

日本鋼構造協会論文賞

■ 論 文 名

1700MPa 級超高力ボルトの力学的特性に及ぼすボルト形状寸法の影響

■ 受 賞 者

木村 勇次*、増田 浩志**、山口 隆司***、長崎 英二****、森山 仁志*****、津崎 兼彰*****

■ 選 考 理 由

本論文は、実用化には課題が多いとされる 1700MPa 級超高力ボルトを実現するために、冷間成形性と部品強度を両立させる鋼材を新たに開発し、それを用いたボルトの力学特性、特に引張変形性能をボルト形状・寸法で制御するための基礎研究を行っている。具体には、1) 軸部先行降伏によりねじ部への応力集中を緩和するボルト形状とねじ形状の決定、2) それを適用したボルト製品によるくさび引張試験、リラクゼーション試験による性能検証、3) 既存量産設備で製造可能なナットの仕様の最適化がなされている。これらの成果は、材料・建築・土木のボルト接合の研究者が一体となって連携し生み出したものであり、材料、構造の観点から鋼構造物現場接合部の省力化、コンパクト化、さらには景観性の向上などをもたらし、鋼構造物のイノベーションに繋がる 1700MPa 級超高力ボルトの実現・実用化の道筋を提案している。

以上のことから、本論文は、新規性、発展性、実用性も高く、今後の土木・建築鋼構造に関する学術・技術の進歩・発展に大きく貢献するものと評価でき、今後の鋼構造の発展普及にも貢献できる論文である点が高く評価される。

よって、本論文は日本鋼構造協会論文賞の授賞に値する。

| | | | |
|-------|--------|-------------------|-------|
| * | 博士(工学) | 国立研究開発法人物質・材料研究機構 | 主席研究員 |
| ** | 博士(工学) | 宇都宮大学 | 教授 |
| *** | 博士(工学) | 大阪市立大学大学院 | 教授 |
| **** | 博士(工学) | 大阪市立大学大学院 | 客員教授 |
| ***** | 博士(工学) | 熊本大学大学院 | 助教 |
| ***** | 博士(工学) | 九州大学大学院 | 主幹教授 |

1700 MPa 級超高力ボルトの力学性能に及ぼすボルト形状寸法の影響

INFLUENCE OF BOLT SHAPE AND DIMENSIONS ON MECHANICAL PROPERTY OF 1700 MPA-CLASS ULTRA-HIGH STRENGTH BOLT

木村 勇次*¹ 増田 浩志*² 山口 隆司*³ 長崎 英二*⁴ 森山 仁志*⁵ 津崎 兼彰*⁶

Yuuji KIMURA*¹ Hiroshi MASUDA*² Takashi YAMAGUCHI*³ Eiji NAGASAKI*⁴
Hitoshi MORIYAMA*⁵ Kaneaki TSUZAKI*⁶

ABSTRACT 1700 MPa-class ultra-high strength bolts were fabricated through quenching and tempering process after cold forming of a prototype steel with a chemical composition of Fe-0.5%C-2%Si-1%Cr-1%Mo (in mass%). Bolt shape and dimensions were optimized to enhance tensile deformation capacity. The developed bolt has a waisted shank and a thread form that are developed for reducing stress concentration at thread roots. Due to its shape and dimensions, the waisted shank precedingly yields and plastically deforms, resulting in higher bolt elongation. The specification of nut was also determined for the 1700 MPa-class shank preceding yield type bolt.

Keywords: 低合金鋼, 超高力ボルト, 機械的特性

Low-alloy steel, Ultra-high strength bolt, Mechanical property

1. 緒言

建築・土木構造物の高力ボルト摩擦接合継手ではF10T 高力ボルト(引張強さが1000~1200 MPa)が広く適用されている。1996年にはF10Tの約1.5倍の軸力を導入できるF14T 超高力ボルト(引張強さ1400~1600 MPa)が実用化され、建築分野での利用実績が増えている[1, 2]。さらに2000 MPa級の超高力ボルトが実用化されれば、ボルト使用本数の削減による施工効率の向上だけでなく、接合部の大幅なコンパクト化による鋼構造物のデザインも変革も期待できる。例えば、土木分野では

急速施工の観点からボルトの超高強度化が望まれている。

しかしながら、1300 MPa以上の超高力ボルトの適用は遅れ破壊によってしばしば阻まれてきた[2]。遅れ破壊はボルトの大気腐食を通してボルト内部に侵入する水素による脆化が要因と考えられている。

1997~2005年度に物質・材料研究機構(NIMS)で実施された超鉄鋼プロジェクトでは、F14T 超高力ボルトを超える超高力ボルトの実現を目指し、①耐水素脆化特性に優れた1800 MPa級プロトタイプ鋼の開発、②プロトタイプ鋼を用いた1700 MPa級超高力ボルト(JIS B 1186: 1995, M16六角ボルト)の試作、ならびに③超高力ボルト接合体の大気暴露実験を行った[3]。2002~2004年度に日本鋼構造協会で設置された超鉄鋼利用技術検討小委員会では、試作した1700 MPa級超高力ボルトを用いた摩擦接合パイロット試験を実施した[4]。その結果、1700 MPa級超高力ボルトの試作では、素材のボルトへの冷間成形や調質処理の際の割れ(焼割れ)が大きな課題として浮き彫りになった。プロトタイプ鋼では長時間の焼鈍(750~800 °Cで25 h×2回の焼鈍後炉冷)でも既存の冷間圧造設備で頭部成形が可能なレベルにまで軟質化できなかったため、頭部は熱間で圧造した。また、1700 MPa級超高力ボルトの性能評価では、遅れ破壊に加え、

*¹ 博士(工学) 国立研究開発法人物質・材料研究機構 構造材料研究拠点 主席研究員 (〒305-0047 茨城県つくば市千現1-2-1)

*² 第2種正会員 博士(工学) 宇都宮大学 地域デザイン科学部 教授 (〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2)

*³ 第2種正会員 博士(工学) 大阪市立大学大学院 工学研究科 教授 (〒558-8585 大阪府大阪市住吉区杉本3-3-138)

*⁴ 第2種正会員 大阪市立大学大学院 工学研究科 客員教授 (同上)

*⁵ 準会員 博士(工学) 熊本大学大学院 先端科学研究部 助教(元 大阪市立大学大学院 工学研究科 後期博士課程) (〒860-8555 熊本市中央区黒髪2丁目39番1号)

*⁶ 博士(工学) 九州大学大学院 工学研究院 主幹教授(現 九州大学 名誉教授) (〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744)

以降省略