

14. 合成・複合構造

とりまとめ：日野伸一（九州大学）

論文題目：“波形鋼板ウェブ橋の新しい接合構造に関する実験的研究”

論文題目：“合成アーチ橋のコンクリート打ち込み順序に関する研究”

著者：志道昭郎，大山博明，依田照彦  
掲載：Vol.54A, pp.759-768, 2008年3月

著者：中村健志，岸雅之，大山理，栗田章光  
掲載：Vol.54A, pp.825-833, 2008年3月

◆討議 [奥井義昭 (埼玉大学)]

◆討議 [谷口望 (京都大学)]

波形鋼板ウェブにご提案のずれ止めを用いた場合，波形鋼板の斜めになっている板の影響で，今回提案している強度式より強度が下がることはないのでしょうか。

コンクリートの配置の有無等で剛性が変化しないという結果になっていますが，

- ①コンクリートの剛性はどのように考慮していますか。
- ②コンクリートの有無で剛性が変わらないということは，合成化による鋼重低減のメリットはないということでしょうか。

◆回答：論文の冒頭に記述したように，波形鋼板ウェブ橋では，せん断力はすべて波形鋼板で負担させる設計手法が一般的であり，その場合波形鋼板の各パネルには方向にかかわらず同様のせん断応力が発生することになります。局部的には各パネルの設置方向にずれようとする力が想定されるため，せん断応力を円滑に下床版に伝達させる目的から，パネル1枚につきプレートジベルを1カ所以上パネルに対して直角方向に設置することを構造上の前提（図-1）としています。また，実際の橋梁設計では，橋軸方向の単位長さ当たりのずれせん断力に対する接合構造の耐力を照査するため，斜め方向に設置したジベルの耐力は斜比を考慮する必要があると考えています。一方，波形鋼板ウェブ橋で多数の実績を有する埋込み接合で考慮される斜めパネルの支圧抵抗については，本構造では波形鋼板の片側に下床版が配置されるため安全側となるよう考慮せず，プレートジベルのみでずれせん断力に抵抗させることを前提としています。今回の実験は，このような設計および構造上の前提からパネル1枚に着目した基礎的耐力確認を行いました。

◆回答：①コンクリートの剛性は，通常の合成桁と同様に考慮しています。②剛性が変化しないのは，あくまでタイ材（補剛桁）に作用する軸力を算定する際に求める，アーチ橋全体の剛性が変化しないだけであり，タイ材だけで見ると剛性は当然増加します。つまり，合成アーチ橋において合成化による鋼重低減のメリットは失われることはないと言えます。

論文題目：“高弾性CFRP板をI形断面鋼桁に貼付する補強効果に関する研究”

著者：松村政秀，北田俊行，久部修弘  
掲載：Vol.54A, pp.834-841, 2008年3月

◆討議 [藤井堅 (広島大学)]

ご質問の趣旨は，波形鋼板の斜めパネルの影響に伴う実橋と実験供試体における荷重作用の状態の差によるジベル耐力の低下の有無を問われているものと推察します。ご指摘の通り，実橋では波形鋼板の形状の影響により，供試体における荷重作用状態と異なることが想定されます。そのため，別途行った実橋を反映した箱桁断面の梁供試体により，設定したジベルの強度式のみで評価した接合部のずれせん断耐力が十分安全側であることを確認しています。したがって，論文にも記載していますが，強度式を用いたジベル耐力の実橋設計への適用は，斜めパネル部の斜比による低減および斜めパネルの支圧抵抗を考慮しないことを前提としています。斜めパネルの支圧抵抗を考慮した，より合理的な接合構造への発展は可能であり，実橋におけるジベル構造への荷重作用状態を明確にした上での強度式の検討は今後の課題と考えています。

断面分割法により解析を実施しているが，この方法ではCFRPと鋼との界面の付着の剥離は評価できないため，この方法により実験結果を表現できるのは，塑性まで剥離しないためと解釈してもよいでしょうか。

◆回答：ご指摘のとおり，本実験では，終局状態まで剥離が生じませんでしたので，断面分割法により実験結果を評価することが可能でした。実験では，剥離が生じないような十分な定着長を確保したため，接着材のせん断変形は認められましたが，CFRPと鋼との界面で剥離は生じず，CFRP板が破断して最大耐力を得ました。

◆討議 [藤井堅 (広島大学)]

CFRPと鋼の腐食・電食関係について調べられていますが，1)通電しないで鋼のみが塩水中に置かれているとき，2)通電しないで鋼とCFRPとを塩水中においたとき，の差はどのようなのでしょうか。

◆回答：2)のケースは，本文中のD-40-L1のケースであり，時間の経過とともに若干の通電が認められ，鋼板の腐食が進行しやすい状態であることが確認できております。1)のケースは，実験を実施しておりませんが，今回の観察時間（300分）では，通電は認められないと考えます。そのため，両ケースの差は，1)のケースの腐食量と同じと推察されます。

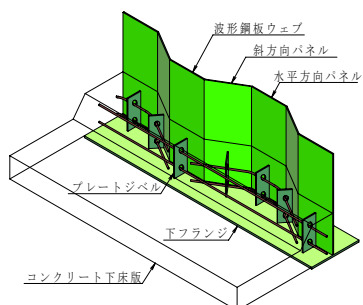


図-1 プレートジベル接合の構造概要図

論文題目：“連続合成桁における床版コンクリート施工時の桁挙動の測定”

著者：藤原良憲，谷口望，池田学，福岡寛記

掲載：Vol.54A, pp.860-870, 2008年3月

◆討議 [中島章典 (宇都宮大学)]

対象とした橋梁が，中間が通常の支点を持つ合成桁橋ではなく，剛構造を持つ合成桁橋としたのはなぜですか。またその場合，負曲げ領域は剛構造として確認されているのでしょうか。

◆回答：連続合成桁において，中間支点部を一体構造とした理由としては，耐震性，走行安全性の向上，および，支点構造の省略による経済性向上，維持管理性向上が挙げられます。この利点については，近年の道路橋で使用されている複合ラーメン橋（上下部一体構造）と同様となっています。

また，今回の測定で本橋梁を用いた理由としては，①本橋梁では上下部一体構造とするための検討を以前から行っており，研究を行う上で必要な情報がそろっていた，②施工時期や計測を行うための周辺の条件が本研究に適していた，③このような計測を行う場合は，架設施工担当者の理解と協力が必要不可欠であるが，本橋梁では本検討内容をご理解していただき，計測に対して多大なご協力を得ることができた，などとなっております。負曲げ部の設計条件ですが，中間支点部は剛構造としてモデル化しており，設計段階で詳細な FEM 解析等を用いて検討を行ってきております。今回の計測との比較にあたっては，設計で用いた詳細な FEM 解析と同様なモデルにより検討しており，その点では負曲げ部は剛構造として考慮していることとなります。しかし，今回の検討項目である，逐次合成に関

する検討結果やコンクリートの収縮に関する検討結果は，測定対象橋梁のような剛構造特有な挙動ではなく，一般的な合成桁（連続桁も含む）でも同様に起こり得る現象であるとし，論文を作成している次第です。

論文題目：“鋼・FRP複合永久型枠を用いた打替え用合成床版の耐荷力と疲労耐久性”

著者：久保圭吾，長尾千瑛，石崎茂，松井繁之

掲載：Vol.54A, pp.902-909, 2008年3月

◆討議 [小林憲治 (九州大学)]

橋軸方向に接合部の強度を期待しているのでしょうか。その場合，橋軸方向に繊維を配向しているのでしょうか。

◆回答：橋軸方向の FRP 接合部は，下側に鉄筋が配置できないため，強度を期待しています。このため，FRP の底板は橋軸方向，橋軸直角方向それぞれにガラス繊維を配向させ，等方性に近い材料としています。

◆討議 [小林憲治 (九州大学)]

橋軸直角方向への継手は考えているのでしょうか。

◆回答：本床版は，床版の打替え用であり，橋軸直角方向の継手は，主桁上で接続する構造となります。このため，主桁上の負曲げモーメントに対しては，FRP は接続せず鉄筋を連続させることで対応します。ただし FRP パネルは支保工を兼用するため，床版片持ち部は支間部と連続させます。