



新たに開発された高性能鋼材の優れた性能を活かすために接合構造とそれの評価方法を提案する

BACKGROUND

H29道路橋示方書では限界状態設計法が採用されたことにより、部材の塑性変形能を活かす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おり、構造物特に橋梁において活用することで、鋼重の減少や製作・施工コストの削減が実現できると考えられます。

しかしながら、SBHSなどの高強度・高降伏比鋼材は、Fig. 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。

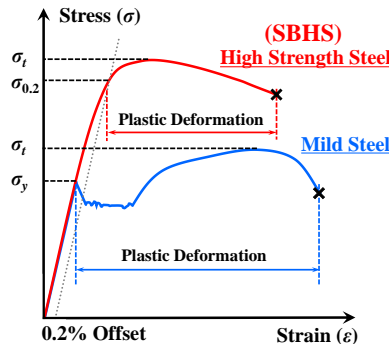


Fig. 1 Comparison of SBHS and MS

KEYWORDS

- High strength steel
- High-strength frictional bolted joints

METHOD

① 構造詳細の工夫による終局耐力の最大化（終局限界）

複数行列継手の力学特性を解明し、高降伏比が塑性域の進展経路に及ぼす影響を明らかにし、継手部の終局耐力 $P_{max} > 部材一般部の総断面降伏耐力 P_{ygd}$ の強度関係を満たす終局耐力を最大化できるボルト配置間隔を要素実験と数値解析で調査します。

② SBHS高力ボルト摩擦接合継手のすべり挙動の解明（使用限界）

SBHSで製作した高力ボルト摩擦接合継手の引張試験を実施し、標準孔の場合における従来鋼の既存評価法がSBHS継手へ適用できるかを確認します。一方、従来鋼の場合の拡大孔・長孔のすべり係数低下率を大量な実験データを収集し、評価方法を提案します。その後、拡大孔・長孔の場合においてSBHS継手のすべり限界を考察し、併せて鋼材の応力-ひずみ関係において従来鋼との違いがすべり挙動に及ぼす影響を明らかにします。

RESULT

Fig. 2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_{end}/P_{bod} 、 P_{nd}/P_{bod} により概ね分類できることが確認しました（Fig. 3）。

純断面積 A_n の設計値・降伏点 σ_y の規格下限値・設計ボルト軸力 N_d を用いて計算したすべり/降伏比 β_d と実験前軸力で評価したすべり係数 μ_1 のすべり係数 μ_1 を各ロット j の $\beta_{d-nom} \leq 0.7$ にある供試体のすべり係数の平均値 $\mu_{1-avg-j}$ で除した $\mu_1/\mu_{1-avg-j}$ 関係を Fig. 4に示しました。設計すべり係数 $\mu_d = 0.45, 0.50$ 時の近似式の傾きは、それぞれ土木学会と建築学会が提案した低減係数 $\phi_{s, JSCC}$ 、 $\phi_{s, AII}$ の傾きと同程度であることが確認できました。



Fig. 2 Several failure modes confirmed in the test

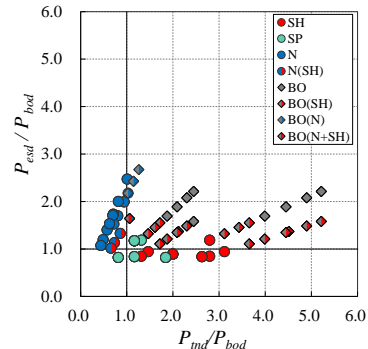


Fig. 3 Classification of the failure modes by P_{end}/P_{bod} , P_{nd}/P_{bod}

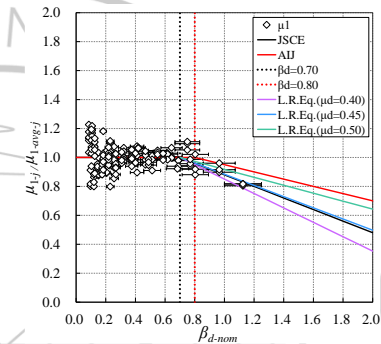


Fig. 4 Relationship between $\mu_1/\mu_{1-avg-j}$ and β_{d-nom}

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_{nd}/P_{bod} , P_{end}/P_{bod} により概ね分類できます。
- 純断面降伏によるすべり耐力・すべり係数の低下は、すべり/降伏耐力比 β_d を用いることでSBHS継手においても考慮できます。すべり係数自体の変動を設計すべり係数 μ_d で考慮しておくことで、低減領域 $\beta_{d-nom} > 0.7$ でのすべり係数の減少率は、土木学会と建築学会の既存低減係数 $\phi_{s, JSCC}$, $\phi_{s, AII}$ の傾きで対応可能と考えられます。