

12. 鋼, 木構造・橋

とりまとめ: 奥井 義昭 (埼玉大学)

論文題目: “斜吊りアーチ橋の構造特性”

著者: 田中寛泰, 中村俊一, 加藤一寿

掲載: Vol.54A, pp.617-625, 2008年3月

◆討議 [林川俊郎 (北海道大学)]

新橋梁形式の提案に敬意を表します。そこで、橋の景観性と耐震性の観点から以下に質問します。まず、異なる橋種(図-4のように斜張橋とアーチ橋)の組み合わせにより、補剛桁の水平線、塔の鉛直線、ケーブルの斜め線、アーチの円弧と重なり景観上の混乱を生じ、あまり好ましい構造形式ではないように思いますが、どうでしょうか。次に耐震性の観点からは、斜張橋の主塔と補剛桁、アーチ主構との連成振動となり、問題が複雑になるように思いますが、いかがでしょうか。

◆回答: 景観は見る人に依存します。本形式を見る人の中には、この橋はシンプルでない構造というイメージを持つ人もいるかもしれません。しかし、斬新なイメージを持つ人もいます。本形式の着目すべきところは、斜張橋とアーチという異なる形式をあわせることにより、橋梁全体としての剛性を高めることができるという、組み合わせによる新規性であり、経済的かつ合理的な橋梁を造っていくうえで、本提案は有意なものと考えています。また、耐震性についてですが、今回の論文は本形式に関するファーストステップであり、弾性座屈解析により本橋の全体座屈に関する傾向まではつかんでいますが、耐震性に関する知見までは得られていません。今後の課題として取り組んでいきたいと考えています。

◆討議 [米田昌弘 (近畿大学)]

鋼重だけでは経済性を評価できないと思われませんがいかがでしょうか。

◆回答: ご指摘のとおり、本形式は架設方法が複雑になると考えられ、経済比較に架設面を考慮すべきであること、また架設方法自体も慎重に検討が必要であることは我々も認識しています。これらは、今後の課題とさせていただきますと考えています。ただし、マレーシアにて類似の橋梁が実在することか

ら、本形式は実現性が高いと考えており、決して不可能な橋梁形式ではないと考えています。

論文題目: “歩行者により励起される橋桁の水平応答値の推定法”

著者: 川崎俊次, 中村俊一

掲載: Vol.54A, pp.626-633, 2008年3月

◆討議 [山口栄輝 (九州工業大学)]

歩行パターンは、単独歩行、他の人と歩行する場合で異なることはないのでしょうか。

◆回答: 異なる可能性はあると考えられます。今回の実験では単独で実験していますが、実際の歩道橋は大勢の歩行者がいます。また、桁振動時では他の人の動きにつられて歩行することも考えられるため、複数人歩行時の実験を実施すれば提案した推定法の精度も向上すると考えられます。

◆討議 [米田昌弘 (近畿大学)]

「0.87Hzで20%の共振」とのことですが、ミレニアムブリッジではもっと多くの人が共振しているように感じられるのですが。

◆回答: ビデオ等で確認すると確かに大勢が同じ動きをしているように見えます。しかし、桁に与える力(起振力)は、1人あたりの起振力×人数とはなりません。これは、今回の実験で解明したとおり、同じ桁振動で歩行する場合でも位相差に個人差があるためです。

◆討議 [小塩達也 (名城大学)]

実験では足踏みにより歩行による加振力を再現しているということですが、実際の歩行による外力は水平方向の成分があるなど、かならずしも同じにはならないのではないのでしょうか。

◆回答: 歩行時と足踏みでは桁に与える起振力は若干違うと考えられます。今回は実験設備の関係上、足踏みでの検討しかできませんでしたが、今後、歩行時か

つ複数人での実験が実施できれば、推定法の精度も向上すると考えられます。

論文題目：“鋼 I 桁橋の変形挙動に関する基礎的考察”

著者：山口栄輝，山下健二，原田和洋，村越潤，高橋実，竜田淳美

掲載：Vol.54A, pp.634-641, 2008年3月

◆討議 [山尾敏孝 (熊本大学)]

- ① 解析で使用されました要素モデルでの主桁のたわみについて、実橋梁のものと比較された結果があれば示して頂きたい。
- ② 床版のモデル化で無視されている鉄筋の影響はどの程度でしょうか。

◆回答：

- ① 応力の測定結果については比較していますが、たわみについては行ったことがありません。機会があれば行いたいと考えています。
- ② 実際に検討していませんが、橋梁全体の変形は、床版と桁の連成により生じること、またコンクリートの物性のばらつきは比較的大きいことなどからして、本研究で行った検討では、床版の鉄筋の影響はそう大きくないと考えています。

論文題目：“Shaking table test of moment-resisting timber joints with pre-tensioned bolts”

著者：Ali Awaludin, Toshiro Hayashikawa, Takuro Hirai, Akio Oikawa, Yoshihisa Sasaki

掲載：Vol.54A, pp.642-649, 2008年3月

◆討議 [小松幸平 (京都大学)]

- ① Bolted joint seems to be usually “Pre-tention joint”. Thus, what does your research means “Pre-tentioned bolted joint”?
- ② How much were the clearance between bolt diameter and leading holes in timber or/and steel plate?

◆回答：

Question 1

In this presented study, the bolted timber joints were intentionally pre-tensioned until a certain

stress level, which was 1.6 MPa or about 90 percent of the allowable long-term edge-bearing stress of the wood member. The ordinary timber joints might be pre-stressed at stress level of 0.7 MPa as specified by AASHTO 1991.

Question 2

The leading holes in timber or/and steel plate were 1.0 mm larger than the bolt diameter.

論文題目：“鋼板挿入集成材梁のせん断強度についての数値的・実験的解析”

著者：千田知弘・後藤文彦・薄木征三・佐々木貴信・石川和彦

掲載：Vol.54A, pp.650-658, 2008年3月

◆討議 [林川俊郎 (北海道大学)]

- ① 図-1の載荷方法は、大野式逆対称加力法(北大)と同じではないか。
- ② 図-14のせん断破壊の要因は、応力集中と思われるが、その原因は集成材の繊維材によるものか、鋼材挿入による構造的なものなのか説明をお願いしたい。

◆回答：

- ① 本論文で、逆対称四点曲げ試験と呼んでいる方法と、大野式逆対称加力法(北大)とは同じ方法だと思えます。本論文では、この試験方法の参考として挙げた2つの参考文献での呼び方になって「逆対称四点曲げ試験」と書きました。また、Google検索を行った結果からすると、(名称の多少の違いはあれど)単に逆対称曲げ試験法と広く用いられているようです。
- ② 材料、構造の両方に起因していると思われます。特に、鋼板挿入で曲げ剛性が大きくなったことにより、曲げ剛性に対するせん断剛性の比率がかなり小さくなってしまいう構造的な要因が大きいのではないかと考えています。

◆討議 [米田昌弘 (近畿大学)]

- ① せん断応力が集中した理由をもう少し詳しくご説明いただけますでしょうか。
- ② 曲げとせん断では鋼板による補強の仕方が異なるのではないのでしょうか。

◆回答：

- ① 林川先生の討議②に記しました。

- ② 集成材桁の特性として、曲げ引張縁からの木繊維の劇的な脆弱破壊があり、まずこれを防止する目的で鋼板による補強が必要となります。鋼板挿入により曲げ剛性が飛躍的に上昇するとともに、せん断許容応力もクリアできますので、特別にせん断を鋼板で補強することは行っていません。本論文で扱っているようなせん断の問題は、FEM 解析を行って初めて見えてきた課題であり、検討するための実験数もじゅうぶんとは言えません。今後実験数を増やし FEM 解析で見えてきた問題点が証明されれば、せん断を考慮した補強方法を行っていく必要が生じてくると思われます。

論文題目：“ガラス繊維強化プラスチックの貼付による疲労耐久性向上に関する研究 — 面外ガセット溶接継手の疲労試験およびFEM解析検討 —”

著者：鈴木博之、稲葉尚文、富田芳男、紫桃孝一郎、岡本陽介

掲載： Vol.54A, pp.659-666, 2008年3月

◆討議 [石川敏之 (名古屋大学)]

- ① ガラス繊維強化プラスチック貼付けによる応力低減効果が小さいとの事ですので、亀裂の発生に関しては（定義が難しいのですが）効果がほとんどないと考えてよろしいのでしょうか。
- ② 亀裂の深さあるいは長さ、接着剤の白濁との相関性はあるのですか。

◆回答：

- ① 疲労亀裂の発生に影響を与える因子の一つである応力集中で考えますと、今回の面外ガセット溶接継手の場合にはGFRPを貼付することによる高応力域の減少はわずかでしたが、リブ十字溶接継手(GFRPシート貼付によるリブ十字溶接継手の補強に関する一提案, 土木学会論文集, No.798/VI-68, 89-99, 2005.9) の場合にはGFRPを貼付することにより高応力域がかなり減少し、疲労寿命も改善されました。したがって、GFRP貼付が亀裂の発生に及ぼす効果は、応力集中の程度に依存すると考えています。
- ② 何らかの相関があると考えており、実験的に検証しようと方法を調査しているところです。

論文題目：“ガラス繊維強化プラスチックの貼付による疲労耐久性向上に関する研究 — 実構造ディテールを反映した継手の疲労試験 —”

著者：稲葉尚文、富田芳男、紫桃孝一郎、鈴木博之、小池洋平

掲載： Vol.54A, pp.667-674, 2008年3月

◆討議 [判治剛 (名古屋大学)]

実橋では局所的な面外曲げによる亀裂が多数発見されていますが、そのような場合にも適用できるのでしょうか。

◆回答：

「3. 対傾構取合部の疲労試験」で用いた対傾構モデルの垂直補剛材とガセットプレートは重ね接合（一面摩擦）になっており、局所的な面外曲げが生じる構造になっています。したがって、局所的な面外曲げが生じる構造であってもGFRP貼付の効果はあるものと考えています。

論文題目：“Fatigue assessment of out-of-plane attachments with various angles by using local stress approaches”

著者：Park Wooryong, Miki Chitoshi

掲載： Vol.54A, pp.685-694, 2008年3月

◆討議 [穴見健吾 (芝浦工業大学)]

角度を有する場合に、ホットスポット応力で整理したものが ENS で整理した場合より疲労強度がばらついていたが、ホットスポット応力による疲労強度評価は角度を変えたような場合には ENS による評価より感度が低く使いにくいものなのでしょうか。

◆回答：

解析結果から求めたホットスポット応力は測定ひずみから求めた値とほぼ一致しているため応力の計算に間違いはないと思いますが、今回の結果ではホットスポット応力で整理したものは ENS で整理したもののほどはまとまりませんでした。しかし、アタッチメントと主応力との角度が 0°, 30°, 45°, 60° の場合にはホットスポット応力で整理したものの疲労強度のばらつきが小さくなっています。また、ENS に比べてホットスポット応力は容易に求められるので、必ずしもホットスポット応力による疲労強度評価が ENS による評価より使いにくいもので

はないと考えています.