

## 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

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一般的であるが、AISCの構造継手に関する示方書<sup>1)</sup>の付録には圧縮試験による方法も記述されている。引張試験では多列のボルト配置になると試験片が長くなり、大規模の載荷装置も必要となる。これに対し、圧縮試験では引張試験片の半分程度の長さでよく、載荷も比較的簡単である。本研究では高力ボルト摩擦継手の引張試験と圧縮試験を行い、すべり挙動と耐力を比較した。

### 2. 試験体

試験体はボルト配置3列の突合せ摩擦継手(2面せん断)であり、引張試験体を図-1、圧縮試験体を図-2にそれぞれ示す。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  $E=2.123 \times 10^5 \text{ kN/mm}^2$  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。各3本の引張試験を行い、平均値を用いて整理した材料性質を表-1に示す。

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降伏荷重の比が  $\beta=N_{sl}/P_{ym}=0.6$  程度(すべり先行型)になるように設定し、板幅64mmとした。また、連結板と母材の降伏荷重の比は  $\gamma=P_{ys}/P_{ym}=1.07$  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-2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。

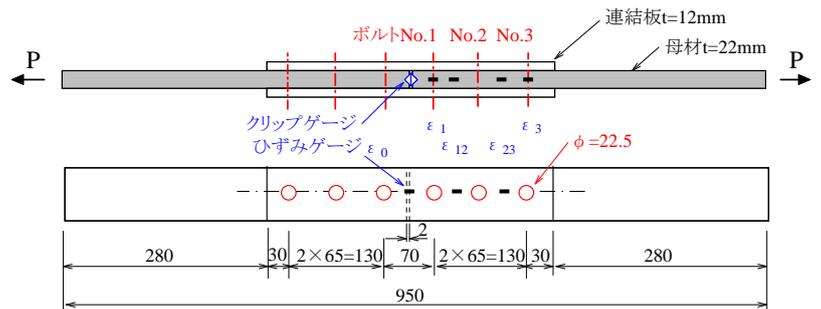


図-1 引張試験体

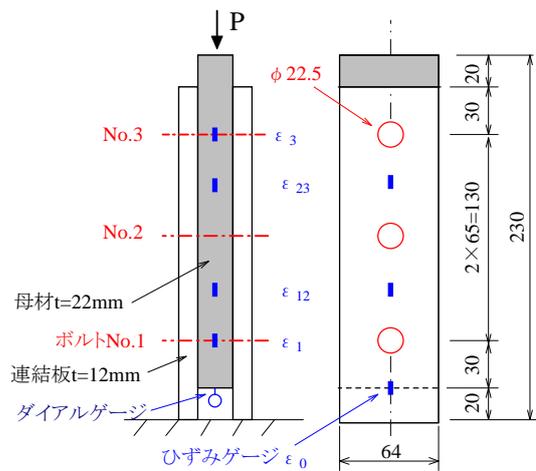


図-2 圧縮試験体

表-1 使用鋼板の材料性質

使用材	降伏点応力 $\sigma_y$ (MPa)	引張強さ $\sigma_u$ (MPa)	ヤング率 E (GPa)	ポアソン比 $\nu$	伸び $\Delta L$ (%)	ひずみ硬化域	
						$\epsilon_{st}$ ( $\mu$ )	$E_{st}$ (GPa)
母材(t=22mm)	385.1	562.1	209.4	0.287	27.9	19200	17.7
連結板(t=12mm)	377.8	551.5	210.3	0.282	274.2	19900	17.3

表-2 使用鋼板の粗さと硬さ

使用材	算術平均粗さ Ra ( $\mu$ m)	最大高さ粗さ Ry ( $\mu$ m)	十点平均粗さ Rz ( $\mu$ m)	ビッカース硬さ 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

### 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  $N=146\text{kN}$  (F8T 相当の設計軸力の 1 割増し) を目標とした．すべり試験は万能材料試験機 (容量  $2000\text{kN}$ ) を用いて各試験法につき 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偏心荷重が作用しないように配慮し，特に，圧縮試験では上下の载荷コバ面を切削加工して傾きを防止した．



写真-1 圧縮試験の全景

载荷中の変位測定は，引張試験ではクリップゲージ (測定範囲  $3\sim 8\text{mm}$ ) を母材の突合せ部の両側面に取り付けて行った．圧縮試験では母材最下部の変位をダイヤルゲージ (測定範囲  $10\text{mm}$ ) 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  $5\text{mm}$ ) を貼って測定した (測定箇所は図-1, 2 を参照)．

### 4. 実験結果と考察

図-3, 図-4 は圧縮試験と引張試験から得られた荷重-変位関係  $P-\delta$  である．圧縮試験でも引張試験と同様に最大荷重において変位が急激に増加してすべり挙動を示している．各 3 体の試験結果を比較すると引張試験の方がすべり荷重に至るまでの挙動が安定している．

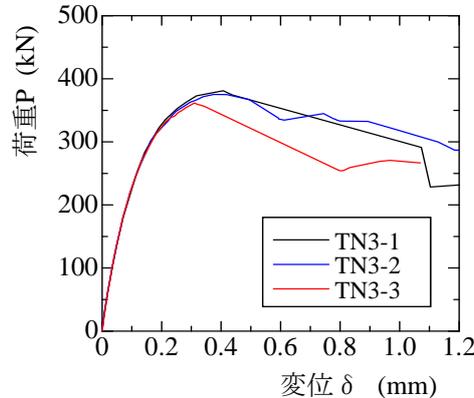


図-3 引張試験の  $P-\delta$  関係

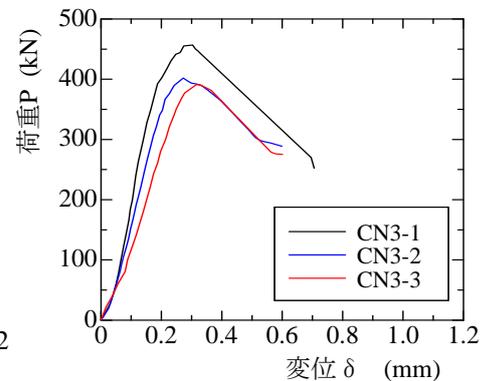


図-4 圧縮試験の  $P-\delta$  関係

図-5, 図-6 は母材と連結板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．母材のひずみは接合線に近い内側ボルト (ボルト No.1) 点で小さく载荷点に近づくにつれて大きくなっている．一方，連結板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．ひずみ布における試験法の相違はあまりみられない．

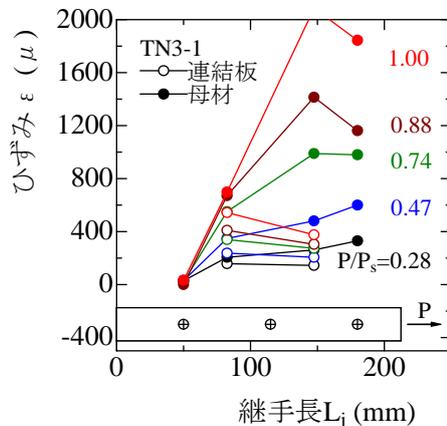


図-5 引張試験のひずみ分布

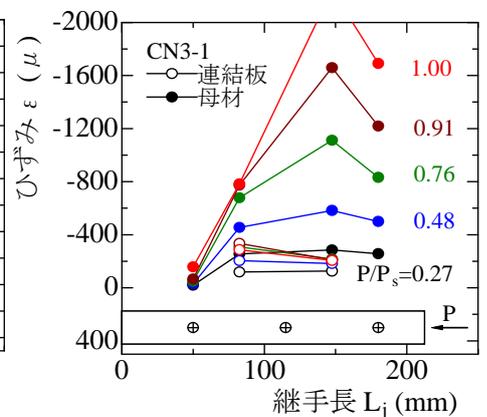


図-6 圧縮試験のひずみ分布

すべり試験結果を表-3 に示す．圧縮試験の方が 12% 程度すべり荷重が大きい．この原因として，圧縮力により母材は膨れ，連結板は外側に反る作用があるためと思われる．

### 5. あとがき

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は当日発表する予定である．

#### 参考文献

- 1) AISC : Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Joints using ASTM A325 or A490 Bolts, 1996.

表-3 すべり試験結果

試験体	すべり荷重 $P_s$ (kN)	$P_s/P_{ym}$	すべり係数 $\mu$	平均値 $\mu$	すべり音
TN3-1	381.0	0.703	0.435	0.425	有り
TN3-2	375.3	0.692	0.428		無し
TN3-3	361.6	0.667	0.413		有り
CN3-1	456.7	0.842	0.521	0.476	有り
CN3-2	402.0	0.741	0.459		無し
CN3-3	391.1	0.721	0.446		無し