

論文題目：“高力ボルト摩擦接合継手のすべり強度/降伏強度比とすべり係数に関する検討”

著者：山口隆司，森 猛，橋本国太郎

掲載：Vol.51A, pp.1737-1748, 2005 年 3 月

◆討議[北田俊行（大阪市立大学大学院）]

解析の結果は，実験データの平均値と良好に一致しているが，実験データは，ばらつきが大きい．ばらつきを小さくして，安全率を小さくする方法はないか．例えば，摩擦面の粗さを大，中，および小に分けて，すべり係数を決めるなど．

回答：すべり係数のばらつきの最も大きな要因は，摩擦面の状態である．この摩擦面の状態を支配する要因としては，摩擦面処理方法の違いやそれと関連した摩擦面の粗さの違いなどがあげられる．著者らは本論文をまとめるにあたって，過去の実験データを整理しているが，処理方法の違いによってすべり係数は大きく異なることを確認しているし，処理方法によって，期待できるすべり係数を分類できることも確認している．したがって，ご指摘のような摩擦面の粗さによる分類ではないが，その処理方法の違いによる分類は可能と考えている．しかしながら，すぐにそれが可能かという問題点も多いのが現状である．既に述べたように，すべり係数の最も大きな要因は摩擦面の状態であるが，それ以外にも，実験データの整理方法による違いがこのばらつきの大きさに関係していると著者らは考えている．例えば，すべり係数を設計軸力で評価するのか，実際にすべった時の軸力で評価するのかによってもすべり係数は大きく異なる．これまでの実験データはそれぞれの判断で評価されており，統一的な方法で評価されていない点に問題があると考えている．したがって，過去の実験データの再評価，標準試験法の確立を行った後に摩擦面の状態（主として処理方法）に応じたすべり係数の設定が可能になり，その結果，すべりに対してより合理的な安全率を有する摩擦接合継手の設計が可能になると考えている．

◆討議[寺尾圭史（(株)横河ブリッジ）]

実験値および解析結果を，すべり強度と降伏強度との比 B で整理しているが，実際の継手部の B の値との関係はどうなっているか．

◆回答：実橋梁の継手部の B 値がどれくらいの範囲にあるのかについては，西村らの文献（高力ボルト摩擦接合継手に関する最近の研究動向，土木学会論文集 No.675/I-55, pp.1-14,

2001.4）に，1.0 から 1.2 の範囲を中心に分布していることが示されており，どちらかという降伏先行型で設計されることが多いと言える．

本研究の結果から，実際の橋梁の継手部を設計する際に，母材の降伏に対してすべりを先行させるのか，すべりに対して母材の降伏を先行させるのか，すべりと母材の降伏をほぼ同時に発生させるのかといった，設定する限界状態を， B 値によって設計者が判断することができる．例えば，すべりと母材の降伏とが同時に起こるように設計すれば，降伏先行型の継手の設計に比べ，ボルト本数の低減を図ることができ，合理的な設計が可能となる．本研究では，実際の設計において，継手部にどのような性能を持たせるかを判断する材料の一つとして， B という指標を用いることとし，これにより整理している．

論文題目：“支承条件が曲線桁橋の耐震性能に与える影響に関する研究”

著者：竹野晃司，内田裕也，小坂一夫，高田佳彦，北田俊行
掲載：Vol.51A, pp.1749-1758, 2005 年 3 月

◆討議 [伊藤義人（名古屋大学大学院）]

Case3' の場合（P4 位置の支承条件が固定）における桁の最大変形が発生するのはどこで，どの程度か．

◆回答：固定支承を有する P4 橋脚から最も離れた位置にある P2 橋脚で最大変形が生じ，橋軸直角方向に 700mm 弱の値であった．

◆討議 [伊藤義人（名古屋大学大学院）]

曲線桁橋（新設）では，どのような支承タイプにすれば良いのか．

◆回答：曲率半径が小さな曲線桁橋で，橋軸方向にのみ変形を許容するゴム支承（免震・反力分散）を選択する場合，拘束の影響が大きくゴム支承の性能を生かせない可能性がある．このような場合では，ゴム支承を選択する必要はなく，鋼製の固定可動支承を選択するのが費用の面で有利である．逆に，曲率半径が大きな曲線桁橋では，拘束の影響は小さくゴム支承の性能を有効に活用することが可能である．具体的な曲率半径の適用範囲については，今後の課題と考えている．

◆討議 [伊藤義人（名古屋大学大学院）]

既設の曲線桁橋支承の耐震補強において免震支承の使用は難しそうである。しかし、可能にするには支承の機能をどのように向上すれば良いか。すなわち、既設の曲線桁橋支承の耐震補強は、どのようにすればよいか。

◆回答：免震支承を補強工事に用いることは、耐震性向上の観点からは非常に有効な手段である。しかし、支承条件と橋脚の保有耐力とは密接な関係があり、支承条件の変更が橋梁全体としての耐震性能に悪影響を及ぼす可能性もある。したがって、耐震補強を行う場合は支承部の耐震補強だけにとらわれず、橋脚の耐震補強もセットで行うなど橋梁全体の耐震性能向上を図る必要があると考える。

論文題目：“急速施工への適用を目指した鋼製橋脚と杭基礎との接合構造に関する実験的研究”

著者：高嶋 豊，増子康之，春日井俊博，佐々木保隆，鹿浦純一

掲載：Vol.51A, pp.1759-1770, 2005 年 3 月

◆討議 [香月 智 (防衛大学校)]

鉄道構造で確立された技術を道路橋に適用することの主要な相違点は何か。例えば、鋼管の D/t など。そして、そのことが今回の実験に反映されているのか。

◆回答：本接合は軸力、曲げモーメントおよびせん断力が作用する橋脚と基礎との接合構造であり、鉄道構造で確立された技術と基本的に相違点はありません。ただし、検討した差し込み長 $1.0d$ (d : 橋脚直径) のケースは、鉄道の適用範囲 ($1.5d$ 以上) を外れており、急速施工への適用にあたって差し込み長の短縮による構造の合理化を目指したものです。

◆討議 [伊藤義人 (名古屋大学大学院)]

座屈問題では抜け出しが問題となる構造がある。今回の実験では、鋼管橋脚の上下動・抜け出しを考えると、鉛直力 $P=0$ として実験をした方が厳しい条件となるのではないのでしょうか。

◆回答：ソケット接合に関する既往の研究¹⁾では、軸力比 0.30 程度までは軸力の影響で終局強度が若干増加する(軸力比 0.30 で 5%程度増加)という実験結果が示されています。ご指摘のように鉛直力 $P=0$ とした方が厳しい条件となりますが、供試体の軸力比は 0.05 と小さく、その影響は小さいと考えます。実験では、構造全体の安全性に着目したため、実際に作用する上部構造死荷重による軸力を忠実に再現して載荷を行いました。

文献 1) 野澤伸一郎：コンクリート充填鋼管ソケット接合部の終局強度に関する研究，東北大学学位論文，2000.2

◆討議 [北田俊行 (大阪市立大学大学院)]

PRC ウェルの部分には、実際において、土圧がある。したがって、実験のようにそこが崩壊することはないのではないか。実験では、PRC ウェルの部分を補強して、着目部が壊れる構造にできなかったのか。また、PRC ウェルを建設することは、急速施工にならないのではないか。

◆回答：実験設備の制約から、PRC ウェル部は実際と支持条件が異なり厳しい条件となっています。実験では PRC ウェル部が破壊しましたが、土圧を考慮した安定計算によると基礎が橋脚より先に破壊することはないという結果が得られており、実際の構造では橋脚の破壊が先行すると考えます。

実験では、接合部周辺の構造全体の安全性に着目したため、橋脚、接合部、および基礎ともに実際の断面を忠実にモデル化しました。今後、接合部以外の断面を補強して接合部の破壊を先行させ、接合部の耐力特性・破壊性状を調べる実験を行う予定です。

PRC ウェル基礎は PC ウェル工法と同様にプレキャスト部材を使用する工法であり、短期間での施工が可能です。また、騒音・振動がほとんどなく掘削土が最小限で汚水の処理も不要ことから、都市部での急速施工に適した工法であると考えます。

論文名：“実橋計測結果に基づく場所打ち PC 床版を有する鋼 2 主桁桁橋の頭付きスタッド配置の一提案”

著者：本間淳史，亀川博文，村上修司，春日井俊博，和内博樹

掲載：Vol.51A, pp.1771-1789, 2005 年 3 月

◆討議 [香月 智 (防衛大学校)]

解析は、実橋の剥離状況を再現できているのでしょうか。

◆回答：論文中の 3.2 計測結果と解析結果との比較検証の項目にも記述しておりますが、ダイヤフラム部での広い剥離と、橋軸方向にわたり、ウェブ近傍から上フランジの突出部に剥離がみられる傾向は再現できました。しかしながら、スタッド間の局所的な剥離については、FEM 解析では再現できませんでした。

◆討議 [北田俊行 (大阪市立大学大学院)]

提案するジベル配置では、ジベルが腹板上にあるため、PC 床版の主桁のフランジとしての有効幅に影響するのではないか。

◆回答：ジベル配置を変えれば応力分布に変化があり、厳密には有効幅にも影響があると考えられます。しかし、道路橋

示方書の有効幅算出式で計算した値と実際とは実務上問題 となるような相違はないと考えています.