

論文題目：“二重合成2主 I 桁橋の下コンクリート床版におけるスタッドの設計法”

著者：山本真気・木部謙吾・大山理・大久保宣人  
・栗田章光

掲載：Vol. 55A, pp. 1102-1113, 2009年3月

◆討議 [山口浩平（九州大学）]

Type-VシリーズとType-Hシリーズで耐力に差が出た要因を教えてください。

◆回答：コンクリートブロックと鋼板の摩擦の影響が最も大きいと考えます。すなわち、スタッドをフランジに溶殖した Type-V の場合は、コンクリートブロックとウェブ側面に、ウェブにスタッドを溶殖した Type-H シリーズの場合は、コンクリート部と下フランジ上面に、それぞれ生じる摩擦力であります。さらに、荷重が供試体に載荷された際、力の伝達の経路は、Type-V の場合、まず、フランジに力が入り、つぎに、鉛直スタッドへ伝達すると考えられます。また、Type-H シリーズの場合、フランジに入った後、ウェブに伝わり、さらに水平スタッドに伝達すると考えられます。つまり、作用力がスタッドに伝わる経路の違いにより、最大せん断耐力の差が生じたと考えられます。

◆討議 [奥井義昭（埼玉大学）]

摩擦を考慮した強度式を提案されていますが、摩擦が発生するような実験になっているのでしょうか？

◆回答：今回行った実験は、全ての供試体で鋼材とコンクリートの接触面に付着の影響を除去するために剥離剤を塗布致しました。しかし、押抜き試験時に、コンクリートが鋼材面(Type-Vの場合はウェブ面)に接触することによる摩擦が生じていたと考えられることから、摩擦を考慮した強度式を提案致しました。

◆討議 [大島義信（京都大学）]

摩擦を考慮されていますが、摩擦力は摩擦面に垂直に作用する力に比例すると思います。提案式の中でそのような作用力を考慮されていますか？

◆回答：ご指摘のとおり、摩擦力は、摩擦面に垂直に作用する力に比例するため、提案式の中でも考慮しています。

一例として、スタッドをフランジに溶殖した鉛直スタッド(Type-V)における力の伝達機構を図-1に示します。同図より、スタッドに作用した力 $P_V$ が、スタッドを介して、45度分散され、ウェブ面に作用すると考えられます。そして、分散された力の水平分力 $P_{au}$ が、ウェブ面に垂直に作用する力とすることで、摩擦力 $P_{V,ru}$ が発生すると考えます。

ここに、鉛直スタッドの摩擦を考慮した最大せん断耐力の算定式を示します。

$$P_{V,max} = \Sigma P_V + \Sigma P_{V,ru} \quad (1)$$

$$P_V = f_{ust} (\pi d^2 / 4) \quad (2)$$

$$P_{V,ru} = \mu P_{au} \quad (3)$$

ここに、

$P_{V,max}$  : 最大せん断耐力

$P_V$  : 鉛直スタッドの耐力

$P_{V,ru}$  : 摩擦力

$P_{au}$  :  $P_V$  の水平分力(=0.5 $P_V$ )

$\mu$  : 摩擦係数(=0.5)

$f_{ust}$  : スタッドの引張強度

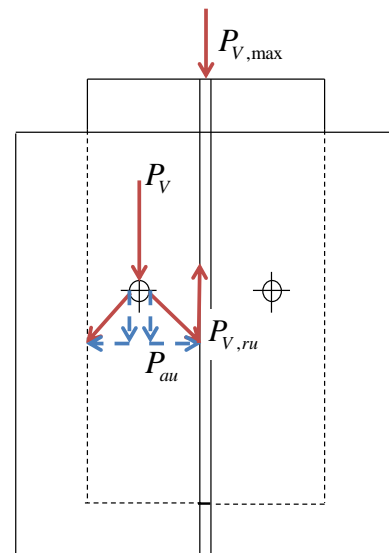


図-1 力の伝達(Type-V)

◆討議 [本間淳史（NEXCO東日本）]

供試体製作時のコンクリートの打ち込み方向を教えてください。

◆回答：写真-1に示すように、供試体作成時のコンクリートの打ち込み方向は、実施工を考慮し、I桁の正立状態を想定して行いました。

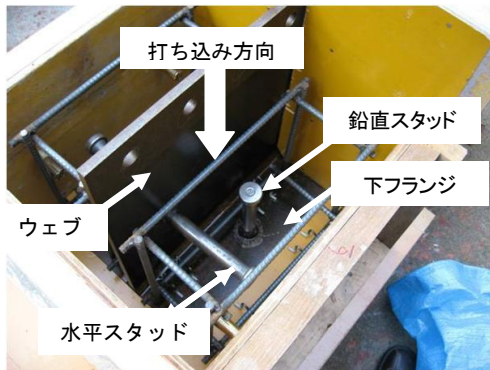


写真-1 コンクリートの打ち込み方向

論文題目：“鋼繊維補強された軽量2種コンクリートを用いた孔あき鋼板ジベルのせん断耐力評価”

著者：山口浩平・日野伸一・郭勝華・崔智宣・園田崇智  
掲載：Vol. 55A, pp. 1114-1121, 2009年3月

◆討議 [谷口 望 (京都大学) ]

- (1)荷重-ずれ変位の図の中で、普通コンクリートと軽量コンクリートの結果において、後者に負勾配があるが、これはメカニズムの差によるものなのか、実験のばらつきによるものなのか教えてください。
- (2)評価において、鉄筋の降伏を使用しているが、この値はばらつくのではないのでしょうか？

◆回答：

- (1)全ての試験体でこのような結果となっているので、何らかのメカニズムの差があるものと考えています。しかし現時点では、そのメカニズムを特定できていません。
- (2)鉄筋に貼付したひずみゲージの結果を基に算出しています。実験誤差は多少含まれると考えていますが、この値は大きくはばらつかないと考えています。

◆討議 [藤井 堅 (広島大学) ]

- (1)  $V_{10mm}$  の意味について、なぜ、10mm のずれ変位を基準とされたのか？これは孔径にも影響されると思います。
- (2)孔径が 35mm と 50mm ですが、骨材は孔内に入っているのでしょうか？また、繊維は孔内に入っているのでしょうか？

◆回答：

- (1)貫通鉄筋が孔壁面に接触しない範囲であること、また既往の算定式のデータの多くがこの値を用いていることにより、本研究でも基準としました。
- (2)骨材および繊維は孔内に存在することは、試験後に確認しています。

◆討議 [本間淳史 (NEXCO東日本) ]

鋼繊維のせん断補強効果は部材レベルではあるはずだが、実験では「効果無し」としている理由を教えてください。

◆回答：ご指摘の通り部材レベルでは補強効果はあるものと考えられますが、本試験結果では大きな補強効果は見られなかったため、あえて効果無しと示しました。

論文題目：“ずれ止め構造の拘束効果に関する基礎的研究”

著者：大島義信・小木崇広・杉浦邦征・服部篤史・河野広隆・利根川太郎  
掲載：Vol. 55A, pp. 1122-1129, 2009年3月

◆討議 [山口浩平 (九州大学) ]

コンクリートブロック中に補強鉄筋を配置しているのか教えてください。

◆回答：拘束は周面の鋼板のみで、コンクリートブロック中に補強鉄筋は配置していません。

論文題目：“過大な繰返しせん断力を受けるずれ止め構造の履歴特性に関する研究”

著者：大島義信・小木崇広・杉浦邦征・服部篤史・河野広隆・利根川太郎  
掲載：Vol. 55A, pp. 1130-1139, 2009年3月

◆討議 [奥井義昭 (埼玉大学) ]

拘束の効果を定量的に表す方法について、考えがありましたら教えてください。

◆回答：明確な指標が確立されているわけではありませんが、本研究では単位長さあたりの拘束鉄筋で覆われるコンクリート量と鋼材量の比（鋼材比）を一つの基準としました。別途実施した鋼板による拘束（コンクリート周面を鋼板で覆ったもの）の実験では、耐力と鋼材比の間には明確な線形関係が存在しました。本論文では、拘束鉄筋により

上昇した耐力はおよそ3.78倍で、使用した拘束鉄筋の鋼材比は0.055程度となります。一方、鋼板拘束の実験では、鋼材比0.06において耐力が3.7倍となっています。これらの数字が近いことから、拘束効果の一つの指標として鋼材比（コンクリート量と鉄筋量の比）が一つの要因となると考えられます。ただし、拘束鋼材の降伏の有無がずれ止め性能を大きく左右しているため、単に鋼材比だけではなく鋼材の降伏値なども拘束効果の指標に導入すべきであるとも考えています。

論文題目：“接着剤および高力ボルトを用いたGFRP・鋼接合部の強度特性に関する実験的研究”

著者：小林憲治・日野伸一・山口浩平・大本透  
掲載：Vol. 55A, pp. 1140-1149, 2009年3月

◆討議 [本間淳史 (NEXCO東日本) ]

- (1) 接着接合とボルト接合の併用である継手は、両者の合計耐力が期待できないようなので、どちらかの接合方法で十分という理解でよろしいでしょうか？
- (2) 接着接合がボルト接合に比べて相対的にかなり強度が小さくなっているが、母材強度を満足するか否かの観点で接合構造の機能を満足するのでしょうか？

◆回答：

- (1)本研究では、接着剤と高力ボルトを併用しても、高力ボルトのみの場合と接合耐力は変わりませんでした。ただし、接着剤のみの場合は著しく接合耐力が低いので、現時点では高力ボルトのみでの接合方法でGFRP部材の接合が可能と考えています。
- (2)接合強度が、母材強度を超えるように設計するべきと考えています。現段階では、鋼構造部材接合同様に、高力ボルトを用いた摩擦接合の適用を考えており、母材強度に対して接合強度が十分に上回るような設計を考えています。

◆討議 [石川敏之 (名古屋大学) ]

荷重と相対変位の関係で接着剤と高力ボルトを併用した場合、高力ボルトのみの場合と比べて、剛性（傾き）が大きいのですが、その理由を教えてください。接着層があれば、その分、接着層のせん断変形によって、相対変位が大きくなるのでしょうか？

◆回答：接着層の厚さは1mm未満程度です。併用接合の場合、接着層のせん断変形よりも、接合面全面に接着剤を併用することによってすべりに対する抵抗が増したため相対変位の増加を抑制したのと考えています。

論文題目：“ゴムラテックスモルタル被覆を用いた低騒音鋼橋の開発に関する研究”

著者：谷口望・半坂征則・碓山晴久・上月隆史・  
棚橋明朝・依田照彦

掲載：Vol. 55A, pp. 1164-1171, 2009年3月

◆討議 [大島義信 (京都大学) ]

- (1) 騒音低減のメカニズムを教えてください。
- (2) 熱（温度膨張）による影響はありますか？

◆回答：

- (1) 論文中の 3.1 項の最後の部分に記述がありますので、下記に記述します。  
「ゴムラテックスモルタルによる振動低減の要因としては、材料減衰性能の増加や、質量増加などが考えられるが、過去の振動音響工学に関する研究知見を考慮すると、前者の影響が大きいと考えられる。また、放射音に関しては、ゴムラテックスモルタルの振動が低減した上に同材料が全面的に腹板を被覆しているために、表面の音響インピーダンスが低下したためと考えられる。」
- (2) につきましては、ゴムラテックスモルタルの熱膨張率は、鋼材とあまり変わらないものと認識しています。したがって、温度変化によって膨張・収縮しても、鋼材に十分に追従でき、剥離等は生じないものと考えています。本文で示した試験供試体は、その後2年間屋外（外気温の影響を受ける場所）に暴露していますが、剥離等は生じていないため、温度変化の影響は問題ないといえると思います。

◆討議 [石川敏之 (名古屋大学) ]

ずれ止めにもゴムラテックスを吹きつけて影響はないか？

◆回答：ゴムラテックスモルタルは、鋼材との付着力、コンクリートとの付着力、それぞれが非常に大きいことが既存の研究で知られており、鋼材とコンクリートの境界部にゴムラテックスモルタルを被覆させると、鋼材とコンクリートの付着力を増大させる効果があります。したがって、合成桁のずれ止め部にゴムラテックスモルタルを被覆させると、初期のずれ剛性を向上させることができます。なお、以下に示す文献でもその効果が確認されています。

- 1)碓山晴久, 谷口望, 上月隆史, 棚橋明朝, 小野沢直, 依田照彦：ゴムラテックスモルタル被覆を用いた鉄道橋連続合成桁の中間支座位点に関する実験検討, 土木学会第63回年次学術講演会, 2008.9.
- 2)上月隆史, 棚橋明朝, 谷口望, 碓山晴久, 依田照彦：ゴムラテックスモルタルを被覆した負曲げを受ける合成桁のずれ止めに関する実験的研究, 第56回構造工学論文集, 2010.3 (掲載決定) .

論文題目：“アルミニウム床版と鋼桁の合成作用”

著者：大倉一郎・石川敏之・高木真広・武野正和

掲載：Vol. 55A, pp. 1172-1181, 2009年3月

◆討議 [本間淳史 (NEXCO東日本) ]

開断面部にもコンクリートを充填した方が，合成作用がわかりやすくなるのではないのでしょうか？

◆回答：ご指摘の通り，合成効果は閉断面部にもモルタルやコンクリートを充填する方が向上すると考えられます。しかし，開断面部へモルタルやコンクリートを充填する際には，型枠が必要になるため閉断面部にのみモルタルを充填する構造としました。

◆討議 [山口浩平 (九州大学) ]

- (1) 中立軸の位置は，開断面と閉断面で異なるのですか？
- (2) 接合面は2つあるが，ずれ止めの設計の照査はどちらの断面で実施するのですか？

◆回答：

- (1) ウェブのひずみを計測した断面が閉断面の位置だけであったので，開断面部の中立軸の位置の違いは明確にはされませんでした。しかし，下フランジ下面のひずみに大きな段差がないため，開断面範囲のみ非合成断面の中立軸の位置に移動することはないと考えられます。
- (2) 本研究では，ずれ止めの設計までに至っておりません。しかし，台座コンクリートと鋼桁との間で相対ずれが生じていたので，台座コンクリートと鋼桁の間の接合面において，主にスタッドがせん断力に抵抗していると考えられます。