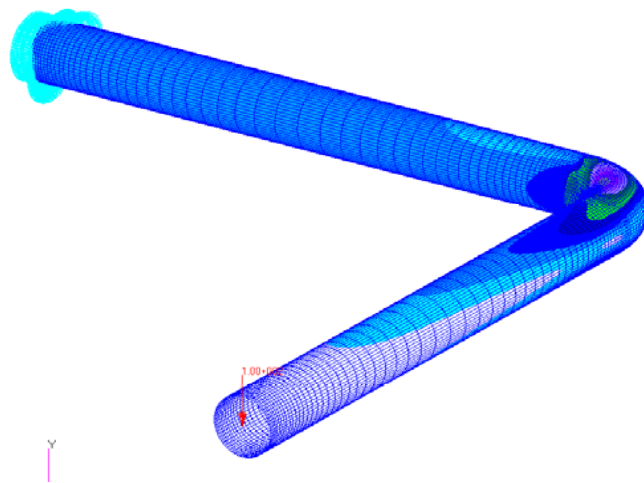


L字部材の強度計算



株式会社コーワメックス
航空機設計部

目的



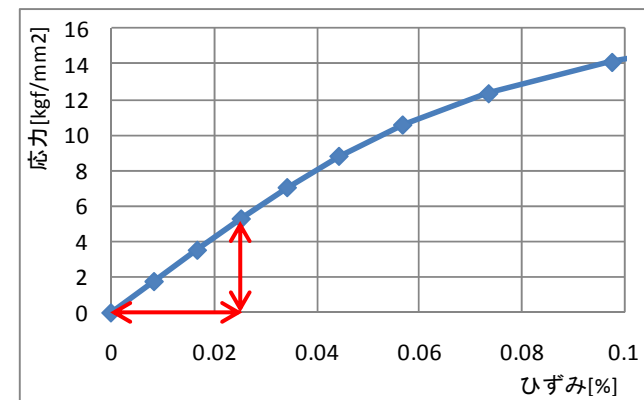
- ・ステンレスの応力-ひずみデータからヤング率を算出する。
- ・L字型部材の梁に負荷がはたらいた時の強度検討を行う。

結果



応力-ひずみ実験データより、ステンレス材のヤング率をもとめた。

$$\sigma = E \varepsilon \text{ より、}$$
$$E = \sigma / \varepsilon = 201,718 \text{ N/mm}^2$$



上記のステンレス材で作成したL字型の梁に対し、材力計算(理論値)・BAR要素・シェル要素、ソリッド要素の4モデルにて強度検討を行った。

結果



解析結果

最大/最小値比較

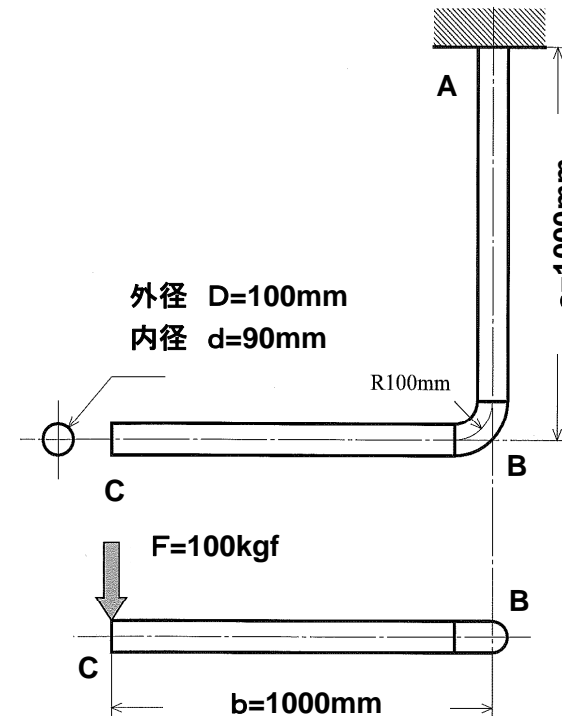
				unit	材力計算	CBAR要素	CQUAD4要素	CHEXA要素
負荷点のY方向変位				mm	5.66	5.55	4.43	6.68
最大応力値	主応力	要素	N/mm ²	31.85	29.05	90.13	49.89	
		節点	N/mm ²		29.05	87.87	94.28	
	Mises応力	要素	N/mm ²		29.05	78.85	48.49	
		節点	N/mm ²		29.05	81.83	83.72	
最小応力値	主応力	要素	N/mm ²	-29.05	-90.13	-49.89		
		節点	N/mm ²	-29.05	-87.87	-94.28		

- 実現象に近いモデルはCQUAD4要素もしくはCHEXA要素。
- これらのモデルでは、パイプの曲げ部に最大応力が発生した。
- 0.2% 耐力 $\sigma_{0.2} = 196\text{N/mm}^2$ 、破断強度 $\sigma_u = 520\text{N/mm}^2$ より、梁に発生する応力は弾性範囲内であり、強度上の問題は発生しない。

L字型梁の強度計算

梁の形状および荷重条件は図の通り。
下記4パターンでのモデルで計算を実施。

- 材力計算(理論値)
- BAR要素
- シェル要素
- ソリッド要素



理論値計算



直角の曲がった棒の先端に集中荷重がはたらく場合。

荷重	F		100	kgf
荷重	F		980.665	N
梁長さ1	a		1,000	mm
梁長さ2	b		1,000	mm
ヤング率	E		201,718	N/mm ²
外径	D		100	mm
板厚	t		5	mm
内径	d	=D-2t	90	mm
ポアソン比	ν		0.3	-
断面二次モーメント	I	$=\pi(D^4-d^4)/64$	1,688,115	mm ⁴
極断面二次モーメント	I _p	$=\pi(D^4-d^4)/32 = 2I$	3,376,230	mm ⁴
断面係数	Z	$=\pi(D^4-d^4)/32D$	33,762	mm ³
極断面係数	Z _p	$=I_p/(d/2)$	75,027	mm ³
曲げモーメント	M	=Fa	980,665	N・mm
ねじりモーメント	T	=Fb	980,665	N・mm
曲げ応力	σ	=M/Z	29.05	N/mm ²
せん断応力	τ	=T/Z _p	13.07	N/mm ²
(曲げ、せん断の合成)	σ'	$=\sqrt{(\sigma^2 + \tau^2)}$	31.85	N/mm ²
負荷点のたわみ	w	$=(Fa^3/3EI)(1+(b^3/a^3)+3(1+\nu)(b^2/a^2))$	5.66	mm

解析結果



変位と応力値の解析結果を下記に示す。

最大/最小値比較

				unit	材力計算	BAR要素	シェル要素	ソリッド要素
負荷点のY方向変位				mm	5.66	5.55	4.43	6.68
最大応力値	主応力	要素	N/mm2	31.85	29.05	90.13	49.89	
		節点	N/mm2		29.05	87.87	94.28	
	Mises応力	要素	N/mm2		29.05	78.85	48.49	
		節点	N/mm2		29.05	81.83	83.72	
最小応力値	主応力	要素	N/mm2	-29.05	-90.13	-49.89		
		節点	N/mm2	-29.05	-87.87	-94.28		

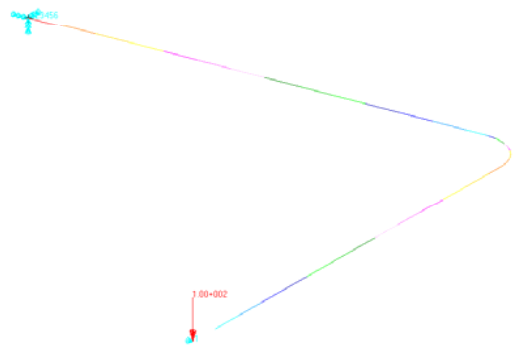
0. 2%耐力 $\sigma_{0.2} = 196\text{N/mm}^2$ 、破断強度 $\sigma_u = 520\text{N/mm}^2$ より、梁に発生する応力は弾性範囲内であり、強度上の問題は発生しない。

材力計算とBAR要素、そしてシェル要素とソリッド要素で傾向に差が出た。

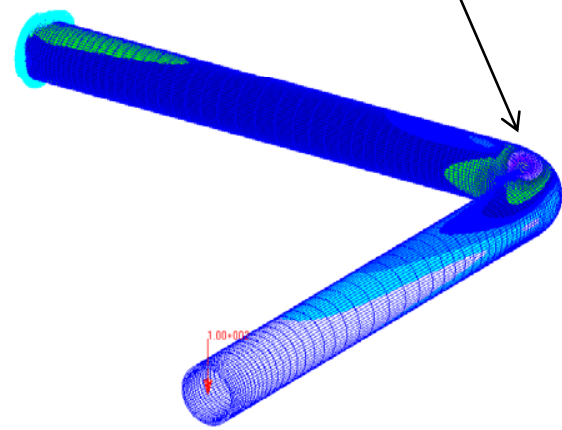
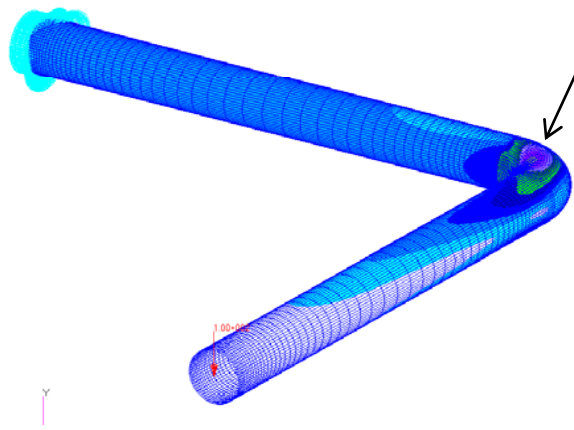
解析結果



BAR要素
最大値となるのは、拘束点付近



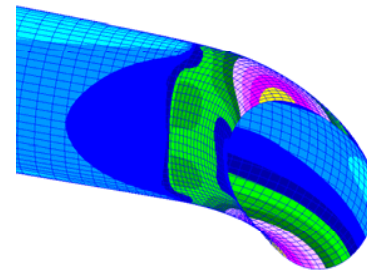
シェル、ソリッド要素
最大値となるのは、パイプの曲げ部



解析結果



- ・梁の計算を行っている材力計算・BAR要素モデルでは、根元の拘束点付近に最大応力が発生している。
- ・一方、詳細モデルを作成したシェル・ソリッド要素では、パイプの曲げ部に最大応力が発生した。
- ・実現象としては、一定断面の梁ではなくシェルやソリッド要素のように局部に応力集中をおこす形状(薄板の円管)であるため、後者の分布が正しいと推測する。



パイプ形状の断面
局部変形している(梁とは異なる)

結論



ステンレス材の応力-ひずみデータからヤング率を算出した。

$$\text{ヤング率} E = 201,718 \text{ N/mm}^2$$

また、そのステンレス材で作成したL字型部材の梁に、
負荷がはたらいた時の強度検討を行った。

- ・実現象に近いモデルはシェルもしくはソリッド要素。
- ・これらのモデルでは、パイプの曲げ部に最大応力が発生した。
- ・0.2%耐力 $\sigma_{0.2} = 196 \text{ N/mm}^2$ 、破断強度 $\sigma_u = 520 \text{ N/mm}^2$ より、
梁に発生する応力は弾性範囲内であり、強度上の問題は発生しない。