

ボルト引張接合を用いた鋼製ラーメン隅角部に関する研究

東京電機大学大学院 学生員 ○島藤 壮一
東京電機大学大学院 学生員 佐藤 太郎
東京電機大学大学院 正会員 井浦 雅司

1. はじめに

鋼製ラーメン橋脚隅角部において、柱と梁を溶接接合でなくボルト引張接合が提案され¹⁾、実験において採用されている。この方法を用いた場合、柱と梁に被害を与えることなく、終局状態をボルトの破断とする設計が可能となる。これにより、ボルトが破断した際、ボルトを交換するだけで済み、ライフサイクルコストにおいても非常に有利な構造形式となる。

本研究では、文献1)とは異なり、内部にコンクリートを充填することにより、長締めボルト引張接合を用いた構造形式を提案している。本構造形式の力学的特徴を実験により検討した結果を報告する。

2. 実験概要

実験供試体を図-1に示す。供試体の材質はSM400Aであり、板厚は座屈を防ぐために16mmとした。また、長締め接合継手にするため、梁と柱にコンクリートを充填し、約400mmの締付長さを確保した。実験中は、接合面における離間量を計測するため図-1のAとBの位置にパイゲージを取り付け、変形量を計測するためCの位置に棒変位計を取り付けた。

表-1に実験諸元を示す。ボルト配列は、図-2に示

すように千鳥配列と格子配列を用いた。実験供試体に導入したボルトは図-3に示すJSSC指針規定²⁾のM12(F10T)の高力ボルトおよび高変形能高力ボルト(高強度化と高変形能化を目的とし、ネジ山部をM16(F10T)、首下部はM12(F10T)としたJSSC指針規定外の高力ボルト)を用いた。

図-4に示す実験装置を用い、矢印方向へ正負漸増1回繰返し载荷を行った。基本変位 δ は、高力ボルトの場合、最外縁ボルトの軸力が破断荷重の50%に達した時の変位、高変形能高力ボルトの場合は、降伏荷重の50%に達した時の変位とした。なお、初期軸力は、高力ボルトでは破断荷重の75%とし、高変形能高力ボルトでは降伏荷重の75%とした。

3. 実験結果

(1)破壊形式

すべての供試体における破壊形式は、ボルトの破壊であり、柱と梁には損傷は見られなかった。高力ボルトの破壊形式は、ナットとネジ山の噛み合い部における滑り破壊、高変形能高力ボルトの破壊形式は、中央部の破断であり、軸平行部に顕著な伸びが

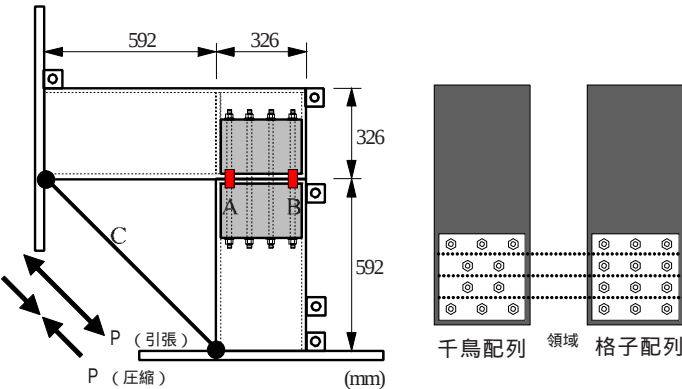


図-1 実験供試体

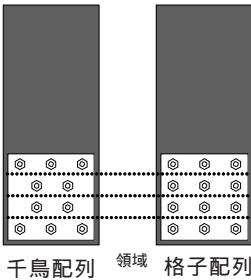


図-2 配列ケース

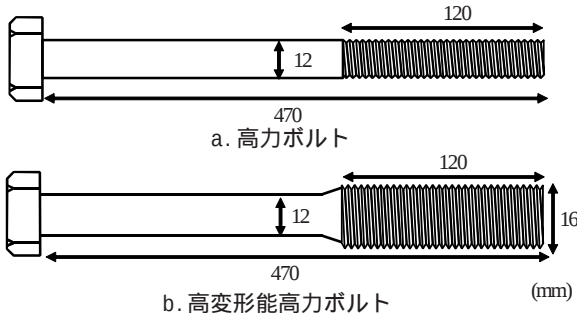


図-3 ボルト

表-1 実験諸元

供試体	ボルト種類	配列
No.1	高力ボルト	千鳥
No.2		格子
No.3	高変形能高力ボルト	千鳥
No.4		格子

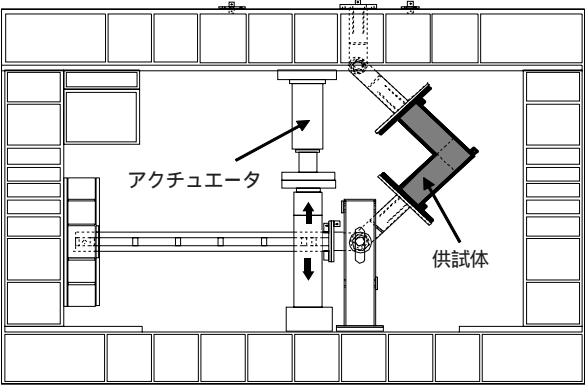


図-4 実験装置

Key word 鋼製ラーメン, 高力ボルト引張接合, ラーメン隅角部

連絡先 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 東京電機大学大学院理工学研究科建設環境工学専攻 TEL049-296-2911

表-2 強度比較

供試体	実験諸元		最大荷重 (kN)	弾性限時変 位量(mm)	最大荷重時 変位量 (mm)	靱性率	単位ボルト負 担荷重 (kN)
	ボルト種類	配列					
No.1	高力ボルト	千鳥	-176.18	-2.28	-10.65	5.79	17.62
No.2		格子	-207.56	-2.38	-8.79	4.07	17.31
No.3	高変形能高力ボルト	千鳥	-241.50	-3.22	-24.61	10.61	24.15
No.4		格子	-290.60	-3.25	-18.80	7.61	24.22

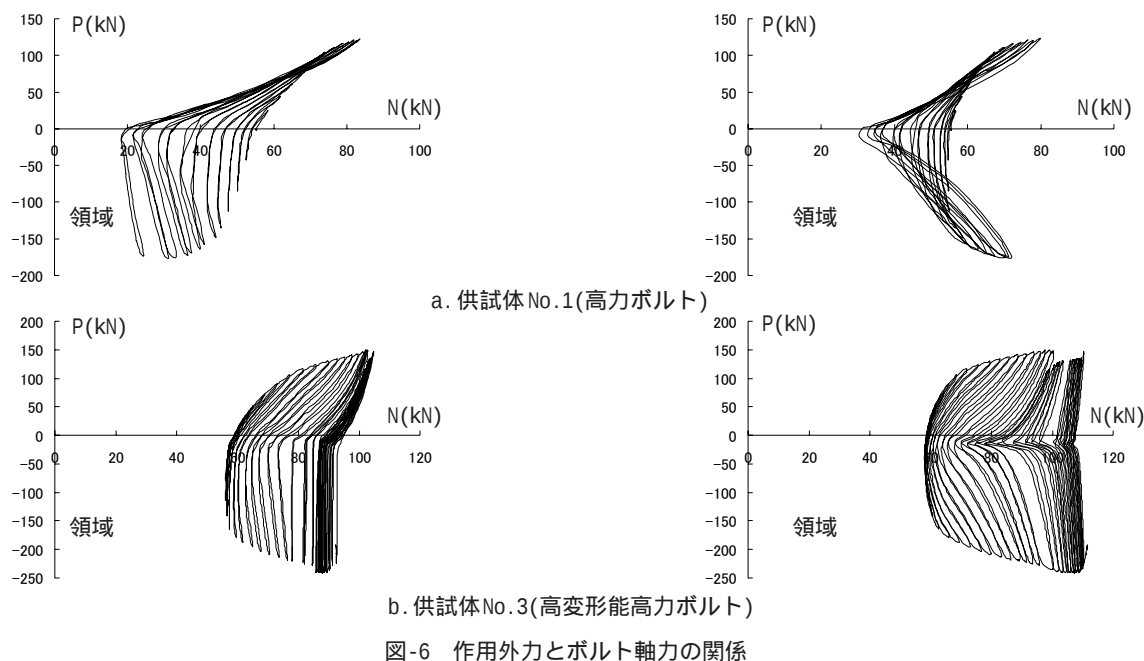


図-6 作用外力とボルト軸力の関係

確認された。

(2) ボルトおよび配列の影響

各供試体の強度比較を表-2に示す。表中の靱性率とは、最大荷重時と弾性限時における変位の比である。また、単位ボルト負担荷重とは、最大荷重をボルトの総本数で除したものであり、ボルトの有効性を示すものである。

高変形能高力ボルトを用いた場合、高力ボルトの約1.4倍の強度を有し、変形能力は約2.5倍であり、JSSC指針規定外の高変形能高力ボルトの性能を十二分に確認できた。

靱性率については、ボルトの違いによらず千鳥配列の方が優れている。一方、ボルト負担荷重は配列の違いによらず、ほぼ同じ値を示していることが表-2よりわかる。

(3) 作用外力とボルト軸力の関係

供試体 No.1, 3 の領域、に導入したボルトの作用外力(P)とボルト軸力(N)の関係を図-6に示す。なお、この領域、は図-2に示す通りである。

ボルト軸力の挙動は、領域においては、引張荷重が作用した時に引張力を受け、ボルト軸力が増加する。領域においては、引張荷重、圧縮荷重が作用した時に、共に引張力を受け、ボルト軸力が増加する。また、領域、においても作用外力(P)とボルト軸力(N)の関係は同様の挙動を示している。

図-6より、鋼製ラーメン隅角部に導入したボルト

の挙動は、ボルトの種類、配列に依存することなく、一般的な長締めボルト接合において見受けられる初期軸力の効果および離間荷重を明瞭に示さない。また、外力の低いレベルからボルト軸力は増加傾向にある。このことから、曲げおよび引張力を受ける隅角部には、早期の段階から片側分離が生じていることがわかる。また、図-6.aとbの違いは、高力ボルトと高変形能高力ボルトの違いであり、前者はネジ部に、後者は胴体部に応力の集中を受ける違いである。この関係からも、高変形能高力ボルトの方が有効に機能していることがわかる。

4. まとめ

高変形能ボルトを用いることにより、靱性に長けた接合形式となることが確認できた。また、ボルト本数を低減した千鳥配列においても靱性の確保が可能であることが確認された。曲げおよび引張力が作用するラーメン隅角部の接合部には、早期の段階から片側分離が生じやい。そのため、片側分離に起因する疲労強度の検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) 田島, 阿部, 大宮, 三木, 熱田: 引張ボルト接合によるラーメン隅角部に関する実験的研究, 土木学会論文集, 52-04-1967
- 2) (社)日本鋼構造協会: 橋梁用高力ボルト引張接合設計指針, 5-05-2004