

補剛円筒パネルのたわみおよび応力(第2報)

関西大学工学部 正員 三上 市蔵
 関西大学工学部 正員・森沢 敬文

1. まえがき 前報¹⁾で、円筒方向補剛材1本を有する円筒フランジについて、直交異方性シェル理論を簡略化して理論解析し、一方模型実験を行い、理論値と実験値とを比較した。ここでは、円筒方向補剛材2本を有する円筒フランジについて模型実験を行った。

2. 実験概要 図-1に示すように曲り梁部分を有する模型桁に2点载荷により純曲げが作用させた。斜線の実験対象部分は曲率外側円筒フランジ(外側フランジ)に2本の補剛材を有する円断面曲り梁である(図-2)。この部分に純曲げが作用すると、外側フランジは円筒方向面内圧縮力を受ける。外側フランジは隔壁によって Panel 1 (縦横比 $a/b = 1$) と Panel 2 ($a/b = 2$) に区切られている。この模型(Model SD)の外側フランジの設計寸法を表-1に示す。ここで、 R = 中央面の曲率半径、 b = パネル幅、 t = パネル板厚、 n_s = 補剛材本数、 t_s = 補剛材厚、 b_s = 補剛材幅。

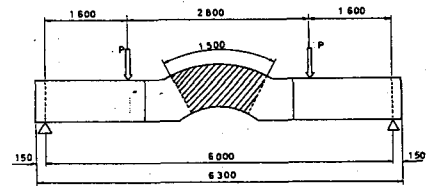


図-1

補剛円筒フランジおよび腹板のたわみを撓動型変位計で、補剛円筒フランジ、腹板および曲率内側フランジのひずみを3軸ゲージまたは1軸ゲージを用いて測定した。

3. 実験結果に対する考察 理論値としては、外側フランジおよび内側フランジの有効幅を算定し、曲り梁理論によってフランジと腹板の応力を決定した¹⁾。外側フランジのたわみは直交異方性シェル理論によって求めた¹⁾。実験値としては線形挙動をする荷重 $P = 5$ 吨に

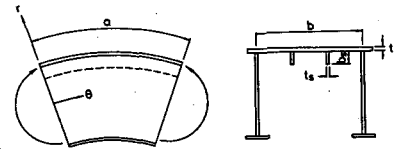


図-2

表-1

Model	R (cm)	b (cm)	t (cm)	n_s	Panel 1		Panel 2	
					t_s (cm)	b_s (cm)	t_s (cm)	b_s (cm)
SD	150	50	0.4	2	0.5	2.9	0.5	4.7

おけるたわみおよび応力の測定値を用いる。外側フランジの変形モードとして図-3に示す2つの Pattern が実測された。すなわち、Pattern A では補剛材の剛度が大きく、Subpanel で局部的なたわみが卓越する。Pattern B では Subpanel と補剛材が一体となって全体的にたわむ。

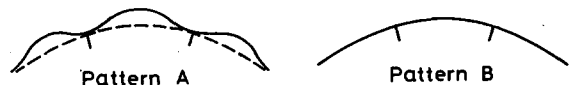


図-3

外側フランジパネル中央横断面におけるたわみ分布の理論値および実験値を図
 Ichizou MIKAMI, Yoshifumi MORISAWA

-4, 5に示す。理論では Pattern A は把握できない。実験においては, Panel 1 と Panel 2 で全く異なったたわみ分布が観測された。Panel 1 では補剛材のたわみが小さく, Subpanel のたわみが大きく, Pattern A を示している。それに対して Panel 2 では Subpanel と補剛材が一体となって全体的にたわんでおり, Pattern B を示している。

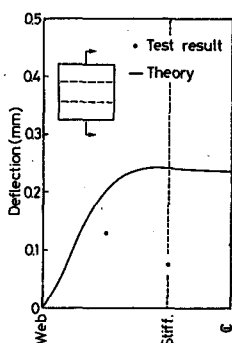


図-4

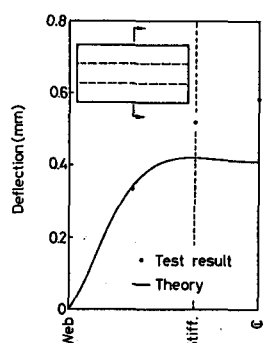


図-5

図-6, 7に外側表面の円周方向応力 σ_y° , 図-8, 9に外側表面の母線方向応力 σ_x° の理論値と実験値が比較されている。Pattern B が生じている Panel 2 では理論値と実験値はよく一致しているが, Pattern A が生じている Panel 1 では, 局所的な変形に伴う応力の変化が観測されているが, 理論では説明できない。とくに母線方向には補剛材上で逆の曲がを受けていることがわかる。

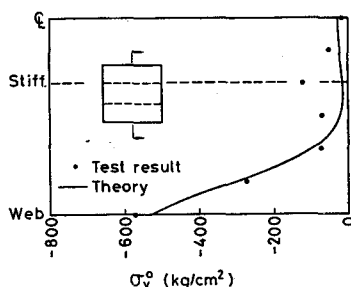


図-6

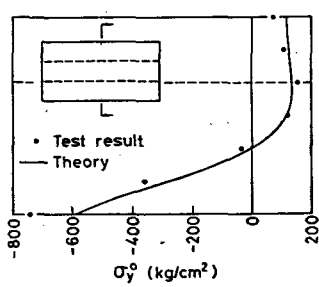


図-7

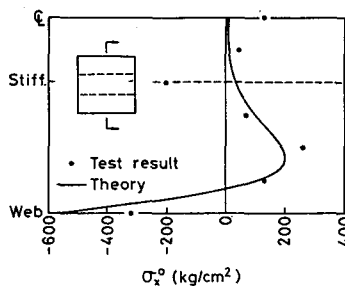


図-8

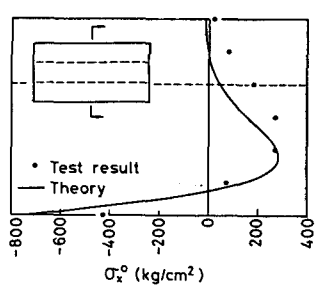


図-9

図-10には腹板の円周方向膜応力 σ_θ^m と半径方向膜応力 σ_r^m について, 図-11には曲率内側フランジの円周方向膜応力について理論値と実験値を比較している。理論値は実験値に近い値を示しており, 外側フランジおよび内側フランジの有効幅の評価は妥当と思われる。

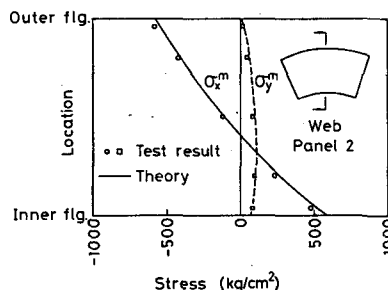


図-10

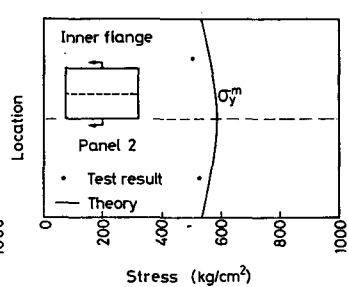


図-11

1) 三上・森沢: 補剛円筒パネルのたわみおよび応力, 土木学会年次学術講演会, I-22, 1981.