

論文題目：“閉断面箱桁複合ラーメン橋の剛結部における構造性能と設計法に関する検討”

著者：伊藤始，熊野拓志，上村明弘，白根勇二  
掲載：Vol.57A，pp.967-997，2011年3月

討議 [ 中島章典（宇都宮大学） ]

剛結部直下に塑性ヒンジが形成されるとき鋼材の応力状態は，柱のH鋼の配置状況によっては全塑性になってしまい，ストライプHの付着力の限界値を超えてしまうことはないのか？

回答：剛結部直下の柱脚部に塑性ヒンジが形成され，剛結部にストライプHの降伏荷重が作用した場合でも，付着破壊が生じないように定着長を設計している．この定着長設計の検証は，正負交番載荷実験で柱脚部の終局時に，ストライプHの定着が健全であったことで確認している．また，実験時の定着部分のせん断応力分布から，柱脚部のストライプHがひずみ硬化領域となった場合でも，定着端部は弾性域にあり健全性が確保されることを確認した．

討議 [ 街道浩（川田工業） ]

ストライプHは，スタッドやPBLと違い，断面力の作用方向によって抵抗の度合いが異なるのではないのか？

回答：ストライプHは，断面の大きいコンクリートに定着される場合には，鉄筋と同様に一軸応力が作用し，柱脚部の柱軸方向部材として機能するとして設計している．本研究では柱脚の作用荷重を橋軸方向と橋軸直角方向に変えた解析的検討を行っており，方向性が無いことを確認している．また，鉄骨コンクリート複合柱脚の既往の研究でも，柱脚断面の耐荷力に有意な差異は見られないことを確認している．

論文題目：“二重合成2主1桁橋の下コンクリート床版に配置された鉛直および水平スタッドの静的および疲労挙動に関する研究”

著者：大山理，栗田章光  
掲載：Vol.57A，pp.978-986，2011年3月

討議 [ 中島章典（宇都宮大学） ]

水平スタッドと鉛直スタッドのずれ剛性が異なることについて，押抜き試験時の応力作用状態の違いもあると思うが，それぞれのスタッドの母材鋼板の厚さの影響もあるのではないのか？

回答：ご指摘のとおり，スタッドのずれ剛性は，板厚(母材厚)の違いなどによるスタッド基部の固定度(拘束度)の影響を大きく受けます．本実験における供試体のフランジおよびウェブ厚は，それぞ

れ，25mmおよび12mmでした．以前，著者らは，上記と同じ母材厚を有する供試体で，ウェブに溶植する水平スタッドの位置を変化させて，静的押抜き試験を実施致しました [1]．その結果，水平スタッド位置がフランジ近傍に近づく場合，ずれ剛性の値は大きくなり，一方，フランジから離れるにしたがって，その値は，徐々に低下する傾向が得られました．これは，同じ板厚上に溶植したスタッドであっても，その固定度がフランジに近づくほど上がるためであります．

以上より，母材厚とスタッド基部周辺の母材の拘束度の違い，すなわち，スタッド基部の固定度の違いが，水平および鉛直スタッドのずれ剛性に影響を与えられと考えられます．

[1]山本真気，大山理，木部謙吾，大久保宣人，栗田章光：二重合成2主1桁橋の下コンクリート床版におけるスタッドの設計法，構造工学論文集 Vol.55A，pp.1102～1113，2009年4月．

討議 [ 本間淳史（東日本高速道路） ]

実際の設計において鉛直スタッドと水平スタッドの設計の流れはどのようになるか？本研究によれば，先に鉛直スタッドを設計してから，水平スタッドは構造細目的に決定されるように見える．

回答：限界状態設計法を適用して下コンクリート床版のずれ止めの設計を行う場合，まず，下コンクリート床版に作用する死荷重，活荷重，乾燥収縮ならびに温度差に伴い発生するせん断力より，必要スタッドの総本数を算出します．そして，本論文に述べた方法に基づいて，まず，下フランジに溶植可能な鉛直スタッド本数を配置間隔規定を考慮の上決定します．しかし，下フランジの自由突出幅内に溶植できる鉛直スタッドの本数に限りがある，下コンクリート床版の配筋と干渉して溶植できない鉛直スタッドがある，などの関係から，残りの必要数は，水平スタッドで対応する設計フローになります．さらに，鋼桁ウェブには，下コンクリート床版との間の剥離を防止するという観点からも水平スタッドの配置が必要になると考えます．一方，現行の許容応力度設計法を適用して下コンクリート床版のずれ止めを設計する場合も同じ設計フローになりますが，当然のことながら，限界状態設計法を適用した場合と比べて，鉛直および水平スタッドの本数が増すことになります．

論文題目：“Effects of Strut Angle on the Behavior of L-Shape Shear Connector Subjected to Strut Compressive Force in Steel-Concrete Composite Structures”

著者：Soty Ros，Hiroshi Shima  
掲載：Vol.57A，pp.987-995，2011年3月

討議 [ 中島章典 ( 宇都宮大学 ) ]

In your test, why do you arrange the shear connector only at the support position?

回答 : It is true that the shear connector were arranged only at the support position. It was due to two reasons as follows:

- Firstly, it was easy to determine the strut angle in the specimen.
- Secondly, the shear resisting mechanisms of the shear connector at the support and non-support position are almost the same.

討議 [ 中島章典 ( 宇都宮大学 ) ]

From your research, the shear resistance and the shear force-slip relation depends on the diagonal crack angle, then in the design of the shear connector, is the different design formula required to use depending on the position of the shear connector?

回答 : According to our research results, strut angle was found to have effect on the shear capacity of L-shape shear connector. In the range of strut angle between 20 degrees to 45 degrees, the shear capacity of the shear connector increased when strut angle decreased. Therefore, it is required to introduce the effect of strut angle in the design formula. Additionally, for conservative purpose, the authors recommended strut angle of 45 degrees, Ros and Shima (2010)[1] for the design shear capacity of the shear connector.

[1]Ros,S. and Shima,H.(2010). "Shear force-horizontal relative displacement relationship of L-shape shear connector subjected to strut compressive force in steel-concrete composite structures." Doboku Gakkai Ronbunshuu,A1 JSCE, Vol.66, No.4, 767-782.

論文題目 : " 長手方向に複数配置した孔あき鋼板ジベルのせん断力分担に関する実験的研究 "

著者 : 中島章典 , 小関聡一郎 , 内藤雅人 , 中島絢平 , 鈴木康夫

掲載 : Vol.57A , pp.996-1006 , 2011年3月

討議 [ 藤井堅 ( 広島大学 ) ]

本研究は , 鋼板 ( PBL ) による押抜き試験であるが , 引抜き試験でも同様の結果になると言えるか ?

回答 : 鋼板を引張る引抜き試験を行うときに , 反力をどのように取るかによって結果が異なると考えられますが , 著者らの試験体のようにコンクリートブロックの上側に反力を取る場合には , 押抜き試験の結果に大きな違いはないのでは

ないかと思います . ただし , 反力をコンクリートブロックの下側に取ると , コンクリートブロックの上下方向に引張力が作用することになりますので , 若干コンクリートの拘束効果の減少が予想され , 孔あき鋼板ジベルのせん断耐力が低下することも考えられます .

討議 [ 熊野拓志 ( JFEエンジニアリング ) ]

帯鉄筋の配置と径は , せん断力分担率算定式においてパラメータとして考慮されているか ? 帯鉄筋の配置等が , 複数の孔あき鋼板ジベルの分担率に影響するのではないか ?

回答 : ご指摘のように帯鉄筋の配置と径は , 複数配置の孔あき鋼板ジベルのせん断力分担に影響を及ぼすと考えられますが , ここでは , 本試験体の場合のせん断力分担を実験結果に基づいて算定しています . その結果 , 複数配置の孔あき鋼板ジベルのせん断力分担は均一ではないことを確認しています . しかし , 帯鉄筋の効果を含め種々のパラメータの影響を考慮したせん断力分担式の算定のためには , まだまだデータの蓄積が必要であると考えています .

討議 [ 島弘 ( 高知工科大学 ) ]

試験体にひび割れが生じたのはどの時点 ( 荷重状態 ) か ?

回答 : 本実験の試験体にひび割れが生じたのは , ずれ変位が1~3mm程度のだいたい作用荷重が最大せん断力に近づいた辺りです . ひび割れの発生はコンクリートブロックの大きさにも影響を受けると予想されますので , 今後 , コンクリートブロックの大きさの影響も調べる必要があると考えています .

論文題目 : " 鋼繊維補強軽量2種コンクリートの強度特性および孔あき鋼板ジベルのせん断耐力評価 "

著者 : 崔智宣 , 山口浩平 , 日野伸一 , 梶原秀夫

掲載 : Vol.57A , pp.1007-1016 , 2011年3月

討議 [ 本間淳史 ( 東日本高速道路 ) ]

せん断耐力の算定において , 保坂式を基準に評価式を提案しているが , 複合構造標準示方書の算定式との関係はどうか ?

回答 : 複合構造標準示方書の算定式は保坂式の下限值式と同じ式なので , 本研究ではせん断耐力算定において , 保坂式の平均式により試験値と比較しています .

討議 [ 中島章典 ( 宇都宮大学 ) ]

軽量骨材の最大寸法および粒度分布はどのようになっているか ? また , 孔径が35mmで貫通鉄筋がある場合 , 孔の中には骨材が入りにくいと思われるため , 耐力にその影響があるのではないか ?

回答：軽量骨材の最大寸法は20mmです。粒度分布はJIS A 5002規定を満足しています。  
孔径が35mmで貫通鉄筋がある場合、孔内部には骨材が入りにくいと考えます。しかし、孔径が35mmで貫通鉄筋がある場合でも、軽量コンクリートを用いることによるせん断耐力の低下は確認することができます。一方、実構造で用いられる孔径により近いという意味で、孔径50mmの場合や貫通鉄筋ない場合について検討中です。

論文題目：“鉄道用合成桁の実剛性の評価方法に関する研究”

著者：谷口望，藤原良憲，久保武明

掲載：Vol. 57A，pp. 1017-1025，2011年3月

討議 [ 藤井堅 ( 広島大学 ) ]

ゴム支承の変形は結果に影響すると考えるが、挙動は確認しているのか？

回答：ゴム支承部は変位計を設置しており、支点沈下、回転の状況を測定している。今回の変位には支点沈下分の補正を行っている。なお、活荷重作用時の支点沈下測定結果は変位に対しては微少であった(ゴム支承の鉛直方向沈下は死荷重による影響が大きいと考えられる)。

討議 [ 本間淳史 ( 東日本高速道路 ) ]

解析に使用した荷重は実測値か？健全度評価においては重要な事項と思われるため記述が必要である。

回答：列車荷重は実測値を用いている。両橋梁ともに、試運転列車に対して測定を行っており、旅客の影響は無い状態である。試運転列車の実重量は、事前に車庫において測定を行っている。また、A橋梁においては、レールに輪重計測点を設けており、通過列車の荷重が正しい値であることも確認している。

論文題目：“部分的にプレテンションされたCFRP板接着鋼板におけるはく離せん断応力”

著者：野阪克義，石川敏之，小林朗

掲載：Vol. 57A，pp. 1026-1033，2011年3月

討議 [ 中村一史 ( 首都大学東京 ) ]

プレテンションを導入しない部分のCFRP板の収束長さはどの程度になるか？例えば切断のない鋼板への必要接着長さに収束すると考えて良いか？

回答：プレテンションを導入しない部分のCFRP板の必要長さは、式(25)を用いて、鋼板、CFRP板および接着剤の材料定数と形状に応じて算出することになります。鋼板の中央の応力がCFRP板と鋼板の完全合成断面に生じる応力の値に収束するのに必要なCFRP板の接着長さ、およびCFRP板の端の接着

剤に生じるせん断応力が一定の値に収束するのに必要なCFRP板の接着長さは、文献「石川敏之，大倉一郎：複数の段差を有するCFRP板接着鋼板の各CFRP板の必要接着長さと最適剛性，土木学会論文集A，Vol. 66，No. 2，pp. 368-377，2010。」にあります。本論文の式(25)とは異なっております。

討議 [ 中島章典 ( 宇都宮大学 ) ]

微分方程式を解くときに、接着剤の特性をどのように取り扱っているか？また、プレストレスがある場合の理論値は、実験値をどの程度再現しているかデータがあるか。その場合、CFRP板の曲げの影響はどの程度か？

回答：微分方程式を解く際、接着剤のヤング率が鋼板やCFRP板と比べて二桁程度小さいので、接着剤はせん断応力のみを受け持つ弾性体として取り扱っております。本研究で提案している部分的にプレテンションされたCFRP板接着鋼板に対しては実験値と比較を行っておりませんが、参考文献(11)において、CFRP板全体に渡ってプレテンションされた場合に対して、プレテンションの解法によってCFRP板に生じるひずみの分布と理論値を比較しており、両者がほぼ一致していることを確認しています。ご指摘の通り、CFRP板の端部近傍には曲げが生じると考えられます。本研究ではCFRP板の曲げの影響を考慮していません。今後、CFRP板の曲げを考慮して、その影響を解明したいと考えています。

論文題目：“接着不良がCFRP板接着鋼板のはく離せん断応力に与える影響”

著者：石川敏之，北根安雄

掲載：Vol. 57A，pp. 1034-1041，2011年3月

討議 [ 中島章典 ( 宇都宮大学 ) ]

理論値とFEMの結果が一致するというのは、必ずしもおもしろい結果ではないように思うが、いかがか？

回答：FEM解析では、参考文献(12)を参考に、CFRP板をトラス要素でモデル化しております。したがって、理論解析と同様にCFRP板には軸力のみが生じる状態になるので、理論値とFEM解析値が一致したと考えています。他方、CFRP板の端部に曲げが生じることが良く知られていますが、その範囲はCFRP板の端部近傍のみであるので、鋼板の軸力や接着剤に生じるせん断応力にほとんど影響を与えないと考えています。

討議 [ 中村一史 ( 首都大学東京 ) ]

本研究では、CFRP板の長さは最小値となっているが、長さに十分な余裕がある場合には、端部に接着不良があっても、はく離は途中で止まるのではないか？また、接着不良は具体的にどのようなものを想定しているのか？

回答：CFRP板が十分長い場合、CFRP板のはく離が止まるケースがあるかもしれませんが、静的載荷試験では、CFRP板のはく離が脆性的に生じるので、はく離しやすくなるような接着不良の存在は良くないと考えております。

接着不良としては、気泡の混入によってCFRP板と鋼板が部分的に接着されていない状態になることを考えています。通常は、円形に近い形状で部分的に接着不良が起こると考えられますが、論文で取り扱った、全幅接着されていない状態は、接着不良の影響が大きく出る結果になっていると考えます。

論文題目：“施工性を考慮した鋼鉄道橋の複合構造化に関する研究”

著者：谷口望，半坂征則，小出宜央，大垣賀津雄，大久保藤和，佐伯俊之

掲載：Vol. 57A，pp. 1052-1059，2011年3月

討議 [ 中島章典 ( 宇都宮大学 ) ]

実橋ではコンクリートをどのようにして打設することになるのか？また、コンクリートを打設することによって桁が変形してレールのアラインメントに影響するようなことはないのか？

回答：コンクリート打設は、GFRP型枠、鉄筋と異なり、流体状での設置となるため、マクラギ間の隙間から打設することを考えている。コンクリートの運搬方法は、橋梁の周辺状況により異なると考えられる。コンクリート打設による変形は、一般に微少となるため今回のケースでは特に考慮していない。しかし、長スパン時などコンクリート打設による変形が無視できない大きさとなる場合は、軌道で調整する必要がある。本工法では、マクラギ下にもゴムラテックスを設置することを想定しているため、この施工の際に軌道高さ修正を行えるように調整しておくことも考えている。

討議 [ 本間淳史 ( 東日本高速道路 ) ]

合成断面の計算において、ゴムラテックスモルタルは評価しているか？13-6( 鉄道用合成桁の実剛性の評価方法に関する研究 ) の発表では、被覆コンクリートを評価した方が計測値と合うという結論であった。

回答：今回の計算上は、ゴムラテックスモルタルの剛性は考慮していない。今回のゴムラテックスモルタルの被覆は厚さ5mm程度であり、桁本体に与える剛性の影響は微少と考えられる。13-6の橋梁における被覆コンクリートは、ゴムラテックスモルタルではなく通常の軽量コンクリートであり、かつ、厚さが150mmであるため、桁本体への影響が大きかったという報告である。

論文題目：“鋼材腐食が生じた鋼コンクリート接合部の振動特性に関する基礎的検討”

著者：内藤英樹，伊東知哉，青木峻二，鈴木基行

掲載：Vol. 57A，pp. 1060-1073，2011年3月

討議 [ 中島章典 ( 宇都宮大学 ) ]

この方法を一般化する場合、対象とする箇所の初期値を求めておく必要があるのではないかと？そうであるならば、あらゆる箇所の初期値を求めることは、かなり大変なことではないかと？

回答：ご指摘のように、予め初期値を求めておくことが望まれます。初期値がない場合には、ある時期からでも定期的にデータを収集することによって、状態の変化を評価できると考えています。定期点検に適用できるように簡便かつ安価な試験方法にすることが重要と考えています。

論文題目：“約40年経過した複合箱桁橋の力学的挙動”

著者：山口詩織，藤井堅，藤井真人，山本正司，上野谷実

掲載：Vol. 57A，pp. 1074-1086，2011年3月

討議 [ 中島章典 ( 宇都宮大学 ) ]

ずれ止めに着目したはり試験で、長手方向のずれ変位分布が端部で小さくなるのはなぜか？

回答：ずれ変位分布が端部で小さくなる現象については、筆者らは解明できておらず明確に回答できませんが、過去に行った合成桁実験でも同様な挙動が得られていると記憶しています。荷重載荷点から支点までは同じせん断力になりますので、ジベルの負担力が同じになるように配置した場合には同じずれが生じると考えられます。