

I - A211

多列高力ボルト摩擦接合継手のすべり強度低減範囲に関する検討

大阪大学大学院 学生員○松野正見

大阪大学工学部 正会員 亀井義典

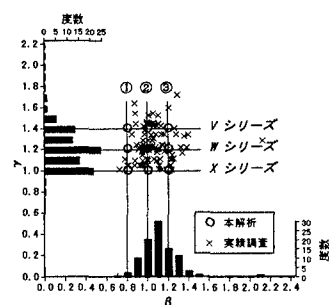
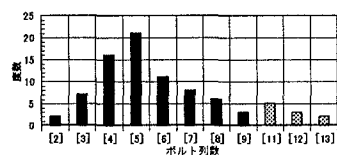
大阪大学工学部 フェロー 西村宣男

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 池端文哉

1. まえがき ISO¹⁾では、継手範囲の長い多列高力ボルト摩擦接合継手のすべり強度に対してボルト総間隔とボルト径の比によって経験的強度低減係数を規定している。しかし、我国の規準では、このような考慮はなされておらず、多列高力ボルト摩擦接合継手のすべり強度低減を解析的にパラメトリックで評価した研究は報告されていない。本報告では、高力ボルト摩擦接合継手を対象に開発した弾塑性有限変位解析²⁾により、ボルト列数、母材および添接板の降伏強度、母材-添接板間のすべり強度をパラメータとして解析を行い、多列高力ボルト摩擦接合引張継手のすべり強度低減のメカニズムについて考察を行った。そして、公称のすべり強度より低減を必要とする継手範囲について検討を行った。

2. 解析手法と解析モデル 図-1(a), (b)に、鋼I形断面主桁の摩擦接合継手部フランジの実績調査から算出したすべり強度・母材降伏強度比 $\beta (=N_{SL}/N_{Fth})$ および添接板・母材降伏強度比 $\gamma (=N_{Stn}/N_{Fth})$ の分布、ボルト列数の分布を示す。解析モデルとしては、すべり先行型となる継手を対象とし、実績調査の分布を反映するように β の値を0.8~1.2、 γ の値を1.0~1.4の範囲とする。各シリーズの名称を図-1(a)に示す。各シリーズでボルト列数を2~9列と変化した合計72モデルを解析する。図-2に5列の解析モデルを示す。解析モデルとしては極力簡易なモデルを考え、高力ボルト片側1行2~9列の2面せん断継手とした。

3. 解析結果 図-3に解析結果を示す。縦軸はすべり強度 P_{SL} をすべり強度の公称値 N_{SL} で無次元化した値で、この値はISOで規定している強度低減係数に相当する。横軸はボルト総間隔とボルト径の比 L/d を表し、継手長さ比 $L/d=5\sim40$ は、ボルト列数2~9列に相当する。図

(a) β , γ の分布

(b) ボルト列数の分布

図-1 実績調査結果

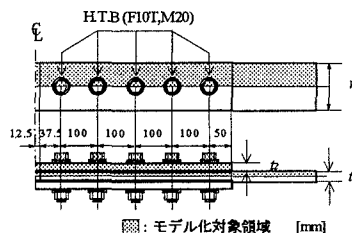


図-2 解析モデル

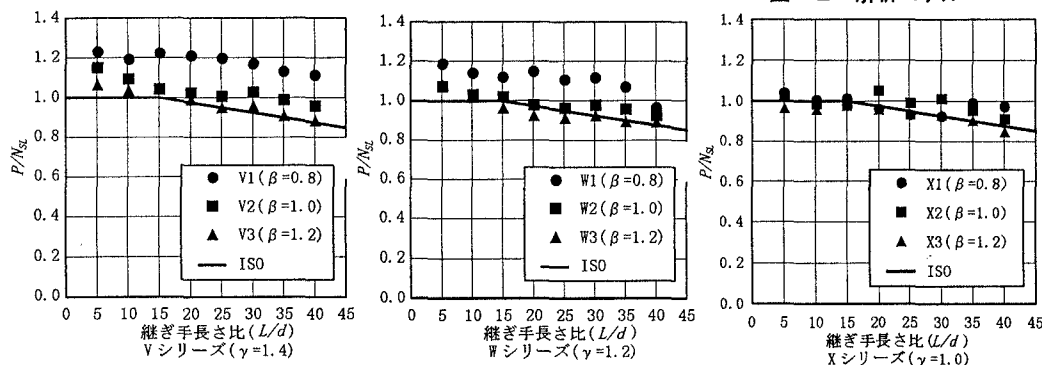


図-3 強度低減係数

高力ボルト摩擦接合引張継手、すべり強度、強度低減係数、有限要素、パラメトリック解析

〒565 吹田市山田丘2-1, phone 06-879-7598, fax 06-879-7601

中には、ISOの規定を図示している。全シリーズにおいて、ボルト列数が増加するに従いすべり強度は低下する傾向があり、継手長さ比 L/d が15以降でその傾向は助長される。ISOの低減係数は、解析結果の下限値相当である。 γ が1.2以上のシリーズで β が0.8以下の継手では、低減前の基本すべり強度が公称値に対して2割程度高くなるために、W1($\beta=0.8$, $\gamma=1.2$)シリーズですべり強度 P_{SL} が公称値 N_{SL} を下回るのは、継手長さ比 L/d が35とISOの規定に比べてかなり大きくなる。V1($\beta=0.8$, $\gamma=1.4$)シリーズでは、本解析の範囲ですべり強度 P_{SL} が公称値 N_{SL} を下回ることにはなかった。また、 β が1.2の一部のモデルでISOの規定を下回るものがあるが、これは、母材の局所的降伏に伴う部分すべりが関与するためであると考えられる。

図-4にW2シリーズ($\beta=1.0$, $\gamma=1.2$)の3, 5, 7列のケースに対し、各ボルト列における母材-添接板の層間せん断力の分布を示す。図中の点線はボルト1本分のすべり強度の公称値(3630kgf)を表わす。また、図中には、載荷荷重とすべり強度の比 P/P_{SL} および各ケースでの層間せん断力の標準偏差 σ_n を記載している。載荷荷重が小さい段階では、最外ボルト列が分担する層間せん断力が大きく、荷重の増加に伴いその傾向は顕著になる。しかし、載荷荷重とすべり強度の比 $P/P_{SL}=0.80$ を越えると、最外ボルト列における層間せん断力が限界となり、層間せん断力の分担が徐々に内側ボルト列へ移行する。主すべり発生時には、全ボルト列で層間せん断力のばらつきが比較的小くなる傾向を示す。層間せん断力の限界値は、ボルト1本分のすべり強度(公称値)と同程度である。また、層間せん断力の標準偏差は、ボルト列数が多いほど顕著に表れ、層間せん断力の不均一が、すべり強度低減の要因の1つであることが伺える。

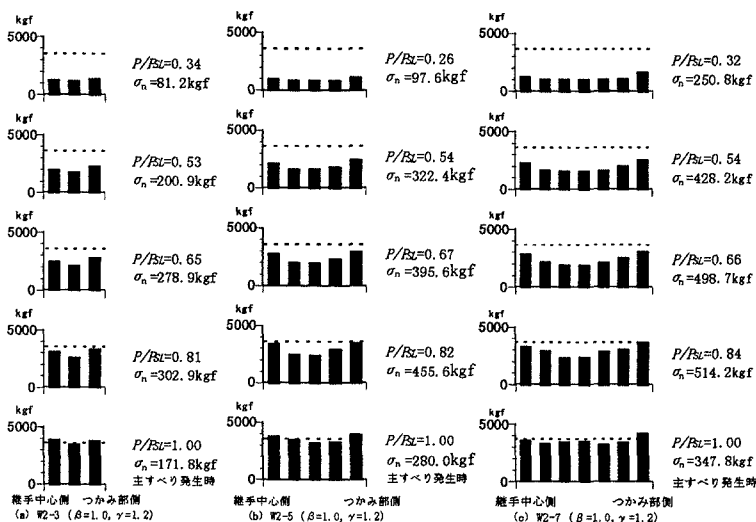


図-4 層間せん断力の変動

4. 強度低減範囲 図-5では、本解析の範囲に対して、公称のすべり強度より低減を必要とする継手範囲についての検討を行った。図中の実線は各シリーズにおいて、すべり強度 P_{SL} が公称値 N_{SL} を上回るケースの最大継手長さ比を結ぶもので、この実線を基本すべり強度限界と称する。また、点線はISOの基本すべり強度限界を表わす。各シリーズに対してすべり強度の低減を必要としない継手範囲は、基本すべり強度限界より継手長さ比 L/d が小さい範囲である。 β の値が小さくなるに従い基本すべり強度限界は大きくなり、 γ の値が大きくなるに従い基本すべり強度限界は大きくなる傾向を示す。このことから基本すべり強度限界と β , γ の値には、相関性があるものと考えられる。また、ISOの基本すべり強度限界は、図-1(a)に示す実績調査結果の最大頻度であるW2シリーズ($\beta=1.0$, $\gamma=1.2$)の基本すべり強度限界と一致する。

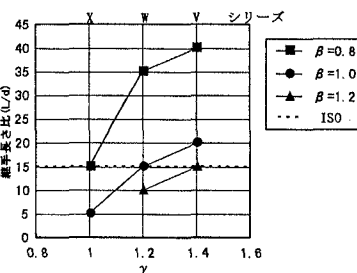


図-5 基本すべり強度限界

参考文献

- ISO : ISO/TC167/SC1 Steel Structures, Material and Design, 1991.
- Nishimura, N., Kamei, Y., and Ikehata, B. : Analysis of HSFG Bolted Joints Considering Local Slip, TECHNOLOGY REPORTS OF THE OSAKA UNIVERSITY, Vol. 46, No. 2257 pp. 227~236, 1996. 10.