

I-181 局所荷重をうける桁の載荷実験

(株) 神戸製鋼所 正員 ○ 三村 裕一
 (株) 神戸製鋼所 正員 滝本晋四郎
 (株) 神戸製鋼所 正員 森脇 良一

1. まえがき

過去、著者らは局所荷重をうける板の座屈に関し、Galerkin法による解析ならびに複合応力下の腹板座屈の考え方を示した。⁽¹⁾ そこで、本報告では局所荷重を支配的にうける場合および複合荷重をうける場合について実験を行ない、耐荷力に至るまでの挙動を実験的に明らかにするとともに、文献(1)による座屈解析および今次大会で発表する文献(2)による耐荷力解析の妥当性について検討を加えようとするものである。

2. 実験概要および実験系列

試験体は図-1に示すように断面が箱形のものである。その諸元を表-1に示す。なお、材料はすべてS M58でその機械的性質を表-2に示す。

実験シリーズとしては、2点載荷により曲げモーメントとせん断力および局所荷重の複合して作用するCシリーズ、1点載荷により局所荷重が支配的に作用するPシリーズを考え、Cシリーズでは断面の大きさが異なるC-1、C-2について、またPシリーズでは腹板板厚異なるP-1、P-2について図-2に示すような載荷装置

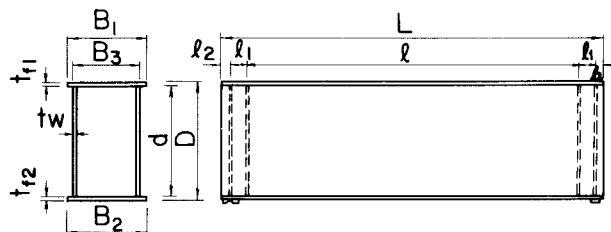


図-1 試験体

表-1 試験体諸元と載荷形式

断面寸法 試験体名	B ₁ (mm)	B ₂ (mm)	B ₃ (mm)	D (mm)	d (mm)	t _w (mm)	t _{f1} (mm)	t _{f2} (mm)	L (mm)	l (mm)	l ₁ (mm)	l ₂ (mm)	載荷形式	載荷幅 C (mm)
C-1	385	373	373	501	487	4.54	9.60	4.54	6300	6000	0	150	↓P 2200 1900 1900	400
C-2	276	264	264	453	440	4.55	8.31	4.55	6300	6000	0	150		
P-1	479	479	431	677	653	5.80	11.9	11.9	2300	2000	100	50	↓P 1100 1100	260
P-2	479	479	429	677	653	4.30	11.9	11.9	2300	2000	100	50		

(図-2はPシリーズの場合で、Cシリーズの場合は載荷ビームを介して2点載荷を行なった) によって実験を行なった。

なお、Cシリーズの試験体は片側載荷点のみ破壊するように設計されている。

測定は、精度が $\frac{1}{200}$ mmの撓動型変位計および曲げひずみゲージ(板の片面に貼付けることにより板に生じる面外ひずみ成分と面内ひずみ成分を分離して

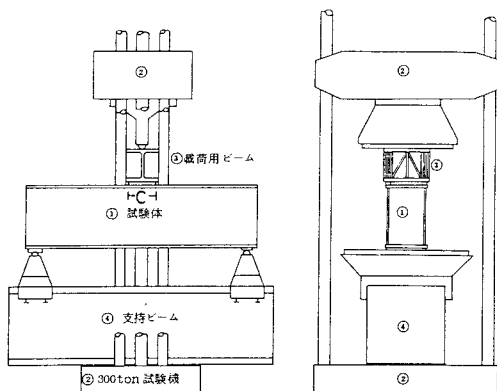


図-2 載荷装置例(P-1,P-2)

表-2 材料の機械的性質

板厚 (mm)	降伏応力 (kgf/mm ²)	引張強さ (kgf/mm ²)	伸び率 (%)
9.60	47.3	59.0	24.8
4.54	53.7	62.9	17.2
8.31	49.0	63.6	20.9
4.55	51.8	59.8	19.5
11.9	44.0	55.4	21.4
5.80	49.3	59.2	20.3
4.30	49.1	60.2	20.1

* 1kgf/mm² = 9.8 N/mm²

測定することができよう)により、腹板の面外変位、フランジの鉛直変位、フランジおよび腹板の軸方向ひずみ、腹板の鉛直ひずみなどについて行なった。

3. 実験経過

Cシリーズの場合には、荷重の比較的低い段階から載荷点近傍の腹板の面外変形が観察され、この変形が荷重の増加とともに漸増し、最終的には崩壊に至っている。 ippō, Pシリーズの場合には、荷重の低い段階では、載荷点直下の腹板深さ中央部の面外変形が生じ、この変形が荷重の増加とともに漸増する。 また、座屈荷重前後までは、図-3の鉛直ひずみ分布にもみられるように、載荷点直下の領域の断面でかなりの局所荷重が負担されている。 しかし、座屈後の荷重は、載荷点直下の腹板部で負担されるのではなく、むしろその両サイド部分でうけもたれていると考えられる。 最終的には、図-4に示すように載荷点直下フランジ近傍の腹板の面外変形が著しく増大し崩壊した。

4. 実験結果および考察

表-3に実験結果および文献(1),(2)による解析結果を示す。 なお、座屈荷重に関して、実験値は、荷重と面外変位の2乗の関係や荷重とひずみの関係から求めた。 ippō, 解析値は、塑性域の影響を考慮するための補正を境界条件が周辺単純支持(以下S.S.と称す)の場合式(1)で、上下辺固定左右辺単純支持(以下F.S.と称す)の場合式(2)で行なった。 けれど、Cシリーズの場合、応力は相当応力を補正した。

$$\sigma_{cr} = \sigma_y - \sigma_y^2 / (6.25 \sigma_{cri}), \sigma_{cri} \geq 0.8 \sigma_y \text{ (S.S.)} \quad (1)$$

$$\sigma_{cr} = \sigma_y - \sigma_y^2 / (4 \sigma_{cri}), \sigma_{cri} \geq 0.5 \sigma_y \text{ (F.S.)} \quad (2)$$

ここに、 σ_{cri} は弾性座屈応力、 σ_{cri} は塑性座屈応力である。

表-3の結果より、座屈荷重に関しては、Cシリーズの実験値は境界条件がF.S.の解析値より10~20%程度小さいのに対し、Pシリーズの実験値はF.S.の解析値とはほぼ等しい値を示している。 このことは、複合荷重下の曲げモーメントによるフランジ応力によってフランジの拘束度が低下するためではないかと考えられる。 ippō, 耐荷力に関しては、文献(2)による解析値は、解析対象となるPシリーズの実験値とよい一致を示している。 また、Pシリーズの実験値のほうがCシリーズのそれより、座屈後の耐荷余力がある結果となっている。 このことは、外力条件が異なること、前述した座屈後の力学的機構に差があることなどが要因として考えられる。

5. おわりに

今回の実験は限られた条件下で、かつ、試験体数も4体と少なく、本報からのみ結論づけることはできないが、著者らが示した解析の妥当性と耐荷力に至るまでの挙動の一端を明らかにすることができたと考える。

<文献> (1) 港務局、局所荷重における腹板の座屈解析、土木学会、第35回年次大会第1部、S.55.9. (2) 港務局、局所荷重における耐荷力解析、土木学会、第35回年次大会、S57.10.

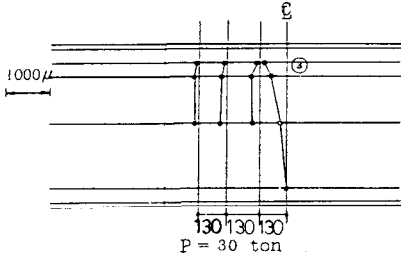
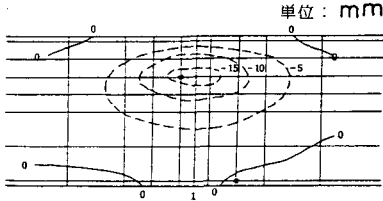
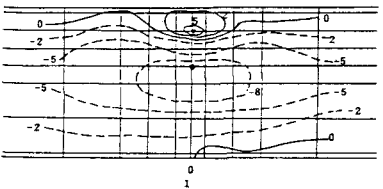


図-3 鉛直方向ひずみ分布



(a) P-1



(b) P-2

図-4 崩壊後のウェブ面外残留変形

表-3 実験結果と解析結果

試験体名	座屈荷重			耐荷力		
	実験値	P_{cr}^e	P_{cr}^e	実験値	P_u^e	P_u^{C*3}
	P_{cr}^e (ton)	sP_{cr}^{X1}	fP_{cr}^{X1}	P_u^e (ton)	P_y^{X2}	P_y
C-1	59.5	1.48	0.79	82.5	0.20	—
C-2	57.0	1.33	0.90	62.5	0.16	—
P-1	77.0	2.44	0.97	116.0	0.71	0.71
P-2	31.0	2.40	0.95	74.0	0.62	0.61

- (X1) sP_{cr}^e は境界条件がS.S., fP_{cr}^e は境界条件がF.S.の解析値
- (X2) P_y は載荷点での荷重が降伏荷重(=2.tw Co Oy, Co=C+2 t_{fl})に等しくなる時の荷重
- (X3) P_u^{C*3} は文献(2)による解析値