無次元化されたボルト付加軸力と終局強度

武蔵工業大学 学生会員 山本成昭 (株)平設計 正会員 山田 稔 武蔵工業大学 フェロー 西脇威夫 武蔵工業大学 フェロー 増田陳紀

1.はじめに

高力ボルト引張接合・短締め形式においては,ボルトの初期締め付け力に加えて,載荷に伴い付加的なボ ルト軸力が発生する.本研究は,ボルト付加軸力と外力の関係を無次元化することによって,T継手の終局 時に至るまでの付加軸力の特性を数値解析により明らかにした.また,無次元化された終局時のボルト付加 軸力より,T継手の終局強度を求める方法を提案した.

2. T継手モデルと解析方法

解析に用いたモデルは図-1 に示す.対称性を考慮 した2次元モデルである.数値解析は接触要素を用い て境界非線形性を考慮した解析方法で,使用要素は CST 要素,応力-ひずみ関係はバイリニアモデルで あり,文献1)の方法によった.フランジ厚tは22, 28,36,40,50mm,初期ボルト軸力はF10T-M22 の引張荷重 B_u(破断軸力)297kNを100%として20, 40,60,67.7%とした.本研究では,継手部の終局状 態をボルトの破断で定義する.ボルトの破断は,ボル ト軸方向直角断面の節点力の総和で定義される軸力が 破断軸力に達した時点とする.終局強度は,継手部に 作用する軸方向最大引張荷重により定義する.

3.ボルト付加軸力の無次元化

フランジ厚 22mm および 50mm の場合の,ボルト 付加軸力 Bと外力 Pの関係を図-2 に示す.さらに, フランジ厚 22mm および 50mm の場合の,無次元化 したボルト付加軸力と外力との関係を図-3 と図-4 に 示す.ボルト付加軸力は初期ボルト軸力 B₀で,外力







図-2 ボルト付加軸力と外力の関係





キーワード:高力ボルト,引張接合,初期ボルト軸力,境界非線形性解析,限界状態設計法 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1-28-1 武蔵工業大学構造工学研究室 TEL03-3703-3111FAX03-5707-2224 は継手挙動にとって特徴的となる状態での荷重を用い て無次元化した.即ち, $P_0: B_0$ と等しい荷重, $P_{fy}:$ フランジ断面が降伏する荷重, $P_s: フランジが完全離$ 間する荷重, $P_u: 終局強度である.なお,ボルトの$ 降伏はここでは特徴的な状態とはならなかった.無次元化することによって初期ボルト軸力の大きさが,ボルト付加軸力にどのように影響するかが明らかとなった.フランジ厚 50mm の場合では,終局時まで初期ボルト軸力の影響を殆ど受けないこともわかった.4.無次元化された終局強度と継手の設計

図-3 と図-4 から得られる終局時の無次元化ボルト 付加軸力 B_u/B_0 と無次元化フランジ厚 t/d の関係を 図-5 に示す.ボルト軸径を d とする.無次元化フラ ンジ厚 1.82 (t=40mm)以上では, B_u/B_0 はゼロに なる.無次元化フランジ厚 1.0 (t=22mm)における 終局時の無次元化ボルト付加軸力 B_u/B_0 と無次元化 初期ボルト軸力 B_0/B_u の関係を図-6 に示す.この関 係から式(1)と,図-5 を t/d の1次式で表わすことに より式(2)が得られる.

$$\frac{\Delta B_u}{B_0}_{t=22} = \frac{0.28}{(B_0/B_u)} \tag{1}$$

$$\frac{\Delta B_u}{B_0} = - \left\{ \frac{0.34(t/d)}{(B_0/B_u)} \right\} + \left\{ \frac{0.62}{(B_0/B_u)} \right\}$$
(2)

図-7 より $P_u > P_0$ が成立つ時, $B_u = B_u + P_u$ が成 立つ.この式を B_0 で無次元化すると,式(3)が得られ る. B_u/B_0 は式(2)より設計の対象となるフランジ厚, ボルト軸径および初期ボルト軸力から求まる.即ち, 終局強度 P_u はボルト引張荷重 B_u ,初期ボルト軸力 $B_{0,}$ フランジ厚 t,ボルト軸径 d を与えることによって決 定される.

$$\frac{P_u}{B_0} = \frac{B_u}{B_0} - \frac{\Delta B_u}{B_0} \tag{3}$$



図-5 終局時の無次元化ボルト付加軸力と

無次元化フランジ厚の関係



図-6 終局時の無次元化ボルト付加軸力と

無次元化初期ボルト軸力の関係



図-7 ボルト軸力と外力の関係の概要図

5.おわりに

無次元化されたボルト付加軸力曲線より, T継手にとって重要な付加軸力の特徴を明らかにすることがで きた.終局時における無次元化されたボルト付加軸力を用いて, T継手の限界状態を示した.また,供用限 界状態も同様に求めることができる.

【参考文献】

 1)黒田充紀,増田陳紀,皆川勝,西脇威夫:接触面平坦度を考慮したスプリット・ティー接合部挙動の 解析的検討,土木学会論文集 第416号/I-13,pp.365-374,1990.4