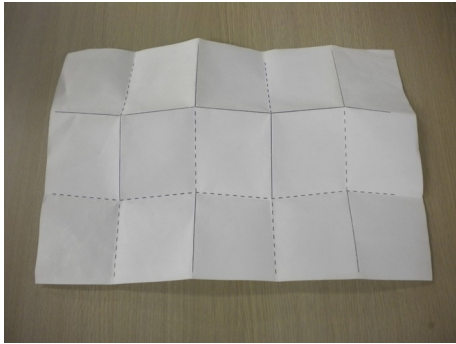


螺旋折り円筒を用いた履歴型ダンパーの挙動

8017802 遠藤宏大

・折り紙構造



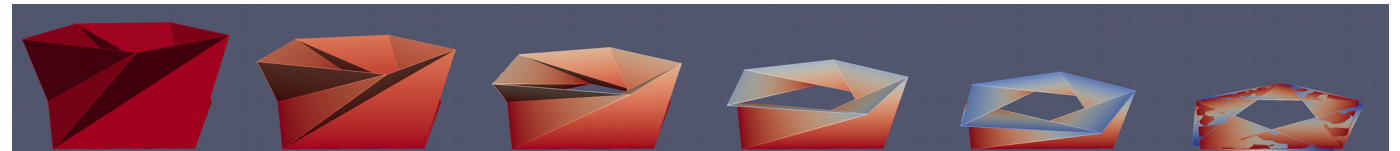
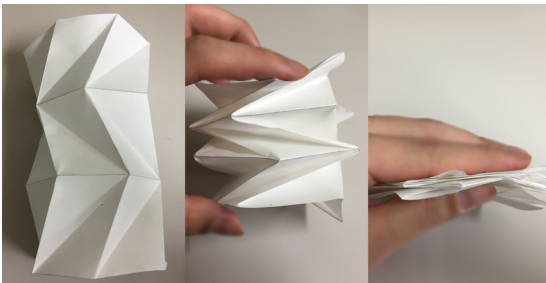
宇宙工学で利用されたミウラ折り

機械、医療などで利用されてきた。

土木は大きく重いものを扱うため、折り紙を利用することが難しい。

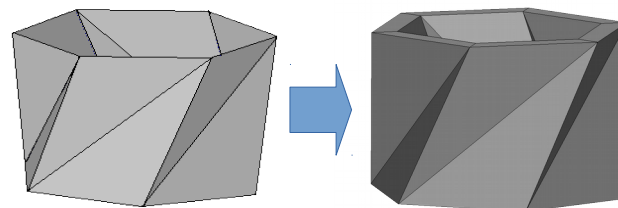
PCツールによる解析 → 折り紙を用いた構造物の研究

・螺旋折り円筒の研究



回転しながら折りたたむ「螺旋折り円筒の挙動」の研究
螺旋折り円筒の圧縮挙動がわかっている

折りたためると、土木構造物に利用するのに強度が足りない



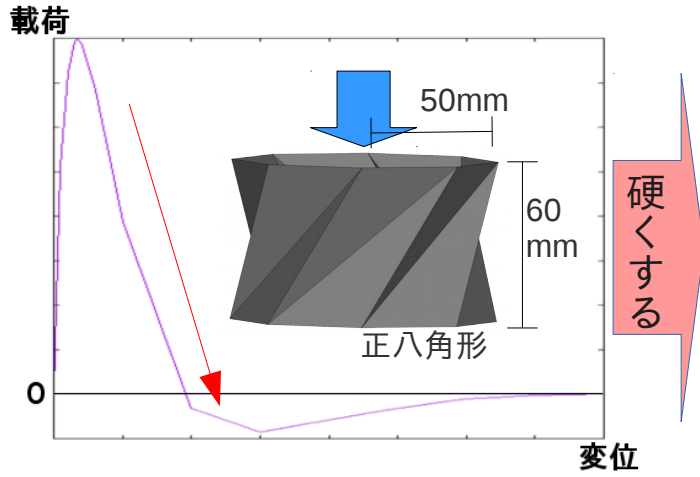
折りたためない構造

履歴型ダンパーとして利用

- ・自動車の衝撃吸収パーツ
- ・防振装置
- ・衝撃吸収パイプ
- ・折りたたみ容器

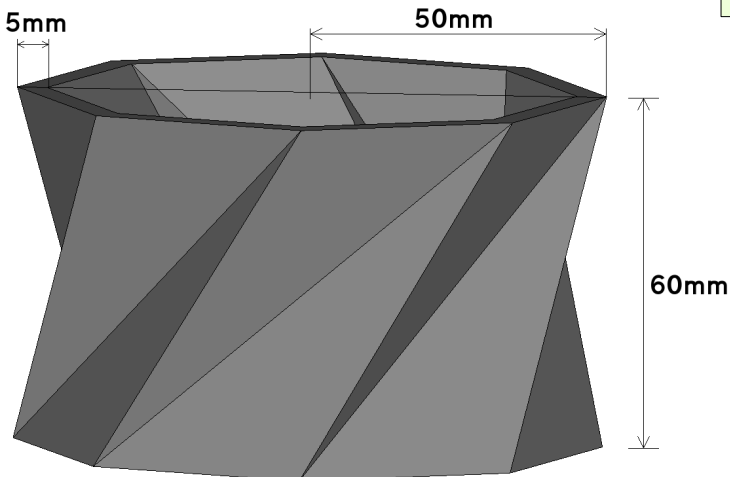
※有限要素解析ツール,salome-mecaを使用

・螺旋折り円筒について

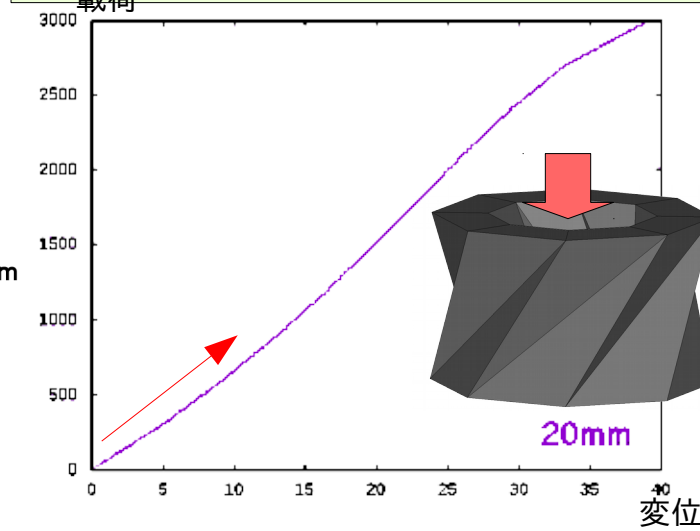
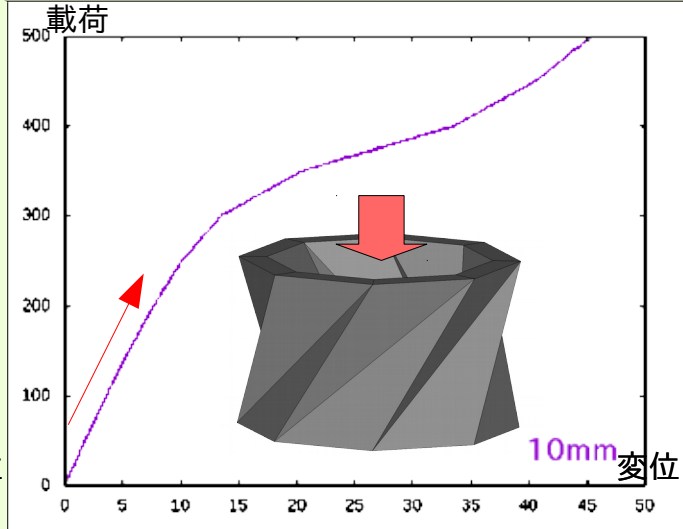
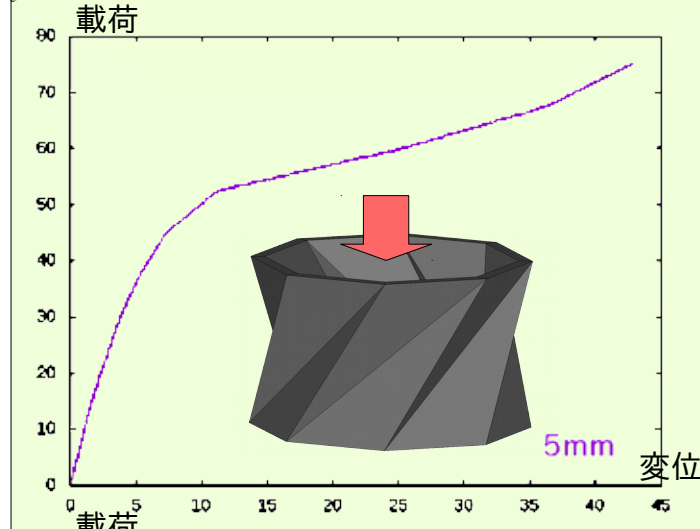
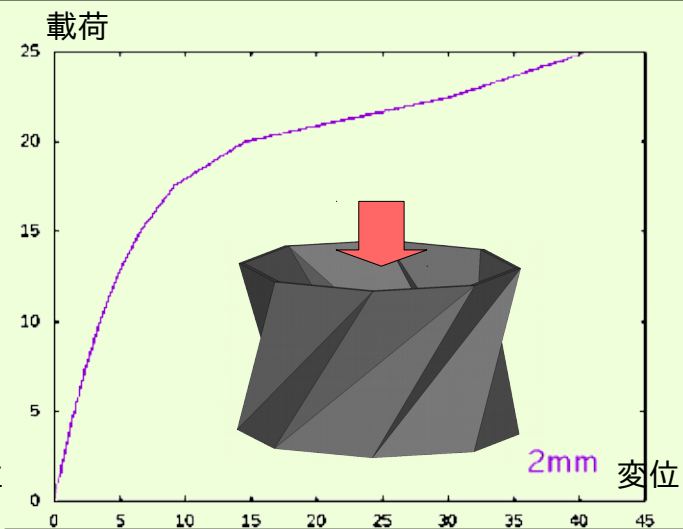
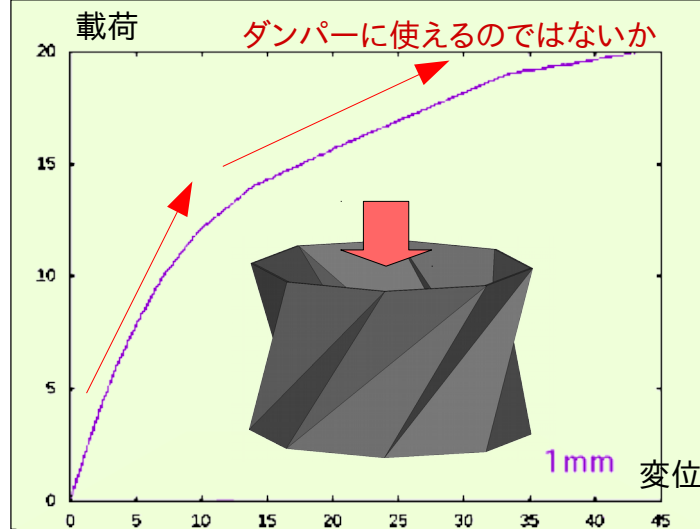


折りたたみ可能な螺旋折り円筒

この中で一番厚い厚さ
5mmを解析モデルに
適用する。



解析モデルの寸法



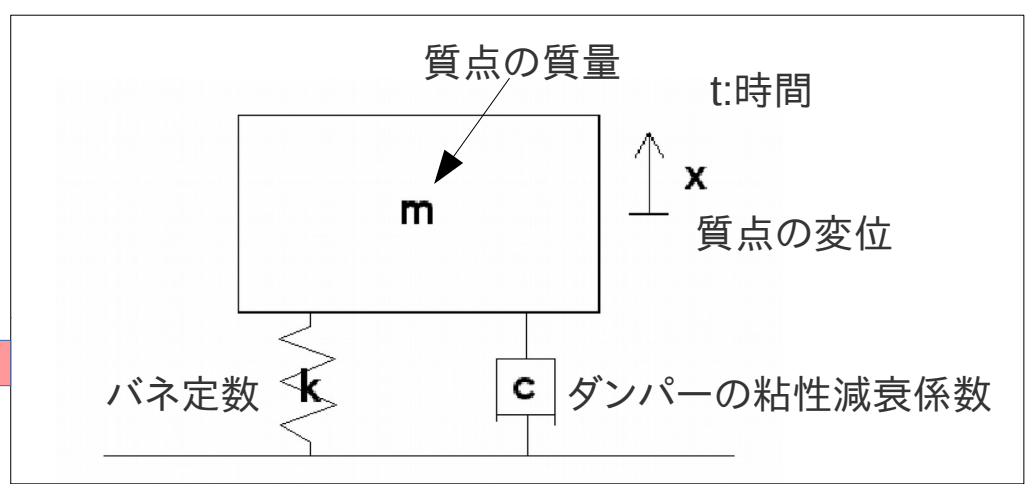
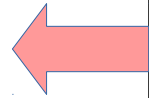
- ・弾性材料
- ・静的解析
- ・幾何学非線形解析

・履歴型ダンパーの性能評価

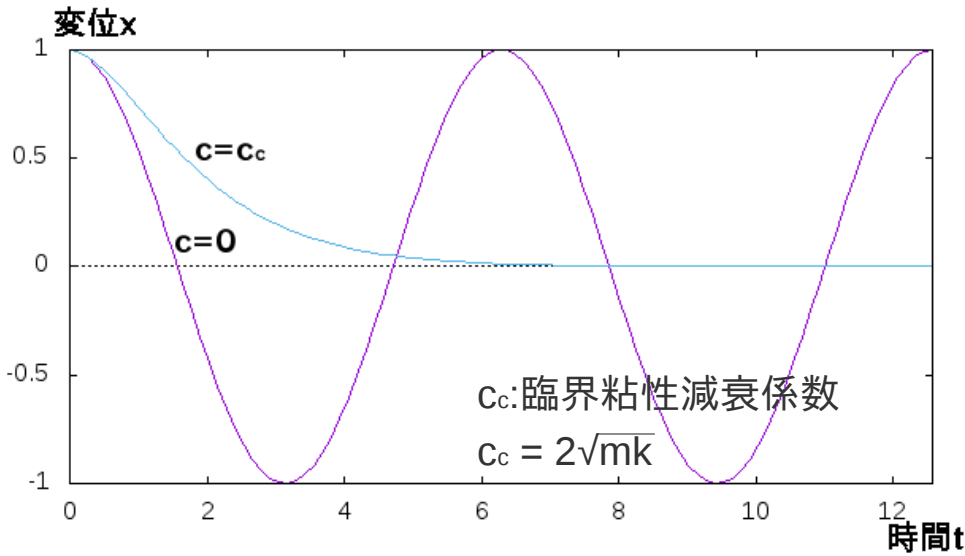
運動方程式

$$m\ddot{x}(t) + c\dot{x}(t) + kx(t) = 0$$

ダンパーに減衰される振動を表す



ダンパー・バネでつないだ1質点1自由度系



c と c_c の比を粘性減衰定数という。

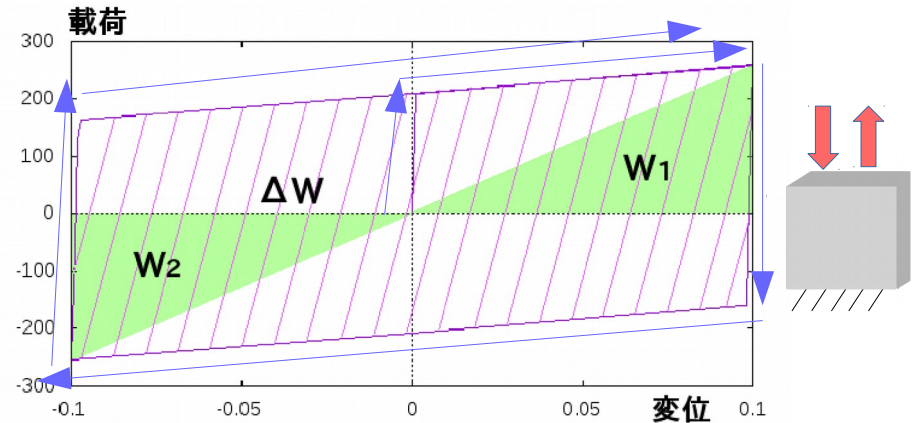
$$h = \frac{c}{c_c} \quad \text{なので、}$$

粘性減衰定数 h が大きいほど振動が減衰できていると言える。

・粘性減衰定数の求め方

ダンパーの変形による減衰と等価な粘性減衰定数

等価粘性減衰定数 h_{eq}

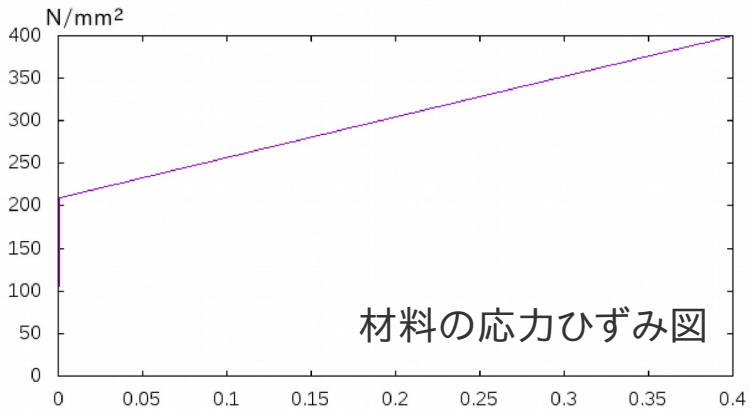


$$h_{eq} = \frac{1}{4\pi} \times \frac{\Delta W}{W}$$

ΔW : 吸収振動エネルギー
 W : 入力弾性エネルギー
 ※ $W = (W_1 + W_2) / 2$

等価粘性減衰定数 h_{eq} でダンパーの性能を評価する

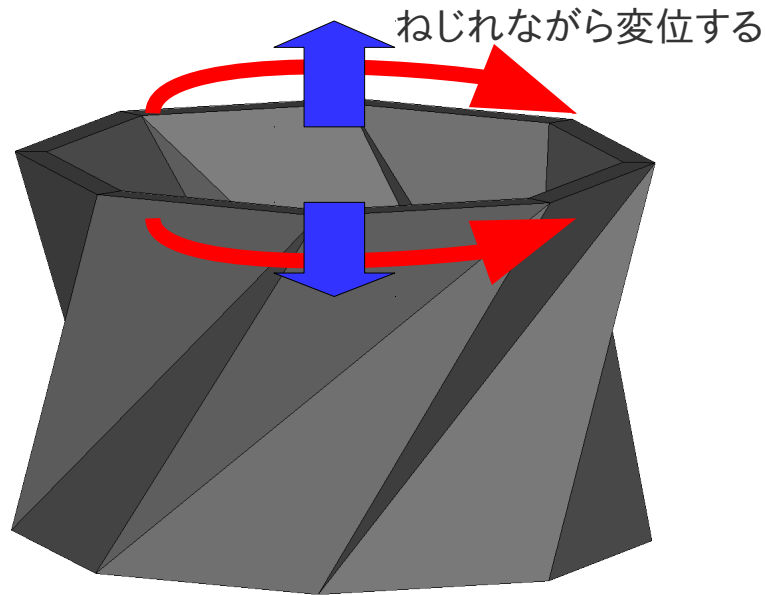
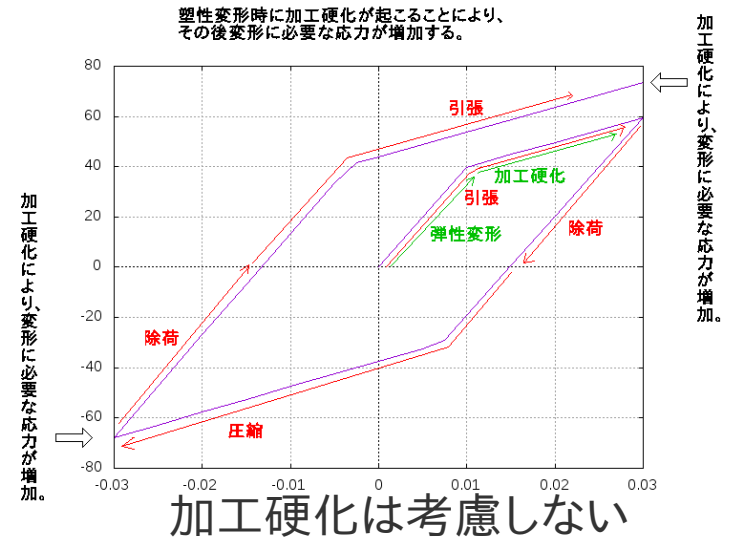
解析条件



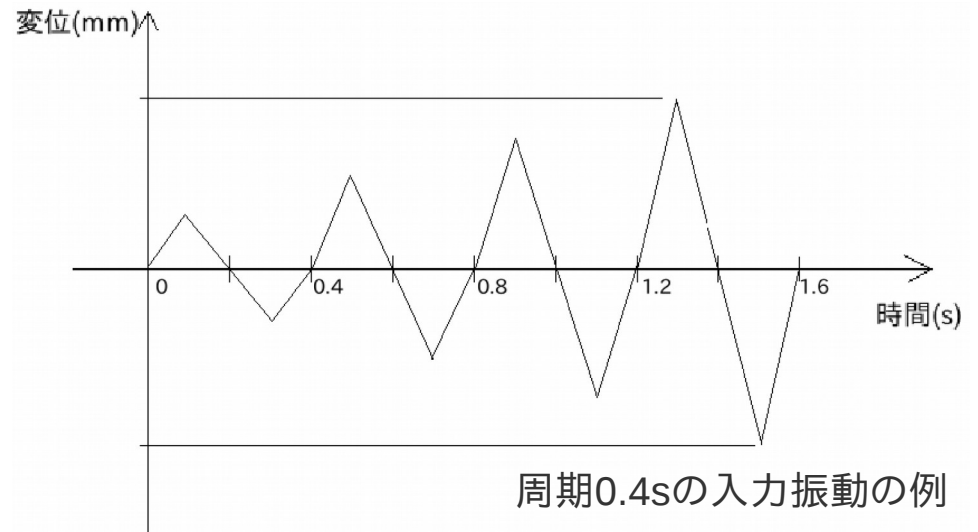
材料非線形解析

材料定数
 ヤング率210GPa
 ポアソン比0.3
 降伏応力210MPa
 密度7.87t/m³

ミーゼスの降伏条件

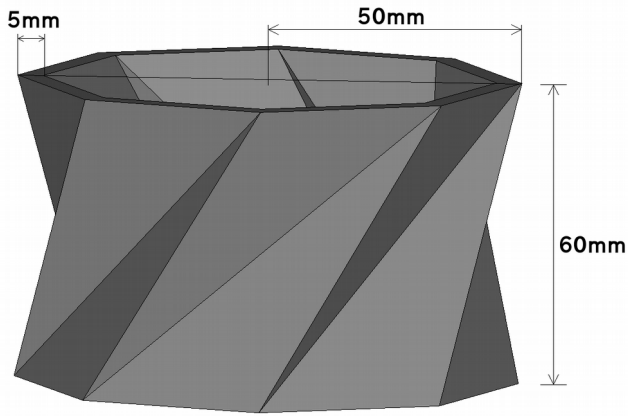


幾何学非線形解析

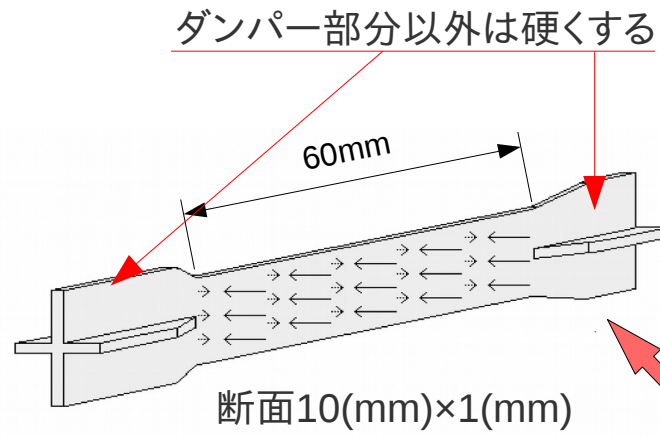


動的解析

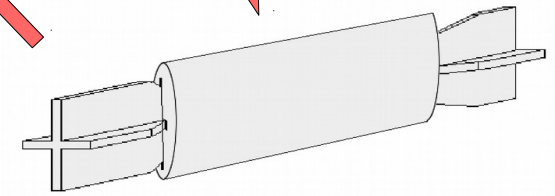
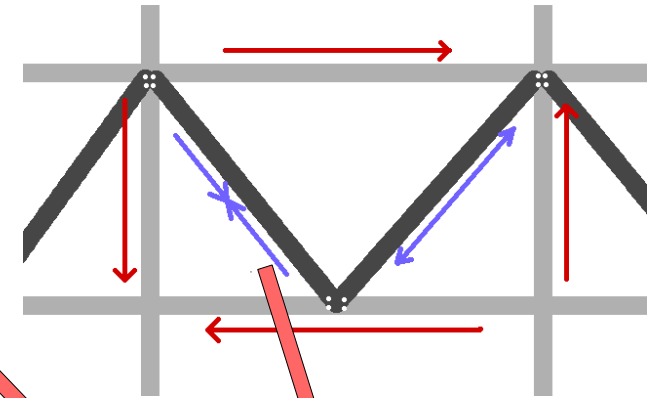
・解析モデル



螺旋折り円筒の解析モデル

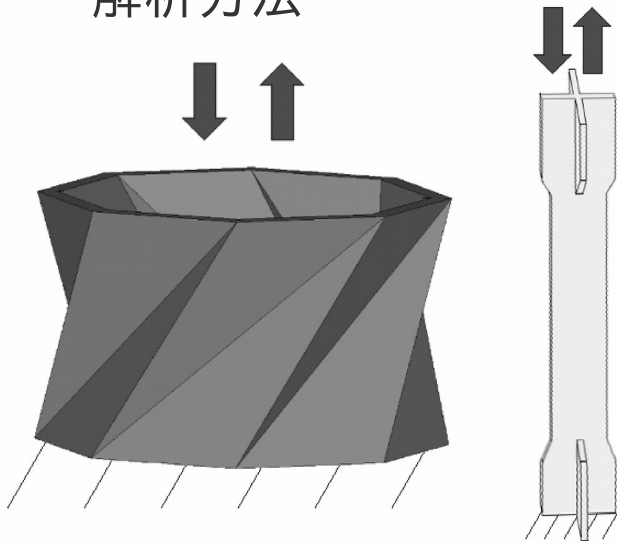


比較用の解析モデル

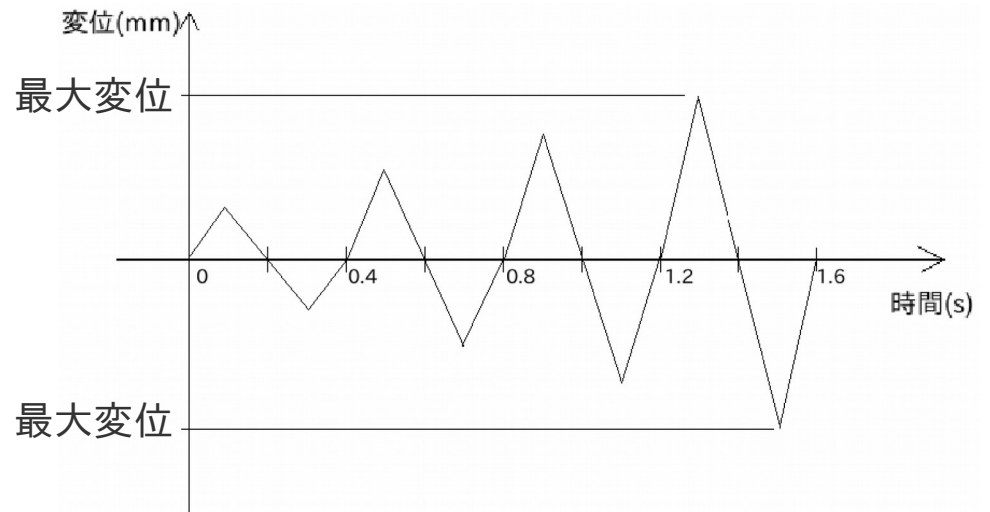


座屈拘束ブレース

・解析方法

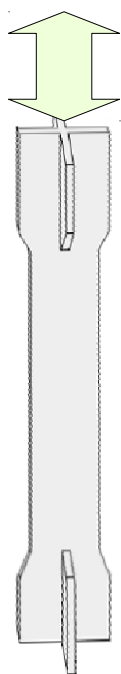


繰り返し荷重を最大変位・周期を変えながら与える、



解析結果から等価粘性減衰定数を求め、比較する

解析結果の比較

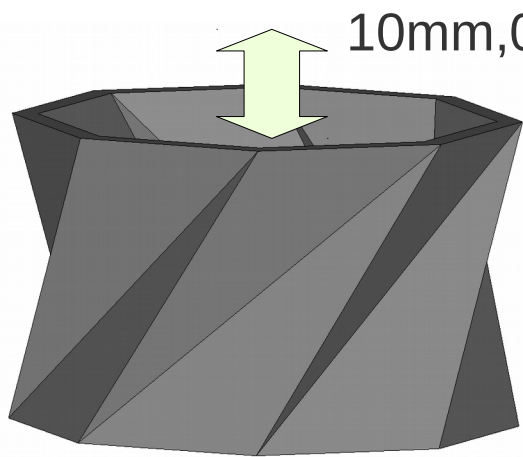


4.7mm, 0.4s

引張
 圧縮
 ↓
 面積1.17倍

$$h_{eq} = \frac{1}{4\pi} \times \frac{\Delta W}{W} = 0.46$$

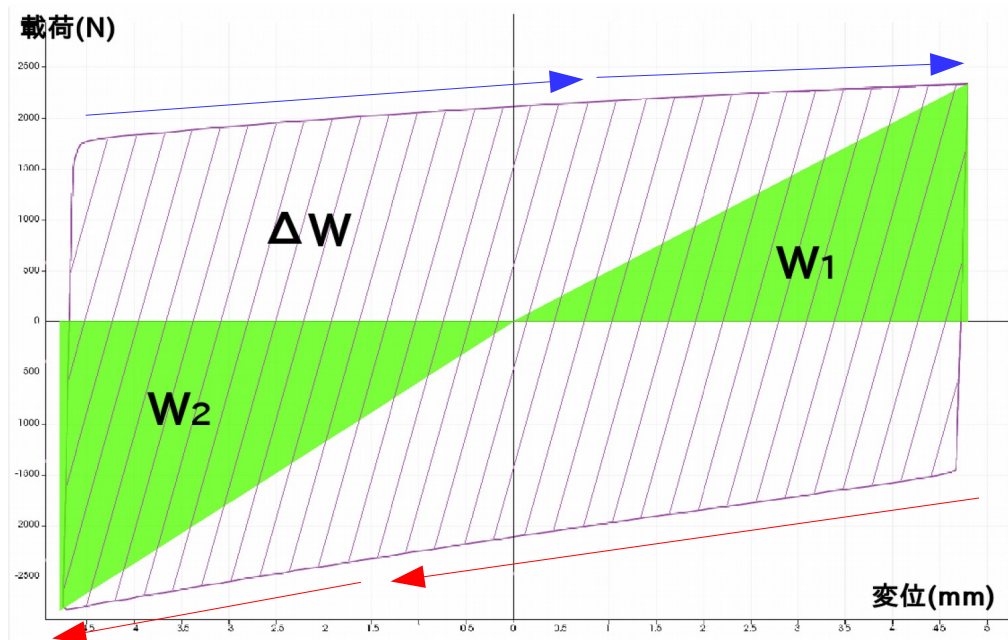
※座屈



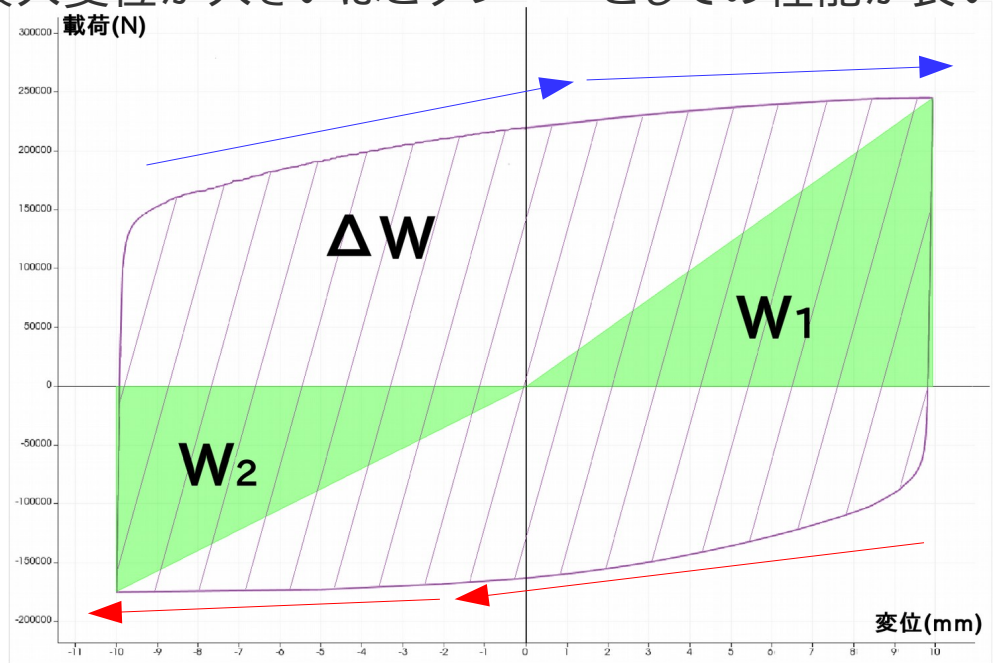
10mm, 0.4s

$$h_{eq} = \frac{1}{4\pi} \times \frac{\Delta W}{W} = 0.52$$

最大変位の大小がダンパーの性能に影響しない



最大変位が大きいほどダンパーとしての性能が良い

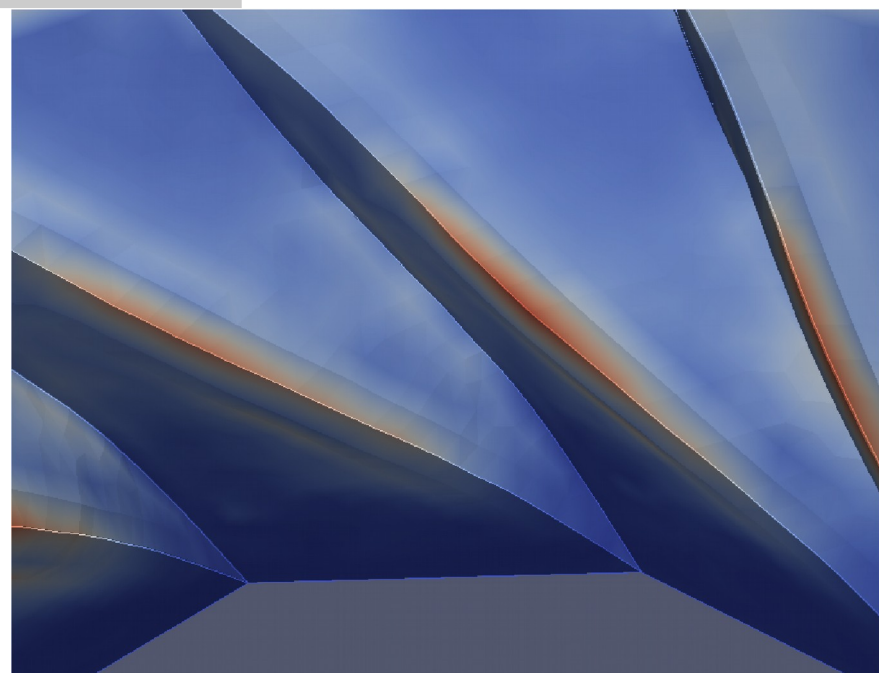


・解析結果の比較

	変位(mm)	周期(s)	heq	最大ひずみ
螺旋折り円筒	10	0.4	0.52	30%
	1.9	0.4	-----	7.0%
	1.0	0.4	0.46	5.0%
比較モデル	4.7	0.4	0.46	6.7%
	1.0	0.4	0.46	1.7%
	4.7	0.04	0.46	
	4.7	0.004	0.44	

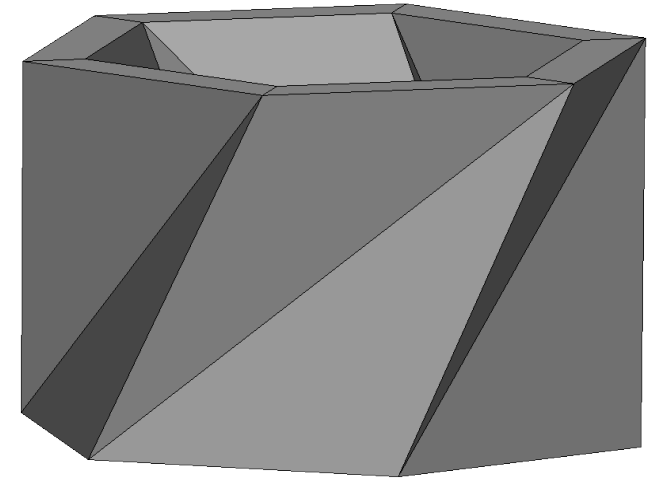
変位1.0mm以下の場合、螺旋折り円筒の等価粘性減衰定数heqが比較モデルを下回る。

最大ひずみが大きいとダンパーとしての性能を保証できない。
許容値を一例として7.0%とする。



まとめ

- ・最大変位が1.0~1.9mmの範囲で螺旋折り円筒は座屈拘束ブレースよりダンパーとしての性能が良い
- ・螺旋折り円筒は圧縮に必要な力が引張に比べて小さいため座屈し難く、ダンパーとして良い。



今後できること

- ・螺旋折り円筒の形状を変えた解析
- ・実物を作り実験をする
- ・折り目をなめらかにした螺旋折り円筒の解析

解析に時間がかかるため、高性能なPCを使うか時間をかけて研究すると良い

