

高強度・高降伏比鋼材の活用に向けた高力ボルト摩擦接合継手の検討

EXAMINATION OF HIGH-STRENGTH FRICTIONAL BOLTED JOINTS MADE OF HIGH-STRENGTH STEEL



大阪公立大学大学院 都市系専攻 橋梁工学研究室 秦 子策

要素継手引張実験により高強度鋼の性能を活用できるボルト配置と終局耐力評価式を提案する

BACKGROUND

道路橋の設計基準である道路橋示方書が限界状態設計法を採用したことにより、部材の塑性変形能を活かした設計が可能となります。近年では、従来鋼（軟鋼）より高強度な鋼材SBHS（橋梁用高性能鋼材）が開発され、SBHSの優れた材料強度を活用できる構造形式や部材接合法の開発も期待されています。

しかしながら、SBHSなどの高強度・高降伏比鋼材は、図-1の応力-ひずみ関係において、降伏比（降伏点/引張強度）が高い材料特性で、**ボルト接合部では穿孔による断面積減少に伴い、素材性能を発揮する前に接合部が破壊するという可能性があります。**

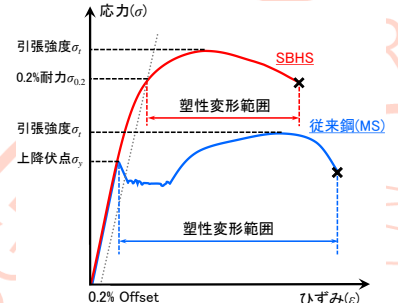


Fig. 1 Comparison of SBHS and MS

KEYWORDS

High strength steel, High-strength frictional bolted joints

METHOD

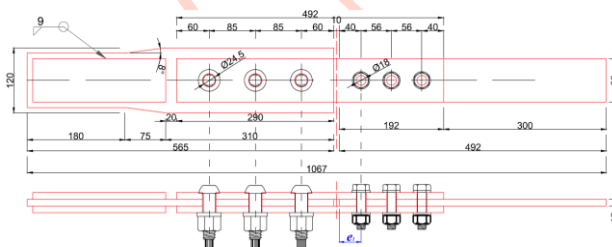
本研究では、SBHS鋼で製作した要素継手の引張実験を実施し、破壊モードおよび各種限界状態（すべり、降伏、最大荷重（終局））の関係を調査し、高強度・高降伏比鋼材の活用に向けた高力ボルト摩擦接合継手の基礎的検討を行いました。

◆ 着目点

- ① 鋼材の高降伏比が各種限界に及ぼす影響の解明
- ② 従来鋼継手における既存の設計評価式によりSBHS継手に適用できる可能性

◆ (実験パラメータ) :

鋼種, ボルト等級,
ボルト行列数,
ボルト配置間隔



RESULT

図-3に示すように、従来鋼継手で既知の3つ主要な破壊モード（端抜け破断SH/SP・純断面破断N・ボルトせん断BO）は、SBHS継手においても確認できました。SBHS継手の破壊モードは従来鋼継手のそれと概ね一致することを明らかにし、3つの破壊モードに関する設計終局耐力評価式の比率 P_{md}/P_{bod} ・ P_{esd}/P_{bod} により概ね分類できることが確認しました（図-4）。

継手部の部材塑性変形能を期待するために満たす必要がある強度関係最大荷重 P_{max} >母板の総断面降伏耐力 P_{ygd} に関しては、 P_{max}/P_{ygd} ・ P_{md}/P_{bod} の関係図（図-5）に示すように、これまでの結果では $P_{max}>P_{ygd}$ を満たすケースは存在せず、 P_{max}/P_{ygd} の最大値は0.985でしたが、 P_{max}/P_{ygd} は破壊モードによらず P_{md}/P_{bod} に強く反比例する傾向が見られ、自由度調整済み決定係数が0.918と高い重回帰曲線が得られました。



Fig. 3 Several failure modes confirmed in the test

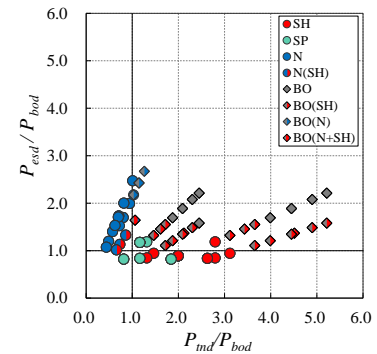


Fig. 4 Classification of the failure modes by P_{esd}/P_{bod} ・ P_{md}/P_{bod}

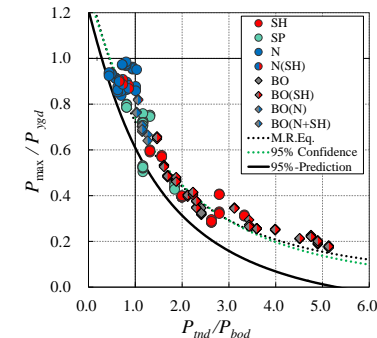


Fig. 5 Relationship between P_{max}/P_{ygd} and P_{md}/P_{bod}

SUMMARY

- SBHS継手の破壊モードは、従来鋼で知られているモードと同一であり、既存の耐力評価式の比率 P_{md}/P_{bod} ・ P_{esd}/P_{bod} により概ね分類できます。
- P_{max}/P_{ygd} の最大値は0.985と高く、ボルト配置の最適化を行えば1.0を超える可能性を提示しました。また、 P_{max}/P_{ygd} ・ P_{md}/P_{bod} 関係では、破壊モードによらず強い相関があることが確認され、図-5に示す近似式を用いれば、現行の道路橋示方書の規定に従い、SBHS継手の設計が実現できると考えられます。