

新潟大学工学部 正員 矢島 基臣
新潟大学大学院 学主員 岡山 孝一

1. まえがき

海洋開発や巨大構造物の建設に伴ない、薄肉大口径鋼管が部材として使用される傾向にあるが、特に薄肉鋼管どうしをガセットプレートを用いて接合した場合、ガセットプレートの高い剛性のため、接合部に大きな応力集中を生じ局部破壊が問題となる。そこで本報告は、薄肉鋼管にガセットプレートと接合し、圧縮力を加えた際の挙動を調べる実験を行ない、シェル理論解と比較検討した。

2. 実験の概要

図1に示すような供試体について管径-板厚比 (D/T) を70と100の2段階、ガセット幅-管径比 (B/D) を0.3, 0.6, 1.0の3段階に分け表1に示す8個を単純支持状態で静的載荷を行なった。材料は鋼管の薄肉性のため規格品を使えないので、1～6の供試体は溶接鋼構造用圧延材SM50をロール溶接接合したものであり、7, 8については一般構造用炭素鋼鋼管STK41の外周を削り薄肉管を作成した。なお、ガセットプレートにはSS41材9mm厚を使用した。測定方法は、水平及び垂直変位をダイヤルゲージを用いて測定し、ヒズミをストレインゲージで測定して応力分布を求めた。載荷は30t油圧ジャッキで加圧し、ロードセルにて荷重を測定した。写真1に実験状況を示す。

3. 実験結果の検討

各供試体の耐力結果は表2に示してある。板厚、管径、材種の差異により、直接の比較が困難なため、無次元数 B/D と $P_r/\sigma_{yc}T^2$ をそれぞれ座標軸にとり図2に示す。ここで、 P_r は降伏耐力であり、 σ_{yc} は管周方向降伏応力で素材試験により求められる。

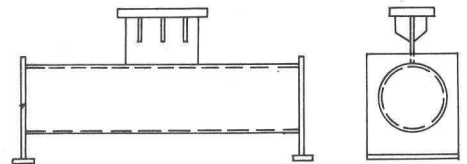


図1 供試体概略図

	管径 D	板厚 T	D/T	プレート幅 B	B/D	管長 L
1	318.5	4.55	70	100	0.32	1700
2	318.5	4.55	70	200	0.63	1800
3	318.5	4.55	70	300	0.94	1900
4	457.2	4.50	100	150	0.33	2600
5	457.2	4.50	100	250	0.66	2700
6	457.2	4.50	100	450	0.98	2900
7	210.9	3.10	68	127	0.60	1136
8	210.4	2.86	74	190	0.90	1190

単位 mm

表1 供試体寸法表

	管周方向降伏 耐力 σ_{yc} (MPa)	弾性耐力 P_E (t)	降伏耐力 P_y (t)	最大耐力 P_{max} (t)	P_{max}/P_y
1	3.78	3.0	5.0	11.4	2.28
2	3.57	3.0	6.6	12.0	1.82
3	3.74	4.5	7.8	13.5	1.73
4	3.51	2.6	6.0	14.5	2.42
5	3.51	2.5	7.0	12.6	1.80
6	3.51	6.6	8.5	17.0	2.00
7	2.72	2.0	2.8	6.3	2.25
8	2.67	1.0	2.0	3.2	1.60

表2 各種耐力結果

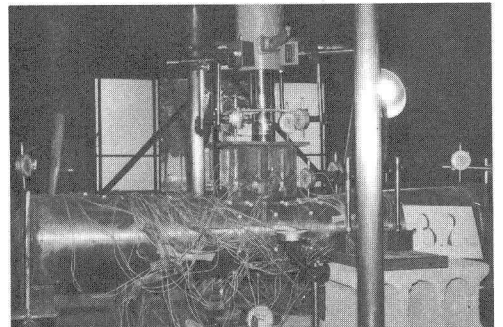


写真1 実験状況

シェル理論値としては、局部荷重を受けた時の円筒シェルについて応力を計算した Bijlaad¹⁾ の理論解を用いた。詳細な説明は省略するが、荷重と変位をそれぞれフーリエ級数に展開し、2重フーリエ級数を用いてシェル基本方程式を解法し、応力、変位などを導いたものであり、電子計算機の使用により本研究に適用した。

実験よりガセットプレートには、殆んど変形が生じていないことが観察されたので、ガセットプレートと鋼管の接合線は、直線を保持したまま変形すると考え、これに適合するような荷重分布を繰り返し計算したところ、ほぼCOS曲線に近い荷重分布をしているという結論を得た。(図3)

なおフーリエ級数は管周方向に50項、管軸方向に100項より非ゼロ項のみについて計算した。

次にこのCOS荷重を作用させた時の管中央断面の半径方向変位、周方向ひずみ、管周方向応力、管軸方向応力を計算し、実験値と比較した。(図4) 計算値は中立面の応力とひずみであるので、実験で求めた表面ひずみとは、多少差はあるが、詳細については当日発表するつもりである。

4. あとがき

管の最頂部(ガセット接合部)および最頂部より周方向に45度付近が降伏破壊しているのは応力値が極めて小さいことから、リングなどにより補強すれば耐力が高まることが考えられるが、その方法については、現在、検討中である。

なお、実験から仮に解析を行なうにあたり、御協力を戴いた日本鋼管の堀内一夫、石井孝雨氏および東京ガスの岡田真澄氏に感謝の意を表します。

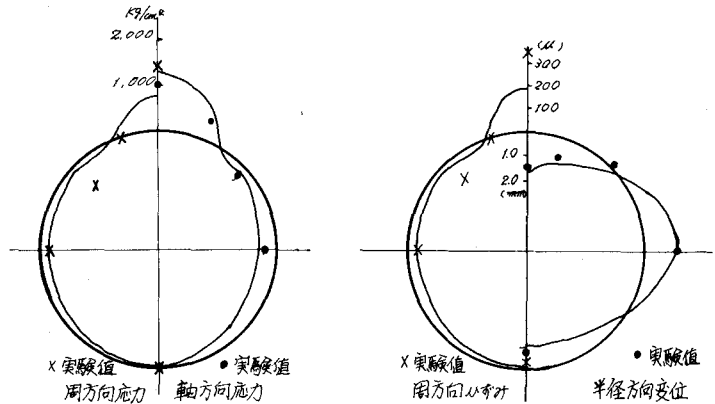


図4. 供試体7の比較。(荷重15t)

参考文献

- 1) Bijlaad "Stress From Local Loadings In Cylindrical Pressure Vessels"
- 2) 日本鋼構造協会 "海中鋼構造物の格点に関する研究報告書" 5.47.3.
- 3) 矢島基臣 "薄肉鋼管構造格点の耐力に関する研究" 日本鋼構造協会誌 5.74.5.
- 4) 藤尾健三 "鋼管トラス節点の研究" 日本建築学会論文報告集 No.69. No.84.

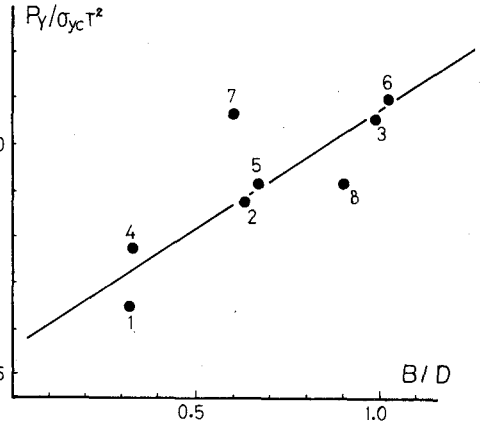


図2 $B/D \cdot P/\sigma_{yc}T^2$ 相関図

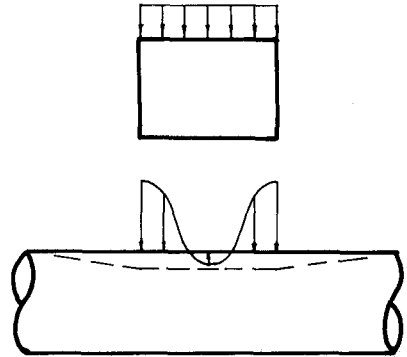


図3