

バンダーエレメント試験の木材への適用について

滝田拓史

木材の有効利用が進んでいる

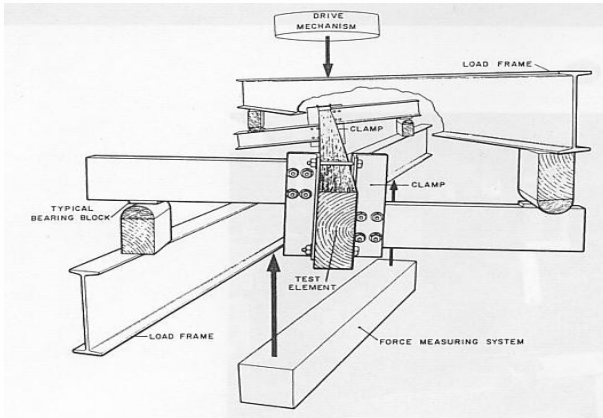
⋮

せん断変形が大きい！

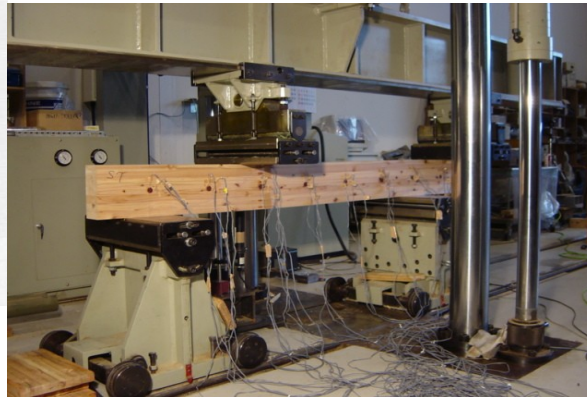


せん断弾性係数Gの測定が重要

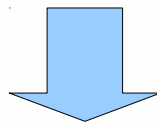
一方、土質では.....



ねじれ試験



曲げ試験

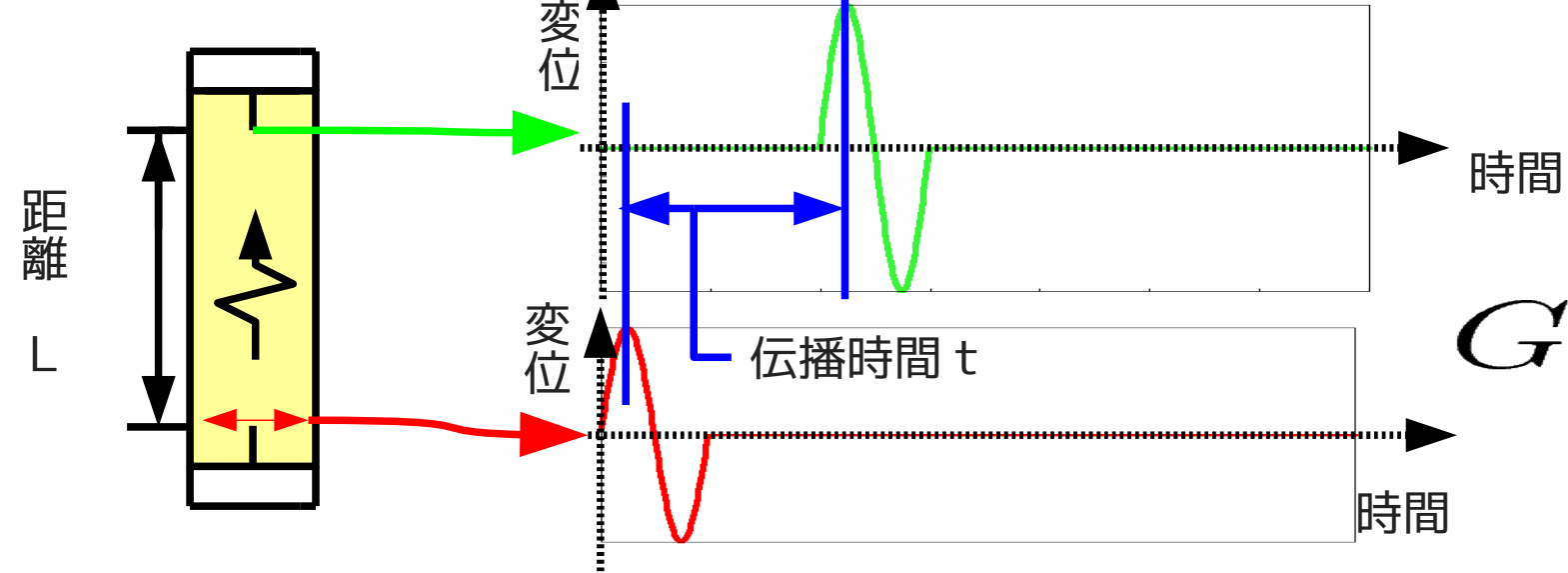


正確な測定は難しい



バンダーエレメント試験

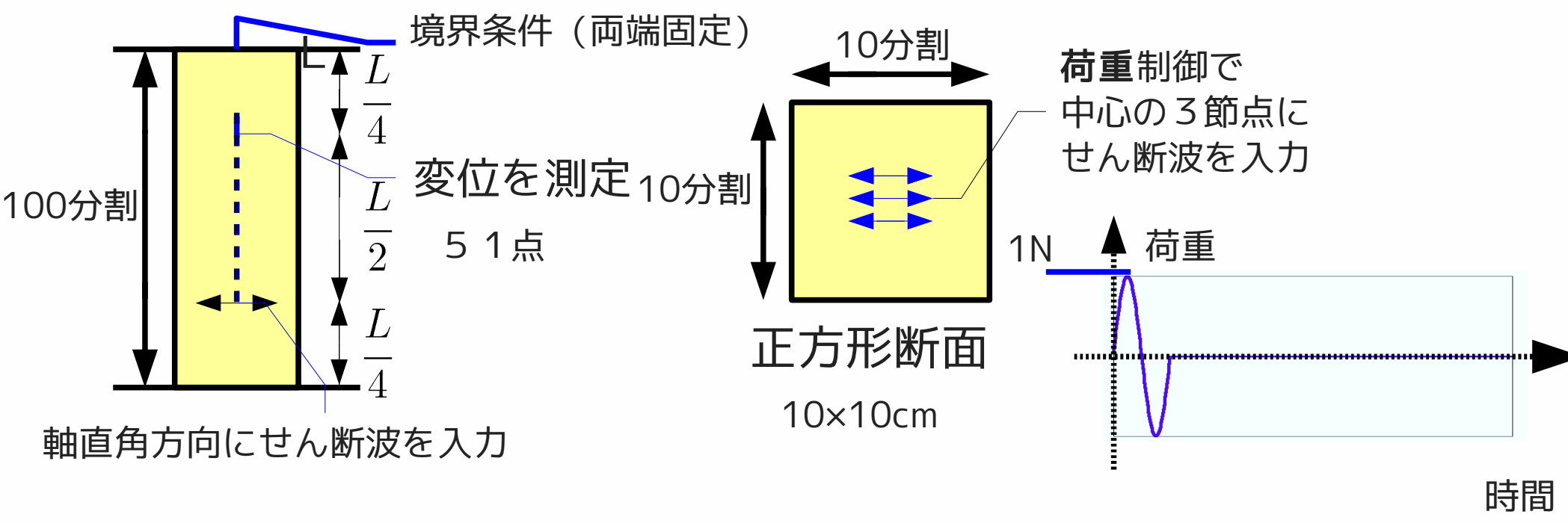
ベンダーエレメント試験



$$G = \rho v^2$$

($v = L/t$)
 ρ (密度)

FEMモデル (calculix)



±

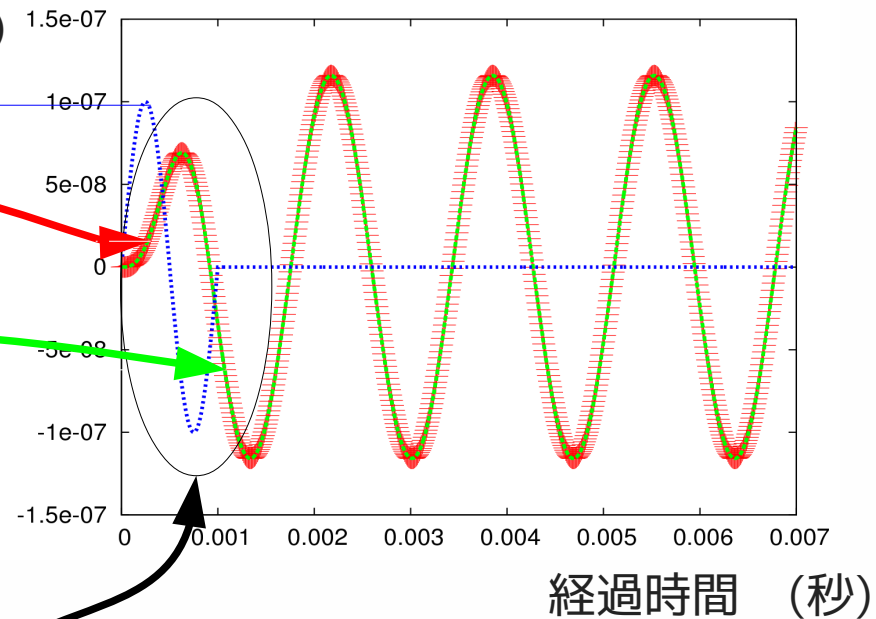
$E=218\text{MPa}$
 $G=76.4\text{MPa}$
 $\rho = 1.91\text{g/cm}^3$

変位 (m)

入力波 1N

入力側変位

受信側変位

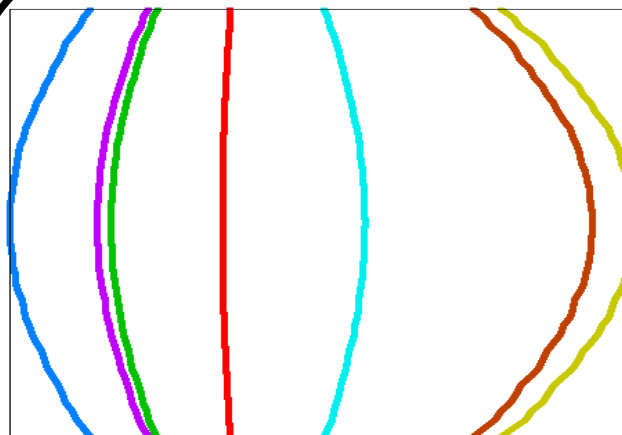


15cm

受信側

7.5cm

入力側

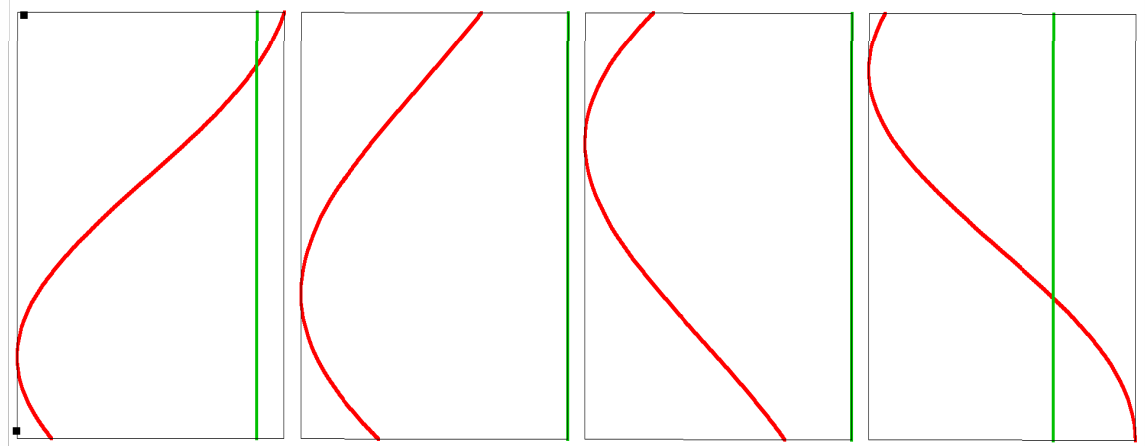
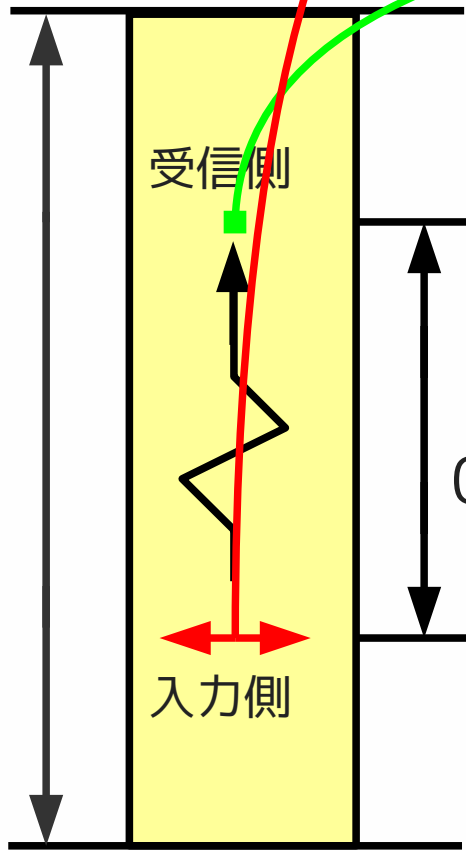
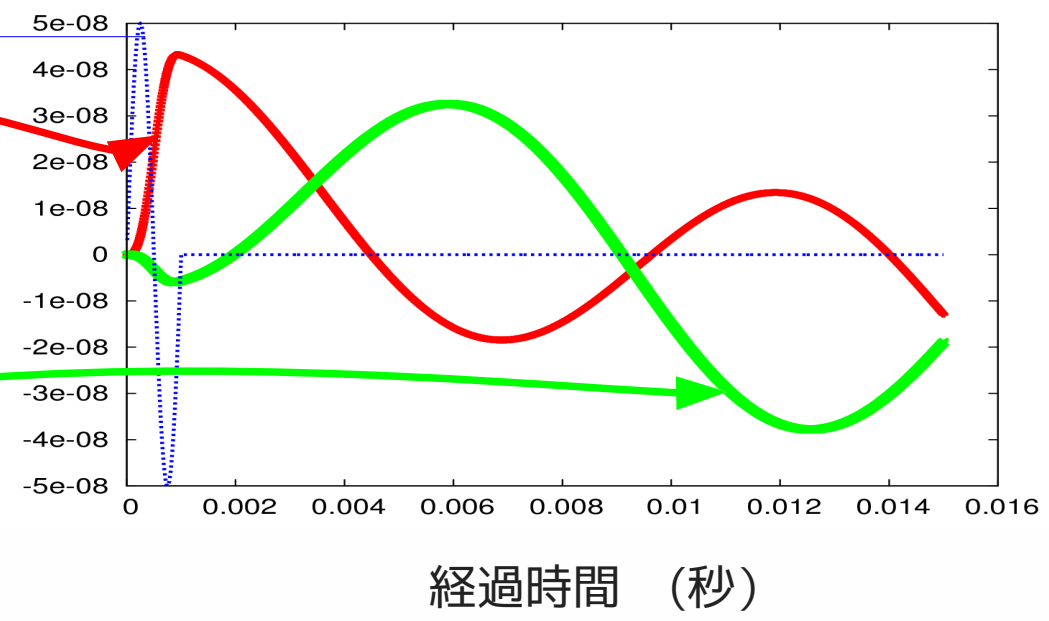


曲げ振動 ?

±

E=218MPa
G=76.4MPa
 $\rho = 1.91g/cm_3$

入力波 1N



$$G = \rho v^2$$

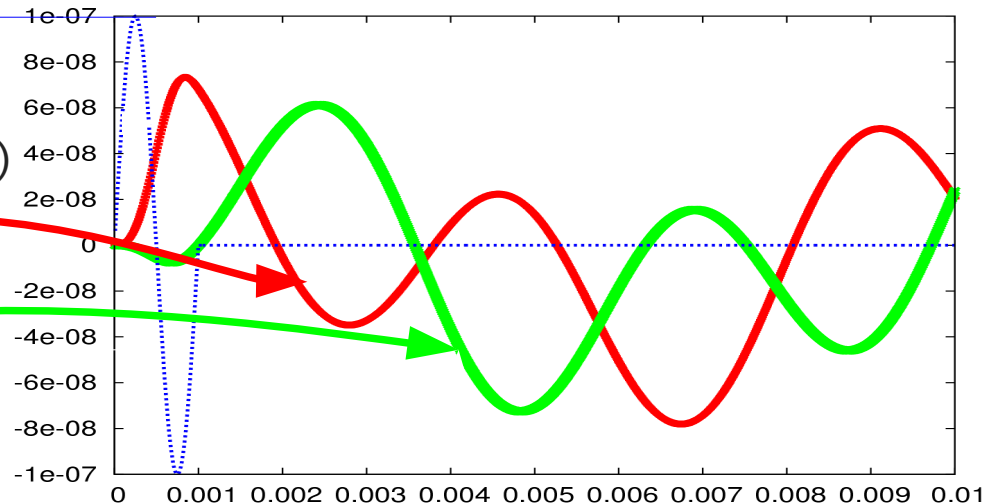
	FEMモデル	100Hz	1kHz	2kHz
G(MPa)	76.4	29.8	19.5	18.0
誤差(%)	-	-61	-74	-76

木材

$E=9000\text{MPa}$
 $G=600\text{MPa}$
 $\rho = 1.00\text{g/cm}^3$

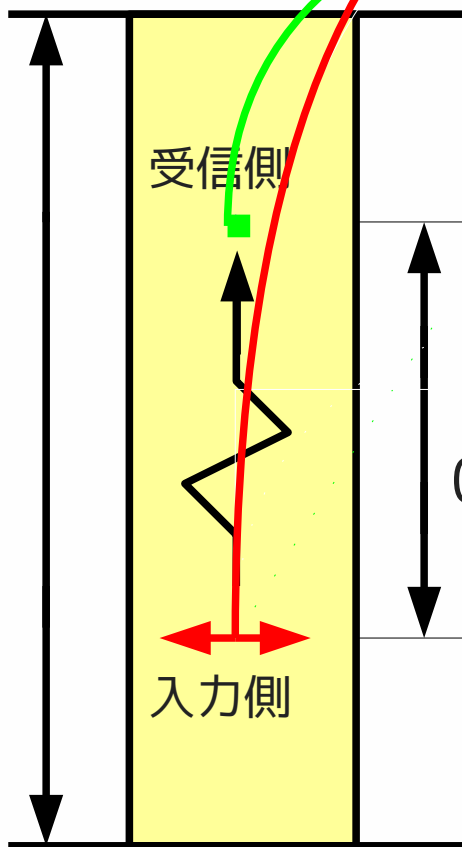
入力波 1N

変位 (m)



入力側変位

受信側変位



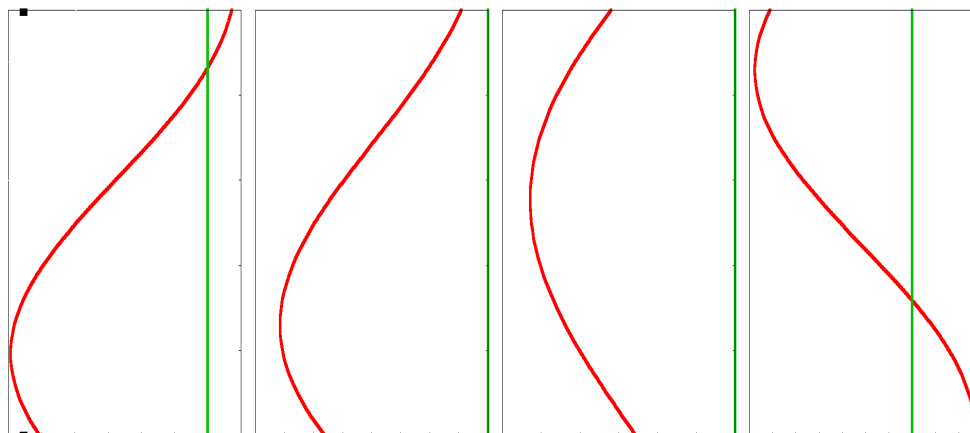
1m

受信側

0.5m

入力側

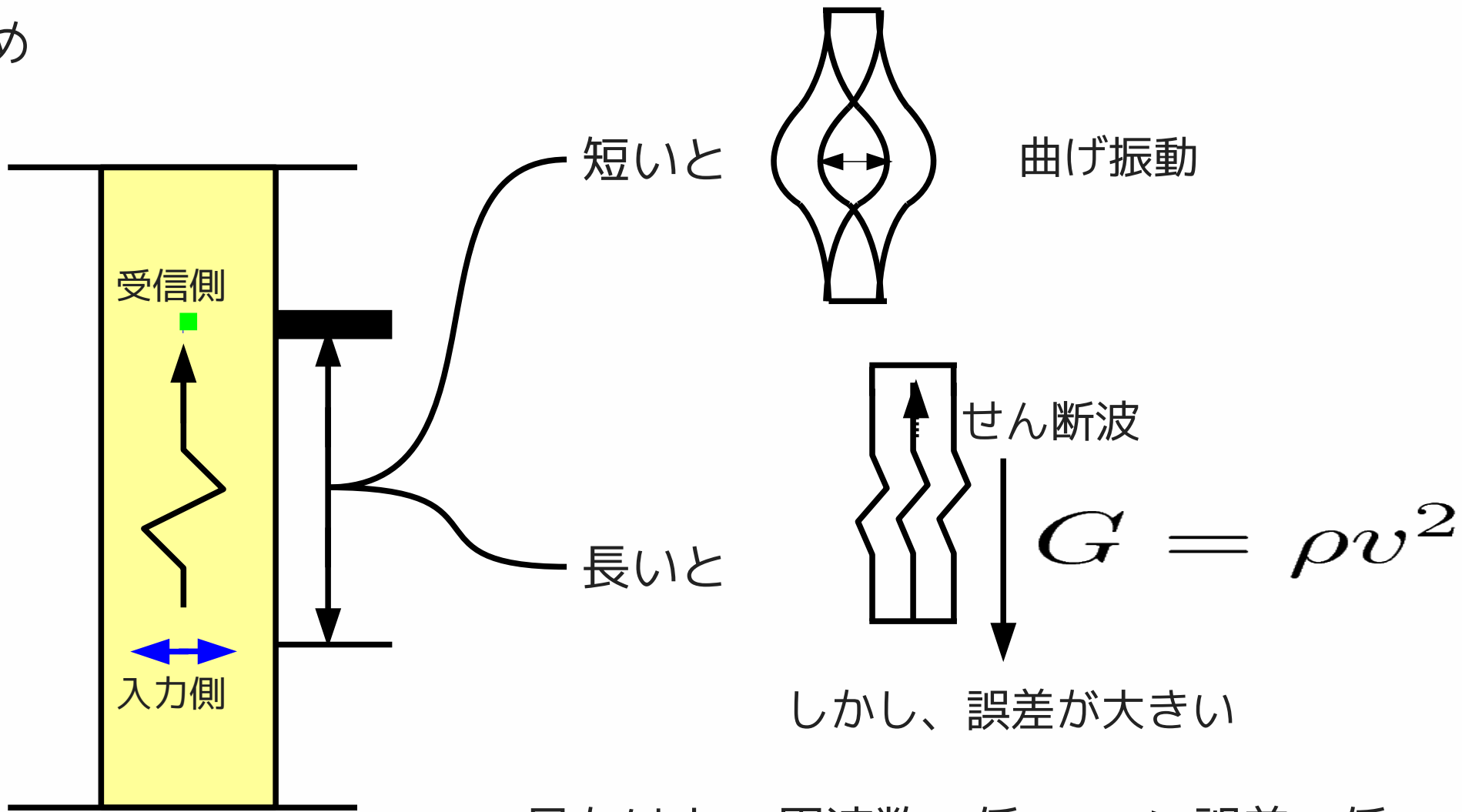
時間経過 (秒)



$$G = \rho v^2$$

	FEMモデル	100Hz	1kHz	2kHz	10kHz
G(MPa)	600	457	98.6	84,3	58.6
誤差(%)	-	-24	-84	-86	-90

まとめ



見かけ上... 周波数：低 → 誤差：低

今後の方針

実験

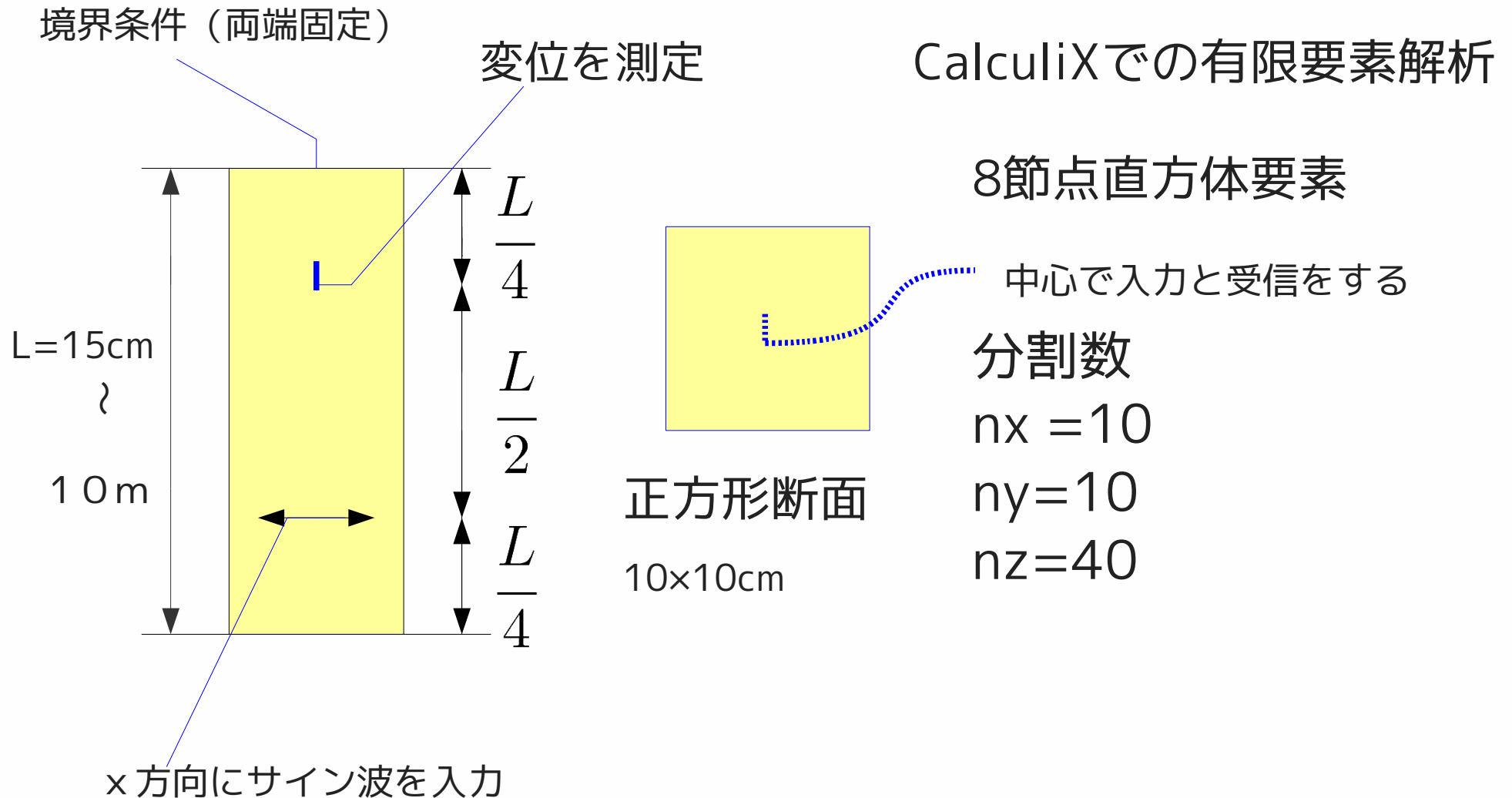
実施

FEM

パラメータの検討
解析手法の見直し

その前に...FEMでシュミレートできるか？

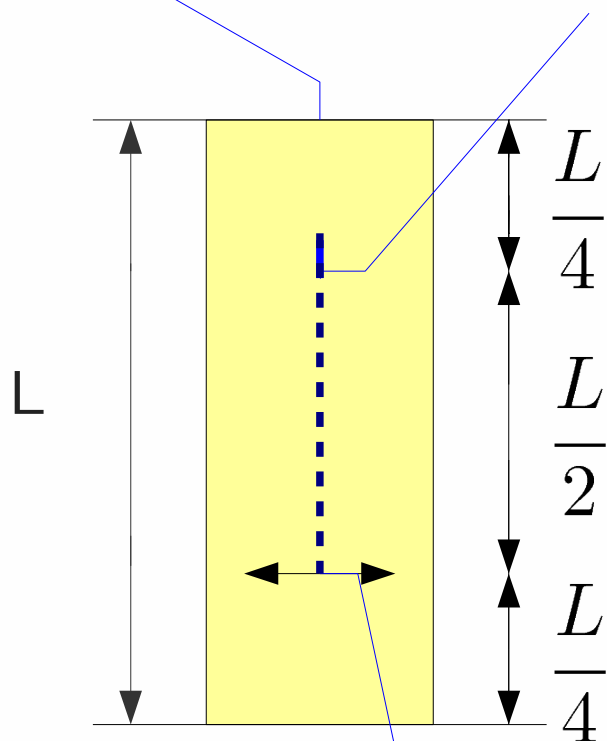
解析モデルと方法



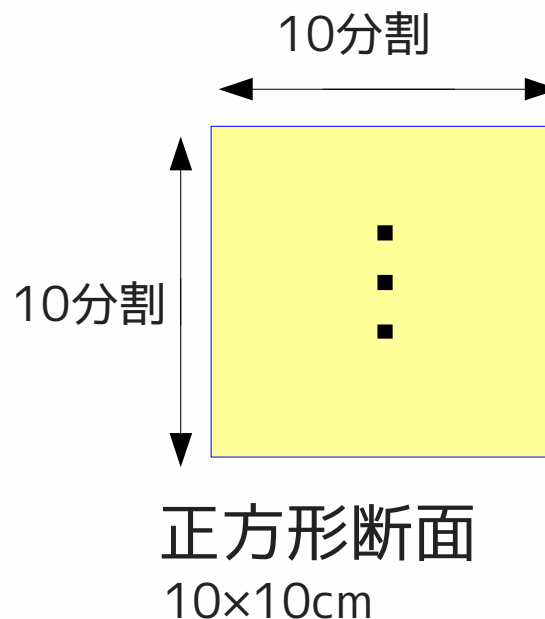
その前に...FEMでシュミレートできるか？

変位を測定

境界条件 (両端固定)



軸直角方向にせん断波を入力



CalculiX

8節点直方体

}

10 m

$L=15$ cm

分割数

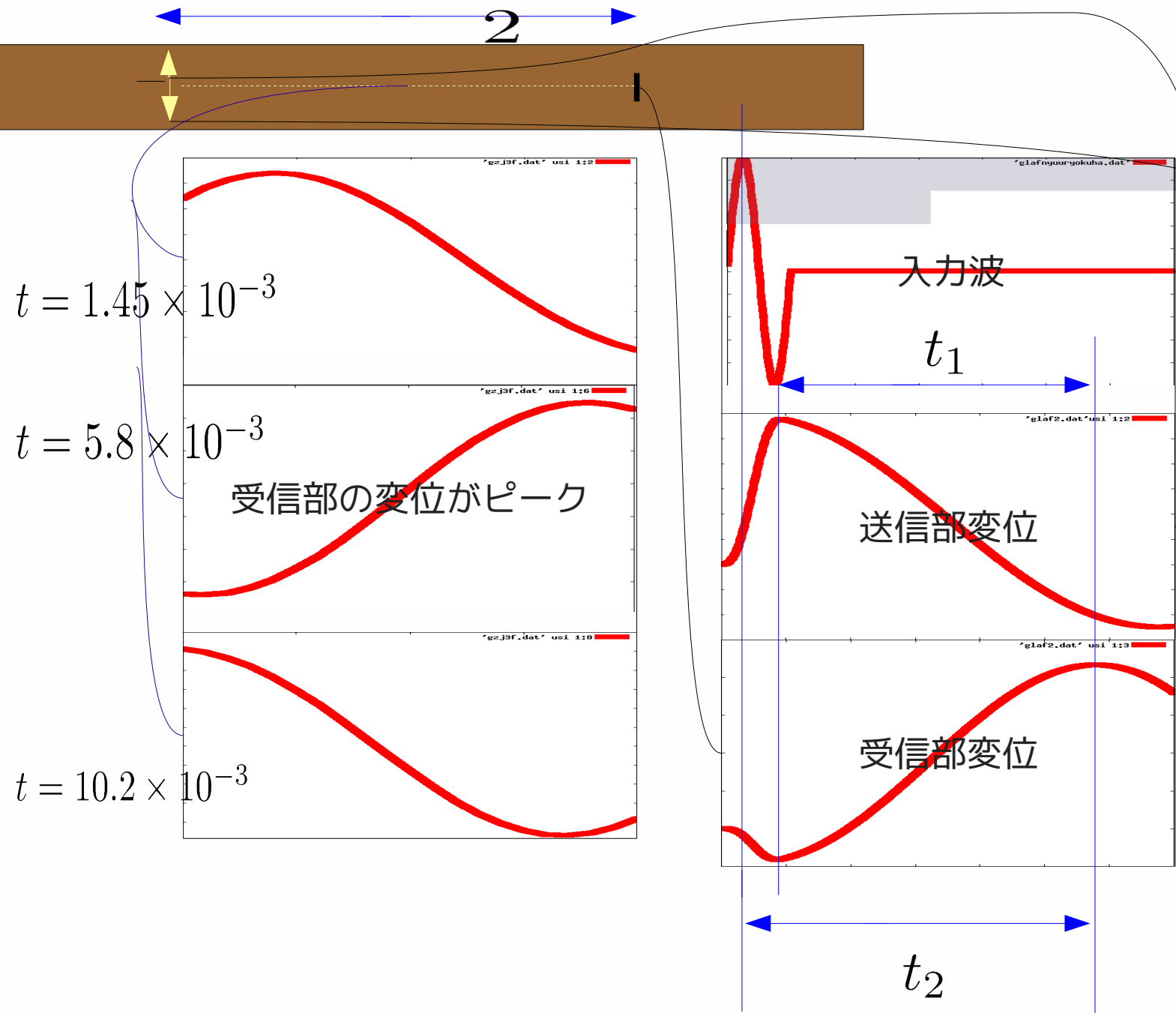
=10

$n_x=10$

土の場合

($E=218\text{MPa}$ $G=76.4\text{MPa}$ $\rho = 1.91\text{g/cm}^3$ $\nu = 0.427$)

$\frac{L}{2}$



$t = 1.45 \times 10^{-3}$

$t = 5.8 \times 10^{-3}$

$t = 10.2 \times 10^{-3}$

受信部の変位がピーク

入力波

t_1

送信部変位

受信部変位

t_2

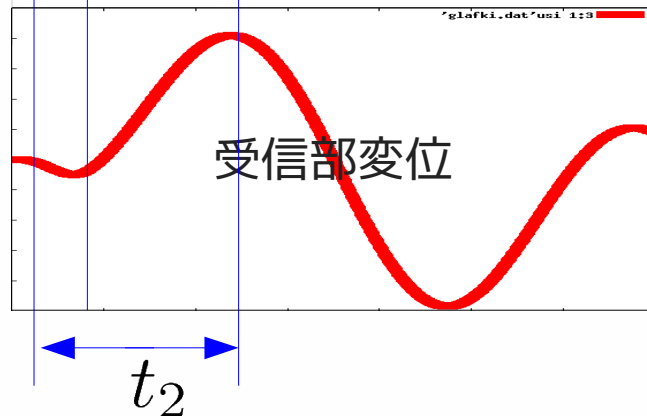
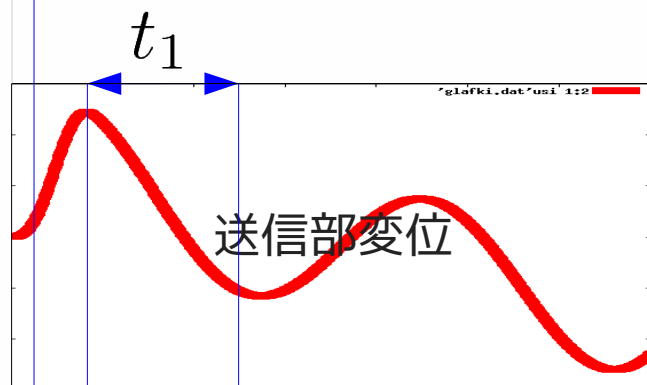
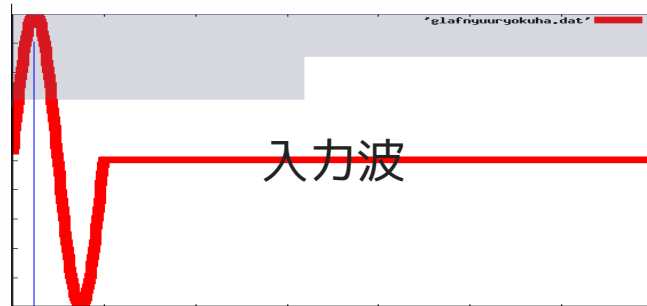
$$\rho v_1^2 = 20.2\text{MPa} \quad (-74\%)$$

$$\left(v_1 = \frac{L}{2t_1} \right)$$

$$\rho v_2^2 = 15.5\text{MPa} \quad (-80\%)$$

$$\left(v_2 = \frac{L}{2t_2} \right)$$

木の場合 ($E_{zz} = 9GPa$, $E_{xx} = E_{yy} = \frac{E_{zz}}{25}$, $G = 0.6GPa$, $\rho = 1.0g/cm^3$)



$$\rho v_1^2 = 1.04GPa$$

(73%)

$$\rho v_2^2 = 0.0546GPa$$

(-91%)