

論文題目：“Estimation of Effective Prestress based on Stress-releasing Method and FEM Analysis of the Method”

著者：Yulong Zheng, Kenji Kosa, Yasuo Fukunaga and Masao Kusano

掲載：Vol. 58A, pp. 599-610, 2012年3月

◆討議 [中村聖三 (長崎大学)]

ドリル孔の位置が推定精度に影響すると思われるので、実際の適用例ではどのようにドリル孔の位置を決めるのでしょうか？

◆回答：We drilled the cores in the relatively central part of the slab, which can be referred from the drilling condition shown in the paper. This is for avoiding the nonuniform distribution of prestress in the anchorage section.

論文題目：“開床式下路トラスにおける縦桁横桁連結部の疲労き裂対策”

著者：勝山真規, 関口琢己, 谷利晃, 小林裕介

掲載：Vol. 58A, pp. 622-634, 2012年3月

◆討議 [坂野昌弘 (関西大学)]

(1) スリット部の応力は局部応力ですが、局部応力を疲労強度等級の評価に用いても正しい評価ができないのではないですか？

(2) 舟形補強の方は、3面（縦桁下フランジ・横桁ウェブ・補剛材）で十分なのではないですか？

◆回答：(1) ご指摘の通り、局部応力を計測しております。当該箇所は、鉄道構造物等維持管理標準・同解説(鉄道総合技術研究所編)においても、公称応力測定箇所や疲労強度等級の評価方法が明示されておりません。列車通過時および補強前後における溶接部近傍の主応力方向を確認する目的もあり、計測箇所は今回の通りと致しました。以上より、かなり安全側の評価ではありますが、本論に示す評価方法と致しました。

(2) ご指摘の通り、3面（縦桁下フランジ・横桁ウェブ・補剛材）での補強でも十分な可能性がありましたが、別途実施したFEM解析による補剛材下端スカラップ周辺や舟形補強部材下端溶接部の応力増加を考慮し、横桁下フランジとも連結致しました。

◆討議 [大島博之 (東日本旅客鉄道)]

溶接はすみ肉溶接だったのでしょうか？また、その疲労亀裂はルートギャップから発生していることが多いと思われます。補剛材上端を密着させるような当て板構造を取れば良いと考えるのですがいかがでしょうか？

◆回答：溶接はすみ肉溶接でした。ご指摘の通り、疲労き裂は、ルート部から発生しているものが多かったのですが、補剛材上端側・受台側の溶接止端部から発生しているものもありました。

下記応力測定の結果、構造系を変化させ、縦桁のたわみによる補剛材上端の応力集中を逃がすような対策が有効であると考えました。

- ・補剛材上端の応力集中(き裂発生)は縦桁のたわみに起因する
- ・溶接止端部の疲労強度等級(E等級)を大きく上回る応力が発生

また、当板補強については下記問題点から、今回は採用致しませんでした。

- ・受台のサイズが小さく狭隘であるため、アングル材による当板補強が困難
- ・当板による引張域の補強効果が不明瞭であったため(当該箇所は、応力が正負交番する)
- ・局所的な当板補強により別の箇所(スリット等)の応力が増加する可能性

以上より、舟形補強を採用致しました。

論文題目：“溶接継手止端部に生じる局部応力の簡易推定法の提案とそれによる疲労強度評価”

著者：館石和雄, 判治剛, 成瀬渉, 伊藤功, 崔誠珉

掲載：Vol. 58A, pp. 647-654, 2012年3月

◆討議 [穴見健吾 (芝浦工業大学)]

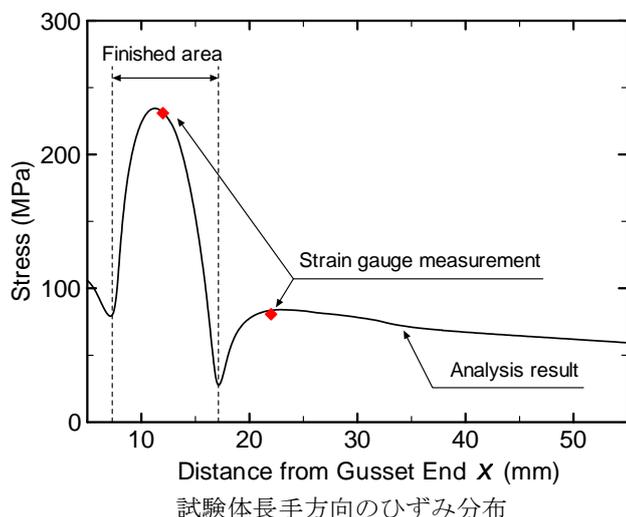
引張載荷の場合と曲げ載荷の場合で応力集中係数は同じなのでしょうか。もし異なる場合には提案手法の適用性に問題は生じないのでしょうか？

◆回答：ご指摘のとおり、引張載荷の場合と曲げ載荷の場合で応力集中係数推定式は異なる可能性が考えられます。同様のことがT字継手に対する既往の研究<sup>18)</sup>においてもいわれており、引張と曲げで異なる推定式を示しています。本研究では曲げ載荷時の応力集中係数式を示しましたが、引張に対しても同様の検討を行うことにより推定式を提案できると考えており、今後の課題とさせていただきます。

◆討議 [山口 隆司 (大阪市立大学) ]

応力集中係数を算出する解析モデルの検証についてどうされているのかを教えてください

◆回答：解析モデルの妥当性は、試験中にひずみゲージにより計測した値と比較することにより確認しています。計測値と解析結果の比較を下図に示します。



論文題目：“鋼トラス橋の上弦材側格点部の腐食計測とその腐食携帯の特徴”

著者：野上邦栄，山本憲，山沢哲也，依田照彦，笠野英行  
村越潤，遠山直樹，澤田守，有村健太郎，郭路  
掲載：Vol. 58A, pp. 679-691, 2012年3月

◆討議 [藤井 堅 (広島大学) ]

ガセットプレートと斜材の隙間（接合面）の腐食状態が分かれば教えてください

◆回答：本論文では、ガセットプレートと斜材の隙間腐食はないものと仮定して板厚を算出しています。

この格点部は、すでに耐荷力試験を終了していますので、今後ガセットプレートと斜材の接触面の隙間腐食状況については、接合リベットを切断して、その接触表面の隙間腐食状況を計測していきたいと考えています。

◆討議 [中村聖三 (長崎大学) ]

腐食深さ計測の際の基準面の取り方を説明してください

◆回答：論文中にも記載させて頂いておりますが、部材表面の腐食が発生していない箇所を目視および指で触って確認し、それらの点を基に基準面を設定しています。具体的には、腐食が発生していない箇所を5点レーザー変位計で読み取り、そのうちの3点によって基準面を形成しています。

論文題目：“リベット頭部が腐食損傷したリベット集成I桁の曲げ挙動に関する実験的研究”

著者：堀嗣輔，橋本 国太郎，山口 隆司，杉浦邦征，三ツ木幸子

掲載：Vol. 58A, pp. 701-709, 2012年3月

◆討議 [藤井 堅 (広島大学) ]

リベット頭部の腐食を模擬されていますが、腐食を模擬してリベット頭部を削った場所は純曲げ区間でされているようです。この腐食の模擬はCoverFlangeとL鋼との力の伝達への影響の解明を目的とされているのでしょうか？もしそうならば力の伝達はせん断スパンで行われるはずですので目的と異なるのではないのでしょうか

◆回答：本実験で導入した腐食の模擬による影響は、CoverFlangeとL鋼との力の伝達への影響だけではなく、リベットの抜け出しなどによる集成部材構造の損傷・崩壊等が考えられます。そこで、本研究では桁に作用する力を「曲げ」と「せん断」に分けて実験を行い、それぞれの耐荷力を別々に評価しています。その中で、本論文では桁に作用する「曲げ」を対象に、リベット集成桁の耐荷力を評価しています。

リベット接合の力の伝達は御指摘の通りせん断力で行われます。しかし、リベット頭部が損傷することにより、リベットがとじ合せている部材同士が剥がれる（圧縮側での座屈に関係）、またはリベットが抜け出すような変形が起こる可能性があるかと予想しました。このような変形が発生した場合、集成部材としての耐荷力が低下すると考えられます。「せん断」に対する実験も行っていますが、本論文には記載していません。

◆討議 [坂野昌弘 (関西大学) ]

この実験結果によれば、リベットの頭部がなくなっても耐荷力上はほとんど影響はないと考えて良いのでしょうか？

◆回答：I型のリベット集成部材に対しては、そのように考えています。しかし、集成部材の形状が異なり、部材が大きく偏心し、リベット軸方向の力が発生した場合はリベットの抜け出しや、とじ合せている部材が剥がれるような変形が起こり、耐荷力が減少することが予想されます。

論文題目：“鋼橋桁端部腹板の腐食に対するCFRPを用いた補修工法の実験的研究”

著者：奥山雄介，宮下剛，若林大，小出宣央，秀熊佑哉，堀本歴，長井正嗣

掲載：Vol. 58A, pp. 710-720, 2012年3月

◆討議 [坂野昌弘 (関西大学) ]

今回の検討で対象としているシート補強の効果が、隅肉溶接と同程度にあるのか、また鋼アンゲル材とHTBで取り付ける方法等との補修効果の比較をされていますか？

◆回答：本研究では、隅肉溶接や鋼アンゲル材とHTBで取り付ける工法等との直接的な比較は行っておりません。しかし、今回実施した試験により、本工法によって十分な補修効果が得られるということが確認できました。炭素繊維接着工法では、使用する炭素繊維シート量（積層数や炭素繊維の目付量）によって、補修効果を調整することが可能であるため、使用量を増やすことで補修のみならず、補強も可能であると言えます。以上の理由から、従来工法と比較して同程度の補修効果を有していると考えております。

◆討議 [三ツ木幸子 (石川工業高等専門学校) ]

- (1) 補強上、せん断方向のみ（対角線上）に沿った補強をすることも考えられますが、検討されていますでしょうか？
- (2) 支点上補剛材下端部周辺のウェブを含んだ領域の腐食による断面欠損の補強では、この局所的な部分の圧縮に対する補強ではどうしても剛性が必要と考えます。比較的剛性が期待できる鋼材との併用なども考えられますか？

◆回答：(1) 本報告の内容とは別に検討を行っております（参考文献1）。そこでは、鋼桁の損傷は考慮していませんが、腹板の全体に炭素繊維を貼り付けた場合と、ご指摘にあるように対角線上に部分的に貼り付けたケースでの比較を行っています。この結果、いずれのケースでも同等の補強効果が得られており、部分的に貼り付ける工法を用いることで、より合理的な補強が可能となると考えております。

参考文献1：奥山雄介，宮下剛，若林大，小出宣央，小林朗，秀熊佑哉，堀本歴，長井正嗣：腹板をCFRP補強した鋼桁のせん断座屈試験と耐力評価法，土木学会論文集A1（掲載決定，修正中）。

(2) 本研究では、鋼材との併用は考えておりません。ご質問にある支点上補剛材下端の腐食損傷に対する補強に関しては、現在、実験による検討を実施しております。そこでは、支点部垂直補剛材の腐食損傷をターゲットとして炭素繊維シート接着工法の補修効果について検討しております。また、腹板と補剛材が同時に腐食損傷したケースについても、実験を行っているところです。

本実験では、腐食損傷した板厚を補うように、炭素繊維シートの板厚を鋼換算して積層数を決定しております。この結果、鋼換算した厚さに相当する補修が可能となることが分かり、支点部の圧縮反力に対する補修においても炭素繊維接着工法は有効な補修方法であると考えております。この内容につきましては、今後、試験結果を整理して、ご報告させていただきます。

論文題目：“既設鋼鉄道橋における鋼桁・橋台・盛土一体化構造の温度変形特性”

著者：小林裕介，杉本一朗，横山知昭，須賀基晃，栗山亮介，舘山勝

掲載：Vol. 58A, pp. 721-731, 2012年3月

◆討議 [大山 理 (大阪工業大学) ]

若材齢のコンクリートに対する列車荷重や温度変化による影響について教えてください。また、実験時にコンクリートにひび割れなどは確認されませんでしたか？

◆回答：実物大橋梁において鋼桁と橋台との一体化（隅角部のコンクリート打設）の施工試験をした際に、施工後に温度変化を経験しても、ひび割れなどの変状は確認されませんでした。列車荷重による影響については直接確認できておりませんが、列車荷重による隅角部に作用する断面力が、温度変化によるものよりも小さいため、これについても恐らく問題ないものと考えています。

◆討議 [小野 潔 (大阪大学) ]

提案構造では橋長が長くなると温度による伸縮などが問題になると思われます。他方、鉄道橋は標準設計で設計されているので、ある程度対象とする橋長は限られてくると思います。今回の検討結果から、提案構造の既設鉄道橋に対する適用範囲はどのようになりますでしょうか？

◆回答：標準設計としては支間30m以上のものもありますが、対象としている上路鋼桁では支間30mくらいまでが一般的なものとなります。支間30mまでについて試設計をした結果、適用範囲は20mくらいまでになります。これは支間が20mを超えると、隅角部に要するアンカーの本数などが多くなり、隅角部内に配置することが困難になるためです。

論文題目：“橋梁用耐火パネルの性能評価”

著者：柳澤則文，越後滋，長谷亮介，大山理，栗田章光  
掲載：Vol. 58A, pp. 732-743, 2012年3月

◆討議 [宮下 剛 (長岡技術科学大学) ]

一度火災を受けたパネルは交換する必要があるのでしょうか？また交換の目安となる温度はどの程度でしょうか？

◆回答：タンクローリー車の横転事故のような高温（1100℃）による熱影響を受けた場合は、フレームの変形や耐火材（ALC）にひび割れが生じ、耐火パネルの性能が低下するため交換が必要です。

耐火パネルの交換の目安となる温度は、高温下における鋼材の強度低下を考慮しますと、350℃程度と考えられますが、火災事故の発生状況、目視点検によるフレームの変形や耐火材（ALC）の損傷状況、鋼材の塗膜（色）の状況などを総合的に評価し、交換の要否を決めればよいと考えます。

◆討議 [小林 裕介（鉄道総合技術研究所）]

耐火パネルの設置場所の選定方法を教えてください。また、パネルは橋梁の定期点検や塗装の塗り替えの妨げにはならないでしょうか？

◆回答：耐火パネルは、都市内高速のダブルデッキ構造の橋梁やタンクローリー車の通行が多い立体交差部、半地下構造の道路を跨ぐ橋梁など、火災事故発生の確率が高い箇所に設置されます。

耐火パネルは、基本的に裏面吸音板と同様、主桁下フランジの下面から600mm程度離れた位置に設置されるため、桁の点検や塗装の塗り替えなど、メンテナンス作業の妨げになることはありません。

論文題目：“基礎変位鉄塔のボルト滑りを考慮した耐荷力解析法に関する検討”

著者：山崎智之，河原章夫，高橋圭一，本郷榮次郎，中村秀治  
掲載：Vol. 58A, pp. 744-755, 2012年3月

◆討議 [小野 潔（大阪大学）]

鉄塔で一般に用いられる鋼材の強度を教えてください。また、降伏点以降の二次勾配をE/100とされていますが、SM570のような降伏比の大きい高張力鋼ではE/100より小さい値を用いた方がよいと思われます。これに対するコメントをお願いします。

◆回答：鉄塔で一般に用いられる鋼材は、山形鋼ではSS400，SS540，鋼管ではSTK400，STK540となっております。本論文における解析モデルは山形鋼で構成された鉄塔であり、フランジ幅が120mm未満の山形鋼はSS400，フランジ幅が120mm以上の山形鋼はSS540であります。

鋼材の降伏比は、SS400で0.61程度，SS540で0.74程度であり、今回、SM570は用いておりませんがご指摘のように0.79程度とやや高くなります。

降伏点以降の二次勾配は、硬化型バイリニアモデルを用いる場合、発生ひずみの範囲と弾塑性解析の収束性も考え合わせる必要があります。例えば、文献「日本橋梁建設協会：鋼製橋脚の弾塑性有限変位FEM解析マニュアル，平成10年2月，pp. 8-11」では、特に鋼材は指定しないで（E/70～E/100）が示されております。SM570につきましても、E/100あるいはこれよりやや小さ目に設定することで問題無いと考えております。

論文題目：“橋梁損傷度判定における複合特徴選択のための実用的なアンサンブルシステムの提案”

著者：中津功一朗，古田均，野村泰稔，高橋亨輔，石橋健  
掲載：Vol. 58A, pp. 756-766, 2012年3月

◆討議 [山本 亨輔（京都大学）]

写真撮影に対する条件などは何かありますでしょうか？また、識別精度を向上させるために、識別マシンに複数の特徴量を与えることが考えられます。これに対するコメントをお願いします。

◆回答：本研究で用いた写真は提供していただいたものであることから撮影条件はわかりませんが、現状の識別方法では、写真の撮影条件が識別に大きく影響しますので、計測システムを利用した識別に適した写真撮影、または写真から損傷箇所を拡大するなどの抽出する処理が必要と考えております。識別マシンへ複数の特徴量を与えることによる識別精度の向上に関しましては、本研究で示した結果やご指摘していただいたように、識別に適した特徴量の組合せを用いることで精度向上が図れると考えられます。しかし、候補となる特徴量が多数存在する場合には適した特徴量の組合せを見つけることが課題となることから、この点も踏まえた特徴選択の検討も必要と考えております。

論文題目：“鋼小片から製作した試験片によるシャルピー衝撃試験に関する研究”

著者：小野潔，穴見健吾，及川光晴  
掲載：Vol. 58A, pp. 767-776, 2012年3月

◆討議 [坂野 昌弘（関西大学）]

ストップホールやボルト孔では、通常、直径φ25mm程度の孔をあけるかと思えます。本研究の試験片では試料幅を13mmとされていますが、問題はありませぬでしょうか？

◆回答：論文でも書かせていただいた通り、直径24.5mmもしくは26.5mmのストップホールを考え、そこから直径20mmのコアがとれると想定して、最大の試料幅13mmと仮定して検討を行いました。この13mmという試料幅ですが、図-5に示すように、直径20mmのコアからは得られる試料幅が14mmであるのに対して、余裕を見て13mmとしています。その意味では、直径20mmのコアより若干小さくて（約18mm）でも13mmの試料幅を確保することは可能です。また、事例ごとに状況が異なるので、一概には言えませんが、場合によっては若干直径が大きめの拡大孔をあけることも考えられると思います。

また、今回では試料幅を13mm、9mm、4mmと設定して検討を行いました。試料幅13mmと9mmではシャルピー吸収エネルギーに差が見られますが、試験片幅12mm、11mmとした場合については情報がありません。よって、仮に採取可能なコアの直径の関係で試料幅が13mm未満の場合には、本稿と同様の検討内容を参考して妥当性の検証を行うことで対応も可能であると考えます。

さらに、表-4に示した通り、実際のシャルピー吸入エネルギーに影響を与えるのは試料幅ではなく、熱影響部です。今回は試験片の片面からEBWを実施しましたが、両面からEWBを実施することは可能であり、その場合、本研究と比較して熱影響部の範囲を小さくできます。よって、本論文と同様、実験で確認することは必要ではありますが、EBWの施工方法を変えることで、試料幅13mmの試料がとれない場合でも、通常の試験片と同様の試験結果を得る可能性はあると考えています。

◆討議 [判治 剛 (名古屋大学) ]

鋼橋の維持管理に向けて、本研究から得られたシャルピー吸収エネルギーをどのように役立てれば良いのでしょうか？

◆回答：シャルピー吸収エネルギーの活用方法として、文献7)で示されるように、き裂が発生の原因推定があります。また、シンポジウム会場で貴重なご指摘いただいた通り、限界き裂長の検討にも活用できる可能性も考えられます。