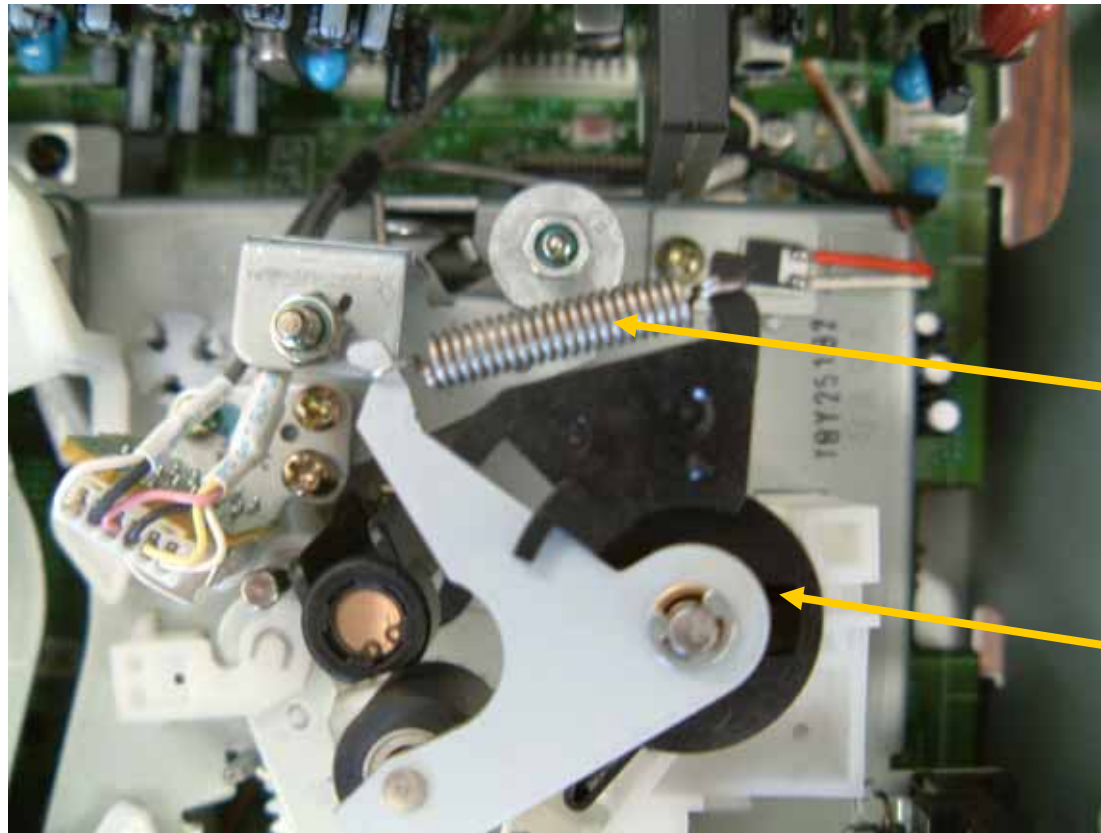


引張コイルばねの使用例

【 VTRのテープ駆動メカニズム 】



引張コイルばね

ゴムローラ

小型メカニズムに使用されるばね

- 手操作に関係し、良好な操作感を求められる場合が多い
- 機能上および上記の操作感上、一般にばね定数が小さいことが必要となる
- 空間的束縛から、小型のばねが求められる

以上の要求項目は、許容される応力の限界で設計することに帰着し、その応力をどう定めるかがノウハウとなっている。

解析対象ばね概略(Model 1)

フック部



コイル部

ばねの外径 : 4 mm
線材の径 : 0.4 mm
使用時の荷重 : 3.43 N
使用時の長さ : 38 mm
自由長 : 20.5 mm

有効巻き数 : 34.3
ばね定数 : 0.161 N/mm
材質 : ピアノ線B種
フック形状 : 逆丸

例題としてのばね設計

◆ 対象

- * オーディオのメカニズムなどに用いられる、線材の径が1 mm以下の小型引張ばね
- * 最もポピュラーな逆丸フック形状

◆ 対象に選んだ理由

- * 引張ばねのフック部の強度計算は定型化されてなく、一般的には経験による特定の定数をコイル部の計算値に付加して使用している (JIS、アメリカ工業会の例)
- * しかし、市場の実使用で問題が発生する箇所はフック部が多い
- * さらに逆丸フックを対象とすることで大部分をカバーできる

例題としてのばね設計

最大設計応力をJISでは、下記のごとくなっている

- ・引張ばね : 硬鋼線・ピアノ線 = 引張り強さ $\times 0.35$
ステンレス鋼線 = 引張り強さ $\times 0.32$

アメリカばね工業会では、下記のごとく規定している

- ・圧縮ばねと引張ばね :
硬鋼線・ステンレススチール = 最小引張強さ $\times 40\%$

ピアノ線・オイルテンパー線・SUS301系ステンレス =
最小引張強さ $\times 45\%$

ANSYSのばね設計への適用

フック部の3次元形状の作成(ANSYS)



応力解析(ANSYS)



コイル部に対するフック部の最大応力の比を求める



本来の安全係数にこの比をかけて使用応力を決定する



設計基準にする

例題とするばね仕様(Model 1)

引張コイルバネの計算

バネの外径	=	4.00	(mm)
必要な荷重	=	0.350	(Kg)
使用時のバネの長さ(ワックを含む) =		38.0	(mm)
材質 1:SWPA(ピアノ線 A種) =		2	
2:SWPB(ピアノ線 B種)			
3:SUSA(SUS304 A種)			
4:SUSB(SUS304 B種)			
ハイテンション/ノーマルの選択			
ハイテンション:1/ノーマル:2		2	

上記太枠部を入力後
ここをクリック

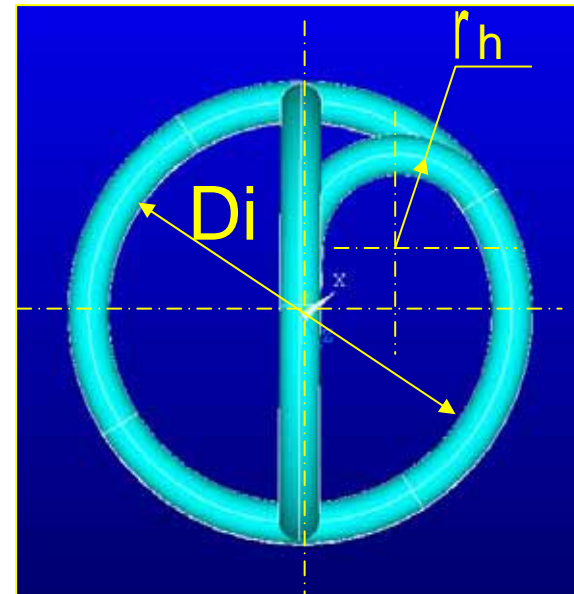
項番	線径 (mm)	初張力(kg)	バネ定数 (kg/mm)	有効巻数	応力 (kg/mm)	自由長 (mm)	限界長さ
1	0.35	0.0359	0.0137	23.1	85.31	15.0	44.7
2	0.40	0.0636	0.0164	34.3	56.78	20.5	56.0
3	0.45	0.1033	0.0214	44.0	39.29	26.4	63.7
4	0.50	0.1572	0.0298	50.1	27.88	31.5	67.5
5	0.60	0.3183	0.0648	52.2	14.37	37.5	64.0

→ : 実使用されているばね

フック部の形状

- 逆丸フック
- コイル部からフック部への折り曲げ

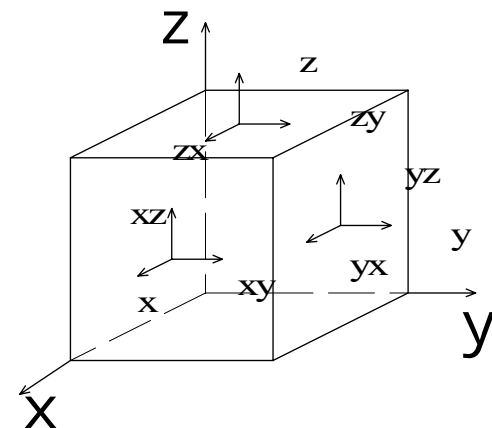
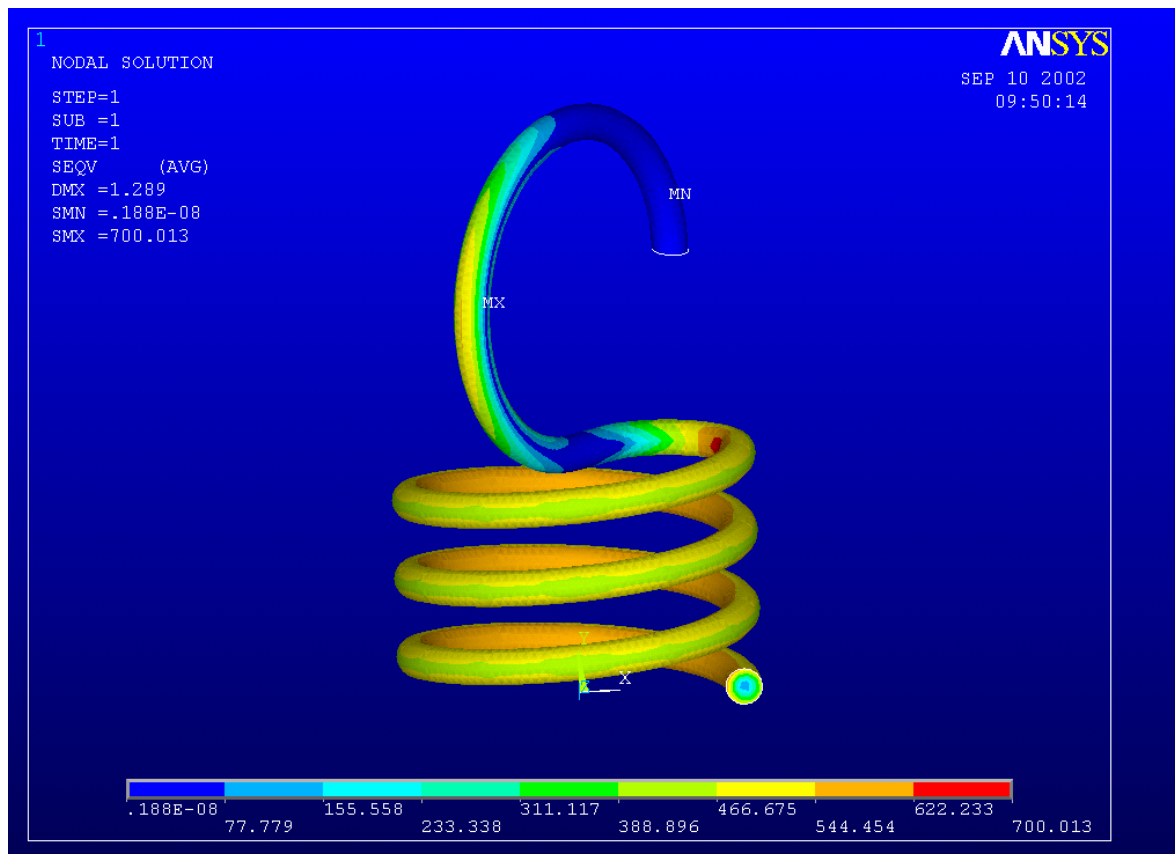
$$r_h = D_i / 4$$



ここに、 r_h は折り曲げ部平均半径、 D_i はコイル内径である

フォンミーゼス応力 σ_{eq} (相当応力、有効応力)

$$\sigma_{eq} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}$$



応力成分

その他のばねの例 (Model 2)

引張コイルバネの計算

バネの外径	=	3.00	(mm)
必要な荷重	=	0.140	(kg)
使用時のバネの長さ(フックを含む) =		15.0	(mm)
材質 1:SWPA(ピアノ線 A種) =		4	
2:SWPB(ピアノ線 B種)			
3:SUSA(SUS304 A種)			
4:SUSB(SUS304 B種)			
ハイテンション/ノーマルの選択			
ハイテンション:1 / ノーマル:2		2	

上記太枠部を入力後
ここをクリック

項番	線径 (mm)	初張力(kg)	バネ定数 (kg/mm)	有効巻数	応力 (kg/mm)	自由長 (mm)	限界長さ
1	0.26	0.0174	0.0177	11.0	62.24	8.1	17.7
2	0.29	0.0279	0.0205	15.2	44.55	9.5	20.9
3	0.30	0.0322	0.0218	16.5	40.10	10.1	21.8
4	0.32	0.0421	0.0251	19.0	32.73	11.1	23.3
5	0.35	0.0605	0.0325	21.7	24.48	12.6	24.7
6	0.40	0.1024	0.0537	23.8	15.38	14.3	25.0

ANSYSによる応力解析結果

		Model 1	Model 2
ばね指数 c	$c=D/d$	9.00	10.54
フォンミーゼス 応力 (N/mm^2)	コイル部	560	870
	折り曲げ部	660	910
	最大(フック部)	707	995
フック部の応力修正係数 (最大応力/コイル部応力)		1.26	1.14

D : コイル径 d : 線材の径

設計基準の設定例

フック部の応力修正係数 K_h をコイル部を基に以下のように計算する

$$\tau_{\max} = K \frac{8PD}{\pi d^3} \quad K = \frac{4c-1}{4c-4} + \frac{0.615}{c}$$

コイル部

$$\tau_{eq} = K_h \tau_{\max}$$

$$K_h = \frac{6.3}{(c-4)^2} + 1.0$$

$$c > 4$$

設定例

:ワールの応力修正係数

c :ばね指数

D :コイル径

τ_{\max} :最大せん断応力

d :線材の径

P :荷重

τ_{eq} :計算せん断応力

設定例での計算値とANSYS解析値の比較

