T継手の崩壊挙動とフランジ板厚

株式会社 平設計 フェロー会員 西脇威夫

1.まえがき

高力ボルト引張接合短締め形式の基本となる継手はいわゆるT継手である.これを用いて継手を設計する場合,最初 に行うことはフランジ板厚を仮定することである.ところが、T継手はフランジ板厚によってその終局状態が異なるの で、設計者が設計の始まりの時点においてT継手にどのような接合挙動及び崩壊挙動を求めるかに配慮しなければなら ない.本報告はそのようなことに関係する基本的な考え方に対するヒントを示すことを目的としている.

2. 崩壊機構

2.1 崩壊機構と崩壊荷重

2.1.1 継手が完全に離間する場合

Tフランジに作用する荷重は、継手に対する作用力のみであり、T継手は静定である. 従って、崩壊機構の形成には1ヶ所に無制限塑性流れが起こることが必要であるとともに十分である.Tウエブに関しフランジが対称である場合、上記条件の下では図 1 (a),(b)に示す2種類の崩壊機構が存在しうる.一つはボルト軸に生じる無制限塑性流れによる機構(モード1)であり,他のものはフランジとTウエブの結合点における塑性ヒンジ発生による機構(モード2)である.崩壊荷重はそれぞれにおける力の釣り合いから,図 1(a)に対するものは $P_u1=B_y(1)$,図 1(b)に対するものは $P_u2=M_p/b$ である. ボルト及びフランジに用いられた材料が充分な延性を必要な範囲で保持するものと仮定すると、上に示す両機構は運動学的許容機構であり、上に示した崩壊荷重は静的許容条件から求められたから、いわゆる極限設計法としての意味で真の値である.図において P_ui :崩壊荷重, B_y :降伏ボルト軸力、 M_p :フランジの全塑性モーメント、b:ボルト中心とTウエブとフランジの結合点までの距離、i:モード番号を示す.

2.1.2 フランジが接触している場合

Tフランジに作用する荷重は継手の作用力のほかに,外的ではないがてこ反力も荷重 となる.このように考えるとT継手は1次不静定であり,この場合,2ヶ所における無 制限塑性流れの発生が崩壊機構の形成のために必要となる.そこで,図-2に示すように 一つはボルトの無制限塑性流れと塑性ヒンジが生じる機構(a)であり,他の形式は図-3の 2つの塑性ヒンジが生じる機構(モード4)である.これらはともに運動学的許容機構を 形成する.図-2 (a-1), (a-2)の場合の静的許容応力状態に対して P_u を求めると $P_u = (R \times a + M_p)/b$ が得られ,さらに図-2 (a-1)に対してボルト軸力はBy,図-2 (a-2)に対しては $R = M_p/a$ の条件が付加され,各々に対して次式が得られる.また, 図-3の場合に対しては $R \times a = M_p(w_n/w)$ が付加され次式が得られる.ここにw:継 手長, w_n :ボルト孔を控除した長さである.

$$P \ge B0; \quad P_u 31 = \frac{aBy + Mp}{a + b} \qquad (\Xi - F31)$$
$$P < B0; \quad P_u 32 = \frac{a(By - B0) + Mp}{(\Xi - F32)}$$

Bv (a)モード1 Pu2 > Bo $\bullet B$ (b)モード2 図 - 1 完全に離間する 場合の崩壊機構 *Pu*31 >*Bo* R (a-1) モード 31 Pu32 ≦Bo ↓*B*ν (a-2) モード 32 図 - 2 継手が接触してい



キーワード:高力ボルト引張接合、T-継手、塑性設計、崩壊

〒110-0005 東京都台東区上野3丁目17番11号コーワビル2(株)平設計 Tel 03-3836-3246 Fax 03-3833-7467

(2)

(3)

$$P_u 4 = Mp \left(1 + \frac{w_n}{w} \right) / b \qquad (\mathbf{E} - \mathbf{F} 4)$$

2.2 崩壊機構の境界を示すフランジ厚

崩壊荷重は,継手の諸元によってその大きさが変わる.フランジ厚を変数とするとそれ ぞれの機構の境界となるフランジ厚を次のように求めることができる.

(4)

$$tcri131 = \sqrt{\pi \frac{\sigma_{yb}}{\sigma_y} \frac{b}{w}} (d - 0.938149Pth)$$
(5)

$$tcri314 = \sqrt{\pi \frac{\sigma_{yb}}{\sigma_y} \frac{\beta b}{w + w_n}} (d - 0.938149Pth)$$
(6)

 $\left|\pi \frac{\sigma_{yb}}{\sigma_{y}} \frac{(a+b)\beta - a}{w} (d - 0.938149Pth)\right|$

) モード 31 とモード 32 の境界フランジ厚

$$tcri324 = \sqrt{\pi \frac{\sigma_{yb}}{\sigma_y} \frac{a(1-\beta)}{wn}} (d - 0.938149Pth)$$
(7)

- 3.数値計算例
- 3.1 フランジ厚と崩壊



tcri3132 =







3.3 設計への応用例 詳細は発表当日に譲る

4.あとがき

本報告は、日本鋼構造協会に設置された橋梁用高力ボルト引張接合設計指針改訂小委員会における改定作業に関連し て行ったものである.委員各位から貴重なご討議を頂いた.ここに記して深く感謝の意を表する.



(8)