

圧縮力を受ける高力ボルト摩擦継手のすべり耐力に及ぼす多列配置の影響

名城大学 フェロー会員 久保全弘

1. はじめに

高力ボルト摩擦継手のすべり耐力を実験的に決定する方法は引張試験を行うのが標準である．引張試験では高力ボルトの多列配置になると試験片が長くなり，大規模の荷重装置が必要となる．これに対し，圧縮試験では引張試験片の半分以下の長さでよく，荷重も比較的簡単である．先の報告¹⁾では高力ボルト摩擦継手の引張試験と圧縮試験を行い，すべり挙動と耐力の相異を比較した．本報告では高力ボルトを多列配置した場合の圧縮試験結果について述べる．

2. 試験体

試験体はボルト配置 1 行×3, 4, 6, 8, 10, 12 列の突合せ摩擦継手（2 面せん断）であり，図-1 に圧縮試験体（3 列配置）の概略図を示す．ボルトは F10T，呼び径 M20 を使用した．ボルトの引張試験を行い，超音波軸力計に必要な弾性係数 $E=2.123 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ とロードファクター $L_f=789.7 \text{kN/mm}$ を求めた．

使用鋼板は鋼種 SM490YB であり，板厚は母材 22mm，連結板 12mm である．引張試験による降伏点応力の平均値は母材 $\sigma_Y=385.1 \text{N/mm}^2$ ，連結板 $\sigma_Y=377.8 \text{N/mm}^2$ である．

試験体の断面寸法は道路橋示方書の設計すべり耐力と母材の公称降伏耐力の比が $\beta=N_s/P_{ym}=0.65$ 程度（すべり先行型）になるように設定し，ボルト列数に応じて板幅を 64～252mm に変化させた．ボルトの配置間隔はピッチ 65mm を一定にした．また，連結板と母材の公称降伏耐力の比は $\gamma=P_{yl}/P_{ym}=1.09$ である．使用鋼板の表面処理はグリッドブラスト #70 により黒皮を除去し仕上げた．ボルト継手の接触面における表面粗さ（評価長 8mm）と硬さをボルト孔周辺 4 点で測定した結果を表-1 に示す．母材と連結板の表面条件はほとんど同様であることがわかる．

表-1 使用鋼板の粗さと硬さ

使用材	算術平均粗さ	最大高さ粗さ	十点平均粗さ	ビッカース硬さ
母材	Ra (μm)	Ry (μm)	Rz (μm)	HV(10)
母材	13.0 (0.23)	93.9 (1.13)	72.9 (1.17)	103 (3.5)
連結板	13.0 (0.19)	94.6 (2.32)	73.7 (1.11)	108 (4.6)

注) ()は標準偏差



写真-1 圧縮試験の全景

3. 試験方法

ボルト軸力はトルクレンチで締付け，導入軸力を超音波軸力計により測定し管理した．実際の導入軸力は試験機の荷重容量を考慮して F8T 相当の設計軸力の 1 割増し $N=146 \text{kN}$ （12 列の場合は $N=133 \text{kN}$ ）を目標とした．すべり試験は万能材料試験機（容量 2000kN）を用いて 3 体ずつ行った．圧縮試験は写真-1 のように，短柱試験と同様に連結板下部を試験機テーブルに置き，母材上部を球座ヘッドで押した．試験体のセットでは，上下の荷重コバ面を切削加工して傾きを防止した．

キーワード：高力ボルト摩擦継手，すべり耐力，多列配置，圧縮試験

連絡先：〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学理工学部 TEL:052-838-2351

載荷中の変位測定は、圧縮試験では母材最下部の変位をダイヤルゲージ（最小読み 1/1000mm）を用いて測定した。ひずみ測定は連結板表面と母材コバ面にひずみゲージ（ゲージ長 5mm）を貼って測定した（測定箇所は図-1を参照）。

4. 実験結果と考察

図-2はボルト列数を変化させた場合の圧縮試験から得られた荷重－変位関係 $P-\delta$ である。継手の圧縮試験でもすべり音を伴って変位が急激に増加し、引張試験と同様なすべり挙動を示した。この図から最大荷重をすべり荷重としてみなすことができる。

図-3はボルト列数 3, 6, 10 の継手縦方向のひずみ分布を主な荷重ステップ（すべり荷重 P_s との比）について描いたものである。何れのボルト列数においても母材(Main)のひずみは接合線に近い内側ボルト(ボルト No.1)点で小さく載荷点に近づくにつれて大きくなり、すべり荷重では外側ボルト手前で降伏ひずみ ε_y に達している。一方、連結板(Lap)のひずみは母材と反対に接合線側が大きい分布をしている。

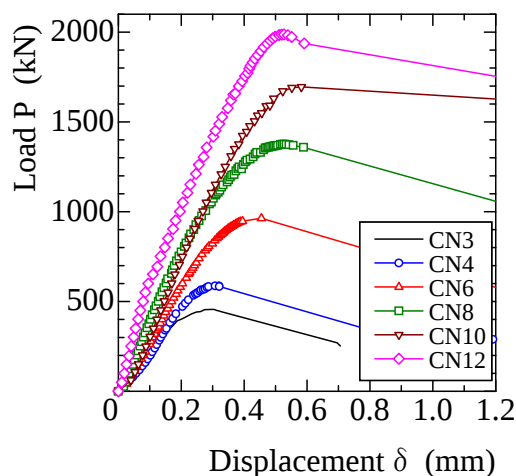


図-2 圧縮試験による $P-\delta$ 関係

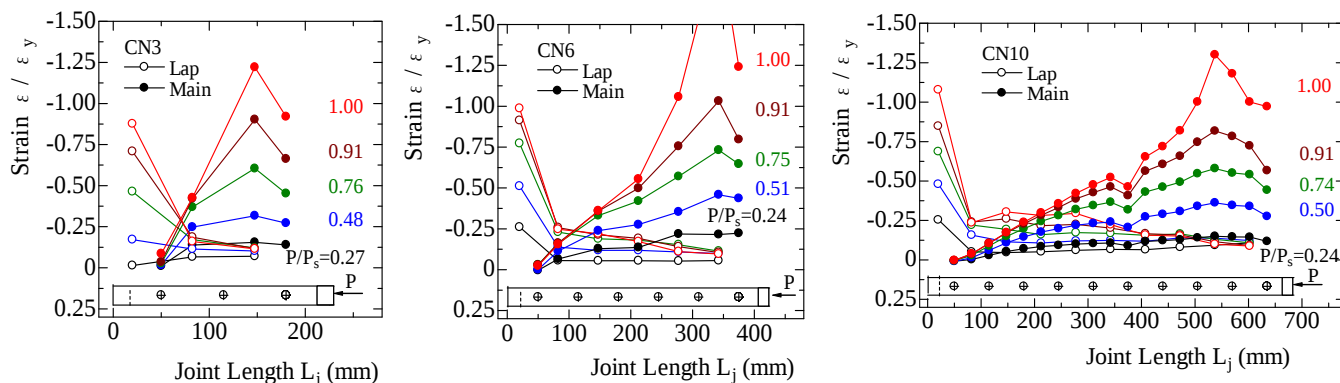


図-3 ボルト列 3, 6, 10 の継手縦方向のひずみ分布

図-4はボルト列数とすべり係数の関係を示す。図中には同一試験条件で行ったボルト 3 列の引張試験結果も併記してある。圧縮試験によるすべり係数は 3 列と比較すると、引張試験より 17%大きいが、バラツキも大きい。この原因として圧縮試験ではポアソン効果により母材と連結板は膨張し、とくに連結板が外側に離れる作用(prying action)があるためと思われる。圧縮試験でボルト列数を増加させた場合、すべり係数の平均値は 3 列: 0.477, 4 列: 0.500, 6 列: 0.581, 8 列: 0.602, 10 列: 0.572, 12 列: 0.591 が得られた。この結果から 6 列より多列になってもほぼ一定であることから、多列配置に伴うすべり耐力への影響は少ないことがわかる。

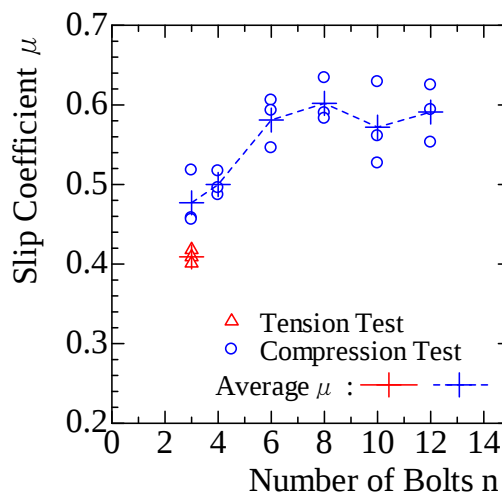


図-4 ボルト列数とすべり係数の関係

5. あとがき

高力ボルト摩擦継手の圧縮試験を行い、すべり耐力に及ぼす多列配置の影響を明らかにすることができた。

参考文献

- 1) 久保全弘: 圧縮力を受ける高力ボルト摩擦継手のすべり挙動と耐力, 土木学会中部支部研究発表会 2011-3.