

金沢工業大学 正 西田 進
金沢大学 正 吉田 博

1. まえがき

近年、水道管やガス管を橋りょう床組に通すため、横折のウェブに孔をあけたり、建築および船舶のプレート・ガーダーに、通気孔や配水、配管のための孔をあけることが多くなってきた。このようなプレート・ガーダーのウェブに孔と有するはりの面内強度に関する理論的および実験的研究は数多く行なわれている。しかし有孔ばりの横倒れ座屈強度に関する研究はあまり行なわれていない。このような観点から筆者等はウェブに無補剛の孔を有するはり、および補強された孔を有するはりの横倒れ座屈強度を伝達マトリックス法を用いて解析を行ない、昭和54の年度全国大会において発表した。今回の発表はアクリライト樹脂板から横型ばりを製作し、横倒れ座屈実験を行ない、理論解析の妥当性を確かめたものである。

2. 横倒れ座屈強度実験

横型ばりの製作に用いた厚さ5mmおよび3mmのアクリライト板より、それぞれ2本の引張試験片を製作し、引張実験を行なった結果、ヤング係数 $33,000 \text{ kg/cm}^2$ 、破断強さ $\sigma_B = 258 \text{ kg/cm}^2$ 、およびポアソン比 $\nu = 0.37$ を得た。また同一のアクリライト板より製作した曲げ試験片による曲げ試験結果からも、ほぼ同じ値のヤング係数およびポアソン比を得た。引張応力が 300 kg/cm^2 以下では応力とひずみの関係はほぼ直線的である。

フランジ応力が 300 kg/cm^2 以下で座屈するように横倒れ座屈試験用のI形ばりの断面はフランジ幅 $b = 50 \text{ mm}$ 、フランジ厚さ $t = 5 \text{ mm}$ 、断面の高さ $d = 100 \text{ mm}$ 、ウェブの厚さ $\delta = 3 \text{ mm}$ とし、スパン長 l として 60 cm 、 80 cm および 100 cm の3種について行なった。

横倒れ座屈実験方法としては、まず試験ばりの支点断面のウェブに1辺24mmの正方形の孔をあけ、この孔に同一寸法の正方形のピンを通し、このピンを両端でベアリングを介して支持した。ピンの先端には両支点で等長のアームを取り付け、アームの先端に取り付けられた載荷ブロックに、アムスラー型ユニバーサル試験機により載荷して、試験ばりに一様曲げモーメントを作用させ、単純支持した。はりの軸方向の拘束を自由にするため、一方の支承の下にローラー・ベアリングを入れた。支点上のウェブの正方形孔を補強するために、同一の孔のあった厚さ3mmの鋼板を両面からウェブに接着した。

横倒れ座屈変形に対する境界条件として、両支点でねじりに対して単純支持、それに対して自由となるように、はりの支点断面の上下フランジを両側からマイクロ・ベアリングを介し締め付けた(写真-1参照)

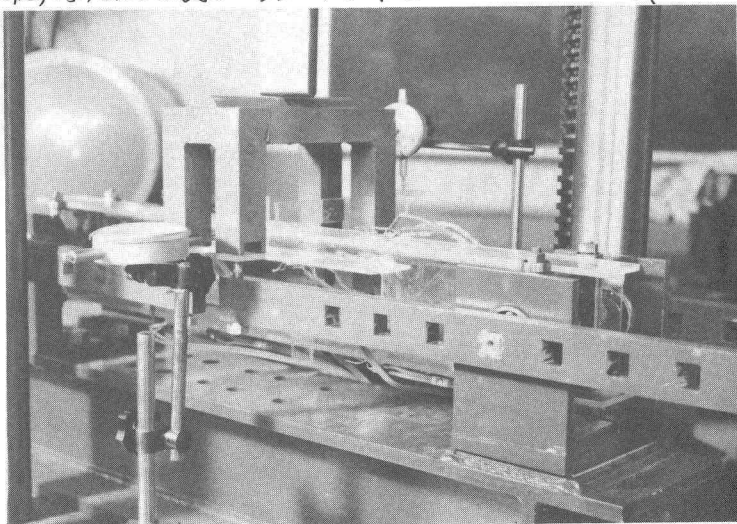


写真-1 横倒れ座屈強度実験 Set-up

実験ではスパン中点での上下フランジの水平変位および鉛直変位を $1/100\text{mm}$ 精度のダイヤル・ゲージで測定し、両支点から $3/4$ 点上の上下フランジにひずみゲージを接着してひずみを測定した。実験に先立ち、荷重が理論座屈荷重の $2/3$ の値でスパン中点での上下フランジの水平変位が 0.2mm 以下になるように支点および載荷点の調整を行なった。

3. 実験結果および考察

図-1は引張試験および圧縮試験結果を示したもので、引張試験では圧力が 400kg/cm^2 でアクリライト板は破断したが、圧縮試験では破壊はみられずひずみが 0.2% になった所で実験を打ち切った。

図-2はスパン長 $L=80\text{cm}$ のはり中心に $4.5 \times 16.0\text{cm}$ の無補鋼の孔をあけた場合の荷重変位曲線を示したものであり、座屈荷重の判定は $P-\delta$ 法によった。

表-1は有孔ばりの横倒れ座屈強度実験結果を示したものである。孔の高さはウェッジ高さの $1/2$ で、孔はスパン中心に対して対称とし、スパン長に対する孔の長さの比を β とした。 $N.2$ は無補鋼の場合で、 $N.6, 7$ は孔の上下両側を厚さ 3mm 、幅 50mm の板で補剛した場合で、(a)は実験値を(b)は理論値を示す。

実験値は孔の長さが短くと理論値と良い一致をみるが孔が長くなるに従って実験値は理論値を下まわる。この原因として有孔断面上部T形ばりに軸力と曲げが作用し、この軸力による二次のモーメントの影響と思われる。特に $\beta=0.8$ の場合、実験中上下T形ばりの鉛直たわみは δ に $1/2$ の値があり、また座屈荷重の判定は上下T形ばり水平変位の平均値を用いたので δ の値になったと思われる。

実験値は孔の長さが短くと理論値と良い一致をみるが孔が長くなるに従って実験値は理論値を下まわる。この原因として有孔断面上部T形ばりに軸力と曲げが作用し、この軸力による二次のモーメントの影響と思われる。特に $\beta=0.8$ の場合、実験中上下T形ばりの鉛直たわみは δ に $1/2$ の値があり、また座屈荷重の判定は上下T形ばり水平変位の平均値を用いたので δ の値になったと思われる。

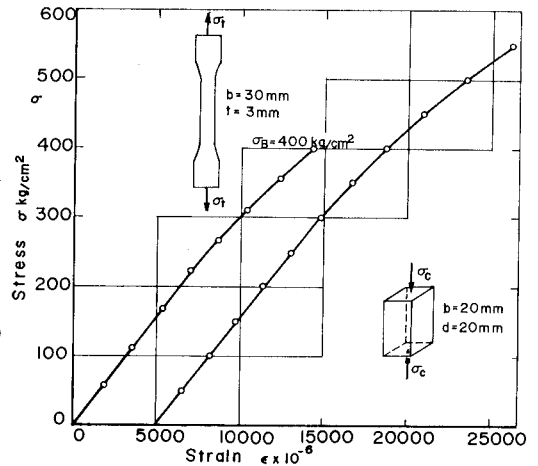


図-1 応力とひずみの関係

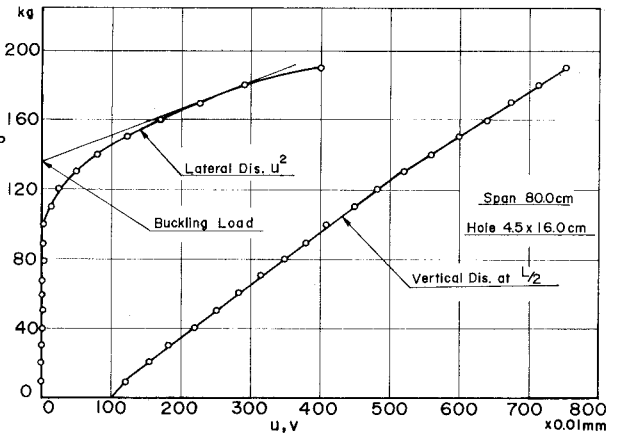


図-2 横倒れ座屈実験(荷重-変位曲線)

Table-1 Lateral Buckling Strength (Mo)cr x kg-cm

No.	β	R.F.	L = 60cm			L = 80cm			L = 100cm		
			Ex.Val.(a)	The.Val.(b)	a/b	Ex.Val.(a)	The.Val.(b)	a/b	Ex.Val.(a)	The.Val.(b)	a/b
1	0.0	Non	4625	4617	1.00	2831	2810	1.01	2118	1960	1.08
2	0.1	Non	4081	4484	0.91	2553	2706	0.94	1932	1871	1.03
3	0.2	Non	3550	4334	0.82	2480	2582	0.96	1769	1760	1.01
4	0.4	Non	3153	4089	0.77	2060	2377	0.87	1629	1576	1.03
5	0.8	Non	3551	3876	0.93	2133	2195	0.97	1536	1410	1.09
6	0.2	R.F.	3855	4748	0.81	2680	2817	0.95	1955	1891	1.03
7	0.4	R.F.	3921	4802	0.82	2461	2835	0.87	1862	1880	0.99

参考文献

- 吉誠, 藤田, 他五名「有孔板の座屈強度について(1)~(3)」, 造船協会論文集, 122号, 126号, 127号.
- 西田, 吉田, 「ウェッジに補強された孔を有するばりの横倒れ座屈強度」, 土木学会第2回概要集 I-122.