

I-381 高力ボルト鋼管フランジ継手の曲げ変形特性に関する実験的研究

京都大学大学院 学生員 山口 隆司 (株)神戸製鋼所 正 員 三田村 武
 京都大学工学部 正 員 渡邊 英一 (株)神戸製鋼所 正 員 葛西俊一郎
 京都大学工学部 正 員 杉浦 邦征

1. はじめに

現在、鋼管と鋼管を軸方向に連結する場合、道路橋示方書によれば、高力ボルトもしくは溶接による直継手を原則としているが、現場での部材の組立等の施工性を考慮すれば高力ボルトによるフランジ継手の方が有利である。著者らはリブ付きフランジ継手とリブ無しフランジ継手(簡易型)の二つの継手形式に対して単調曲げ載荷実験を行い、その力学的挙動を実験的に明らかにし、¹⁾特に、リブ無しフランジ継手の実用性を確認した。本研究においては、この結果を踏まえ、リブ無しフランジ継手に注目して、フランジプレートの板厚、鋼管径を設計パラメータとして曲げ載荷実験を行った。

2. 載荷実験

本載荷実験では高力ボルトとフランジプレートのみによる継手形式(簡易型、リブプレートによる補強を行わない継手)を対象とし、表-1に示す供試体に対して変位制御による2点単調曲げ載荷実験を行った。なお、SおよびL供試体の鋼管径と肉厚については径厚比がほぼ等しくなるように設定した。一例としてL-1供試体の概要を図-1に示す。

表-1 供試体の比較 単位:mm

供試体	鋼管径	鋼管肉厚	フランジ厚	フランジ径	試験区間長
S-1	216.3	4.5	6.0	400.0	206.0
S-2			10.0		210.0
S-3			16.0		216.0
L-1	267.4	6.0	12.0	450.0	212.0
L-2			19.0		219.0
L-3			25.0		225.0

鋼管材質:STK400 使用ボルト:M20(F10T)
 フランジ材質:SS400 ボルト導入軸力:18.2tonf(178kN)
 径厚比:S供試体 48.1, L供試体 44.6

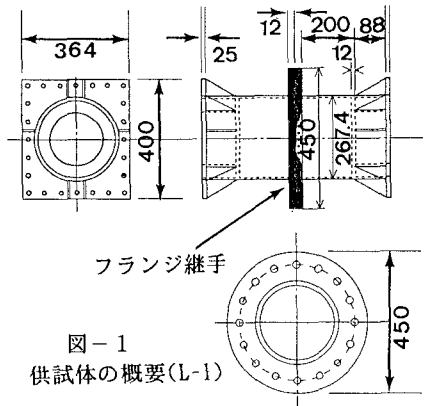


図-1 供試体の概要(L-1)

3. 実験結果と考察

S-1供試体はフランジプレートが最初に降伏し、その他の供試体は引張側鋼管部分で最初に降伏した。各供試体の曲げモーメント-平均曲率曲線を図-2に示す。ただし、曲げモーメント、平均曲率ともに材料試験の結果にもとづいて鋼管のみからなる構造(純粋な鋼管)の降伏曲げモーメント、降伏曲率により無次元化した。SおよびL供試体ともにフランジ板厚が大きくなるほど初期剛性、終局曲げ強度が大きくなるのがわかる。また、S-2とL-1では逆転しているが、その他の供試体についてはフランジ板厚の順に初期剛性、終局曲げ強度が大きくなっていることがわかる。つまり、この種の継手の挙動において径厚比のほぼ等しい状況下ではフランジ板厚が重要なパラメータであることを表している。また、L-2とL-3とではほぼ同じ挙動を示しており、ある一定のフランジ板厚以上にフランジ板厚を確保したとしても、初期剛性、終局曲げ強度は変化しないと考えられる。つまり、ある一定のフランジ板厚を確保すれば継手の挙動は鋼管で決まると考えられる。吸収エネルギーに注目すると、フランジ板厚が小さいものは大きな変形性能を示している。これはフランジプレートの局部変形が早期に起こり、鋼管の局部変形が遅れるためと思われる。エネルギー吸収能と

いう観点からみると必ずしもフランジ板厚を大きくすれば良いというわけではないことがわかる。各供試体の降伏曲げモーメント、終局曲げモーメントの一覧を表-2に示す。曲げモーメント、曲率はそれぞれ鋼管の降伏曲げモーメント、降伏曲率で無次元化した。終局曲げ強度は降伏曲げ強度の約5倍の値になっており、弾性限にもとづく許容応力度設計法では、かなり安全側の設計になることがわかる。次に供試体縦断方向のひずみ分布をS-2供試体を例に図-3に示す。ひずみ分布については材料試験の結果にもとづいて降伏ひずみにより無次元化した。これによるとフランジ近傍においては鋼管表面のひずみと鋼管裏面のひずみがかなり異なる値を示しており、局部変形が発生しているのがわかる。次にフランジプレートにおける主ひずみと主方向をS-2供試体を例に図-4に示す。主ひずみについては図-3と同様に材料試験の結果にもとづいて降伏ひずみにより無次元化した。ひずみの主方向(引張ひずみ)が鋼管壁に対して垂直でないことがわかり、スプリットティー形式の継手の設計法をそのまま適用することはできないと考えられる。

表-2 降伏および終局モーメント

供試体	S-1	S-2	S-3	L-1	L-2	L-3
フランジ厚(mm)	6	10	16	12	19	25
径厚比	48.1	48.1	48.1	44.6	44.6	44.6
降伏モーメント (M_y/M_{py})	0.340	0.390	0.400	0.310	0.365	0.321
降伏曲率 (ϕ_y/ϕ_{py})	3.51	0.856	0.579	0.871	0.477	0.372
終局モーメント (M_u/M_{py})	0.776	1.13	1.29	1.12	1.40	1.39
終局曲率 (ϕ_u/ϕ_{py})	24.1	12.5	6.16	18.0	8.39	8.21

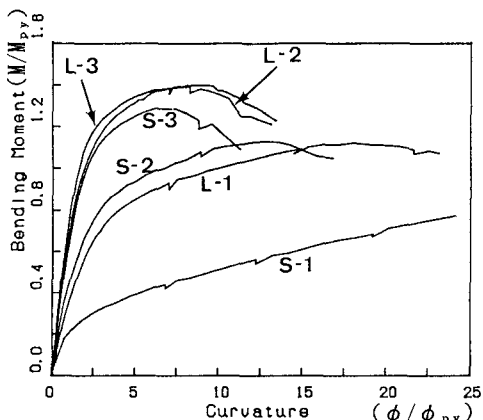


図-2 曲げモーメント-平均曲率曲線

M_{py} , ϕ_{py} はそれぞれ鋼管の降伏曲げモーメントおよび降伏曲率

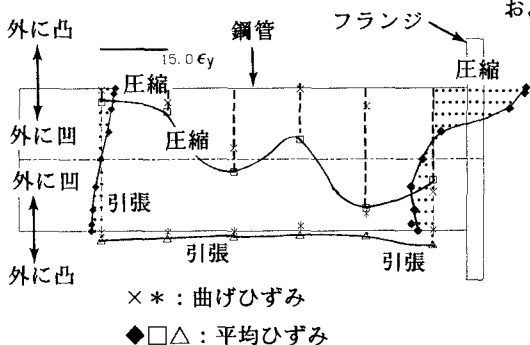


図-3 縦断方向のひずみ分布(S-2供試体)(終局荷重時)

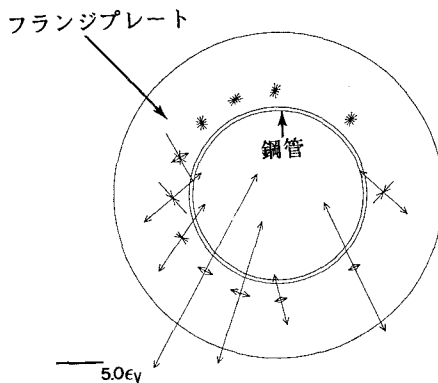


図-4 フランジプレートにおける主ひずみと主方向(S-2供試体)(終局荷重時)

4. 結論

フランジ板厚を増大させることで、

- 1)フランジと鋼管の連成挙動を抑えることができる。
- 2)初期剛性、降伏および終局曲げ強度を増大させることができる。
- 3)終局曲げ強度までのエネルギー吸収能は低下する。

5. 参考文献

渡邊英一他:高力ボルト鋼管フランジ継手の設計法に関する基礎的研究, 構造工学論文集 Vol.38A, 1992.3.