

令和5年度 土木学会全国大会 研究討論会 歴史的鋼橋からの技術の伝承

鋼構造委員会

歴史的鋼橋データの収集と 更新に関する調査小委員会

1

研究討論会の進め方：

※事前収録によるオンライン配信

1. 趣旨説明

2. 話題提供

- ①歴史的鋼橋の組織的な調査研究とデータベース化：座長
- ②歴史的鋼橋の評価，維持管理・保存活用への展開：五十畑先生
- ③歴史的鋼橋はSDGs：紅林委員
- ④歴史的鋼橋（鉄道橋）から見た技術の伝承：小野田委員
- ⑤設計・製作の立場から見た歴史的鋼橋：掘井委員
- ⑥現代に蘇る歴史的鋼橋の構造形式：田村様・豊橋技術科学大学学部生
（元舞鶴工業高等専門学校）

3. 討論

- (1) 歴史的鋼橋の特徴・魅力
- (2) 歴史的鋼橋をどのように継承していくべきか
- (3) 今後，評価されるべき「歴史上」の鋼橋（橋梁）とは？
- (4) まとめ

2

1. 趣旨説明

主題：

建設から**100年を超える歴史的な鋼橋**は，全国に数多く現存している。当時の技術者が創意工夫・情熱を持って設計・建設した歴史的鋼橋は，色褪せることなく，地域の市民に親しまれている。鋼構造委員会では，戦前までに建設された歴史的鋼橋の情報を提供する「**歴史的鋼橋検索**」サイトを立ち上げた。歴史的鋼橋から学ぶべきことも多く，**貴重な歴史的鋼橋を未来に繋いでいく使命**がある。研究討論会では，「歴史的鋼橋からの技術の伝承」として，**歴史的鋼橋の特徴・魅力を探るとともに，今後どのように継承すべきか，現在の鋼橋に展開されているか，翻って今日の橋梁が100年後にどのように評価されるであろうか**を議論する。

3

1. 趣旨説明

座長：

中村一史・東京都立大学

話題提供者氏名・所属：

五十畑弘・元日本大学教授
紅林章央・東京都道路整備保全公社
小野田滋・鉄道総合技術研究所
掘井滋則・横河ブリッジ
田村結衣子・豊橋技術科学大学学部生
元舞鶴工業高等専門学校：玉田和也（指導教員）

4

2. 話題提供

- ① 歴史的鋼橋の組織的な調査研究とデータベース化：座長
- ② 歴史的鋼橋の評価，維持管理・保存活用への展開：五十畑先生
- ③ 歴史的鋼橋はSDGs：紅林委員
- ④ 歴史的鋼橋（鉄道橋）の紹介：小野田委員
- ⑤ 設計・製作の立場から見た歴史的鋼橋の紹介：掘井委員
- ⑥ 現代に蘇る歴史的鋼橋の構造形式：田村様

5

2. 話題提供

① 歴史的鋼橋の組織的な調査研究の開始とデータベース化

関連する旧委員会による歴史的鋼橋の調査研究の経緯と成果

| 委員会名 | 委員長 | 活動期間 |
|--------------------------|------|-----------|
| 歴史的鋼橋調査小委員会 | 成瀬輝男 | 1990～1995 |
| 歴史的鋼橋調査小委員会 | 小西純一 | 1995～2002 |
| 歴史的鋼橋の補修・補強に関する調査小委員会 | 五十畑弘 | 2003～2005 |
| 歴史的構造物保全技術連合小委員会 | 五十畑弘 | 2006～2010 |
| 100周年記念出版特別委員会 | 五十畑弘 | 2013～2014 |
| 歴史的鋼橋データの更新と活用に関する調査小委員会 | 中村一史 | 2016～2022 |
| 歴史的鋼橋データの更新と活用に関する調査小委員会 | 中村一史 | 2023～ |

6

① 歴史的鋼橋の組織的な調査研究の開始とデータベース化

関連する旧委員会による歴史的鋼橋の調査研究の経緯と成果①

| 関連する主な成果 | 発刊年月 |
|---|---------|
| 鉄の橋百選，東京堂出版（広範囲に108橋を紹介） | 1994.10 |
| 歴史的鋼橋収覧＜第一集＞（1945年までを収録） 上巻：鉄道橋編，下巻：道路橋編・吊橋・可動橋編 | 1997.12 |
| 歴史的鋼橋集覧（1960年代までを収録），新版 日本の橋，朝倉書店 | 2002. |
| 歴史的鋼橋集覧（土木学会Webサイト）（1960年代までを収録） | 2002. |



① 歴史的鋼橋の組織的な調査研究の開始とデータベース化

関連する旧委員会による歴史的鋼橋の調査研究の経緯と成果②

| 関連する主な成果 | 発刊年月 |
|--|---------|
| 歴史的鋼橋の補修・補強マニュアル | 2006.11 |
| 100年橋梁，丸善（1914±10年の橋を中心に紹介） | 2014.9 |
| 歴史的鋼橋検索（歴史的鋼橋データベースと検索システム） （歴史的鋼橋集覧＋近代土木遺産2800選 ⇒ 1055橋） | 2022.12 |



8

① 歴史的鋼橋の組織的な調査研究の開始とデータベース化

関連する旧委員会による歴史的鋼橋の調査研究の経緯と成果

歴史的鋼橋の補修・補強マニュアルによる歴史的鋼橋の評価：

- ①技術, ②意匠, ③系譜の3つの指標を総合して行う。
- 対象は主として設計の標準化により鋼橋が大量生産される前（概ね1960年以前）の橋
- これまでに歴史的鋼橋として価値が認められた橋：
 - 土木史研究委員会編：日本の近代土木遺産—現存する重要な土木構造物2800選, 2001.
 - 成瀬輝男編：鉄の橋百選, 東京堂出版, 1994.
- 評価基準は、現時点（マニュアル制定2006年）の価値観に基づくもので、将来にわたり普遍的ではない。

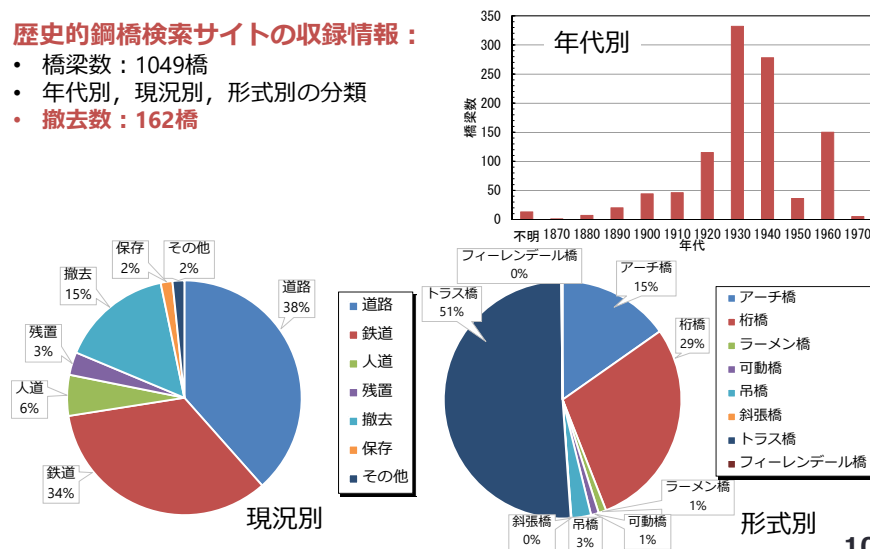
9

① 歴史的鋼橋の組織的な調査研究の開始とデータベース化

関連する旧委員会による歴史的鋼橋の調査研究の経緯と成果

歴史的鋼橋検索サイトの収録情報：

- 橋梁数：1049橋
- 年代別, 現況別, 形式別の分類
- 撤去数：162橋



10

2. 話題提供

- ①歴史的鋼橋の組織的な調査研究とデータベース化：座長
- ②歴史的鋼橋の評価, 維持管理・保存活用への展開：五十畑先生
- ③歴史的鋼橋はSDGs：紅林委員
- ④歴史的鋼橋（鉄道橋）の紹介：小野田委員
- ⑤設計・製作の立場から見た歴史的鋼橋の紹介：掘井委員
- ⑥現代に蘇る歴史的鋼橋の構造形式：田村様

11

注意事項

以下、話題提供者からの資料を共有しますが、配信動画の編集上、説明をカットしたところがあります。ご了承ください。

歴史的鋼橋の 評価、維持管理・保存活用への展開

1. 歴史的鋼橋の評価
2. 歴史的鋼橋マニュアルの発刊の経緯と実践
3. 歴史的鋼橋の海外事例

元日本大学教授
五十畑 弘

1

1.歴史的鋼橋の評価

鋼橋など土木構造物への社会の要請の範囲の拡大
構造物の基本的な役割 + **それ以外、その周辺**

構造物の建設以後供用の実態、過去の活動を表す存在」
⇒ 歴史的・文化的価値

- 土木史研究委員会の創設(学会創立50周年の後)
- 選奨土木遺産の制度設置(2000年)
- 土木デザイン賞創設(2001年)

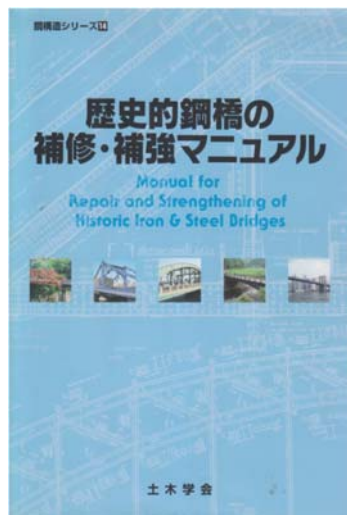


- 社会の期待の周辺への拡がり、多様化
- 土木技術者の守備範囲の拡大

2

2.歴史的鋼橋の補修・補強マニュアル発刊

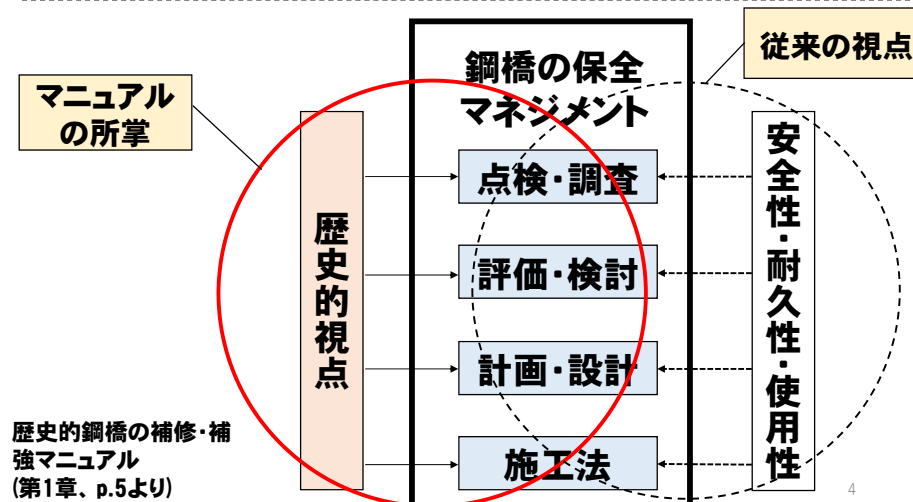
- 2000年前後の鋼構造委員会
歴史的鋼橋小委員会
補修指針の必要性を議論
- 2003年
『歴史的鋼橋の補修・補強に
関する調査小委員会』設置
- 2006年 マニュアルの発刊
- 土木遺産の価値基準の指標
①「技術」、②「意匠」、
③「系譜」に準拠



3

マニュアルの狙い

「技術」、「意匠」、「系譜」の3つの評価指標をもとに、
歴史的鋼橋の補修・補強の方向性を示すこと



4

実践事例1

横浜霞橋(常磐線旧隅田川橋梁)



- 1896(明治29)年架設 常磐線(土浦線)複線橋梁
- 200ftプラットラス(設計コンペ方式で決定) 初期の鋼橋(cf:旧天竜川橋梁明治21年)
- イギリス、Andrew Handyside製作、鋼材;Dallzel
- 特長: コッターピンを有する斜材、桁高/スパン比の小さい旧イギリス式トラスからの離脱 ⇒橋梁技術史上のエポックメイキング

5

- 昭和初、江ヶ崎跨線橋へ転用、80年間供用
- 2009年 解体・撤去
- 2012年 横浜山下運河上道路橋に転用
- 格点部等新規材料、その他弦材、斜材は旧材利用

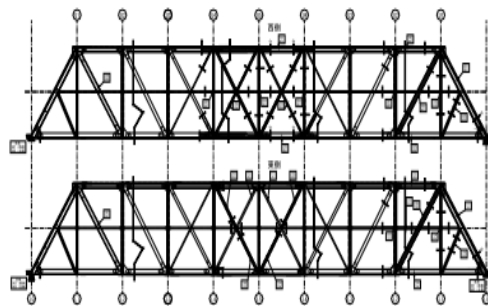


(写真提供:小野田滋氏)

明治30年代の隅田川橋梁



江ヶ崎跨線橋(2009年) 6



- 60mスパン2連 ⇒30m 1連
- 歴史的価値の判定 評価の高い部位を 転用・再生

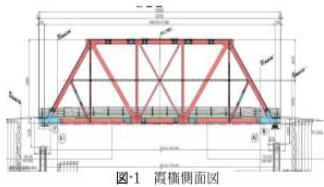


図-1 概橋側面図



供用開始;2012年

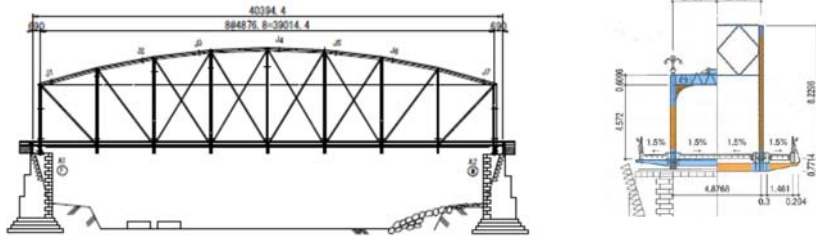
- 検討体制:検討委員会設置
- 基本事項はマニュアルに準拠
- 初期の鋼材であり溶接を避けHTB接合を選択
- 耐震性:既存沓と機能分離し水平支承を追加
- 歴史的鋼橋保全の一つの方向性

8

実践事例2

森村橋(静岡県、小山町)の再生

- 旧橋:明治39年富士紡績の工場入口に架設
- 昭和30年代まで中央にトロッコ軌道
- 鋼材:現アルセロール・ミッタル前身の1つであるドイツBurbach製
- 製作:国産(東京石川島造船所)
- 諸元:スパン39m、幅員6.4m、単純曲弦トラス



9

- 平成16年廃橋、小山町に移管、
- 国登録有形文化財(平成17年)
- 弦材補強、塗装塗り替えなど補修・補強暦
- 全体に腐食著しく進行

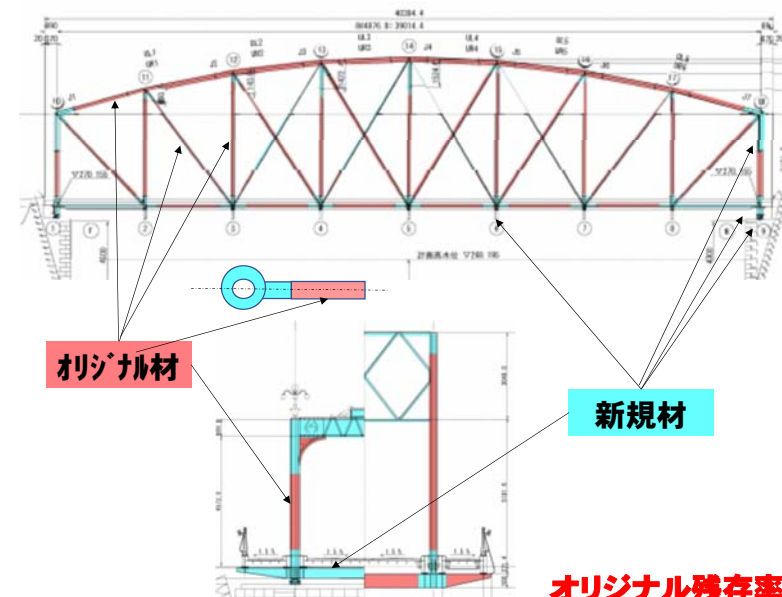


改修前全景 (平成27年12月)

腐食著しい下弦材格点部

10

- 全解体修理工法を採用
トラス全体を解体、工場搬入の上、旧材を極力残す
- 下弦材のピン継手部は腐食著しく新規部材
- 上弦材は格点含み旧材
- 継手は溶接で実施
- キャンバーは、保存されていた設計資料を、当時の方法(JALワデルの方法)を適用
⇒上弦材10ftあたり1/8in(0.1%程度)の伸ばし
(=死荷重+1/2活荷重 相当)



オリジナル残存率:61%

11

12



(写真提供: 小山町)

現地再組み立て完了(令和2年2月)

2つの例 → 現在につながる過去の記録(証拠)
→ 歴史的鋼橋の意義

- 土木構造物の歴史的価値とは実用を経て獲得
- 構造物の要求性能を満たし、社会の要請に応える積み重ねの中で、あとからついてきたもの。それを伝える物的証拠が歴史的鋼橋



鋼橋の歴史的価値は、社会の評価によるもの
⇒ 歴史的価値は、**公益のための要求性能**

3. 歴史的鋼橋の海外事例

現存世界最古の道路吊橋の大規模補修

- 1820年竣工の吊橋、スパン133m(136m)、幅員5.5m、錬鉄アイバーチェイン
- 補修資金獲得のためJSCE、ASCEが歴史的価値評価
- 全解体修理で2023年6月竣工(同7月6日開通式)

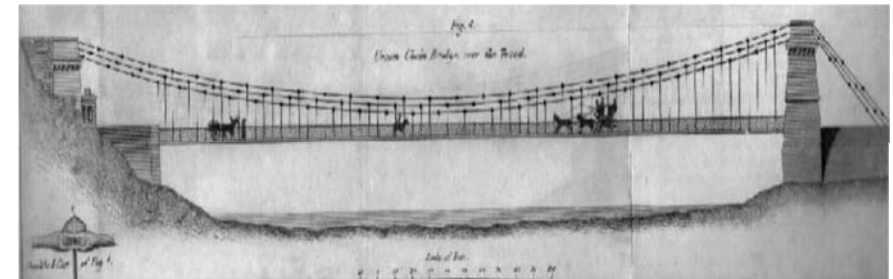


補修前(2017.10)



補修後(2023.7.6)

(写真提供: Prof. Paxton)



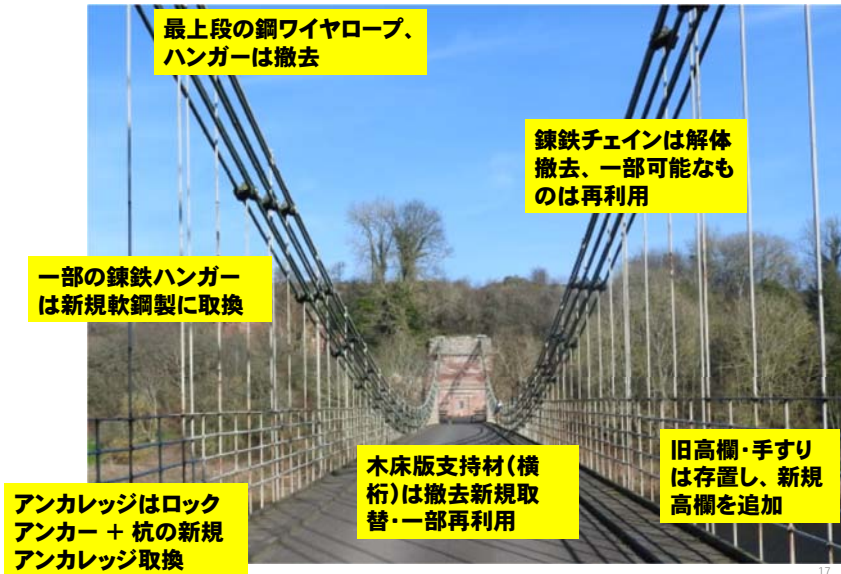
1821年発行の一般図

(写真提供: Prof. Paxton)



補修前の
チェーンとピン

解体修理による大規模修復の工法



17

修復工事着工までの経緯

2007年 老朽化で各部破損で一時通行止・荷重制限



補修資金充当できず撤去か？



- 保存団体設立
- 価値評価でASCE,JSCEに支援要請
- 文化財基金応募活動



2019年 ■ランドマーク審査パス、
■保全資金パス(£314万)



2020年7月26日 200周年
9月 補修工事着工

2023年6月 竣工・開通



(写真提供:Friends of UCB)

- 石造塔は部分補修し再利用
- チェーンは一旦撤去後、損傷部材を新規(一部旧材)
- 木造床版は全面改修

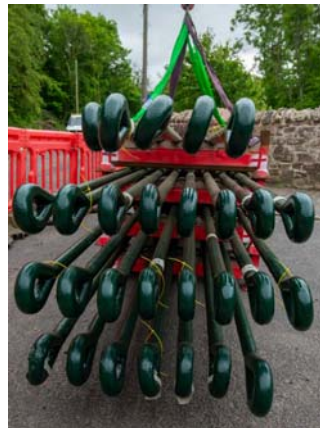
19



(写真提供:Friends of UCB)

- チェーンは一旦撤去後、損傷部材を新規(一部旧材)
- 木造床版は全面改修

20



- アンカレッジは全面改修
- チェーンは一旦撤去後、損傷部材を新規鋼材(一部錬鉄の旧材)

(写真提供:Friends of UCB)

塔頂部

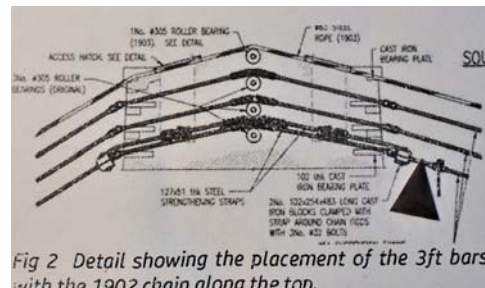


Fig 2 Detail showing the placement of the 3ft bars, with the 1902 chain along the top.

新規の鋼チェーンに交換

1902年に追加された最上段の鋼ワイヤーケーブルは撤去



(写真提供:Friends of UCB)

撤去された登頂の錬鉄チェーン



(写真提供:Friends of UCB)



『……ノーサンバーランド議会、スコティッシュボード議会に、ASCE、ICE、JSCEこれを贈呈』
2020.7.26

歴史的鋼橋は

SDGS

東京都道路整備保全公社 紅林章央

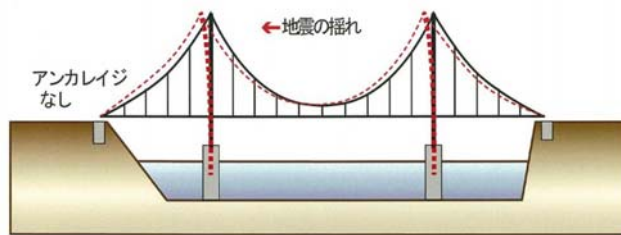
歴史的鋼橋は

SDGS

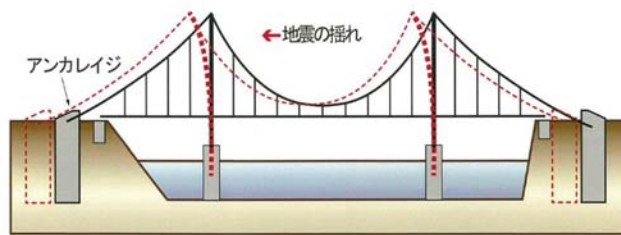
持続性

多様性

清洲橋(東京都 昭和3年)



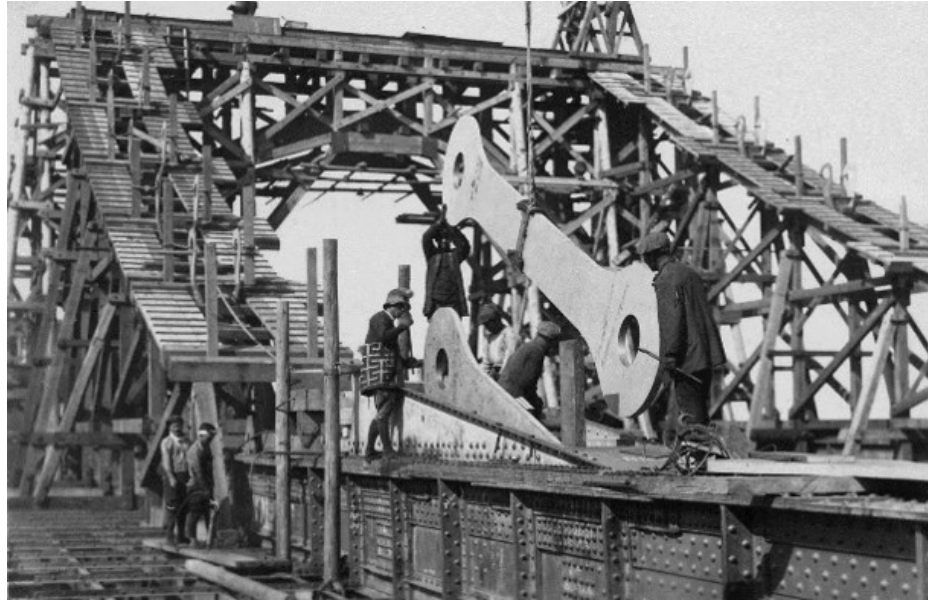
自碇式吊橋



他碇式吊橋

清洲橋

国内に10橋程度



旅足橋(岐阜県 昭和29年)





デビッドスタイマン型吊橋

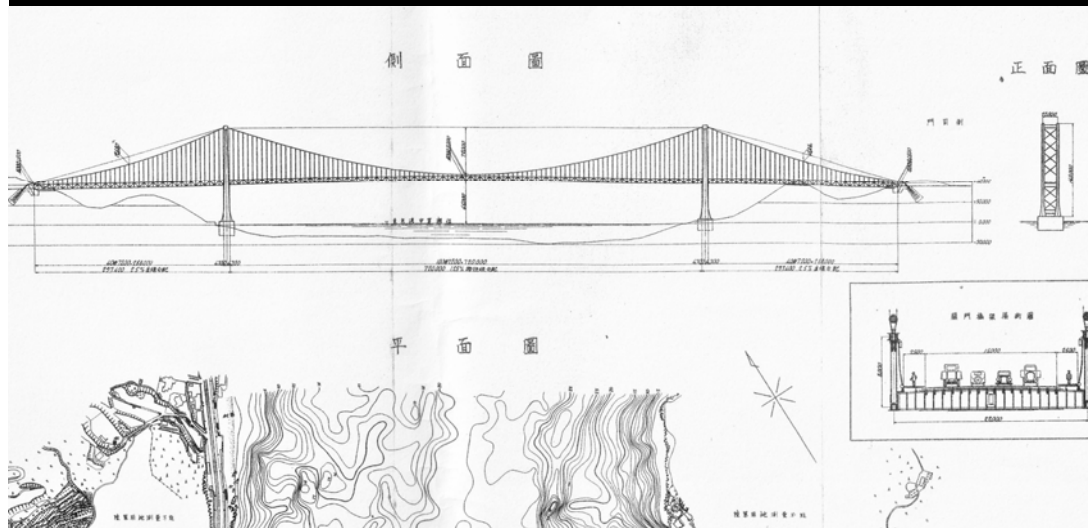


鈴木清一



鈴木清一
清洲橋の設計者

関門橋 (S12年)



玉手橋(大阪府 昭和3年)







和賀仙人橋(岩手県 昭和7年)



谷戸橋(神奈川県 昭和2年)

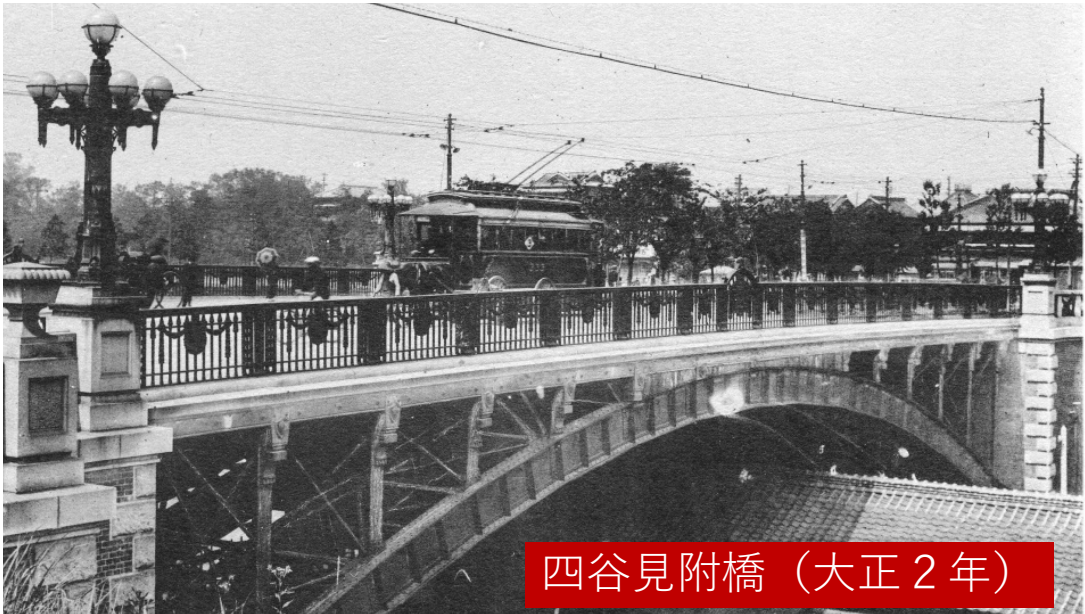


白妙橋(東京都 昭和12年)





長池見附橋(東京都 大正2年)



四谷見附橋 (大正2年)





四谷見附橋



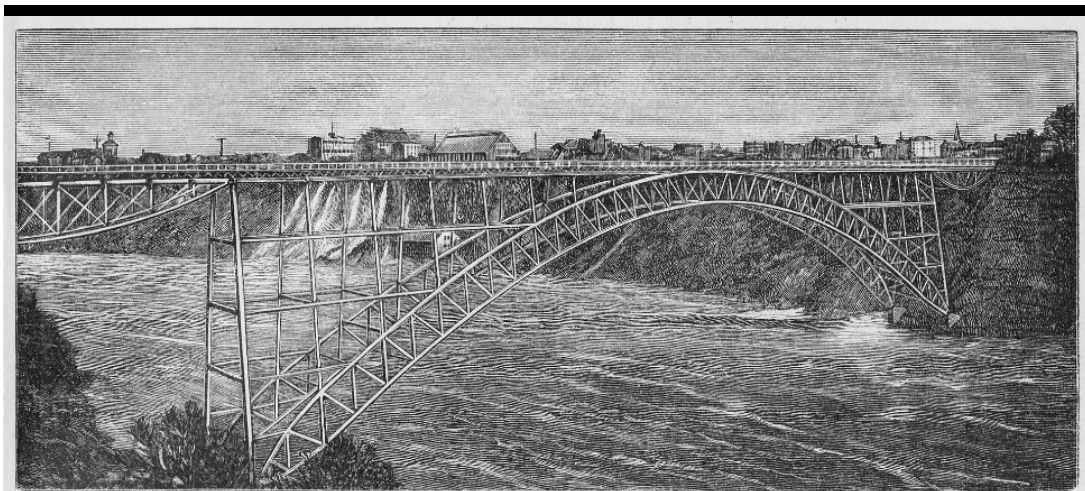
岩井橋(名古屋市 大正12年)



十三大橋(大阪府 昭和7年)





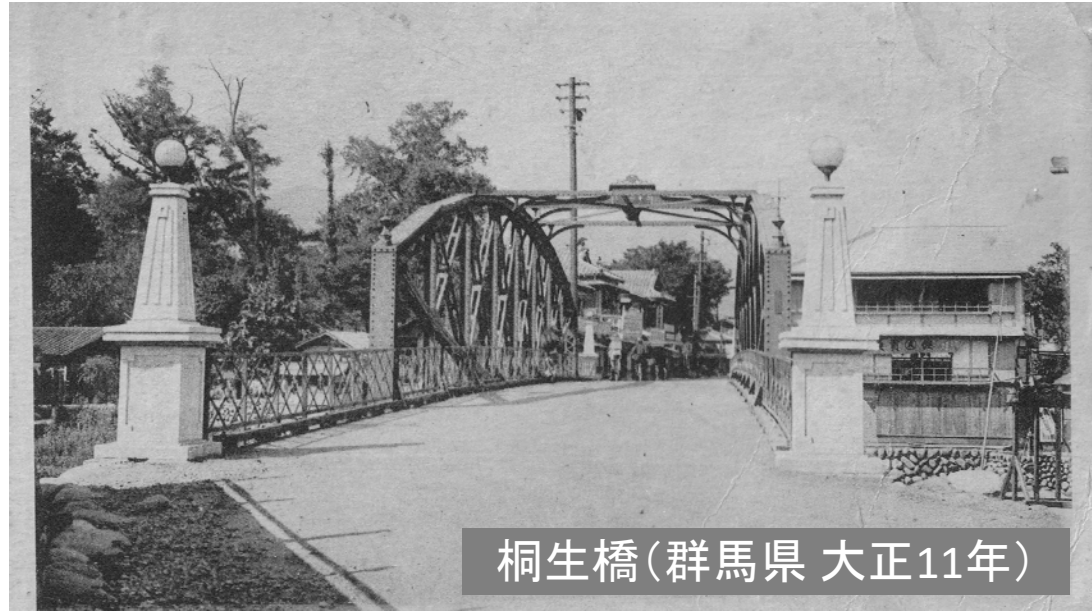


2. Niagarafall- und Clifton-Stahlbrücke (1898).

ナイアガラブリッジ(米国)



南河内橋(福岡県 大正15年)





大橋(山形県 昭和5年)



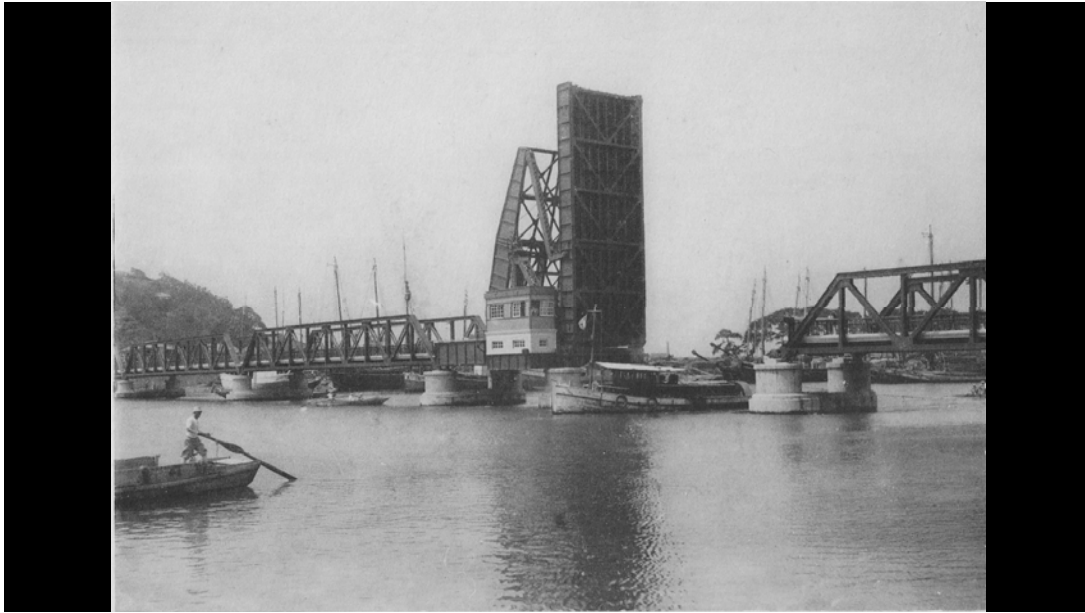
太田川橋(広島県 昭和32年)



重信橋(愛媛県 昭和25年)



長浜大橋(愛媛県大洲市 昭和10年)



豊海橋(東京都 昭和2年)



橋の魅力は、形式の多様性にあり

歴史的鋼橋は多様性の宝庫

歴史的鋼橋（鉄道橋）から見た技術の伝承



只見線・第3只見川橋梁（福島県）

小野田 滋

本日の話題

1. 歴史的鋼橋の特徴と魅力
 - ・ 鉄道橋は規格化と多様性の繰り返りで発達した？
 - ・ 車窓景観へのこだわり
 - ・ 橋のリサイクルと保存
 - ・ 騒音との戦い
2. 歴史的鋼橋の継承
 - ・ 鉄道橋から道路橋へ
 - ・ 文化財的価値との妥協点
 - ・ 「天守閣の再建」と「切身保存」
 - ・ 保存を通じた技術継承
3. 歴史的鋼橋の評価
 - ・ RC橋、PC橋との関係
 - ・ 橋の長寿命化と延命化
 - ・ 文化財的価値を損ねないための代替技術
 - ・ 下部工の評価
 - ・ 図面や仕様書の継承

標準設計と特殊設計

標準設計



樽見鉄道・揖斐川橋梁

標準設計



旧東海道線・揖斐川橋梁

特殊設計



総武線・隅田川橋梁

特殊設計



総武線・松住町架道橋

車窓からの眺望を確保



東武鉄道・隅田川橋梁



東武鉄道・隅田川橋梁



東海道線・富士川橋梁



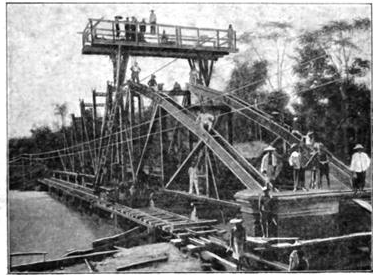
東海道線・富士川橋梁

橋のリサイクル

The Harkort Company, Limited,
FOUNDED IN 1846. Duisburg-on-Rhine, Germany.

Bridge- and Waggonbuilding, Rolling Mills
Pier and Foundation Work,
especially on the screw-pile and pneumatic methods.

The Harkort System of Pin Bridges.



ドイツ・ハーコート社の型録



九州鉄道・高瀬川橋梁



りんどう橋（長野県）

騒音との戦い I



中央線・万世橋架道橋



中央線・万世橋架道橋
（横河橋梁における仮組）

※バックルプレートを用いて有道床として騒音を低減した

騒音との戦い II



東海道新幹線・江川橋梁
※防音壁による遮音



中央線・新桂川橋梁

※人家の近傍には有道床式の合成桁を用いた

鉄道橋から道路橋へ



北越鉄道・信濃川橋梁→越路橋



越路橋→越路河川公園保存（長岡市）



越路橋→不動沢橋（長岡市）



越路橋→岩田橋（長岡市）

「天守閣」の文化財的価値



姫路城（1601完成→1931国宝指定）

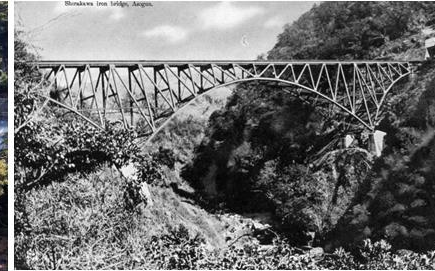


大阪城（1598完成→1615焼失（夏の陣）
→1630再建→1665焼失（落雷）→1931再建
→1997登録有形文化財（近代建築として））



名古屋城（1612完成→1937国宝指定
→1945焼失（空襲）→1952史跡指定
→1959再建）

橋梁の復元



南阿蘇鉄道・第1白川橋梁

「切身保存」Ⅰ



江ヶ崎跨線橋（横浜市／川崎市）

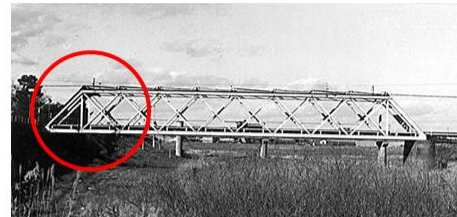


江ヶ崎跨線橋→現地近傍保存（横浜市）



江ヶ崎跨線橋→霞橋（横浜市）

「切身保存」Ⅱ



養老鉄道・牧田川橋梁

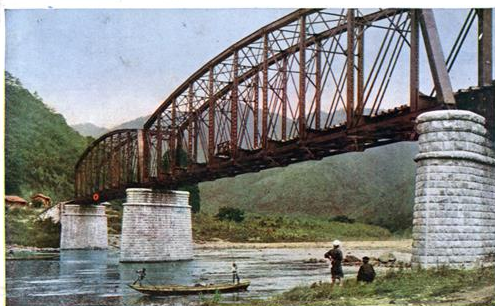


式年遷宮と宇治橋
→木橋技術の継承



餐土橋姫神社

肥薩線・第1球磨川橋梁



Iron Bridge at Ube, Hon.

鉄橋の姿 (川野村史記)



(宮遷御年式宮神)
式始渡橋治宇

神宮の宇治橋渡り始め

RC橋、PC橋との関係



北上線・岩滑沢橋梁

下部工の評価 I



南海電鉄・大和川橋梁



旧京都専用側線・晴海橋梁



東急電鉄・五反田付近高架橋



京浜急行・新馬場駅付近高架橋

下部工の評価Ⅱ



高山線・第2神通川橋梁



下部工の評価Ⅲ



阪神電鉄・淀川橋梁

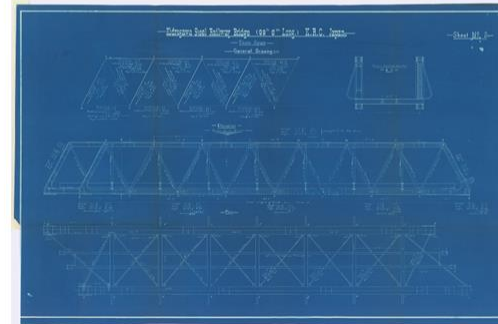
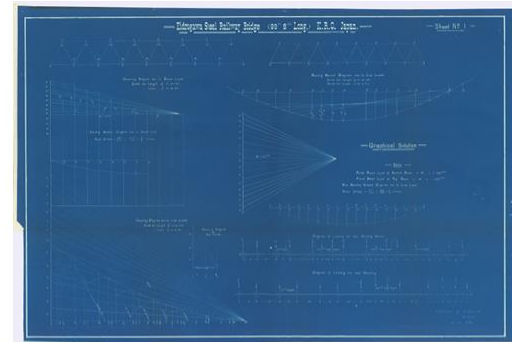
下部工の評価Ⅳ



九州鉄道→小久保跨線橋→
上ヶ池公園（明石市）保存



図面や仕様書の継承









関西鉄道・木津川橋梁



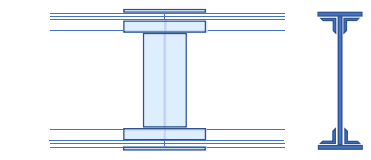
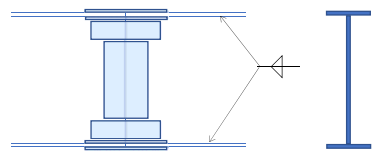
設計・製作の立場から見た歴史的鋼橋

| | 歴史的鋼橋 | 現在の橋梁 |
|----|--|---|
| 設計 | <ul style="list-style-type: none"> 橋が[主], 道路線形は[従] 橋は直線, 構造は左右対称 (単純桁による多連構造) 手計算(平面にモデル化) 静定構造が基本 不静定構造(仮想仕事の原理etc) 影響線図などの図解法 | <ul style="list-style-type: none"> 道路線形が[主], 橋は[従] 道路線形に合わせて桁配置や支間割りを決定(連続桁) 格子解析 骨組モデルによる立体解析 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 床原寸 定規, 型板による罫書 手作業による切断, 孔明け, 組立て 同一構造, 多連製作 | <ul style="list-style-type: none"> 3次元原寸(CAD etc) NC機器による罫書, 加工, 溶接 一品一様構造(多品種少量生産) |

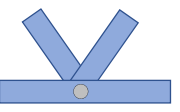
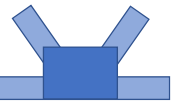
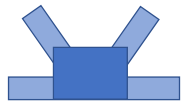
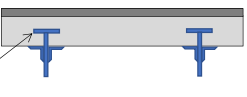
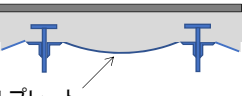
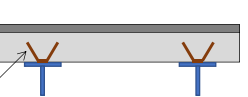
引き継がれた技術, 廃れた技術(構造形式)

| 歴史的鋼橋の代表的な形式 | 現在の鋼橋で採用されている形式 |
|--|---|
| ゲルバー桁  | 連続桁  |
| ワーレントラス プラットトラス ゲルバートラス ⇒  | ワーレントラス  |
| タイドアーチ ⇒ 2ヒンジアーチ  | ローゼ ⇒ ランガー 2ヒンジアーチ  |

引き継がれた技術, 廃れた技術(構造詳細)

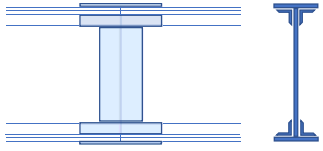
| | 歴史的鋼橋の代表的な事例 | 現在の鋼橋の事例 |
|---------|---|---|
| 部材の接合方法 | [工場製作] リベット接合 [現場継手] " | [工場製作] 溶接接合 [現場継手] 高力ボルト接合 |
| 部材の断面形状 | 形鋼とレーシングバー  | 鋼板による閉断面  |

引き継がれた技術, 廃れた技術(構造詳細)

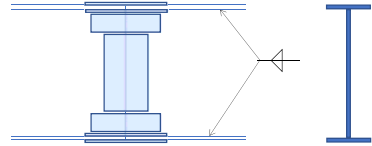
| | 歴史的鋼橋の代表的な事例 | 現在の鋼橋の事例 |
|-----|---|---|
| トラス | <ul style="list-style-type: none"> ピン結合  ガセット結合 (リベット接合)  | <ul style="list-style-type: none"> ガセット結合 (高力ボルト接合)  |
| 床版 | <ul style="list-style-type: none"> RC床版 上フランジ  バックルプレート床版 バックルプレート  | <ul style="list-style-type: none"> RC床版 スラブ止め  |

【参考】 継手の変遷

① [工場] リベット / [現場] リベット

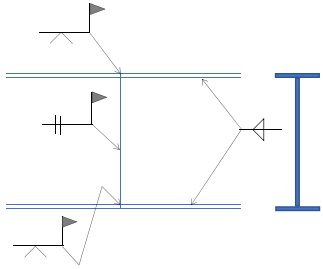


③ [工場] 溶接 / [現場] リベット



※[現場] リベット ⇒ 高力ボルト

② [工場] 溶接 / [現場] 溶接



甲武橋(兵庫県/1950)
初の工場溶接/現場リベット

被災した橋梁の復旧に関する構造提案

ーレンティキュラートラスの復活ー

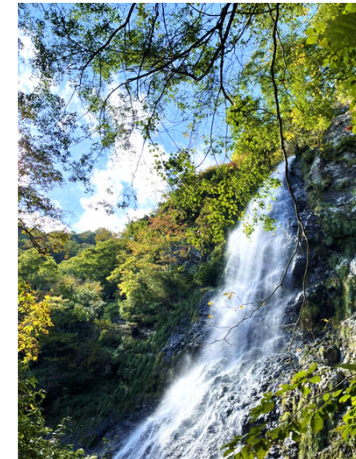
令和5年 9月11日

舞鶴高専 建設システム工学科

玉田研究室 田村結衣子

目次

1. 研究背景
2. 研究目的
3. 橋梁形式の選定
3. 本橋の特徴
5. 実績調査
6. 寸法の決定
4. 設計計算
5. 立体解析
6. まとめ
7. 今後の展望



2

研究背景

兵庫県養父市の天滝に向かう遊歩道にある橋梁が、2021年度の大雪により大きくたわみ、崩壊。

⇒新たな橋梁を架け替えることに



3

研究目的

設計条件

- ・支間長：12.0m
- ・幅員：1.0m
- ・雪害に強い橋(積雪深2m)
- ・人力による輸送、架設(一つの部材20kg以下)
- ・景観の保全
- ・維持管理及び復旧性

→これらの条件を満足する橋梁を提案する



4

橋梁形式の選定

2018年度、玉田研究室の安藤翔により、天滝へ向かう遊歩道に、橋長10m、幅員1mのポーストリングトラス橋が架設された。

→さらに軽く、短い部材を用いた橋を架設する。



レンティキュラートラス橋を採用

5

本橋の特徴

レンティキュラートラス橋

- ・上向きと下向きに弧を描く鋼材が組合さっており、レンズトラス橋とも呼ばれる。
- ・日本に残存するものは1926年に竣工された南河内橋のみ。



南河内橋
(福岡県北九州市)

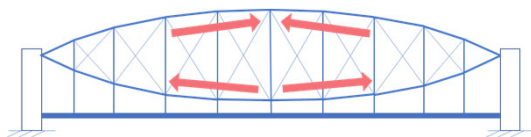
→96年ぶりのレンティキュラートラス橋

6

本橋の特徴

レンティキュラートラス橋

- ・上弦材には圧縮力、下弦材には引張力が働いている。
→アーチ(上弦)と吊り橋(下弦)を組み合わせた構造
- ・水平方向の圧縮力と引張力が上弦と下弦の部材により釣り合うのでそれらの力は橋脚や橋台には伝わらない。



7

本橋の特徴

ポニートラス

- ・左右の主構のみで、上横構がないもの
→雪が積もる面が少なくなるため雪害に強い
- ・支間長が短く、トラス高の低い小規模なトラス橋に用いられる。



メイン・ストリート橋
(アメリカ)

8

本橋の特徴

ピン結合

- ・節点が自由に回転するように接合する方法
- ・レトロな橋梁に採用されている
- ・部材の取り換えが容易→**復旧性**
- ・一つの部材長を2.0m以下に分解できる→**施工性**



9

実績調査

世界のレンティキュラートラス橋を調査

10橋の写真を取得



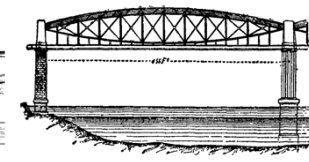
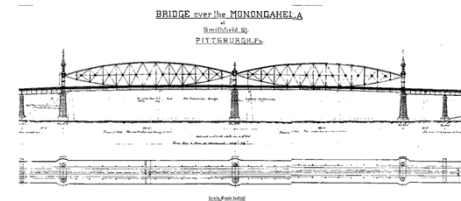
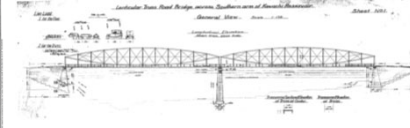
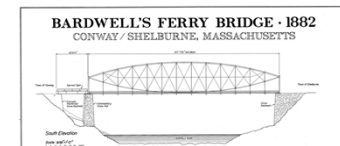
10

実績調査



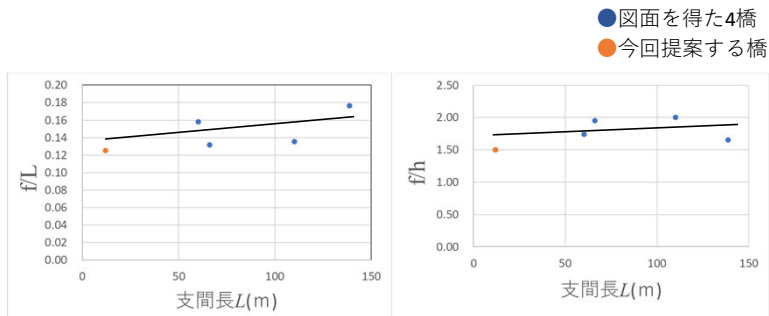
11

実績調査



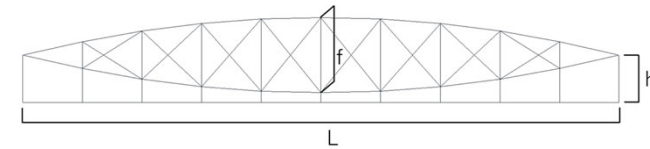
12

寸法の決定



13

寸法の決定



- ・ 支間長L 12.0m = 10@1.20m
- ・ レンズの厚さf 1.50m
- ・ 端柱の高さh 1.00m

→ $f/L=0.125$, $f/h=1.500$

14

寸法の決定

▷ 上弦材と下弦材をそれぞれ二次方程式で表す.

$$\text{〔上弦材〕 } y = -\frac{2f}{L^2}x^2 + \frac{2f}{L}x + h$$

$$\text{〔下弦材〕 } y = \frac{2f}{L^2}x^2 - \frac{2f}{L}x + h$$

$f = 1.5$, $L = 12.0$, $h = 1.00$ より,

$$\text{〔上弦材〕 } y = -\frac{1}{48}x^2 + \frac{1}{4}x + 1.00$$

$$\text{〔下弦材〕 } y = \frac{1}{48}x^2 - \frac{1}{4}x + 1.00$$

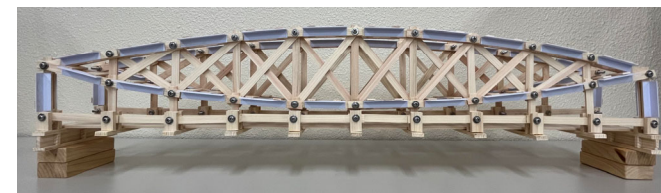
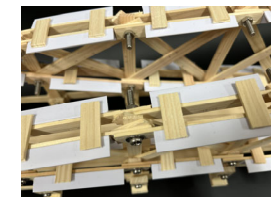
15

設計計算

模型の作製

- ・ 1/15スケールの橋梁模型
- ・ 橋全体のバランスの確認
- ・ 格点部の部材の取り合いの確認

→ 製作・架設の**実現性を検証**



16

設計計算

- 荷重計算
- 断面力の計算
- 断面計算→使用部材の決定
- ピン結合の計算
- 上弦材の横倒れ防止材の計算
- 床組みの計算

以上の計算を手計算で行った

3.2 荷重

図3.4 荷重作用図

※片側1土留並に10m両側を想定する。

○雪荷重
 $S_{10} = S \times Z$
 $= 25 \text{ kN/m}^2 \times 2 \text{ m}$
 $= 50 \text{ kN/m}$
 P-雪の平均積雪量 [kN/m]
 $P = S_{10} \times \cos \theta$
 $= 50 \text{ kN/m} \times 0.999$
 $= 49.95 \text{ kN/m}$

○床組の荷重
 $Q_{10} = Q \times Z$
 $= 1.0 \text{ kN/m}^2 \times 2 \text{ m}$
 $= 2.0 \text{ kN/m}$
 P-床組の平均積雪量 [kN/m]
 $P = Q_{10} \times \cos \theta$
 $= 2.0 \text{ kN/m} \times 0.999$
 $= 1.998 \text{ kN/m}$

○風荷重
 $W_{10} = W \times Z$
 $= 1.0 \text{ kN/m}^2 \times 2 \text{ m}$
 $= 2.0 \text{ kN/m}$
 P-風荷重の平均積雪量 [kN/m]
 $P = W_{10} \times \cos \theta$
 $= 2.0 \text{ kN/m} \times 0.999$
 $= 1.998 \text{ kN/m}$

○自重
 $G_{10} = G \times Z$
 $= 1.0 \text{ kN/m}^2 \times 2 \text{ m}$
 $= 2.0 \text{ kN/m}$
 P-自重の平均積雪量 [kN/m]
 $P = G_{10} \times \cos \theta$
 $= 2.0 \text{ kN/m} \times 0.999$
 $= 1.998 \text{ kN/m}$

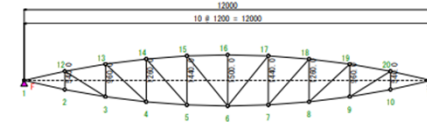
3.3 断面力の計算

図3.5 断面力の計算

○断面力の計算
 $\sum H = 0$
 $\sum V = 0$
 $\sum M = 0$

○断面力の計算
 $\sum H = 0$
 $\sum V = 0$
 $\sum M = 0$

○断面力の計算
 $\sum H = 0$
 $\sum V = 0$
 $\sum M = 0$



【上弦材】 - 軸力 [kN]

【右側主桁】

| 部材1端 | 部材2端 | Nd | +N+i | -N+i | +ΣN | -ΣN |
|------|------|--------|------|--------|--------|--------|
| 12 | 13 | -54.52 | 0.00 | -17.06 | -54.52 | -71.58 |
| 13 | 12 | -54.52 | 0.00 | -17.06 | -54.52 | -71.58 |
| 13 | 14 | -54.03 | 0.00 | -16.93 | -54.03 | -70.96 |
| 14 | 13 | -54.03 | 0.00 | -16.93 | -54.03 | -70.96 |
| 14 | 15 | -53.72 | 0.00 | -16.85 | -53.72 | -70.57 |
| 15 | 14 | -53.72 | 0.00 | -16.85 | -53.72 | -70.57 |
| 15 | 16 | -53.59 | 0.00 | -16.81 | -53.59 | -70.39 |
| 16 | 15 | -53.59 | 0.00 | -16.81 | -53.59 | -70.39 |
| 16 | 17 | -53.59 | 0.00 | -16.81 | -53.59 | -70.39 |
| 17 | 16 | -53.59 | 0.00 | -16.81 | -53.59 | -70.39 |
| 17 | 18 | -53.76 | 0.00 | -16.85 | -53.76 | -70.61 |
| 18 | 17 | -53.76 | 0.00 | -16.85 | -53.76 | -70.61 |
| 18 | 19 | -54.12 | 0.00 | -16.93 | -54.12 | -71.05 |
| 19 | 18 | -54.12 | 0.00 | -16.93 | -54.12 | -71.05 |
| 19 | 20 | -54.66 | 0.00 | -17.06 | -54.66 | -71.71 |
| 20 | 19 | -54.66 | 0.00 | -17.06 | -54.66 | -71.71 |

3.4 断面計算

【上弦材】 山形鋼 (S-110×75×9 (2000)) を使用。
 全等角鋼1本の断面面積を2本に仮定して計算する。
 設計軸力 N = 95,000 N

【床組材】
 有効断面長 L = 1,200 mm
 断面積 A = 2 × 1,200 mm × 2.93 mm = 7,032 mm²
 断面二次モーメント I = 2 × 4,680,000 mm⁴ = 9,360,000 mm⁴
 断面係数 W = 2 × 1,200 mm × 2.93 mm = 7,032 mm³
 断面係数 W = 2 × 1,200 mm × 2.93 mm = 7,032 mm³

【軸力】
 $\sigma = \frac{N}{A} = \frac{95,000 \text{ N}}{7,032 \text{ mm}^2} = 13.51 \text{ N/mm}^2 < 111.08 \text{ N/mm}^2$ OK

【断面係数】
 有効断面長 L = 1,200 mm
 断面積 A = 2 × 1,200 mm × 2.93 mm = 7,032 mm²
 断面二次モーメント I = 2 × 4,680,000 mm⁴ = 9,360,000 mm⁴
 断面係数 W = 2 × 1,200 mm × 2.93 mm = 7,032 mm³
 断面係数 W = 2 × 1,200 mm × 2.93 mm = 7,032 mm³

【下弦材】 山形鋼 (S-110×75×9 (2000)) を使用。
 設計軸力 N = 95,000 N
 断面積 A = 2 × 1,200 mm × 2.93 mm = 7,032 mm²

【軸力】
 $\sigma = \frac{N}{A} = \frac{95,000 \text{ N}}{7,032 \text{ mm}^2} = 13.51 \text{ N/mm}^2 < 111.08 \text{ N/mm}^2$ OK

3.5 橋脚部の設計

【計算式】
 $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$

【計算式】
 $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$

【計算式】
 $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$

【計算式】
 $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$

3.6 橋脚部の設計

【計算式】
 $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$

【計算式】
 $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$

【計算式】
 $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$

【計算式】
 $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$

3.7 橋脚部の設計

【計算式】
 $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$

【計算式】
 $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$

【計算式】
 $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$

【計算式】
 $\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{W}$

ご清聴ありがとうございました

3. 討論

- (1) 歴史的鋼橋の特徴・魅力
- (2) 歴史的鋼橋をどのように継承していくべきか
- (3) 今後、評価されるべき「歴史上」の鋼橋（橋梁）とは？
- (4) まとめ

12

3. 討論

(1) 歴史的鋼橋の特徴・魅力

- 形式の多様性
- 意匠にこだわりを持った歴史的、文化的な背景
- 継承された／されなかった技術・形式
- 改造・改変、転用が行われた経緯

13

3. 討論

(2) 歴史的鋼橋をどのように継承していくべきか。

- 歴史的鋼橋マニュアルは、現在の維持管理とは少し趣が異なる方針を示している。歴史的、文化的の価値（付加価値）としての活用・保存を促している。
- 地方でたまたま残っている橋から積極的に活用する橋へ転換はできないか。転用事例など。SDGsは追い風となるか。
- ぜひ残すべき（残さなければいけない）橋は？
- リベット接合の技術は継承できないのか？
- 設計法の変遷（試行錯誤）、形式、設計・施工での創意工夫などから学ぶこと。
- 同形式の新橋への架替事例（南阿蘇鉄道、第一白河橋梁）

14

若栗橋（既に撤去され現存しない）



- 架橋場所：岐阜県関市
- 完成年：1915年

3. 討論

(3) 歴史的鋼橋と今後評価されるべき「歴史上」の鋼橋（橋梁）とは？

- 歴史的鋼橋≒リベット橋，トラス橋，アーチ橋という固定観念。
- 現在の歴史的鋼橋は，戦前戦後，高度経済成長期の前後，大量生産・標準化の前までなどが一つの基準・区切りとなっている。
⇒この概念を変えることは困難か。別の呼び方はあるのか。
- 戦後土木遺産調査の取り組み：位置づけは将来の重文候補，一次調査リスト等
- 評価の指標，選定される橋梁リストの分析・評価（リストから何が見えるのか）
- 現代の橋梁は100年後，どのように評価されるのだろうか。そもそも100年前の橋は全てが評価の対象にはならない？古ければよいというわけではない。
- 最近の歴史上，重要な位置づけにある橋梁（例えば明石海峡大橋）を「歴史的鋼橋」と呼べる？別の呼称はないか？
- 200年，300年橋梁を目指すには。

16

3. 討論

(4) まとめ

①歴史的鋼橋の特徴・魅力

- 歴史的鋼橋の最大の魅力は**多様性**にある。**技術はその裏付け**であって，**多様性も継承**していくべきである。
- 歴史的鋼橋は，**その時代・社会活動を反映したエビデンス**として捉える。

②歴史的鋼橋をどのように継承していくべきか

- 歴史的鋼橋を残すためには，**地域市民に愛着を持って認知**され，**保存の動きを促す**必要がある。
- リベット接合の技術開発，旧形式の復活などは明るい材料である。
- 撤去から**転用・保存を推進**するために，**活用事例集や情報交換のプラットフォーム**があるとよい。
- **観光資源**として捉えることも有効ではないか。

17

3. 討論

(4) まとめ

③歴史的鋼橋と今後評価されるべき「歴史上」の鋼橋（橋梁）とは？

- 戦後の鋼橋にも**創意工夫**が見られ，**ダイナミックで面白い橋梁**が多数ある。特に昭和30年代，バブル期（1980～1990年代）
- **技術的な観点**（新規性，到達点，唯一性／希少性，意匠性等）で評価することができる。
- **「歴史上」という視点**で捉えれば，比較的最近の鋼橋も**「歴史的鋼橋」として評価**できるのではないか。
- 多様性に富む歴史的鋼橋から**学ぶべき点が多い**。それを**伝える鋼橋を残していく**必要がある。
- 最近，建設される形式は**ほぼ鋼桁**で，多様性が見られない。技術の継承として**危機的な状況**にある。

18

ご視聴ありがとうございました。
ご質問，コメントは下記よりお願いします。
<https://committees.jsce.or.jp/steel22/>



令和5年度 土木学会全国大会 研究討論会
歴史的鋼橋からの技術の伝承

19