

ボルト配置間に着目した高力ボルト摩擦接合継手の支圧限界強度に関する実験的研究



Experimental Study on Bearing Limit Strength of High Strength Bolted Frictional Joints considering Bolt Pitch and Gage Distance

大阪市立大学大学院 都市系専攻 橋梁工学研究室 佐倉 亮

複数行列継手のボルト配置が支圧限界強度に及ぼす影響を評価する

Bearing Limit State

我が国の道路橋設計は、主部材を中心に塑性変形能を期待する限界状態設計法へ移行しつつあります¹⁾。

著者らは、高力ボルト摩擦接合継手の設計終局限界を、Fig.1に示すようなボルト孔の変形量で規定した支圧に対する限界状態（以下、変形支圧限界）とすることを提案しています²⁾。

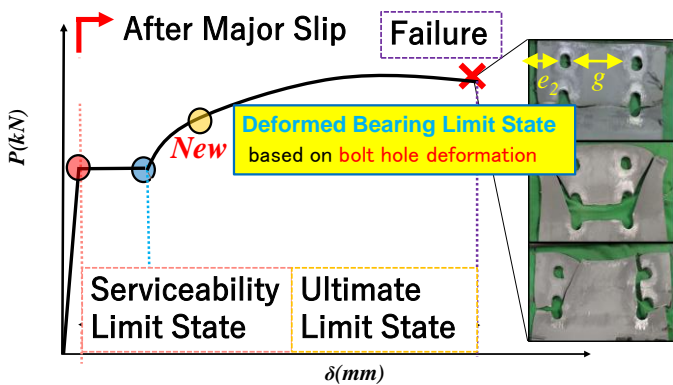


Fig.1 Proposed Bearing Limit State

変形支圧限界を設定するにあたって、継手の塑性化進展プロセスや変形性能はボルト本数や配置間隔によって変化するため、それらの影響を調べる必要があります。先行研究では、1行複数列継手において支圧限界応力の評価を行った。しかし、実構造物は複数行列からなるため、それらボルト配置間隔が支圧限界応力に及ぼす影響を評価しなければなりません

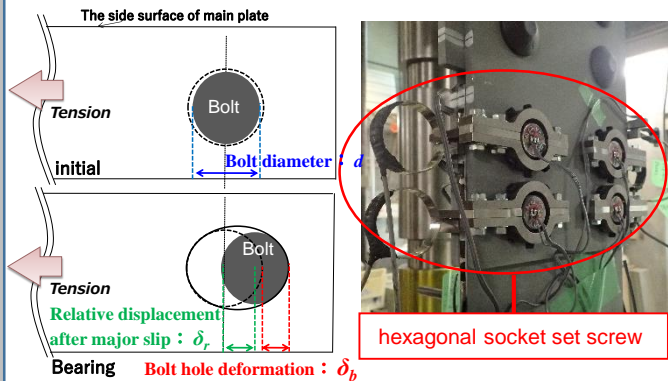


Fig.2 Measurement of bolt hole deformation

研究目的: 複数行列継手を構成するボルト配置のバランスがすべり後挙動に及ぼす影響評価

Each Bolt Hole Deformation

CRI10: 1つでも $\delta_b/d=10(\%)$ になった時
 ALL10: 全てのボルト孔が $\delta_b/d=10(\%)$ になった時
 ALL10の δ_b,max - CRIの δ_b,min からそのボルト配置のボルト孔変形性能を評価します

Results

e_2/d が大きくなると、外側ボルトと内側ボルトは均等に変形

板幅が一定のため、縁りあき距離 e_2 が大きくなると、ゲージ間隔 g は小さくなりました

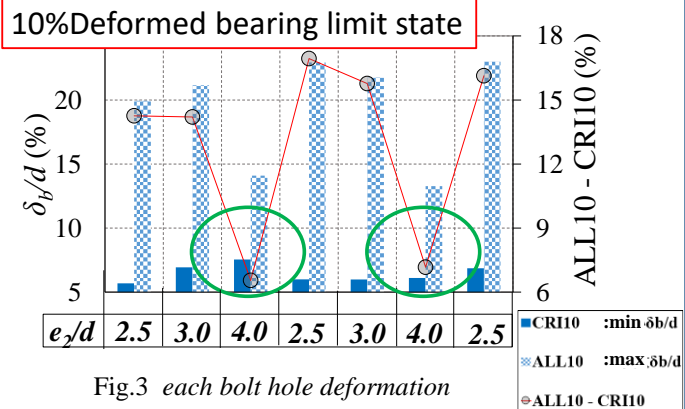


Fig.3 each bolt hole deformation

10% Deformed Bearing Limit Stress

10% Deformed bearing limit state

10% deformed bearing limit stress is evaluated by nominal bearing stress

Results

いずれのケースでも、10%変形支圧限界応力は降伏点の3倍以上、最大支圧応力は引張強度の3倍程度となりました

10%変形支圧限界応力が中抜け破断耐力と純断面破断耐力の耐力比が1.0~1.1程度で最大値をとる凸関係になり、ピッチ p が増加すると増加しました

Conclusion

各ボルト孔の変形量と支圧応力の関係から、中抜け破断耐力/純断面破断耐力が1.0未満を示し、 $p/d=4.5$ 以上とすることが望ましいと考えられます

Table.1 10% Deformed bearing limit stress

Specimen name	Ultimate bearing limit stress σ_{max}/σ_t	10% Deformed bearing limit stress $\sigma_{c,10}/\sigma_y$	Actual failure mode	Edge yield of mai plate P_{y0}/P_{max}	Net cross-section yield of main plate P_{y0}/P_{max}
p/d 3.5- e_2/d 2.5	2.9	3.1	Block outer shear failure	0.80	0.66
p/d 3.5- e_2/d 2.5	3.1	3.2	Block outer shear failure	0.73	0.67
p/d 3.5- e_2/d 2.5	2.9	3.1	Block inner shear failure	0.73	0.79
p/d 3.5- e_2/d 2.5	3.0	3.2	Block outer shear failure	0.75	0.69
p/d 3.5- e_2/d 2.5	3.1	3.2	Net cross-section failure	0.73	0.74
p/d 3.5- e_2/d 2.5	2.9	3.2	Block inner shear failure	0.74	0.87
p/d 3.5- e_2/d 2.5	3.1	3.2	Block outer shear failure	0.73	0.66

参考文献

- 公益社団法人日本道路協会:道路橋示方書・同解説, II鋼橋・鋼部材編, 2017.11.
- 例えば, 戸田圭介, 山口隆司, 峯山友紀, 直江康司:高力ボルト摩擦接合継手の孔変形に基づいた支圧耐力に関する実験的研究, 土木学会論文集A1, Vol. 70, No. 3, pp. 333-345,2014.