

1.1. 鋼・木構造

とりまとめ：小室雅人（室蘭工業大学）

論文題目：“Traditional construction technology of China timber arch bridges”

著者：Yan Yang, Shozo Nakamura, Baochun Chen, Takafumi Nishikawa

掲載：Vol.58A, pp.777-784, 2012年3月

◆討議 [坂野昌弘（関西大学）]

- (1) 設計図面等は残っていますか。
- (2) 継手部の寸法等はどのように決めていますか。

◆回答：

- (1) All the historic China timber arch bridges are built by traditional technology. The master in charge of the whole process of the construction, including design and erection, conducts the construction orally with his assistant and workers. Maybe he has a draft drawing, but for business secret reason, he never shows it to others, or he only has a drawing in his mind. When a successor is selected, the master will teach him techniques through oral speaking and demonstration in the real bridge construction. So no drawing left from the past time has been found.
- (2) Timber structures are traditional structures in China. There are some guidelines or specifications describing the details of the joints of timber structures. Since the master is good at timber structure, he could select the joint from these guidelines or specifications. But the joint detail depends on experiences of bridge craftworkers.

◆討議 [小室雅人（室蘭工業大学）]

建設にはどの程度の時間がかかりますか。

◆回答：For the historic China timber arch bridges, the construction time varies from 2 years to 3 years, depending on the bridge span, location, transportation and construction condition, weather, etc.

Today, the construction time is somewhat shorter than it in the past, due to the better transportation condition and some electric tools used in the treatment of the logs. For the timber arch bridges were built after 2000 by the traditional construction technology. The construction time of each bridge is about a year, from selection of bridge location to completion of the bridge.

論文題目：“木質土木構造物の接合具としてのラグスクリューと異形棒鋼の引抜性能”

著者：千田知弘, 佐々木貴信, 野田龍, 三浦靖浩

掲載：Vol.58A, pp.785-792, 2012年3月

◆討議 [中村聖三（長崎大学）]

対象構造物において、どのような作用でどの部位に引張力が作用するのか説明していただきたい。

◆回答：対象構造物は木製の治山ダム（床固工）であり、重力式構造物として設計していますが、比重の軽い木材だ

けでは重力式構造物として機能させることができません。このため、堤体の断面形状がL字型になるように、木材を積み上げ、背面に張り出した部分に土砂を埋め戻すことで、堤体全体の重量を確保するようにしていますが、変断面となるこの張り出し部で、ミドルサードの条件を満足できず、堤体に引張力が作用してしまいます。

この引張力に対して、木質構造に用いられる引抜抵抗型の接合具であるラグスクリューを使用し、積み上げる木材を相互に連結しています。本論文では、ラグスクリューの引抜性能と、その代替として異形棒鋼を用いた場合の性能について検討したものです。

◆討議 [今井富士夫（宮崎大学）]

ラグスクリューを打ち込む際に割れは生じないのでしょうか。

◆回答：ラグスクリューを打ち込む際には、割裂防止や打ち込みの作業性を向上させることを目的に、予めラグスクリューの胴径よりも小さい径の錐でラグスクリューの全長と同じ深さの先孔をあけています。本論文では、先孔径の違いによるラグスクリューの引抜性能を確認していますが、どの条件でも木材に割れは発生していません。

また、ラグスクリューの配置は、建築学会の木質構造設計規準を参考に、十分な縁端距離を確保していますし、使用する木材が含水率の高い状態であるため、打ち込みの際に木材に割れが生じることはないものと考えています。

論文題目：“充填樹脂が木部材ボルト接合部に与える効果に関する検討”

著者：今井富士夫, 外蘭洋平, 田中耕太, 尾上幸造, 飯村豊

掲載：Vol.58A, pp.793-802, 2012年3月

◆討議 [佐々木貴信（秋田県立大学）]

接合部の終局耐力と降伏耐力の定義はどのように決定したのでしょうか。荷重-変位のグラフでは、最大荷重に達する前に試験を止めているように見えますがどうしてでしょうか。

◆回答：終局耐力は荷重がフローする、あるいは低下した場合としております。供試体によってはフロー後に荷重が再び上昇しているものもありますが、これはロープ効果によるものと判断して、載荷を終了してしております。また、降伏耐力は、本論文では5%Off-set法を採用して、荷重-変位曲線から定義いたしました。

◆討議 [山口隆司（大阪市立大学）]

- (1) 破壊形態（終局状況）は何で決まっているのかを教えてください（樹脂の支圧破壊、せん断破壊、ボルト降伏等）。
- (2) (1)に対する樹脂の役割を教えてください。

◆回答：

- (1) 実験では木部材の両面に鋼板を配置していますために、載荷過程での樹脂の状況は観察できません。そのため、破壊の決定的要因は現在のところ、特定できていませんが、試験終了後にボルト部を裁断して観察した結果としては、主としてはボルト降伏によるものと考えております。
- (2) 現在、樹脂の役割を明確にするために数値解析も行っていますが、十分に考察できるまでに至っていないのが現状です。しかしながら、適切な厚さの樹脂をボルトとボルト孔の隙間に充填すれば、耐力向上には寄与できることは、今回の論文でも明らかとなっております。

◆討議 [坂野昌弘 (関西大学)]

隙間2 mm と 3 mm を同径と比較されていますが、隙間1 mm は検討されないのでしょうか。

◆回答：今回の実験では隙間1mmについては検討しておりませんが、2mmで期待した効果がほぼ得られていることから、隙間1mmの実験は不要と考えています。なぜなら、樹脂を適切な樹脂厚で充填した場合には、その耐力はボルト孔と同径のボルト耐力とほぼ同等となることが明らかにされています。すなわち、設計的にはボルト孔が大きいほど、ボルト本数がより低減できることとなります。

論文題目：“無機ジンクリッチペイント面とそれと異なる接合面処理がなされた高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力試験”

著者：丹波寛夫，木村聡，杉山裕樹，山口隆司
掲載：Vol.58A, pp.803-813, 2012年3月

◆討議 [坂野昌弘 (関西大学)]

Rz_{JIS}が使われていますが、Raを使って整理するとどうなりますか。

◆回答：RaとRz_{JIS}の間には高い相関があり、文献1)では $Ra = 0.137 \times Rz_{JIS}$ で表される比例関係にあると報告されています。現場では、塗装施工時の素地調整後の表面粗さをRz_{JIS}を用いて管理していることから、本研究では、Rz_{JIS}を計測することとしました。したがって、Raを直接計測していませんが、上記の関係によりRaを推定することが可能であり、Raが大きくなるにつれて、すべり係数が大きくなる傾向にあると考えられます。

文献1) 森猛，田坂康介，一宮充，小笠原照夫：鋼材の表面粗さパラメータと高力ボルト摩擦接合継手のすべり係数，土木学会論文集A1 (構造・地震工学) Vol.67 No. 2, pp.446-453, 2011.

論文題目：“目違いがある鋼桁フランジ横突合せ溶接部の疲労強度特性”

著者：坂野昌弘，山岡大輔，水野哲也
掲載：Vol.58A, pp.814-823, 2012年3月

◆討議 [荒川慎平 (日本車輛製造)]

縦ビード溶接からの疲労き裂と説明がありましたが、突合せ溶接部と縦ビードの交差点からき裂が出ているように見えます。内在欠陥等からのき裂ではないのでしょうか。

◆回答：はい、その通りです。縦ビード溶接の内在欠陥から生じたき裂です。

◆討議 [中村聖三 (長崎大学)]

応力をIIWの式で補正した場合、どのような結果になるのか検討されていればお教えいただきたい。

◆回答：本文中の図-9と図-11 (3) に示していますので、ご覧ください。

論文題目：“XFEMによる板曲げを受ける面外ガセット溶接継手部の疲労き裂進展経路シミュレーション”

著者：木下幸治，荒川慎平
掲載：Vol.58A, pp.824-833, 2012年3月

◆討議 [坂野昌弘 (関西大学)]

- (1) 普通のFEMで推定したき裂の進展方向と今回のXFEMのき裂の進展方向の違いはどの程度でしょうか。比較されていますか。
- (2) a/bの検討をされていますが、特にき裂が長くなった場合のa/bは何に (どのように) 使うのでしょうか。

◆回答：

(1) 従来のFEMとの比較は行っておりませんが、本文で示したように、従来のFEMと異なり、XFEMはリメッシュを行わないことから、き裂進展方向が要素サイズの影響を受けます。このため、従来のFEMを用いたき裂進展解析の方がき裂先端部をよりファインな要素サイズとして実施することから精度が高いと考えられますが、XFEMを用いてどの程度の要素サイズで実験結果を再現できるのかが本研究の一つのポイントと考えております。

本研究では、XFEMでどの程度の要素サイズが必要か検討した結果、1.0mm程度の要素サイズとすることで実験結果と一致する結果を得ております。この結果は、従来のFEMとも概ね一致するのではないかと考えます。

なお、本研究で実施したXFEMでは、従来のFEMと同様に最大主応力説に基づき、き裂進展方向を決定しており理論的に大きな違いはありません。

(2) 本研究では、特にき裂が面外ガセット溶接継手の回し溶接部から離れた段階から、すなわち、板曲げを受ける面外ガセット継手を検討した文献6)で示されているNbから、N10程度までの進展寿命を対象にa/bを検討しております。文献6)で整理されているように、N10程度までは継手の疲労寿命として整理可能なき裂長さであると考えており、疲労寿命として整理するには難しいような非常に長いき裂を対象としているとは考えておりません。

また、Nb以降のa/bは川原・栗原¹¹⁾の式(本文中の式2)に示されるように板厚の影響を受けることが知られており、すなわち、N10程度までの疲労寿命に対して影響を及ぼすものと考えます。これより、N10程度までの進展寿命を対象にa/bに及ぼす板厚の影響をXFEMにより再現可能か検討しており、この結果はXFEMを用いたき裂進展解析の精度向上に役に立つと考えております。

なお、a/bのき裂進展解析以外の実用的な使い方の例は、従来の鋼橋の検査は表面から実施されることから、a/bに基づいてき裂の表面長さからき裂深さを推定できるのではないかと考えます。これにより、疲労損傷部の補修の方法や時期を決定する上で役に立つと考えます。