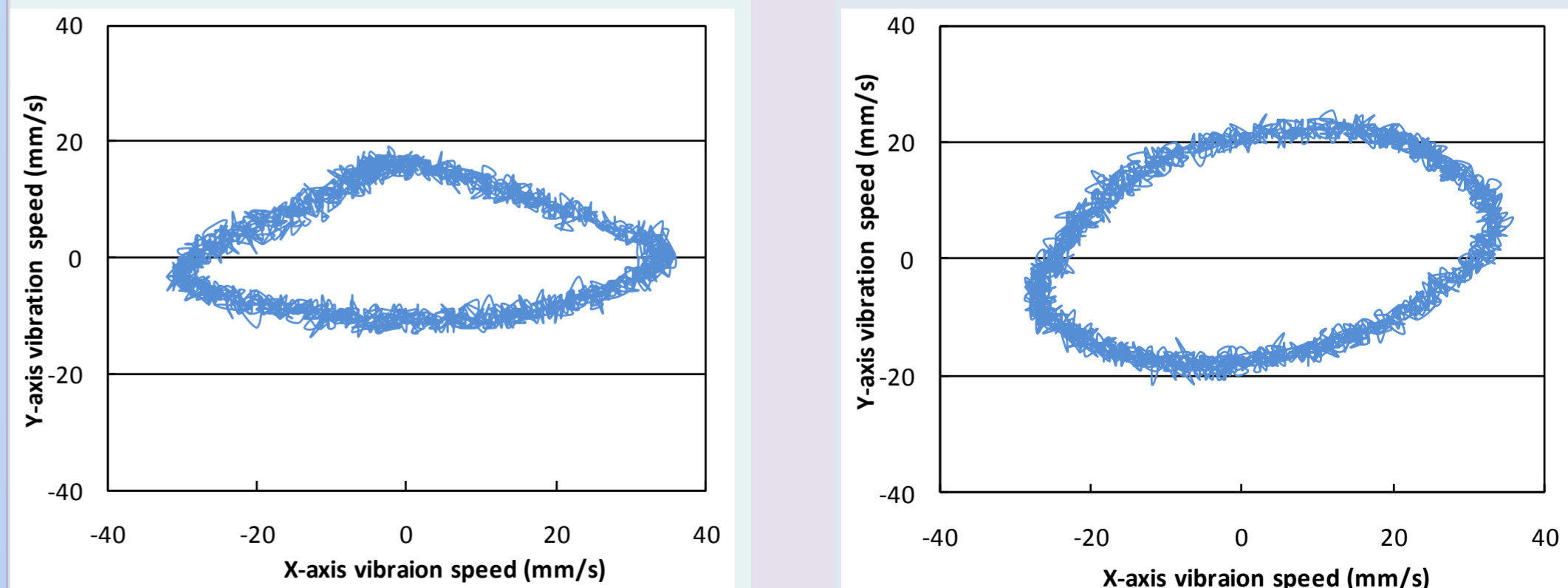
X-axis Y-axis



Frequency : 32.384kHz
Pressing force : 610N



X-axis Y-axis



32kHz 周辺において回転振動
回転振動を金属棒に伝達可能

まとめ

軸と穴が一体となって振動

ゴムシートを用いることで振幅と位相に差

回転振動の付加

傾きの修正

圧入限界の向上

32kHz周辺において回転振動

X,Y,Z方向の共振周波数の一致が必要