

平成17年11月11日

土木学会鋼構造委員会 小委員会活動報告

| | | | | | |
|-----------------|--|---------------|-------|------|-------|
| 小委員会名 (分科会名) | 木橋技術小委員会 | 委員長 (分科会長) | 本田 秀行 | 連絡幹事 | 本間 宏二 |
| 活動予定期間 | 平成14年9月 ～ 平成17年11月 | | | | |
| 活動の目的 | I 期目(H10.10～H13.9)の活動成果を踏まえ、II 期目の本小委員会では、木橋技術に関して実務者に有用な情報の整備を目的に、木橋の性能照査型設計法(要求性能を限界状態設計法)および施工・保全技術の分野に関する情報整備を行なう。その成果を講習会のテキストとして発行する。 | | | | |
| これまでの活動状況 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 現在までの委員会・WG開催状況： 平成14年10月から活動を始め、今までに委員会・WGを20回開催した。最近の開催では、H17.6.10(第17回)『講習会テキストの編集』、H17.10.4(第18回)『2期目小委員会の総括』、『木橋技術の手引き2005の総括と今後の課題』の討議を行った。 ・ 委員会・WGでの主な審議内容と成果： 木橋の新しい設計法および施工・保全の二つの分野に関するWGを設置して、検討事項の精査と目次案の作成および各委員の分担執筆を行ない、平成17年6月中旬に原稿が完成した。 ・ 講習会・第4回シンポジウムの開催状況： 平成17年7月28日に木橋技術の講習会を開催し、『<u>木橋技術の手引き2005、一木橋の設計、木橋の施工、木橋の保全一</u>』をテキストとして発行した。当日、約110名の参加者があり、また180部の講習会テキストが販売された。 平成17年7月29日に「第4回木橋技術に関するシンポジウム」を開催し、20件の研究発表と約100名の参加者があった。 ・ その他： 平成17年度土木学会全国大会において、木橋・木質構造セッションを設けた。 | | | | |
| 今後の活動計画と目標とする成果 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 次回小委員会・WG開催予定：新規に設立予定の小委員会で企画 ・ 今後の活動内容：新規に設立予定の小委員会で企画 ・ 目標とする成果品：新規に設立予定の小委員会で集大成化してまとめる。 | | | | |
| その他 | 本小委員会の終了を平成17年11月として、新規に設立予定の「木橋の高度化技術研究小委員会(仮称)」を立ち上げたい。また、木橋技術に関する委員会での調査・研究活動、および平成18年7月28日(金)に開催予定の『 <u>第5回木橋技術に関するシンポジウム</u> 』などの企画に時間的なブランクが生じないように、時系列的に継続した活動を行ないたく、親委員会にお願い致します。 | | | | |

木橋技術の手引き2005

Technical Guideline on Timber Bridge 2005

- 木橋の設計 —
- 木橋の施工 —
- 木橋の保全 —

(社)土木学会鋼構造委員会
木橋技術小委員会

序 文

木橋の建設を取り巻く環境は、土木学会、日本建築学会、日本木材学会、各研究機関、および土木、建築、林業業界など多岐に亘る社会から構成されております。言わば、多種業界の技術の集積が木橋建設を具現化していると言えます。この意味において、(社)土木学会・鋼構造委員会・木橋技術小委員会の委員が多岐の分野に亘っていることが大きな特徴であり、各分野での技術集積は本小委員会の目的の一つでもあります。

わが国では、歴史的に使用されてきた丸太や製材木橋の代わりに、集成材を使用した木橋の建設が18年ほど前から始まりました。そのほとんどは木歩道橋であります。本格的な木車道橋も多く架設されて来ました。特に最近では、橋梁形式の多様化や長支間化、あるいは世界規模での木車道橋および鋼板やPC鋼線を集成材桁に挿入したハイブリッド型断面の木車道橋も架設されるようになって来ました。この間の木橋建設に係わる多くの技術論に対しては、理論武装よりも企業努力による技術開発が先行してきたことも事実であります。そして、防腐剤、接着剤、集成材加工と製作、設計、施工、維持管理などに係わる木橋技術は顕著な進歩を遂げております。

しかしながら、最近の木橋に関する技術進歩が著しくとも、木橋建設に係わる統合的な情報整備など未だ解決すべき問題点も多く残されております。同時に、木橋の建設は「木文化の継承と創造」としても、経済性や耐久性などの観点から鋼やコンクリート系橋梁に対抗して行かざるを得ません。これから多種業界の英知を集積することによって問題点を克服して木橋技術を確立し、その優位性を認識させて行く正念場と言わざるを得ないのであります。

木橋技術小委員会では、木橋の建設に参考になり得る啓蒙的かつ実務的な情報の整備を目的に研究調査活動を行なって来ました。本書の「木橋技術の手引き 2005：木橋の設計、木橋の施工、木橋の保全」は、本小委員会の活動の一部としてまとめたものであります。内容的には、木橋の設計法、施工・保全の技術論を統合的に情報整備し、必要に応じて平易に解説をしたものであります。特に、木橋の設計法に関しては、要求性能に対して限界状態設計法を基盤とした性能照査型設計法の構築を試みたことであります。それは、わが国より40年以上も前から集成材木橋の建設が始まった欧米主要国と同じ土俵の上で木橋の設計論が展開できる情報を早急に整備して、わが国の木橋設計法の方向性を位置づけることであります。また、木橋の施工技術では輸送、架設と施工管理および架設時の留意点などの具体的な施工の技術論が記述されております。さらに、木橋の保全技術では木材の劣化と対策、点検、保守および耐久性向上策など維持管理で重要な保全の技術論が記述されております。しかしながら、木橋の技術開発とその情報整備は途上の段階であり、本書に記述されている技術論は未だ確立されていないことを否めません。更なる技術開発のために、関係諸氏のご意見を賜りますれば幸いです。

上述のような木橋技術の更なる発展が要望されている時期、木橋技術に関する啓蒙的かつ実務的な情報の整備は時宜を得た内容であり、木橋の普及と発展の意味において、工学的に有用でかつ重要な知見を提示しております。本書を土台に、木橋に関する技術の更なる発展を祈念するものであります。

最後に、木橋技術小委員会の委員および執筆協力を賜りました委員、また本小委員会の開催を始め講習会やシンポジウムの開催に当たってご尽力を賜りました土木学会事務局の丸畑明子様と佐々木淳様など、関係各位に対しまして敬意と謝意を表する次第であります。

平成17年7月28日
土木学会 鋼構造委員会
木橋技術小委員会
委員長 本 田 秀 行

(社)土木学会 鋼構造委員会 木橋技術小委員会 委員名簿

| | | |
|-------|---------|----------------|
| 委員長 | ○本田 秀行 | 金沢工業大学 |
| 幹事長 | ○佐々木 貴信 | 秋田県立大学 |
| 幹事 | ○平沢 秀之 | 函館工業高等専門学校 |
| 幹事 | ○宮武 敦 | (独)森林総合研究所 |
| 幹事 | ○渡辺 浩 | 能本大学大学院自然科学研究科 |
| 幹事 | ○渡辺 浩志 | ピーシー橋梁(株) |
| 連絡幹事 | 本間 宏一 | 新日本製鐵(株) |
| 委員 | 秋元 仁志 | (株)長大 |
| 委員 | 飯村 豊 | 宮崎県木材利用技術センター |
| 委員 | ○五十嵐 恒夫 | 木の橋研究開発工房 |
| 委員 | ○石川 芳治 | 東京農工大学 |
| 委員 | ○岩下 宏 | (株)宮地鐵工所 |
| 委員 | ○薄木 征三 | 秋田大学 |
| 委員 | 海老澤 秀治 | 鹿島道路(株) |
| 委員 | 大賀 水田牛 | 愛媛大学 |
| 委員 | 奥谷 由行 | (財)林業十木コンサルタント |
| 委員 | 小郷 政弘 | (株)構造技術研究所 |
| 委員 | ○城戸 一郎 | 片山ストラテック(株) |
| 委員 | ○久保田 努 | (株)長野技研 |
| 委員 | ○齋藤 潔 | 齋藤木材工業(株) |
| 委員 | 杉山 俊幸 | 山梨大学 |
| 委員 | 鈴木 克弥 | (株)横河ブリッジ |
| 委員 | ○鈴木 基 | M・W&H研究所 |
| 委員 | ○高橋 早一 | (株)アーバン設計 |
| 委員 | ○瀧内 浩 | (株)コシイプレザービング |
| 委員 | ○竹内 敏也 | アジア航測(株) |
| 委員 | 立神 久雄 | ドーピー建設工業(株) |
| 委員 | ○寺田 寿 | (株)日本製鋼所室蘭製作所 |
| 委員 | 富岡 佐和子 | 早稲田大学大学院 |
| 委員 | ○中村 昇 | 新潟大学 |
| 委員 | ○中山 良直 | 川田建設(株) |
| 委員 | ○鳴海 祐幸 | (株)日建設計シビル |
| 委員 | ○原田 浩司 | 山佐木材(株) |
| 委員 | ○原田 直樹 | (独)森林総合研究所 |
| 委員 | 林 栄人 | 日本重鋳製造(株) |
| 委員 | ニト 卓 | 群馬工業高等専門学校 |
| 委員 | ○三品 吉彦 | 木橋文化研究所 |
| 委員 | 宮本 裕 | 岩手大学 |
| 委員 | 山地 健一 | (株)平設計 |
| オブザーバ | 植野 芳彦 | (株)長大 |
| オブザーバ | 古村 崇 | 川田建設(株) |

(○印は執筆者)

目次

1. 導入編

| | |
|----------------|----|
| 1.1 近代木橋のすがた | 1 |
| 1.2 木橋の良いところ | 6 |
| 1.3 木橋の支間と形式 | 8 |
| 1.4 性能照査型設計とは | 10 |
| 1.5 限界状態設計法の基礎 | 12 |

2. 基本編

| | |
|-------------------------------------|----|
| 2.1 設計の際に考えるべきこと | 16 |
| 2.2 終局限界状態と使用限界状態 | 17 |
| 2.3 性能照査手法 | 17 |
| 2.4 木橋の目標信頼性および設計供用期間 | 18 |
| 2.5 限界状態設計における荷重係数と耐力係数 | 20 |
| 2.6 現行の許容応力度設計法における信頼性指標 β の値 | 24 |

3. 作用編

| | |
|--------------------------------------|----|
| 3.1 木橋に働く外的作用 | 44 |
| 3.2 荷重の特性値 | 44 |
| 3.3 荷重の組み合わせ | 61 |
| 3.4 AFOSM法を用いた荷重・耐力係数の算定 | 61 |
| 3.5 風荷重効果のみの場合の終局限界状態に対する荷重・耐力係数の近似値 | 65 |
| 3.6 地震動の場合の近似解法と設計例 | 69 |

4. 材料編

| | |
|----------------|----|
| 4.1 木橋に用いられる材料 | 84 |
| 4.2 構造用製材 | 85 |
| 4.3 集成材・単板積層材 | 89 |
| 4.4 鋼材 | 93 |
| 4.5 コンクリート | 94 |

5. 設計編

| | |
|------------------|-----|
| 5.1 設計では何を照査するか | 98 |
| 5.2 軸力を受ける木部材 | 98 |
| 5.3 曲げを受ける木部材 | 104 |
| 5.4 せん断を受ける木部材 | 109 |
| 5.5 曲げと軸力を受ける木部材 | 110 |
| 5.6 木と木をつなぐ | 116 |
| 5.7 接合部の性能照査手法 | 117 |
| 5.8 接合部の耐力 | 121 |

| | | |
|-----------|--------------|-----|
| 5.9 | 接着剤による接合 | 135 |
| 5.10 | プレストレスによる接合 | 137 |
| 5.11 | 単純木桁橋の耐風設計 | 140 |
| 6. | 設計計算例 | |
| 6.1 | 設計条件 | 148 |
| 6.2 | 床版 | 151 |
| 6.3 | 主桁の設計 | 161 |
| 6.4 | 主桁現場継手 | 165 |

木橋技術の手引き2005 木橋の施工

目 次

| | | |
|-----|---------------|-----|
| 1 | まえがき | 171 |
| 2 | 輸送 | 172 |
| 2.1 | 概説 | 172 |
| 2.2 | 輸送計画 | 172 |
| (1) | 部材寸法重量確認・経路調査 | 172 |
| (2) | 輸送計画書 | 174 |
| (3) | 輸送に関する法令 | 175 |
| (4) | 車種の選定と許可範囲 | 177 |
| 2.3 | 積込み | 177 |
| (1) | 積込み方法 | 177 |
| (2) | 平積み積載方法・計画 | 177 |
| (3) | 立て積み積載方法・計画 | 178 |
| (4) | 養生 | 179 |
| 2.4 | 安全管理と品質管理 | 181 |
| | 参考文献 | 181 |
| 3 | 架設と施工管理 | 182 |
| 3.1 | 概説 | 182 |
| 3.2 | 架設工法の選定 | 182 |
| (1) | 架設工法の種類 | 182 |
| (2) | 架設工法を定める要因 | 184 |
| (3) | 調査 | 187 |
| (4) | 設計・製作・輸送との関連 | 187 |

| | | |
|------|---------------------|-----|
| 3.3 | 架設計画 | 188 |
| (1) | 架設計画の重要性 | 188 |
| (2) | 架設計画のステップ | 188 |
| (3) | 施工計画書 | 189 |
| (4) | 架設のための計算 | 189 |
| 3.4 | 施工管理 | 190 |
| (1) | 施工管理の重要性 | 190 |
| (2) | 工程管理 | 190 |
| (3) | 品質管理 | 191 |
| (4) | 原価管理 | 191 |
| 3.5 | 安全衛生管理 | 192 |
| (1) | 安全対策の重要性 | 192 |
| (2) | 安全衛生管理の進め方 | 193 |
| | 参考文献 | 194 |
| 4 | 架設における留意点 | 195 |
| 4.1 | 概説 | 195 |
| 4.2 | 基本的な留意点 | 195 |
| (1) | 形状・工法の確認 | 195 |
| (2) | 工事内容の整理と確認 | 195 |
| (3) | 架設部材の運搬 | 195 |
| (4) | 吊込み部材の形状 | 196 |
| (5) | 支保工の変形 | 196 |
| (6) | クレーンによる架設 | 197 |
| (7) | 通過経路 | 197 |
| (8) | 吊具 | 197 |
| (9) | その他 | 197 |
| 4.3 | 実践における留意点 | 198 |
| (1) | 多数部材を用いる場合の単体ラミナの精度 | 198 |
| (2) | 部材の敷き並べの精度 | 199 |
| (3) | 支保工とラミナの平滑度 | 199 |
| (4) | 桁の変位 | 199 |
| (5) | 横組工 | 200 |
| (6) | 接合 | 200 |
| (7) | 横締め of 緊張工 | 200 |
| (8) | 縦締め of 緊張工 | 200 |
| (9) | PC鋼材の防錆 | 201 |
| (10) | 木床版 | 201 |
| (11) | コンクリート床版 | 201 |
| (12) | 鋼床版 | 201 |

| | |
|------|-----|
| 参考文献 | 202 |
|------|-----|

木橋技術の手引き2005 木橋の保全

目次

| | |
|---------------------|-----|
| 1 まえがき | 203 |
| 2 木材の劣化とその予防 | 204 |
| 2.1 概説 | 204 |
| 2.2 腐朽とは | 205 |
| (1) 腐朽のメカニズム | 205 |
| (2) 腐朽菌の種類 | 206 |
| (3) 腐朽の発生と進行 | 206 |
| 2.3 防腐処理 | 207 |
| (1) 防腐処理の原理 | 207 |
| (2) 防腐処理薬剤の種類 | 207 |
| (3) 防腐処理に関する性能基準 | 208 |
| (4) 防腐処理薬剤の取り扱いと安全性 | 209 |
| 2.4 木材保護塗装 | 211 |
| (1) 木材保護塗料の原理 | 211 |
| (2) 木材保護塗料の種類と補修方法 | 211 |
| 参考文献 | 212 |
| 3 健全度を知るための点検技術 | 213 |
| 3.1 概説 | 213 |
| 3.2 点検の種類 | 213 |
| 3.3 点検手法 | 214 |
| (1) 目視・触診・打診 | 214 |
| (2) 含水率測定 | 215 |
| (3) 穿孔抵抗試験 | 215 |
| (4) ピン貫入深さ測定 | 216 |
| (5) 超音波試験 | 216 |
| (6) 載荷試験 | 216 |
| (7) 振動試験 | 218 |
| 参考文献 | 221 |
| 4 健全度を回復させるための保守技術 | 222 |
| 4.1 概説 | 222 |
| 4.2 保守工事の基本的な考え方 | 222 |
| (1) 保守の重要性 | 222 |

| | |
|----------------|-----|
| (2) 工事計画 | 222 |
| 4.3 保守工事の具体例 | 223 |
| (1) 基本的な保守工事 | 223 |
| (2) 劣化に対する保守工事 | 224 |
| (3) 予防的な保守工事 | 226 |
| 4.4 保守工事後の対応 | 227 |
| 参考文献 | 227 |
| 5 耐久性向上のために | 228 |
| 5.1 概説 | 228 |
| 5.2 基本的な考え方 | 228 |
| (1) 耐久設計の基本要素 | 228 |
| (2) 継手部 | 229 |
| 5.3 耐久性向上策の具体例 | 231 |
| (1) 木床版 | 231 |
| (2) 地覆 | 232 |
| (3) 主桁 | 232 |
| (4) 接合部 | 233 |
| (5) 防水工 | 238 |
| 参考文献 | 238 |
| 付 録 アンケート調査 | 239 |