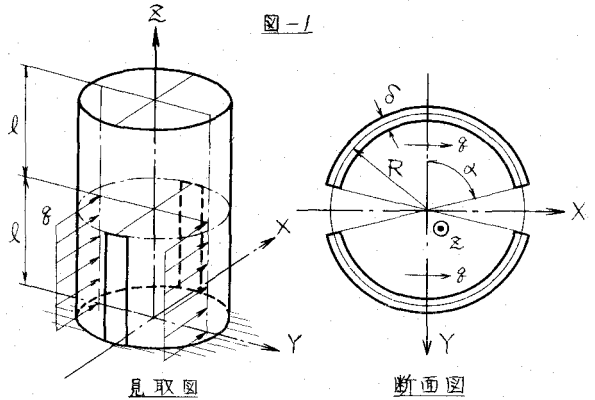


名古屋工業大学 正員 荒井利一郎

同 大学院 学生員 岩瀬勝政

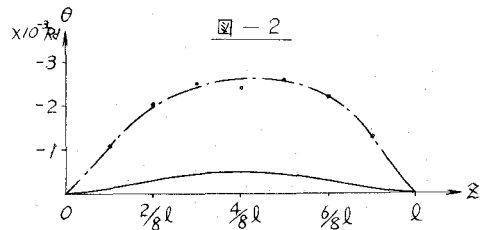
1. まえがき シェルの厚さが断面寸法に比して小さく、断面寸法がシェルの長さ
に比して小さい構造物を薄肉バリと呼んで
いる。V. Z. Vlasov はこのようなはりにつ
いて、曲げにおいては平面保持の法則に従
い、ねじりにおいては扇形面積の法則に従
うことを示した。そして、この扇形面積の
法則に従って断面が歪ることによって生ず
る垂直応力は軸方向の内的釣り合いを保ち
、Bimoment と呼ばれる一般化された力を



形成し、この一般化された力と釣り合う外力によって引き起された断面のソリは作用点から離れるに
従って非常にゆっくりと減少することを述べている^①。ここでは V. Z. Vlasov の薄肉バリの理論に基いて
、図 2-1 に示す、一端固定 ($z=0$) 他端自由で、 $z=l$ まで縦スリットを有し、それより上部は完全
円筒体である薄肉中空円形断面棒について、応力、ねじれ角および自由ねじり振動の計算を試みた。
応力、ねじれ角については若干の実験を行って、理論値と比較した。

2. 応力およびねじれ角 2つのスリットによって離された2つの円弧断面棒をそれぞれ薄肉バリ
と見なし、次の仮定を設けて理論計算を行った。「断面形は変形しない」、「中央面のセロ断変形は考えな
い」、 $z=l$ より上の完全円筒体の部分を剛体と考え、 $z=l$ 断面でソリはゼロとする。荷重は $z=0$
から $z=l$ までの範囲で、円弧断面の図心に図 1 に示す方向に作用する等分布荷重を考える。境界
条件 $z=0$ で $\theta=0$ 、 $\theta'=0$ 、 $z=l$ で $\theta=0$ 、 $\theta'=0$ の基で、 $l=2R=213\text{mm}$ ($\alpha=75^\circ$)、 $\delta=2.5\text{mm}$ 、 $E=3 \times 10^4 \text{kg/cm}^2$ 、 $\nu=0.38$ について数値計算を行った結果を図 2、図 3 に実線で示
す。図 3 において、点線は平面保持の法則に従う応力を示す。したがって実線と点線で囲まれた部
分は曲げねじりによる付加的応力を示し、この応力は平面保持の法則に従う応力と同程度の大きさで
ある。ねじりモーメントにおいては曲げねじりが支配的であって、サンファンズのねじりはほとんどゼ
ロであった。

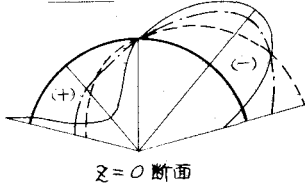
3. 実験および考察 実験は 2. の数値計算に示した
ものについて行った。模型は硬質塩化ビニール製であ
る。載荷方法は、円弧断面の部分を 4 等分し、その各
々の部分の重心を通る断面に横リブをいれ、これに集
中力を加えて等分布荷重にかえた。応力測定には直角



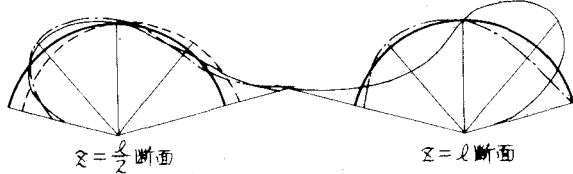
型ロゼットゲージを使い、回転角の測定には、円筒体の測面に鏡を接着し、光てこによる方法を用い
た。実験の結果を図 2、図 3 に一点鎖線で示す。図 3 より、 $z=0$ 、 $z=l$ 断面における応力

図-3

垂直応力分布



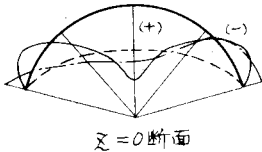
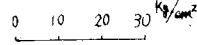
$x=0$ 断面



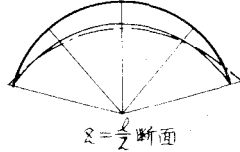
$x=\frac{l}{2}$ 断面

$x=l$ 断面

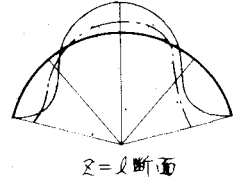
せん断応力分布



$x=0$ 断面



$x=\frac{l}{2}$ 断面



$x=l$ 断面

—— 理論値

----- 平面保持の法則に従う応力

----- 実験値

分布は平面保持の法則に従う分布に近い。これは試験体の端部条件がソリを拘束するのに不十分であり、理論計算において、端部で $\theta = 0$ とした仮定が無理であったと考えられる。しかし、端部における弾性固定の状態を理論的に求めるのは今のところ不可能であるので比較するのは無理である。 $x = \frac{l}{2}$ 断面では理論値とよく一致している。以上の結果から、短い薄肉バリに対しても Vlasov の理論が或る程度成立すると考えられる。しかし、端 Bimoment が中央の断面にかなり大きく影響していることを考えると、今の段階で確たる結論をするのは危険である。

4. 自由ねじれ振動 ここでは2つのスリットによって離された2つの円弧断面棒が xz 平面に關して対称なねじれ変位を起すねじれ振動についての考へる。 $x=0$ から l までを4等分して、各質量が各部分の中央の断面に集中していると仮定する。スリットより上の部分の質量はここで考へる振動に対しては無関係であるので無視する。これより、自由度4の靜的に連成された弾性系と考へる。

V. Z. Vlasov の理論を前と同じ仮定の基に適用して、ある質量集中点に単位ねじりモーメントが作用した場合の各質量集中点のねじり角を計算すれば4次の干渉係数による行列を得る。この行列の逆変換を行えば4次の振動数方程式を得る。これより表-1に示す結果を得た。ただし、 $l = 2R = 108$, $\alpha = 80^\circ$,

表-1

	質 点	基本振動	2次振動	3次振動	4次振動
振 幅 比	$x = \frac{1}{4}l$	1	0.477	4.89	1
	$x = \frac{3}{4}l$	4.89	1	-1	-0.478
	$x = \frac{5}{4}l$	4.89	-1	-1	0.478
	$x = \frac{7}{4}l$	1	-0.477	4.89	-1
振動数 $\times 10^4 \frac{1}{\text{cm}}$		0.185	0.496	1.05	1.17

$E_d = 3 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$, $G_d = 1.3 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$, $\rho = 2.4 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$. この結果を用いて、図-1に示す等分布荷重の作用を受けて静止している状態から急に除荷された場合の自由ねじり振動の解を求めた。結果は紙面の関係上割愛する。

5. あとがき 以上短い薄肉バリについて計算した結果を若干の実験結果と合せて発表した。ここで無視した中央面のせん断変形はこのような短い薄肉バリにおいては重要であって、すでにこのせん断変形を考へた論文が発表されている^②。これらの論文を参考に、引き続き、短い薄肉バリの解析を行う予定である。

① V. Z. Vlasov "Thin-walled elastic beams" 1961. ② T. H. Argyris "The open tube" aircraft Engineering, April, 1954.