

錦帯橋国際シンポジウム

木造文化の粋－錦帯橋の真実性（Authenticity）を問う－

報 告 書

平成20年 **1**月**27**日(日)

13:00~17:00

ところ／ホテルかんこう

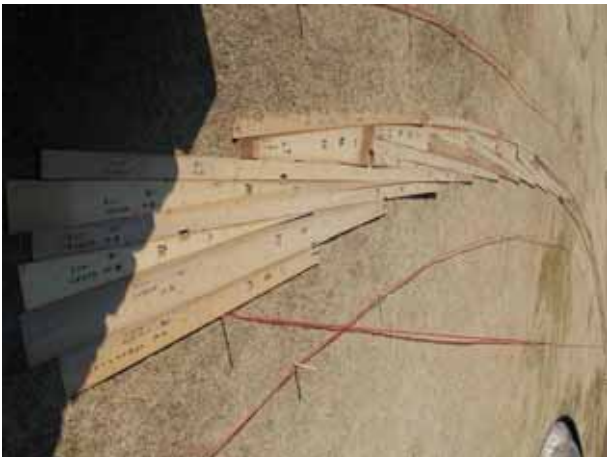
シンポジウム当日の様子



ミシェル・コット氏、エリック・デロニー氏ともに、流麗で精緻な錦帯橋の構造に魅了されました。



1/5 スケールの精密な模型は、錦帯橋の構造と木組技術を分かりやすく紹介します。



平成の錦帯橋で実際に使われた現寸の型板には、加工に関する様々な情報が記されています。
橋を渡るだけでは、こうした情報を得ることはできません。錦帯橋に関する「なぜ？どうして？」
にこたえられるしくみづくりが急がれます。



報告書作成にあたって

岩国は錦川の賜物であります。

江戸時代に入り吉川氏が移封されてから現在に至るまで、この豊かな川の恩恵を受けて岩国が栄えてきました。しかし、この川は時として洪水となり人々に襲いかかります。錦川の治水こそ、岩国の地で暮らすための長年の課題であり、流されない橋への思いを成就させた錦帯橋は、錦川治水の象徴であり、「岩国の宝」であります。

この錦帯橋について、世界遺産への登録を目指し、日本の世界遺産暫定リストに掲載する資産として「錦帯橋と岩国の町割」と題した提案書を山口県とともに作成し、平成 18 年 11 月に文化庁に提出しました。

世界遺産暫定リストとは、国連教育科学文化機関（ユネスコ）において世界遺産登録をする前段として、参加している各国が将来の遺産候補について掲載したリストです。従来、文化遺産については文化庁が直接選定し、掲載していましたが、平成 18 年度及び 19 年度の 2 年間、地方公共団体による提案制度が実施され、平成 18 年度は 24 件の資産が提案されました。このうち、4 件の資産が暫定リストに掲載され、錦帯橋を含むその他 20 件の資産については平成 19 年度への継続審議となりました。

この審議の中で、「錦帯橋と岩国の町割」については、主に錦帯橋が架け替えを行っていることによる材料の真実性の低さが指摘されております。古い木材が残っていないため、錦帯橋自体が「本物」であることを別の方法で証明しなければならないのです。

こうした課題に対して、岩国市では「岩国城下町エリアの文化的景観等検討委員会」を、山口県では「山口県文化財等活用調査研究委員会」をそれぞれ設置し、課題に対して検討を重ね、平成 19 年 12 月に再提案書を提出しました。

さらに、錦帯橋の持つ真実性を高めるため、国内外の専門家を招致し、平成 20 年 1 月「錦帯橋国際シンポジウム」を開催することとなりました。

シンポジウムには、スペインのビスカヤ橋の世界遺産登録の際に国際記念物遺跡会議（イコモス）の調査員として御尽力されたフランスのミシェル・コット氏や、世界の橋梁に精通し、著書『世界遺産としての潜在価値を持つ 120 余の橋梁』の中で錦帯橋について執筆されたアメリカのエリック・デロニー氏をはじめとし、多くの国内の専門家の方々による「真実性」という専門的で難しい討論が行われたにもかかわらず、全体で 400 人以上の方に御参加いただきました。

この討論の結果は、「岩国の宝」を「世界の宝」として遺していこうとしている我々を大変勇気づけてくれるものとなりました。

本報告書は、シンポジウムの全容をまとめたものです。当日御参加いただけなかった方にも、活力に満ちたこの内容を知っていただければ幸いに存じます。

シンポジウムの開催にあたって、フランス・アメリカから遠路はるばるお越しいただいたミシェル・コット氏、エリック・デロニー氏、当日のコーディネートはもとより両外国人の来岩にあたって御尽力いただきました熊本大学の小林先生、それぞれの立場から錦帯橋に向けた熱い思いを語っていただきました新潟大学の大熊先生、早稲田大学の依田先生、名古屋大学の佐々木先生、岩国伝統建築協同組合理事長の中村氏、そして御後援いただきました団体各位、御参加いただきました皆様に、心から感謝申し上げます。

岩国市長 福田 良彦

目 次

プログラム	1
プロフィール	2
第1部 基調講演「錦帯橋と世界の優れた橋」	
1. アメリカにおける木橋から鉄橋への発展	
講師 エリック・デロニー	5
2. 2006年に世界遺産登録されたビスカヤ橋について	
講師 ミシェル・コット	14
第2部 パネルディスカッション「世界遺産として見た錦帯橋の価値」	
1. 議論の流れ	23
2. 「錦帯橋はアーチ構造か？」依田 照彦	23
3. 「木造である錦帯橋の位置付け」佐々木 康寿	29
4. 「錦帯橋の架橋技術」中村 雅一	33
5. ディスカッション本編	36
シンポジウム寄稿文	
大熊 孝「自然と共生する錦帯橋に世界遺産の真髄を見る」	45
依田 照彦「錦帯橋の構造」	46
中村 雅一「錦帯橋の架橋技術の伝承に警鐘」	47
小林 一郎「錦帯橋国際シンポジウムを終えて」	48
参考資料ミシェル・コット氏からの手紙	50
ユネスコ世界遺産委員会「技術遺産」に関する採択	52
エリック・デロニー氏の掲載記事	58

プログラム

13:00 開会挨拶	大伴國泰 岩国市長職務代理者
来賓挨拶	吉川重幹 吉川家第32代当主
	高田和博 岩国市議会議長
	磯野恭子 岩国市教育委員会教育長
13:30 基調講演 錦帯橋と世界の優れた橋	エリック・デロニー アメリカ「技術と工業遺産出版社」社主
	「アメリカにおける木橋から鉄橋への発展」
14:30	ミシェル・コット フランス イコモス・アドバイザー
	「2006年に世界遺産登録されたビスカヤ橋について」
15:30 パネルディスカッション 世界遺産として見た錦帯橋の価値	
パネリスト	エリック・デロニー アメリカ「技術と工業遺産出版社」社主
	ミシェル・コット フランス イコモス・アドバイザー
	大熊 孝 新潟大学工学部教授
	依田 照彦 早稲田大学創造理工学部教授
	佐々木 康寿 名古屋大学大学院教授
	中村 雅一 岩国伝統建築協同組合理事長
コーディネーター	小林 一郎 熊本大学大学院教授
17:00 終了	

プロフィール

Michel COTTE (ミシェル・コット) フランス

ナント大学フランソワ・ヴィエット科学技術史センター名誉教授、ICOMOS アドバイザー

1944 年生まれ。

1985 年より技術史に関する研究を開始。国立科学研究センター、国立工芸院技術史研究所等を経て、1998 年からベルフォール・モンペリアール工科大学教授、2003 年からはナント大学フランソワ・ヴィエット科学技術史センター長を務める。現在は同センター名誉教授。研究分野は土木史、技術史、技術移転、産業革命。産業遺産の評価に関する研究としては、土木遺産及び産業遺産、産業遺産評価へのコンピューターグラフィックの適用など。

1994 年にミディ運河（フランス）の世界遺産登録に関する調査を実施して以来、世界各地の世界遺産登録に携わる。

著書等

- 1) 「スガン文庫 ～フランスの産業革命の起源へ～」、プリヴァ出版、1997 年
- 2) 「ミディ運河 ～ヨーロッパの驚異～、ユネスコ世界遺産リスト」、ブラン出版、2003 年
- 3) 「産業スパイから技術調査へ」、UTBM&Franche-Comté 出版、2005 年
- 4) 「産業革命における選択～スガン社～」、ピュル出版、2007 年
- 5) 世界初の本格吊橋トゥルノン橋の上部工について、土木史研究論文集 Vol.16、1996 年（共著者：小林一郎、平成 8 年度土木学会論文賞受賞）



Eric DeLony (エリック・デロニー) アメリカ

合衆国国務省国立公園アメリカ技術歴史保存担当主席（退官）
現合衆国ニューメキシコ州サンタフェ「技術と工業遺産出版社」社主

1944 生まれ。

1971 年から 1987 年まで、主要建築技術担当、上級プログラム管理者（1987 年）兼ねてアメリカ技術歴史保存(HAER)を担当し、合衆国議会図書館所蔵永久保存用にアメリカの工学、工業・技術遺産の図面、写真、歴史のための国立公園業務プログラム作成。

1987 年以降、国務省公園業務担当主席で勤務、工学、工業遺産の権威として合衆国内外における会議、シンポジウムに出席。

退官後、技術関係者、輸送当局者、個人、地域関係者等と合衆国にある歴史的な橋を保存するための活動を継続中。

著書等

- 1) 「ランドマークとしてのアメリカの橋」、アメリカ土木学会（共同出版）、1993 年
- 2) 「世界遺産の橋の背景（世界遺産会議講演論文）」、国際産業遺産保存委員会（共同出版）、1997 年
- 3) 「『HAER』と技術遺産の記録：30 年間の仕事に関する考察」、アメリカ産業考古学会誌、Vol.25, No.1、1999 年
- 4) 「残存するアメリカの鋳鉄橋及び錬鉄橋（アメリカ土木史研究 10）」、アッシュゲート出版、2000 年



小林 一郎（こばやし いちろう）

1951年5月 別府市生れ。

熊本大学大学院・自然科学研究科・教授。工学博士。

専門は設計論、景観工学、土木デザイン史。

略歴：1976年 熊本大学大学院工学研究科 土木工学専攻修士課程修了

1989年 工学博士（京都大学）

1992年 国立リヨン中央工科大学（フランス）固体力学教室訪問研究員

1997年（社）土木学会論文賞受賞（「世界初の本格吊橋トゥルノン橋の上部工について」）

1997年より現職

2007年 国立ナント大学エコールポリテクニク（フランス）招待教授

主な著書：「風景の中の橋 ～フランス石橋紀行～」（槇書房、1998）、「景観と意匠の歴史的展開－土木構造物・都市・ランドスケープ－」（信山社サイテック、1998、共著）、「ヨーロッパのインフラストラクチャー」（土木学会、1997、共著）、「建物の見方・しらべ方－近代土木遺産の保存と活用」（ぎょうせい、1998.7、共著）

岩国との関わり：岩国城下町エリアの文化的景観等検討委員会・副会長（2007-2008）

主な活動：土木学会・土木史研究委員会・幹事長（1999-2003）、土木学会・西部支部選奨土木遺産選考委員会・委員長（2001-2002）土木学会・景観デザイン委員会・委員（2007-） 風景デザイン研究会・会長（2006-）



大熊 孝（おおくま たかし）

1942年8月 台北市生れ。引き揚げ後、高松、千葉、長岡、新潟に住む。

新潟大学名誉教授（シンポジウム当日は同大学自然科学系・工学部建設学科・教授）。工学博士。専門は河川工学、土木史。自然と人間の関係がどうあればいいのかを、川を通して研究しており、川の自然環境を守るとともに、治水・利水のあり方を地域住民の立場を尊重しながら考察している。

略歴：東京大学大学院工学系研究科博士課程終了後、新潟大学工学部助手に着任。講師、助教授を経て現職。

主な著書：「利根川治水の変遷と水害」（東大出版会、1981）、「洪水と治水の河川史」（平凡社、1988）、「日本土木史」（技報堂、1994、共著）、「川を制した近代技術」（平凡社、1994、編著）、「川がつくった川・人がつくった川」（ポプラ社、1995）、「日本のダムを考える」（岩波ブックレット、1995、共著）、「技術にも自治がある－治水技術の伝統と近代－」（農文協、2004）

岩国との関わり：錦帯橋修復検討委員会・専門部会長（1997-2004）、錦帯橋みらい構想検討委員会・会長（2005-2007）、岩国城下町エリアの文化的景観等検討委員会・委員長（2007-2008）

主な活動：黒部川ダム排砂評価委員会委員、NPO 法人新潟水辺の会（代表）、通船川・栗ノ木川下流再生市民会議（会長）、水郷水都全国会議（共同代表）、日本野鳥の会（学術顧問）



依田 照彦（よだ てるひこ）

早稲田大学理工学術院創造理工学部・教授。工学博士。

専門は構造工学、橋梁工学、構造力学。

経歴：1970年 早稲田大学理工学部土木工学科卒業

1972年 早稲田大学大学院理工学研究科修士課程修了

1977年 早稲田大学理工学部・助手

1978年 工学博士（早稲田大学）

1980年 早稲田大学理工学部土木工学科・専任講師

1982年 早稲田大学理工学部土木工学科・助教授



1987 年 早稲田大学理工学部土木工学科・教授

2006 年 改組により理工学術院創造理工学部・教授 現在に至る

著書：「構造力学」((共著)、彰国社、1999 年 7 月)、「鋼構造技術総覧[土木編] 第 3 章 設計基準」(日本鋼構造協会、技報堂出版、1998 年 5 月)、「土木工学ハンドブック“ 第 7 編 構造力学 ”」((共著)、土木学会、技報堂出版、1989 年 11 月)

表彰：2005 年 5 月

1976 年 相川建設、入門(大工) 土木学会田中賞(論文部門)

岩国との関わり：錦帯橋強度試験(1998、2004、2005)、錦帯橋強度実験(2001-2003)、錦帯橋修復検討委員会専門部会委員(1997-2004)、岩国城下町エリアの文化的景観等検討委員会委員(2007-2008)、名勝錦帯橋保存管理計画策定委員会委員(2007-2008)

主な活動：鉄道鋼・合成構造物設計標準に関する委員会 委員長、鋼連続合成桁の合理化に関する技術検討委員会 委員長、日本橋の保存と管理に関する検討委員会 委員長、土木学会、日本鋼構造協会、日本計算工学会、鋼橋技術研究会、アルミニウム橋研究会、IABSE、日本測量協会、日本写真測量学会、日本道路協会、プレストレストコンクリート技術協会、関東工学教育協会

佐々木 康寿(ささき やすとし)

名古屋大学大学院生命農学研究科・教授(生物圏資源学専攻)。農学博士。
専門は木材強度学、木質構造学、木質環境学。

略歴：1976 年 名古屋大学農学部林産学科卒業。

1981 年 同大学院博士課程修了、農学博士。

日本学術振興会奨励研究員、名古屋大学助手、助教授を経て、現職。

平成 5~6 年、ミュンヘン大学木材工学研究所およびウィーン工科大学木質構造学研究室において、木材の構造利用に関する研究および中央ヨーロッパ地域における木造橋の調査研究に従事。

表彰：1998 年 日本木材学会賞、日本非破壊検査協会奨励賞

岩国との関わり：「第 5 回木の建築フォーラム 岩国」パネリスト(2004)、岩国城下町エリアの文化的景観等検討委員会委員(2007-2008)

主な活動：日本木材学会常任委員、日本土木学会「環境負荷低減型土木構造計画および施工法の基礎調査研究委員会」委員(1999-2001)



中村 雅一(なかむら まさかず)

1957 年 4 月 岩国市生まれ。

岩国伝統建築協同組合理事長。大工。

経歴：1976 年 山口県立岩国工業高等学校卒業

1983 年 2 級建築士取得

1989 年 中村工務店として独立

1995 年 1 級建築士取得

2000 年 岩国伝統建築協同組合 専務理事

2001 年~2004 年 錦帯橋架橋工事

2006 年 岩国伝統建築協同組合 理事長 現在に至る

岩国城下町エリアの文化的景観等検討委員会委員(2007-2008)



第1部 基調講演 錦帯橋と世界の優れた橋

1. アメリカにおける木橋から鉄橋への発展

原題：The Evolution of Timber to Iron Bridge in the USA



エリック・デロニー アメリカ「技術と工業遺産出版社」社主

古い橋の魅力とは何でしょうか？(写真1)。ゴールデンゲート橋(写真2)やブルックリン橋(写真3)の懸垂線か、それとも午後の空にくっきりと浮かぶハープのようなケーブルでしょうか？あるいは、エレクター・セット¹の金属トラスのような精密さや(写真4)、片持形式のトラス(写真5)、トラスの弦材や鉛直材(写真6)がリベットやピンに支えられ(写真7)、重力に逆らいながら広い川をまたいでいるからでしょうか？(写真8)。それとも伝統的な材料や形の石造アーチ(写真9)、屋根付きの木橋(写真10)が安らぎを与えてくれるからかもしれません。



写真1：ヘンドリックのフェリー橋（1909年）



写真2：ゴールデンゲート橋（1937年）



写真3：ブルックリン橋（1883年）



写真4：ウォルナット通り橋（1890年）



写真5：カーキネス海峡の橋（1927年建設、1958年再建、2003年移設）



写真6（左）：キンズア高架橋（1900年建設、2003年竜巻により全壊）



写真7（右）：ヘイデン橋（1882年建設、1900年再



写真8: ベローフォールズのアーチ橋
(1905年完成、1982年撤去)



写真9: トーマス高架橋 (1835年建設)



写真10: ブリッジポートの屋根付き橋
(1862年建設)

どうして古い橋は魅力的なのでしょう？ボルトや梁が見えない建築物と違って、すべての部材がむき出しだからでしょうか？(写真11)。それとも、緻密な応力計算によって、最小で最大の効果を発揮する材料（例えば木材、石、コンクリート、鉄）そのものが持っている効果なのでしょう？(写真12)。橋は機能性を優先して生み出され、時間とお金を節約するために設計され、時に美を求められます。それらが達成された時、ウィトルウィウス²の言う「用・強・美」を体現するのです。経済性、強さ、そして喜び(写真13～15)・・・それがエンジニアリングの真髄です！

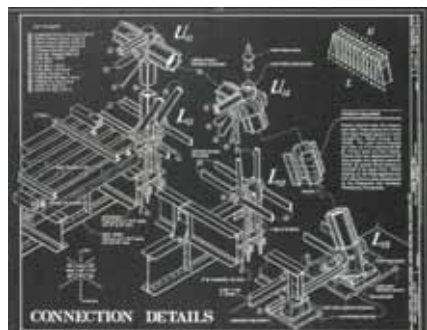


写真11: 解説図 (『HAER』掲載)



写真12: ライラックロード
(1979年建設)



写真13: ホイップルの鉄製
ボーストリングトラス橋 (1867年建設)



写真14: スタラッカ高架橋 (1848年)



写真15: セントラルパークのゴシックアーチ

木橋は世界で最も古いタイプのひとつです。西洋の人間はつい最近になってようやくアジアの木橋を知ったばかりです。我々の橋梁の歴史はローマ時代にまで遡ります。ローマはアーチ式の水道橋で最も知られています。我々の多くはレリーフに描かれたトラヤヌス橋(写真16)に親しみを感じています。アポロドーロス³によって、アイアンゲート（鉄の門）の東にあるトゥルヌ-セヴェリン（ルーマニア）を流れるドナウ川に建設されたこの橋は、当時世界で最もスパンの大きな木橋でありました⁴。

ローマ人は数多くの木橋を建設しました。もっとも早いのは紀元前621年に建設されたスプリキウス橋で、アヴェンティーノの丘へアクセスするためにローマのチベル川にかけられました。木橋に関する最も古い記述は、ユリウス・カエサルの著書『ガリア戦記』に見られます。木製の橋脚を持ったこの橋は、紀元前55年にライン川に建設されました。これと同じタイプの橋としてはヴェニス近郊のバッサノ・デル・グラッパに建設されたアルピニ橋(写真17)がある。本橋はパラディオ⁵によって建設され、1945年に解体されました。その後1948年に復元されています。

この他、木製アーチ橋としては1749年にウィリアム・エスリッジによって設計され、ジェームス・エセックスによって建設されたマスマティカル橋(写真18)があります。本橋は1866年と1905年に架け替えがおこな

われたのですが、いずれの場合も全く同じデザインが踏襲されました。



写真 16：トラヤヌス橋
(紀元前 103-105 年)



写真 17：アルビニ橋
(1569 年完成、1948 年再建)



写真 18：マスマティカル橋
(1749 年建設)

もうひとつはカナレット⁶の絵画に描かれたオールド・ウォルトン橋(写真 19)です。本橋もまたウィリアム・エスリッジによる設計で、1748 年から 1750 年にかけて建設されました。この橋は強度、構造、すばらしいアーチが賞賛され、カナレットは 1754 年以降 2 度もこの橋を絵画に描いたほどであります。

木橋は中世に建設されましたが、西洋では現存するものではありません。ヨーロッパに現存する木橋を見つけるためには、18 世紀にまでさかのぼる必要があるのです。これらはスイスの大工によって建設されたスパンの長い木製の屋根付き橋です。彼らにとって、大規模な木製の構造物を建設する技術とは、強度計算や解析技術などではなく、感覚的に伝えられた言語のようなものであります。最も有名なのはスイスのグルーベンマン兄弟(ヨハネスとウルリッヒ)⁷で、ライシュノー橋(1557 年)、レイチェナウのシャフハウゼン橋(写真 20)、ウェッチンゲン橋(1556 年)などで、長方形断面の鉛直材を組み合わせ、当時としては注目すべき大スパンのトラス橋やアーチ橋を建設しました。スイス北部のライン川に架かるシャフハウゼン橋は、スパン 52m と 59m の 2 径間を持っており、中央は柱で支えられています。この橋は 1779 年、ナポレオン戦争の際にフランス軍によって破壊されてしまいました(写真 21)⁸。グルーベンマンの橋で現存する最古の橋は、1767 年にチューリッヒ近郊に建設されたスパン 27m のムラング橋です。18 世紀後半までに、単純な長方形フレームに筋交いを入れたものや、多角形、アーチの構造を用いることで、木橋のスパンは 61m に達しました。こうしたスイスの橋は高く評価を受けてはいるものの、他の場所で模倣されるということはありませんでした(写真 22)。



写真 19：カナレットの絵画

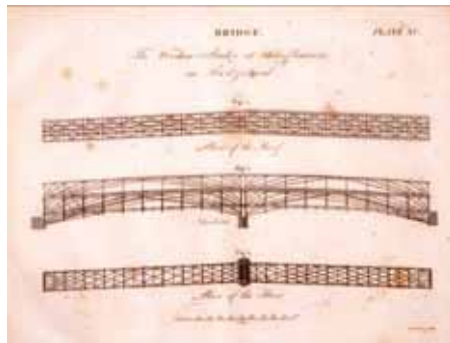


写真 20：シャフハウゼン橋
(1558 年建設)



写真 21：爆破されるシャフハウゼン橋
(1799 年)



写真 22：ジョン・ソアンとスイスの木橋
(2003 年)

私の知る限りにおいて、錦帯橋と比較しうるような橋は欧米には存在しません。最も近い構造を持った橋は、ニューヨークのハドソン川を越えるため、トーマス・ポップによって提案されたフライング・ペンダント・レバーと呼ばれる橋です(写真 23)。これは片持ち梁の一種なのですが、その構造(写真 24) は複雑に組み合わされた錦帯橋のそれを想起させます。1811 年にポップの著した『橋梁造形概論』は世界中のエンジニアに知られています。これはアメリカで最初にハドソン川に橋を架けることを提案した本であります⁹。この本は、東洋の例まで含む世界中の橋を概観していることに大きな価値があります。アメリカの屋根付き橋の系譜はヨーロッパを起源としています。世界遺産登録を目指すならば、錦帯橋の系譜を辿ることは日本の橋梁技術者の義務であるでしょう。

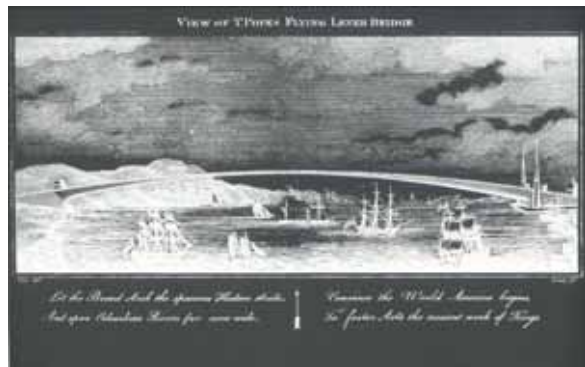


写真 23：フライング・ペンダント・レバー橋
(1811 年)

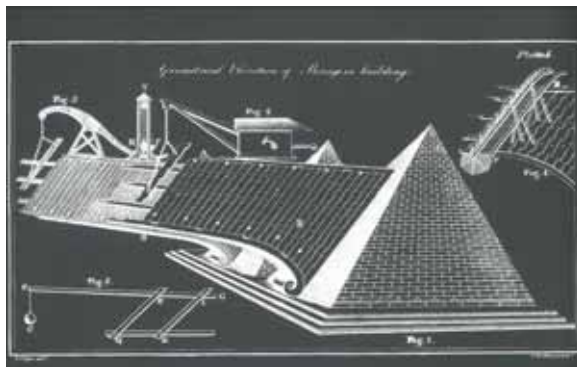


写真 24：フライング・ペンダント・レバー橋の構造

絶対的なものではありませんが、ヨーロッパからアメリカへの流れの系譜は以下になるのではないかと思います。アポロドーラスのドナウ橋(紀元前 105 年)は、ローマ式の伝統的な鉛直材と梁で構成されています。これは、屋根付きトラス橋を由来とするキングポストトラス、クイーンポストトラスです。レディング鉄道に架かるキングポストトラス橋(写真 25)、各国で翻訳されたパラディオの有名な著書である『建築四書』に描かれた木製トラス橋¹⁰(写真 26)、グルーベンマン兄弟の多角形の骨組みとアーチ構造、レイチェナウ、シヤフハウゼンやウェッチング、アメリカのティモシー・パーマーによるスクルキル橋(写真 27)のような木製トラスアーチ橋。フィラデルフィアでセオドア・バーが 1804 年に開発し、1906 年に特許を取得したアーチトラス(写真 28・29)。

ドイツ移民ルイス・ワーンワグのアップパー・フェリー橋(写真 30)¹¹、イスィエル・タウンのラチストラス(写真 31)、補修を受けたコルニッシュ・ウィンザー橋(写真 32)、ステファン・ハリマン・ロングのプレストレストラス(写真 33)。



写真 25：レディング鉄道に架かる橋

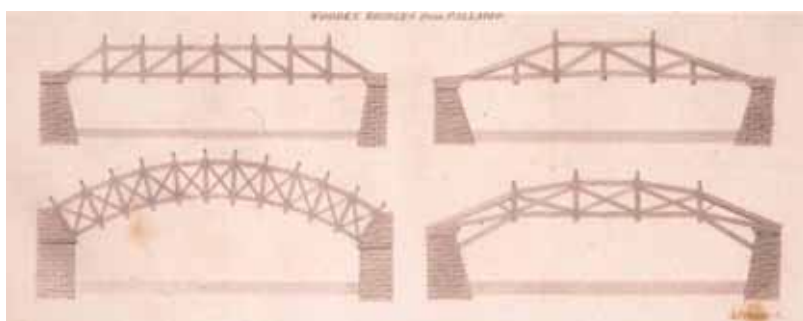


写真 26：パラディオの木橋

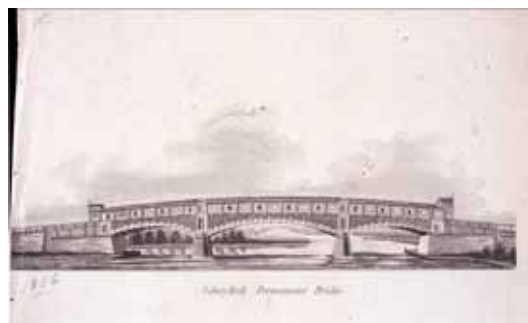


写真 27：スクルキル橋(1805 年建設)



写真 28：バーのアーチトラス



写真 29：バーのアーチトラス内部



写真 30：アッパー・フェリー橋
(1812 年完成、1838 年焼失)



写真 31：イスイエル・タウンの
ラチストラス (1820 年特許取得)



写真 32：コルニッシュ・ウィンザー橋
(1866 年建設、1989 年補修)

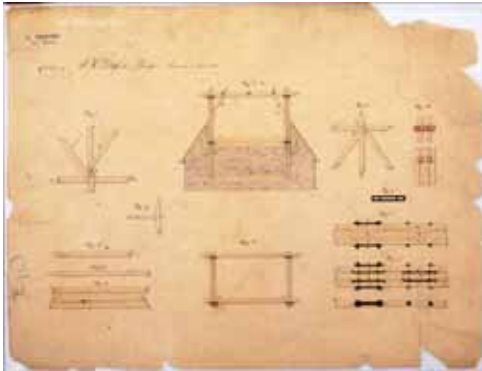


写真 33：プレストレストラス
(1830 年特許取得)

続いてはハウが 1840 年に取得した特許で(写真 34)、木製の鉛直材の代わりに、長さの調整が可能な鉄製の部材を用いることで、鉛直材が引張りを、斜材が圧縮力を受ける構造となっています。

写真 35 は铸铁製部材の定着部を示している。これによって、大規模なトラスに構造上の余裕を持たせることが可能となりました。

写真 36 は、ハウがサスケハナ川に架けた木鉄混合トラスで、『サイエンティフィック・アメリカン』に紹介されたものです。本橋はアーチによって補強されています。ハウの特許は鉄道橋及び道路橋の標準的な構造となりました。19 世紀、アメリカでは木製骨組み構造の橋梁に関する多種多様な特許が取得されました。

写真 37 はマッカラムが 1857 年に特許を取得したアーチトラスで、デラウェア川に架かるエリー鉄道のソーミルリフト橋であります。写真 38 は、コヴィントンのハンプバック屋根付き橋で、多重のキングポストアーチトラス構造となっています。

写真 39 はハーポール・マニング橋です。これは木製ハウトラスのボックス形式として希少な例です。グレート・ノーザン鉄道によって建設されたが、現在は道路橋として利用されています。

歴史家は、急速な発展を必要とした初期のアメリカにおいては、技術革新が不可欠であったと推測しています。アメリカにはヨーロッパのように石造アーチの伝統がありませんでしたが、その一方で豊富な木材と熟練した大工がいました。このため、未発達この国では木橋の文化が高い水準で発展し始めたのでした。荒野を流れる小川や大河川に橋を架けることは、アメリカの開拓者にとってはごくあたり前の仕事でした。アメリカでの発展では、鉄よりも木材が、铸铁アーチよりもトラス構造が好まれました。



写真 34：ハウの特許 (1840 取得)



写真 35：鉛直材の定着部



写真 36：サスケハナ川の木鉄混合橋
(1867 年建設)



写真 37：マッカラムのアーチ
トラス（1857 年特許取得）



写真 38：ハンプバック屋根付き橋
（1857 年建設）



写真 39：ハーポール・マニング橋
（1922 年建設、1928 年再建）

トーマス・ファーノルズ・プリチャード¹²が設計し、アブラハム・ダービー¹³によってコールブルックデール（イギリス）のセヴァーン川に建設されたアイアンブリッジは世界で最初の鑄鉄橋であります(写真 40)。また、フランスではポン・デ・ザールが建設されています(写真 41)。これは、1984 年に大きな変更が加えられて架け替えられました。

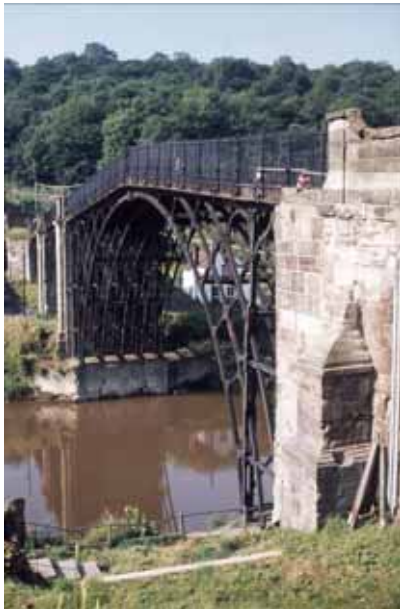


写真 40：アイアンブリッジ
（1779 年完成）



写真 41：ポン・デ・ザール（1803 年建設）

原生林に恵まれたアメリカでは、19 世紀初頭は大工技術者の時代でありました。ティモシー・パーマー¹⁴やルイス・ワーンワグ¹⁵、セオドア・バー¹⁶、イスィエル・タウン¹⁷といった大工は、トラス構造を経験的に考案・建設し、そのノウハウを親方から弟子へと伝えました。模型を作り、それが破壊するまで荷重をかける実験がおこなわれました。壊れた部材をより強い部材に置き換えるという作業を、模型が重量を支えられるようになるまで繰り返しました。ヨーロッパ人はパーマーやバー、ワーンワグらの木橋を高く評価しました。彼らによって建設された木橋のうち、アメリカには約 750 橋が残っています。

1830 年、英国では鉄道橋がおこり、アメリカはそれに追従しました。18 世紀中頃まで、他のどの国よりも突出していたアメリカの鉄道は、大スパン橋梁を数多く必要としました。鉄道は路面を水平にする必要があります。しかし、初期の木製トラス橋で多用されたアーチ構造ではその実現が困難であったため、徐々に利用されなくなっていました。橋梁エンジニアも 10 年ごとに訪れる蒸気機関車の重量増加に対応しなければならなかったのです。木材は 20 世紀に入っても好んで利用されていたのですが、一方で 1850 年頃までに、鉄製トラス形式の改良が進められていきました。

1845 年、ペンシルバニア鉄道はフィラデルフィア郊外のマナユンクに全鉄製のハウトラスを建設しました(写真 42)。本橋は鉄道橋としてはアメリカで最初の全鉄製橋梁です。しかしながら、橋梁建設の基準となった

のはプラットトラスです。

ハウの特許に対抗する形で、トーマス&カレブ・プラットは 1884 年に調節が可能な鉄製の斜材を持った構造に関する特許を取得しました(写真 43)。これは木橋では多用されなかったのですが、橋梁の建設材料として鉄が木材に取って代わる 1850 年には一般的になりました。

写真 44 は、1885 年にトレントンに建設されたカルホーンストリート橋です。

19 世紀の中頃、アメリカの製鉄産業がヨーロッパに追いついた時、橋梁建設は不静定構造の力学とは異なる方向へ進みました。ヨーロッパではリベットで剛結された骨組み構造が好まれたのですが、アメリカでは混合構造が利用されました。それは、ジョイントブロックと圧縮部材にピン結合の鋳鉄製トラス構造を用いて、引張り部材には鋳鉄製のアイバーと錬鉄の棒を用いたもので、驚くほどの強度を発揮しました。

またアメリカでは、プレハブシステムが普及しました。なぜならば、アメリカでは熟練工が不足していたのです。さらに、それぞれの架橋地が離れていたために優秀なリベット工や大きな部材の輸送が困難であったのです。さて、この形式の典型と言えばボールマントラス橋です。ウェンデル・ボールマン¹⁸はエンジニアではありませんでしたが、1852 年に特許を取得しました。写真 45 はボールマンによって建設された橋ハーパーズ・フェリー橋です。本橋はボルティモア・オハイオ鉄道によって 1870 年にポトマック川に建設されました。その後、鉄道の線形変更の際に道路橋へと転用されましたが、1936 年に起こった洪水によって流されてしまいました。しかし、幸運にもアメリカには同じタイプの鉄製橋梁が残っています。1869 年にサヴァージュで建設されたトラス橋は、ボールマン形式を代表する希少かつ魅力的な例です(写真 46)。

1970 年代の中頃から、イギリスと以前の植民地の間では最適な構造とは何か？という問題について活発な議論が交わされました。主要な論点は、組立が容易なアメリカのピン結合トラスとヨーロッパのリベットトラスと、どちらが良いのかということでありました。リベットを用いた剛結トラスは造形に優れるのですが、アメリカの橋梁は 20 世紀初頭まで世界の橋梁市場で競争力を持っていました。なぜならば、経済的で架設が容易だったからです。



写真 42: マナユンクのトラス橋 (1845 年)

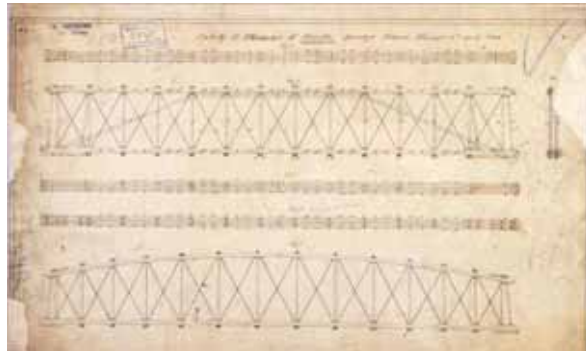


写真 43: トーマス&カレブ・プラットの特許 (1884 年)



写真 44: カルホーンストリート橋
(1885 年建設)



写真 45: ハーパーズ・フェリー橋
(1870 年建設)



写真 46: ボルティモア・オハイオ鉄道の
ボールマントラス橋 (1869 年)

最後に、私がナショナル・パーク・サービスに務めていた時に目にした日米間の技術交流についてお話ししてこの講演を終わりたいと思います。ナショナルトラストの招待で、1995 年に初めて日本を訪れたとき、私は大阪市橋梁課の川村氏とともに、一日かけて大阪の橋巡りを楽しみ、写真を撮影しました。その中で印象に残っている歩道橋があります。この橋は絵画の描かれた大きなパネルと、花壇が据え付けられていました(写真 47)。パネルに描かれていたのがどの橋だったのか正確にはわかりませんが¹⁹、それは柱-梁構造の一例、つまり人類が古くから利用している形態でありました。それはイエローストーン国立公園のフィッシング・ブリッジに

類似しています(写真 48)。

もうひとつの例は八幡橋です(写真 49)。これは現存するホイップルボーストリングアーチトラスとして世界的にも有名です。スパン 15.1mを持つこの橋は、1878 年に京橋の楓川に建設されました。建設当時は弾正橋と呼ばれていました。本橋の設計者は松本莊一郎で、1871 年から 1876 年の間ニューヨークのレンセラー工科大学に在籍していました。1926 年に発行された土木学会誌に掲載された論文は次のように始まっています。「京橋に、弾正橋と呼ばれた橋がありました。松本壯一郎²⁰は、東京府御用掛などを経てのちに鉄道局長官となりました」1929 年、この橋は深川八幡神社へと移設され、八幡橋と改称されたのです。そして今では重要文化財となっています。本橋は東京で最も古い鉄製橋梁です。下弦のトラニオン鋳鉄には菊の御紋があらわれています(写真 50)。1989 年、本橋はASCEによって日本の歴史的土木ランドマーク(Japan Historic Civil Engineering Landmark)に指定されました。



写真 47：大阪の橋



写真 48：フィッシング・ブリッジ
(1937 年建設)



写真 49：八幡橋 (1878 年建設)



写真 50：下弦材の菊の御紋

この橋は、アメリカのエンジニア、スクワイア・ホイップルの特許技術によって 1841 年に建設されました(写真 51)。ホイップルの特許にある図面において、彼はパラディオの古典的な木製骨組み構造トラスを描いています(写真 52)。1872 年に建設され、オハイオ州立大学のキャンパス内に移設されたロデリック橋(写真 53)は 12 橋現存するホイップルのひとつです。

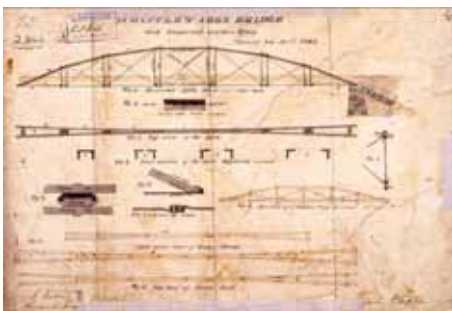


写真 51：ホイップルの特許

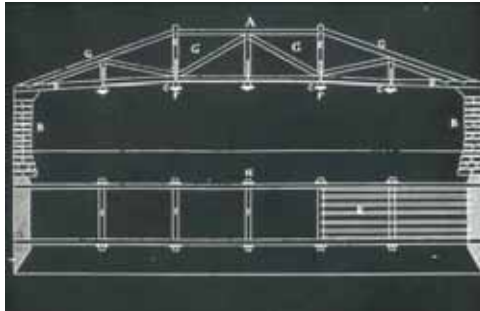


写真 52：パラディオのトラス



写真 53：ロデリック橋

アメリカには、世界遺産に登録された橋梁はありません。私はアメリカの橋梁の発展についてお話するために招かれたことを誇りに思います。この意見交換によって、錦帯橋が日本の橋として最初に名誉あるリストへの登録に向けた一助となることを願います。

<参考文献・訳注>

¹ アメリカで良く知られる建設機械や構造物を模した玩具

² Marcus Vitruvius Pollio：ローマの建築家。紀元前 46～紀元後 30 に活躍。カエサルとアウグストゥスに仕えた。

³ Appollodorus：ダマスカス生まれ。2 世紀頃にローマで活躍したギリシアの建築家。トラヤヌス帝に仕えて円形闘技場、音楽堂、浴場、

トラヤススのフォロなどを建設した。

- ⁴ Francis E. Griggs, Jr. "Trajan's Bridge: The World's First Long-Span Wooden Bridge," *Civil Engineering Practice: Journal of the Boston Society of Civil Engineers Section/ASCE*, Spring/Summer 2007, Vol. 22, No. 1.
- ⁵ Palladio : (1508-1580) イタリア・ルネサンスの代表的建築家。
- ⁶ Giovanni Antonio Canal, Canaletto : ヴェネツィア共和国の風景画家(1697-1768)
- ⁷ Johannes and Ulrich Grubenmann : ヨハネス(1707-1771)とウルリッヒ(1709-1783)スイス北東部の州、ボーデン湖の小村トイフェン生まれの村大工。
- ⁸ *John Soane and the Wooden Bridges of Switzerland. Architecture and the Culture of Technology from Palladio to the Grubenmanns*. Edited by Angelo Maggi and Nicola Navone, Archivo del Moderno, Accademia di Architettura, Mendrisio, Università della Svizzera Italiana, Sir John Soane's Museum, London. 2003.
- ⁹ Thomas Pope. *TREATISE on BRIDGE ARCHITECTURE*, 1811.
- ¹⁰ This important book outlined Palladio's architectural principles providing practical advice for builders. Detailed woodcut images of Palladio's drawings illustrate his work.
- ¹¹ Also known as the "Colossus of Philadelphia," Wernwag's bridge was admired as a new "wonder of the world;" the bridge was immortalized in a number of prints.
- ¹² Thomas Farnolls Pritchard(1723-1777) : 邸宅の修復を専門とした建築家。
- ¹³ Abraham Darby(1750-1791) : アイアンブリッジ架橋の主要な出資者でもあった。
- ¹⁴ Timothy Palmer(1751-1821) : マサチューセッツ州ニューベリーポート生まれ。大工頭。独学で橋梁建設を学び、アメリカの橋梁技術者の第一人者であると言われている。
- ¹⁵ Lewis Wernwag(1770-1843) : ドイツ生まれ。18才で渡米。彼の架けたアッパー・フェリー橋(スパン 103.7m)は、その巨大さから「コロサス(巨像)」と名付けられた。
- ¹⁶ Theodore Burr(1771-1822) : コネティカット州トリングフォード生まれ。キングポストトラスとアーチを組み合わせた「パートラス」を考案。
- ¹⁷ Ithiel Town(1784-1844) : コネティカット州ニューヘヴンの建築家。1840年イギリスに渡り、タウントラス(ラチストラス)の宣伝に努めた。
- ¹⁸ Wendel Bollman(1814-1884) : メリーランド州ボルティモア生まれ。エンジニアとしての教育は受けていない。ドイツ移民。
- ¹⁹ 土佐堀川に架かる錦橋。この橋は、橋上に植栽升や、江戸～明治期の錦絵をあしらったタイルで装飾されている(通称、橋のギャラリー)。写真は錦絵のひとつ「浪花大湊一覽(五雲亭貞秀作)」。
- ²⁰ 松本壮一郎(1848-1903) : 兵庫県生まれ。ニューヨークのレンセラー工科大学で土木工学を専攻。後に東京府土木掛兼水道改正掛長、北海道開拓使御用掛などを経て、工部権大技長となった。
(訳注は藤森編『構造物の技術史』藤井『土木人物辞典』、Wikipediaを参考に作成)

<その他の参考資料>

- 1) Thomas Pope. *TREATISE on BRIDGE ARCHITECTURE*, published by the author, New York, 1811.
- 2) Landmark American Bridges, published jointly by the American Society of Civil Engineers (New York) and Little Brown Publishing Company (Bulfinch Press), Boston, 1993. Accessed January 17, 2008, <http://www.asce.org/bookstore/book.cfm?book=3246>
- 3) "The Golden Age of the Iron Bridge," American Heritage of Invention & Technology, Vol.10, No.2, Fall 1994. Accessed January 17, 2008, http://www.americanheritage.com/articles/magazine/it/1994/2/1994_2_8.shtml.
- 4) Context for World Heritage Bridges, Occasional Papers for the World Heritage Convention, International Council on Monuments and Sites, (A joint publication with TICCIH: The International Committee for the Conservation of Industrial Heritage), Paris, 1997. Accessed January 17, 2008, <http://www.icomos.org/studies/bridges.htm>
- 5) "HAER and the Recording of Technological Heritage: Reflections on 30 Years' Work," IA: The Journal of the Society for Industrial Archeology, Volume 25, Number 1, 1999.
- 6) "HAER's Historic Road & Bridge Program," Forum Journal: The Journal of the National Trust for Historic Preservation, Volume 14, Number 4, Summer 2000.
- 7) John Soane and the Wooden Bridges of Switzerland. Architecture and the Culture of Technology from Palladio to the Grubenmanns. Edited by Angelo Maggi and Nicola Navone, Archivo del Moderno, Accademia di Architettura, Mendrisio, Università della Svizzera Italiana, Sir John Soane's Museum, London. 2003.
- 8) "Documenting Historic Bridges," Recording Historic Structures, Ed. by John Burns, 2nd Ed., John Wiley & Sons, New York, 2004. Accessed January 17, 2008, <http://www.amazon.com/Recording-Historic-Structures-John-Burns/dp/0471273805>
- 9) "Replacement/Rehabilitation of Old Bridges," TICCIH Bulletin, No. 28, The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage, Spring 2005. Accessed January 17, 2008, <http://www.mnactec.com/TICCIH/imgenes/pdf/Maqueta%2028.pdf>
- 10) "Rehabilitation of Historic Bridges," (Co-authored with Terry Klein), Journal of the Professional Issues in Engineering Education and Practice, Vol. 131, No. 3, July 2005.
- 11) "Save Our Span!" (Across the Country, People are Joining Together to Preserve Some of the Most Visible Yet Most Threatened of Our Engineering Achievements), American Heritage of Invention & Technology, Vol. 21, No. 1, Summer 2005. Accessed January 17, 2008, http://www.americanheritage.com/articles/magazine/it/2005/1/2005_1_30.shtml
- 12) Parsons Brinkerhoff, Engineering and Industrial Heritage. A Context for Common Historic Bridge Types, NCHRP Project 25-25, Task 15, National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Council, National Academy of Sciences, Washington, DC, 2005.
- 13) "How Can Engineers Help Save Historic Bridges?" Pittsburgh Engineer, Special Edition: 2006 International Bridge Conference, Summer 2006. Accessed January 17, 2008, <http://www.eswp.com/PDF/Save%20Historic%20Bridges.pdf>
- 14) "Wish List: Engineers Should Play a Bigger Role in Nominating Bridges for Inclusion on the World Heritage List," Bridge Design & Engineering, Issue No. 45, Fourth Quarter 2006. Accessed January 17, 2008, [http://www.bridgeweb.com/news/categoryfront.php/id/25/Issue_45_\(Fourth_quarter\).html](http://www.bridgeweb.com/news/categoryfront.php/id/25/Issue_45_(Fourth_quarter).html)
- 15) Francis E. Griggs, Jr. "Trajan's Bridge: The World's First Long-Span Wooden Bridge," Civil Engineering Practice: Journal of the Boston Society of Civil Engineers Section/ASCE, Spring/Summer 2007, Vol. 22, No. 1.

2. 2006年に世界遺産登録されたビスカヤ橋について

原題：The Vizcaya bridge (Spain) on the World Heritage List (2006)



ミシェル・コット氏(フランス ICOMOS アドバイザー)
(通訳 熊本大学大学院研究員 本田泰寛氏)

スペインのビスカヤ橋の発表をさせていただく前に、ユネスコ世界遺産リストについて少しお話させていただきます。

約 40 年前から現在に至るまで、世界遺産に登録されている資産はおよそ 800 件あります。その約 80%が文化遺産といわれるもので、残りの 20%が自然遺産といわれるものです。

世界遺産になっている幾つかの橋は、文化遺産として認定されています。世界遺産に登録されている橋には幾つかの理由があります。

5 つの例をご紹介します。一つ目は、フランスに架かっていますローマ時代の建築物の集大成でありますガール橋という石橋です。次は、産業革命のはじまりの象徴となっておりますイギリスのアイアンブリッジという鉄の橋です。次にオスマン帝国の最盛期の時代を象徴する橋としてドリナ橋（現在のボスニア）があります。同じくボスニアの橋ですが、キリスト教徒とイスラム教徒の和解の象徴となっているモスータル橋があります。最後に都市の風景となっております、フランス・パリのセーヌ川の橋の風景です。

こうした、幾つかの橋の認識はありますが、ビスカヤ橋というのは、技術の発展という視点から評価された橋であり、今日はその点について御説明いたします。



(1) 背景：19 世紀中の港湾整備に関する問題

① バスク地方の位置

ビルバオは、スペイン北部のサン・セバスチャンと並ぶバスクの主要都市です。この地方はフランスとの国境であるピレネー山脈の近く、イベリア半島北岸のビスカヤ（ビスケー）湾奥に位置しています。この地方は山岳地帯であるため、平地は狭く、河川長も短いです。

この地図を見ますと、ビルバオは大西洋に面し、サン・セバスチャンと隣接していることが分かります。さらに、東にピレネー山脈、フランス国境があることが分っていただけたと思います。



スペイン（グーグルマップより引用）



ビルバオ（ミシュラン地図より引用）

② 河口の町ビルバオ

ビルバオはイバイザベル川の河口で発展した町で、ビスカヤ橋は満潮時に水位が最大となる場所に位置しています。

この河口一帯とビルバオの産業の発展は 19 世紀スペインの産業・経済にとって大変重要なものでした。この地方は産業遺産が波及する上で重要となる様々な要素を持っています。

この場所は、嵐や津波などから守られているために、古くから港として利用されてきました。バスク人は中世まで世界でも有名であり、ヨーロッパ人としては最初に捕鯨やタラ漁のためにカナダ方面まで進出した民族でした。

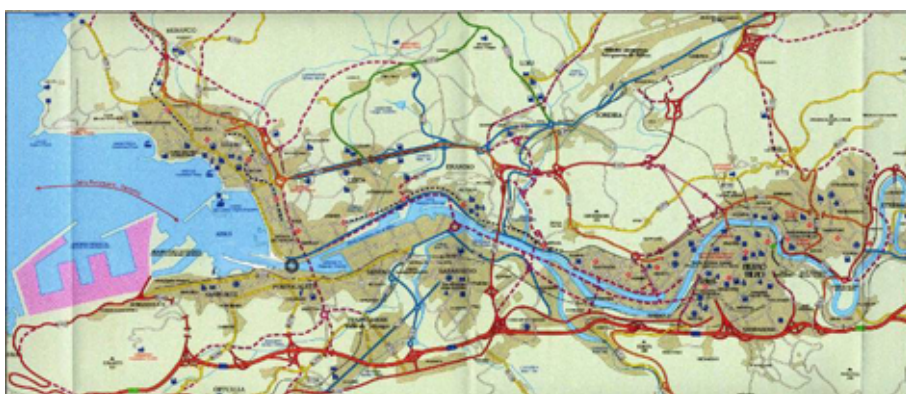
この一帯での居住および産業の定着は 19 世紀中、主に河口の町ビルバオ市内と左岸側（図下側）で増加を続けました。この左岸は川と岩山に挟まれているため、川に沿って 10～12km の帯状に伸びています。この場所は、都市化と産業の発展が可能な唯一の場所でした。右岸側は満潮の影響で湿地のようになり、さらに支流が合流しています。このため居住地と輸送設備を支えるためには、大変な労力が必要でした。

③ ビルバオ港

ビルバオを囲む山々は良質の鉄鉱石が豊富で、伝統的な鉄の加工技術が存在していました。19 世紀に入ると、鉄鉱石の輸出や製鉄業が急激に盛んになります。こうした活動にはイギリスやドイツから石炭の輸入が必要で、港の活動は急速に活発になりました。

このため、ビルバオはイベリア半島、さらにはヨーロッパ大陸の中でもいち早く重工業が発達した町でした。この一帯は鉄鉱石や鉄、石炭の輸送における重要な港湾地区になり、さらには産業革命の典型的な風景を形作ることとなります。

1970 年代の初頭になりますと、重工業産業の相次ぐ倒産によって、この歴史的な産業地帯に大きな危機が訪れます。それと同時に、鉄鉱石が底をつきはじめました。そして、2000 年頃になると、運搬橋であるビスカヤ橋だけが 19 世紀の繁栄を語る唯一の証人となってしまったのです。



ビルバオ河口



（左上）19 世紀の製鉄業による繁栄を物語る建物



（右上）ビルバオ港

（右下）ビルバオ港内の巨大クレーン



④ ポルトゥガレテ旧市街（左岸側）

ポルトゥガレテ旧市街はイバイザベル河口の左岸側、山の斜面に位置しています。この町は歴史を持ったすばらしい町ですが、斜面であるために人々が利用可能な土地が少なく、産業革命が最も繁栄した 19 世紀中頃からは、人口の増加も非常に限られた中のものでした。



ポルトゥガレテ旧市街（ビルバオ左岸側）

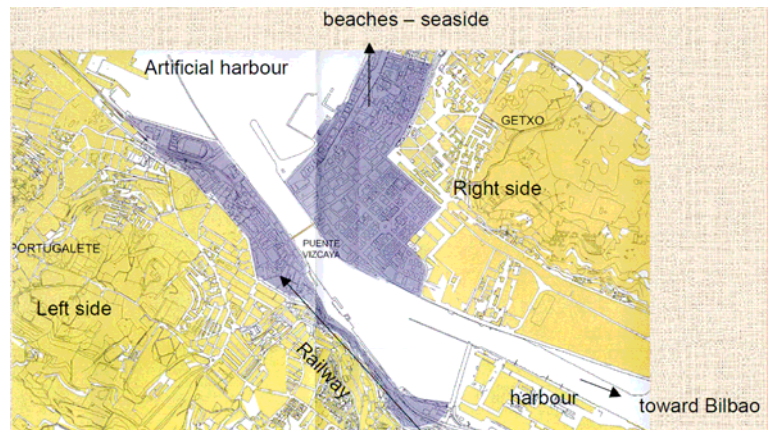
当時、この町は左岸側を通る鉄道によってビルバオと結ばれていました。この鉄道は、10km ほど離れた 2 つの町の間にある細長い歴史的産業地帯を通過していました。ただし、土地が狭いために産業発展は大きく制限されていたのです。

⑤ 架橋位置を決める地理的要因～左岸への居住～

図の左側細長く延びているのがポルトゥガレテの町で、これに沿って鉄道が延びています。

この図の中央部分にビスカヤ橋が架かっています。右岸側は、海岸や砂浜でした。

19 世紀中頃、権威者や企業によって右岸側での居住地域設置の可能性を探る調査が行われました。バスクの呼び方で「ゲチョ」と名付けられたこの地はポルトゥガレテの対岸に位置しています。ここは長い砂浜の端にあり、海に挟まれた半島のような形になっており、海上輸送によって徐々に開拓が進められていきました。



架橋位置を決める地理的な要因

ウジェニー（ナポレオン 3 世皇后）によるビアリッツ（フランスの高級リゾート地）の開発の影響で、1860 年代になると海水浴や海上レジャーが突然として流行しはじめます。このことによって、居住地と産業発展の問題を改めて浮き彫りにすることになったのです。

この問題は、長らく深刻でありながら、解決は困難を極めました。大規模な船舶が交通するために、従来のような橋梁を建設することは不可能でありました。このため、全く新しい解決方法だけが船舶の航行し、同時に両岸の人々が川を渡るという、相反する問題を解決することができたのです。

1880 年代末、アルフレッド・デ・パラジオは運搬橋という解決方をはじめて示しました。

⑥ 運搬橋に関連した新しい社会基盤：鉄道、駅、銀行とホテル、緩衝地帯

この写真は、ビスカヤ橋の上からポルトゥガレテの町なみを撮った写真です。このように川岸を整備したり、手前のように銀行や新しいホテルが整備されたり、真ん中の黄色い建物が駅になるのですが、こういう橋の建設と共にさまざまな社会基盤が整備されていきました。

世界遺産登録に当たって、ビスカヤ橋自体がコアゾーンとなりますが、こうした銀行、ホテル、駅といったものがバッファゾーンという位置付けになります。



運搬橋に関連した新しい社会基盤

(2) 橋そのものに対する評価、技術的挑戦について

① 建築家と施工会社：アルフレッド・デ・パラジオとアルノダン社

アルフレッド・デ・パラジオは地方の建築家で、技術的な解決の考案や機械について非常に高い創造性を有していました。

新しい橋に見られる彼のアイデアは、兩岸を繋いで、海上交通の自由を確保すると言う点において全く新しいビジョンを示していました。実際に、同様の問題はビルバオだけではなく、世界中の河口の町が抱えていた問題でもあったのです。

しかし、パラジオは橋の建設にあたっては様々な困難に直面しました。

運搬橋を経営する会社を設立するだけでなく、広範囲に渡る土木技術、居住に関する土地利用計画をゲチョとポルトゥガレテの両方で実行しなければなりませんでした。そのためにはビルバオの資本家を集め、彼らを説得する必要がありました。

架橋に関するパラジオのアイデアは理に適ったものでしたが、それを実現させることは当時としては大変高度な技術を要するものでした。例えば、鉄橋を設計すること自体、また桁の構造の計算、そして特殊な基礎工事、さらにケーブル、動力供給などです。

こうした技術は、当時のスペインには存在しませんでした。そのため、彼は 1880 年代フランスの有名な吊橋設計の会社、アルノダン社との接触に成功します。

この会社は、ヨーロッパ最古の吊橋設計・施工会社スガン社（ケーブルを発明し、後に世界に広まる軽量吊橋の生みの親）の流れをくむものです。

アルノダン自身も当時のフランスでは極めて優秀な構造エンジニアであると同時に、エッフェル社と並ぶ有名な会社の経営者でありました。

パラジオとアルノダンは、お互いの発明を共有することを取り決めます。つまり、全く同時刻（1887 年 11 月 5 日）にパラジオはマドリッドで、アルノダンはパリで特許申請を行ったのです。それで、発明は 2 人のものとされています。

この図面は、ビスカヤ橋を上から見たところです。

この図の紫の部分が橋自体、コアゾーンとなっている部分です。川を渡っている部分が橋桁、兩岸に細長く伸びている部分は、桁を支えるケーブルです。



アルベルト・デ・パラジオとフェルディナンド・アルノダンの記念碑



ビスカヤ橋の位置図

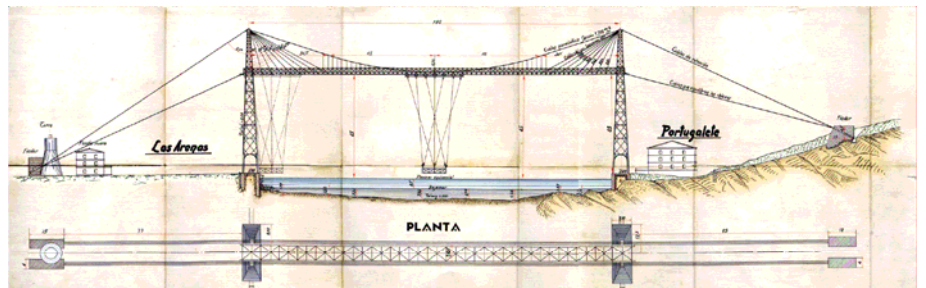
② 運搬橋の平面図と側面図：技術革新がもたらした新たな造形

これは、ビスカヤ橋の平面図と側面図です。

この新しい運搬橋には機械工学的な多くの発明が取り入れられています。そのうち主なものは、トラス桁と鉄リベットの 2 つです。

トラス桁の高さを 45m にするために、建てられた鉄塔は 75m にもなり

ました。細い糸状の吊り構造は、伝統的なスガン社の技術とこの橋のために開発された新しいケーブルを定着させる技術を融合させることによって実現されています。



運搬橋の平面図と側面図

ビスカヤ橋の設計・施工は1888年から1893年の間に設計・施工されました。この橋は、スペインでは「プエンテ・コルガンテ（Puente Colgante）」、フランス語では「ポルトゥガレテの運搬橋（Pont Transbordeur de Portugalete）」、英語では「ビスカヤ橋（Vizcaya Bridge）」と呼ばれています。こうした多彩な名称の存在は、その世界的な影響力の大きさと、それぞれの国が橋の名前を付けようとしたことを物語っているのです。

③ 運搬橋の特徴：ゴンドラ、輸送機械としての橋

両岸を移動する方法としてゴンドラを使っています。このゴンドラは、振動を防ぐためにケーブルを交差させて（可動部から）吊られています。そして、トラス桁に設置されたレールの上を移動する仕組みによって動いています。

このゴンドラを動かす動力は、橋桁の可動部分から直接供給されていたのですが、建設されてからこれまでのおよそ100年間にさまざまな方法が考案され、何度か変更が加えられています。また、可動部とゴンドラも同様に交換されています。

この非常に繊細な装置（ビスカヤ橋）は、その役割を終えるまで、技術革新が生まれる場所としての機能を有していた、と言えるのではないのでしょうか。

④ 海上交通のための高い桁下高と長い径間



プロジェクト実施のための大事な2つの目的があります。

一つ目は、川沿いの建築物の位置を揃えることです。二つ目は、橋が架かっている地点で、川沿いの道路の連続性を確保することです。このため、橋脚はできるだけ内側に設置されています。また、橋脚を構成する4本の柱は非常に細く、橋脚の4面はちょうど門のような格好になっています。

左の写真（ポルトゥガレテ）と同様に右のゲチョ側の橋脚も全く同様の実用的な理由によって建設され、その結果左右対称な形態がもたらされることとなりました。



運搬橋：高い桁橋と長い径間

左の写真こそ、この橋が持っている機能そのものを表しています。

このプロジェクトは、ポルトゥガレテの中心地域、左岸側の狭い土地を維持するための厳しいガイドラインに従って建設されました。



両岸へ移動するゴンドラ
(左：ポルトゥガレテ 右：ゲチョ)

(3) 世界遺産へ向けて：ビスカヤ橋の真実性と完全性

① 橋脚の内部構造、現代的な利用における造形的な価値

最初に、橋脚の内部構造で現代的な利用における造形的な価値についてですが、鉄構造によるとても軽快な外観は、当時イギリスやアメリカ、ドイツで多用されていたごつごつとした形ではなく、計算を用いて最適な形を追及することを好んだフランスの工業デザインの特徴をよく表しています。1880年代にエッフェルやアルノダンによって設計された構造物はその良い例であると言えるでしょう。



橋脚の内部構造



エレガントさと堅牢さを同時に併せ持つことは、橋梁が備えるべき重要な要素です。

1990年代に実施された修復工事では、構造上不要な部材や完成後に付け加えられた部材が取り除かれました。例えば、1960年代に設置された多くの照明などがこれに当たります。

もう1点は、リフトなどの設備の露出をできるだけ抑えたことです。こうした処置が多くなった結果、技術デザインの美観を強調することにつながりました。

② ケーブルとアンカー：構造の完全性と真実性の管理

真実性を保つために当時から使われているよりケーブルを維持管理することは、一種のギャンブルでもあると言えます。また、空中ゴンドラを使って目視でメンテナンスするという古典的な方法や、ケーブルの補強方法は、昔から変わらずに行なわれています。

ケーブルのアンカーは安全性を考慮して修理が行なわれましたが、アルノダンが当時に使用したオリジナルのものに十分配慮したものです。

このため、全てのケーブルは形状、寸法、構造において完全性を全く失っていません。このことが、世界遺産リスト（WHL）登録においては非常に重要なものでした。

左側の写真は、ケーブルを地面で固定しているアンカー部です。そして右側の写真はその内部で、維持管理を行う場になっています。ここは、建設当初から使われており、伝統的な機械や道具を備えた作業場や、ケーブルや構造について高いノウハウを



アルダノンによるオリジナルへ十分配慮されている



ケーブルとアンカー



伝統的な機械や道具を備えた作業場

持つ多くの職人とエンジニアが多く存在しているということは、ビスカヤ橋の存続を保証するために大変重要なことです。

また、構造エンジニア、建築家、技術史家、その他公共団体の技術者などで構成されるグループによって定期的な調査も実施されています。さらに、橋の維持管理のためには様々な設計事務所などが定期的に参加しています。

③ 吊り桁の完全性と真実性、町の景観の特徴

橋の全体的なデザインは、今日までよく保たれています。桁を支える部分は高いところにあり、主にこの部分が橋の外観を決定付けています。それが見た目の完全性を作り出すと同時に、世界遺産としての橋の価値となっているのです。

真実性に対する評価はあらゆる部分に対して行われなければならない、劣化による補修などは慎重におこなわれなければなりません。ビスカヤ橋の橋脚は完全にオリジナルです。しかし一



吊り桁は1941年に再建された際に、もとより少し高くなっている



吊り桁の上を渡ることもできる

方、水平のトラス桁は 1937 年のスペイン内戦で破壊されました。この部分は 1941 年に再建されましたが、この際に桁の高さは元より少し高くなっています。

これは、桁の強度を高めた結果、必要となった技術の進歩によるためであるのですが、全体的な外観はオリジナルなものとはほとんど変わっていません。

④ 完全性と真実性に対する評価の難しさ：ゴンドラの進化

非常に難しい問題なのですが、完全性と真実性の評価についてお話いたします。

例としてゴンドラを挙げます。ビスカヤ橋の建設以降、大きな変更が加えられたゴンドラは、真実性の評価には非常にデリケートな問題を提起しました。元々は、鉄の板にただ柵を設けただけのものでしたが、現在は、写真のように乗客の居住性を考慮して 2 つの客室、大きなパノラマ窓が備えられています。また、軽量化のためにアルミニウムが使われ、時速 70km (約 20m/s) の風速に耐えるよう空力を考慮した形状となっています。

ビスカヤ橋の機能について完全性は問題ありません。ただし、構造という点ではゴンドラの真実性は中程度のものです。材料そのもの、ゴンドラの形や色には真実性はないと言っていいでしょう。当時はおそらく黒色でしたが、現在では金属色をしています。

果たして、今までのことから何が言えるのでしょうか。完璧ではないものの、幾つかの答えは出てくるはずです。

橋そのものの一生にとって、技術の発展というものは宿命的なものです。改良と技術革新があってこそ、今日このビスカ



近代的に変更されたゴンドラ



当初の側面図で記されている簡素なゴンドラ

ヤ橋は機能していただけるのです。また、この橋は昼夜を問わず非常に利用頻度が高いです。この利用者の増加に対応するためには、安全性の確保と定期的な点検は避けられません。

⑤ 技術の変更：ゴンドラの動力と構造の複雑な歴史

ビスカヤ橋には、ゴンドラの他に 2 つの技術変更が見られます。動力の歴史は非常に興味深く、また非常に難しい問題を提示しています。その歴史を説明します。

まず、最初の変更は 1890 年頃です。デ・パラジオの計画では川岸にコンプレッサを置いて圧縮空気を送るという方法がとられていました (Mekarsky 特許)。

これが 1893 年になりますと、技術的か、政治的か理由ははっきりしないのですが、それよりも古典的な動力に変更されます。それは蒸気エンジンを橋脚の中に設置するという方法です。

次の変更が、1894 年から 1901 年にかけて使われた方法です。これは、蒸気エンジンは大きな危険を伴うと考えられたためです。そこで、蒸気エンジンを橋脚から川岸の方へ下ろしまして、そのエンジンで直流電流の発電を行い、橋の上まで電力を送り、台車の動力とする方法が取られました。

続いて、1939 年から 1941 年には、先程申しました戦争による破壊からの再建が行われます。そのときに電気設備が直流電流から交流電流へと変更されました。あわせて、蒸気エンジンの使用をやめ、地域の電力が供給されるようになったのです。

次の変更は、1997 年から 1999 年にかけて行われたものです。これは桁の上にある台車の車輪それぞれに独立したモーターを取り付け、それぞれの動力によって動かすという方法に変わりました。さらに外側には電力供給用のレールが設けられました。

ここで一度、ビスカヤ橋の完全性と真実性の評価で重要な点についてまとめます。



川岸の様子



動力の変更ー車輪ごとに独立したモーター

1) 構造デザインの完全性

- 2) 橋の持つ機能そのものの完全性
- 3) 社会的な利用の完全性
- 4) 真実性については不確か：ゴンドラを除くとオリジナルの構造と材料を尊重しています。ゴンドラや動力源の変更は包括的な技術革新と捉えることができ、真実性という評価の枠に収まるといえます。
- 5) 橋のマネジメントは必要なノウハウと作業場のもとで、保存・保護を明確に意識して実施されています。それは、適切な通行料によって賄われています。

結論としては、ビスカヤ橋は橋本来の意味と技術が十分に尊重された、今もなお生きている遺産であるといえます。

(4) 今日の橋梁マネジメントー現在の技術的・社会的要求について

① 利用頻度の高い橋：年間 600 万人の歩行者と 50 万台の車輦

ビスカヤ橋は利用頻度も高く、年間利用状況は歩行者で 600 万人と 50 万台の車両が往復しています。この通行料を元に運営されている会社があり、そのおかげで 24 時間通行可能となっています。なお、この会社には 40 人の正社員がおり、そのうち 30 人は維持管理のための技術者です。



ゴンドラの利用状況



② 交通管理：橋の上と下でのやりとりは手旗信号から電波へ・・・

次に交通管理について説明します。

外見上は旧来からなんの変化ももたらしていないのですが、今日のゴンドラの稼動に際しては非常に現代的な制御システムが使われています。たとえば、交通量に応じたゴンドラのスピード制御、ゴンドラのスムーズな着岸、港湾庁との海上交通の連絡方法（当初は手旗信号であったが、現在では電波信号）、そのほか利用者の快適性や安全性を保つためのシステムがあります。

こうした規則や管理には、明らかに真実性は見られません。技術的には多くの改良が施されましたが、これらの技術革新は次の 2 点を維持するためのものであります。

第 1 点は、橋が持つ機能の完全性を維持すること、そして、第 2 点として、生きている著名な遺産を維持する目的です。

付け加えますと、このビスカヤ橋は遺産を管理するための新技术をテストする場でもあり、外観に変更を加えることなく、機能の完全性も尊重されているのです。



ゴンドラの管理を行う上下の制御室



(5) 現代の世界における文化的ランドマークとしての遺産：ビスカヤ橋の文化的価値付け

5.1 川の出入り口としての 2 つの文化的ランドマーク：ビルバオグッゲンハイム美術館

観光客は、橋脚の中に設置されたエレベーターを通じて桁の部分まで登ることができます。ビスカヤ橋では、一方のエレベーターで上に登り、桁を渡ってもう片方のエレベーターで下ります。その後、ゴンドラで対岸に渡ることによって橋を一巡りすることができます。

桁の上を歩くことで、来訪者は 2 つのすばらしい驚きに出会うことができます。それは特に子ども達にとっては、初めての大きな体験となるのです。一つ目は、ビスカヤ橋は広大に広がる風景を提供する印象的な記念碑であるということが分かることです。それは、技術紹介や歴史教育において、鉄による文明化を体験する重要な証拠となります。二つ目は、河川、産業遺産、港といったすばらしい市街地の眺めが得られることです。それはまた、生きた町と川が見える眺めとなります。

来訪者の数は、2005 年には 60,000 人に達しました。特に 2006 年に世界遺産登録されてからの増加は著しいものとなっています。運搬橋とビルバオのグッゲンハイム美術館のつながりは非常に重要です。その理由として、1 つ目に、両者は河口部の入り口と出口に位置しており、町にとって象徴的な存在となっているということです。2 つ目に、ビルバオという町の歴史そのものが、過去と現在を繋ぐ役割を果たしているということです。これらが合わさることで、国際的に認められる文化的価値を生み出しているのです。



橋脚内部のエレベーター



(左) 来訪者向けのポスター



(右) グッゲンハイム美術館

(6) 結論：世界遺産としてのビスカヤ橋

まず、普遍的な価値—橋梁そのものについて説明しますと、記念碑的な規模を持った優れた構造デザインを持っているということ、次に 19 世紀末の機械工学と土木工学の発展を物語る優れた物証であるということ、更にコアゾーンを明確に定義しているということが言えます。

このタイプの運搬橋は、世界中の同じような河口の町でも採用されました。フェルディナンド・アルノダンはフランス（マルセイユ、ナント、ルーアン）、北アフリカ（ビゼルト）に建設しました。

世界中に建設された運搬橋なのですが、現在フランスでは、マルトルーにビスカヤ橋よりやや小規模なものが残っているだけで、その他の橋は主に第 1 次世界大戦、第 2 次世界大戦の際に壊されてしまいました。フランス以外ですとイギリス、カナダ、アルゼンチンなどに残っています。

ここで、ビスカヤ橋の世界遺産としての評価基準について説明します。

基準（i）とは、「人類の創造的才能を表現する傑作である」ということで、19 世紀の地域マネジメントが持っていた問題を新しいコンセプトによって解決した記念碑的な橋梁である、という評価が出ています。

基準（ii）とは、「ある期間を通じてまたはある文化圏において建築、技術、記念碑的芸術、都市計画、景観デザインの発展に関し、人類の価値の重要な交流を示すもの。」についてですが、ビスカヤ橋はヨーロッパの産業革命に見られた主要な文化の交流を示しています。これは、平和な国際交流の一例であるといえます。

ポルトゥガレテは地域的、さらにスペイン国内においても重要な価値を持っていると思われます。それは河岸の景観と港湾の景観があるからです。

さらに、これらの 2 点は、ビスカヤ橋が持つ世界的な価値を強調しています。橋そのものが持つコアゾーンと周辺が持っているバッファゾーンの風景の調和評価にあっても強調された部分になっています。

最後に、世界遺産の評価に当たって、提示されたマネジメントに関する問題点について説明します。

橋梁のあるコアゾーンに駐車場を設けようという計画がありましたが、これはイコモスの勧告によって中止されました。また、観光客など訪れる人の交通手段やこうした人たちが自身が町に与える影響も、問題点とみなされました。

さらに、遺産の活用に関する方策が不十分であるという指摘もされています。つまり、ビスカヤ橋とその歴史を十分に伝えることのできる施設がないことが問題視されました。

どうもありがとうございました。

第2部 パネルディスカッション 世界遺産として見た錦帯橋の価値

(パネリスト)

ミシェル・コット

エリック・デロニー

大熊 孝 (新潟大学工学部教授)

依田 照彦 (早稲田大学創造理工学部教授)

佐々木康寿 (名古屋大学大学院教授)

中村 雅一 (岩国伝統建築協同組合理事長)

(コーディネーター)

小林 一郎 (熊本大学大学院教授)

1. 議論の流れ

小林 一郎

皆さんこんにちは。熊本大学の小林です。
進行の関係で申し訳ありませんが、5時30分までやるということで進行させてください。

もしも、5時でお帰りの方は、受付の所に感想その他コメントを書く紙を用意していますので、そこで何か一言書いて帰っていただければと思います。

それで、まず私個人の質問ということで、最初に、この錦帯橋には、先程のコット先生の話も含めて橋自体にどんな価値があるのだろうかということ。

そして、この橋の独自性として、橋自体も大事なだけでなく、それを受け継いでいく、マネジメントといいますか、その受け継ぎ方が橋と同じくらい大事なのではないか、ということで、技術継承というのをどう評価すればいいのだろうか、というのを2番目に議論したいと思います。

最後に、先程のビスカヤ橋のように、世界遺産に登録しようとしたときに、先程ありました大変複雑な完全性であるとか、真実性であるとかというような問題を1つ1つ、どうやってクリアしていけば良いだろうか、そのようなことも含めて、少しディスカッションをしたいと思います。

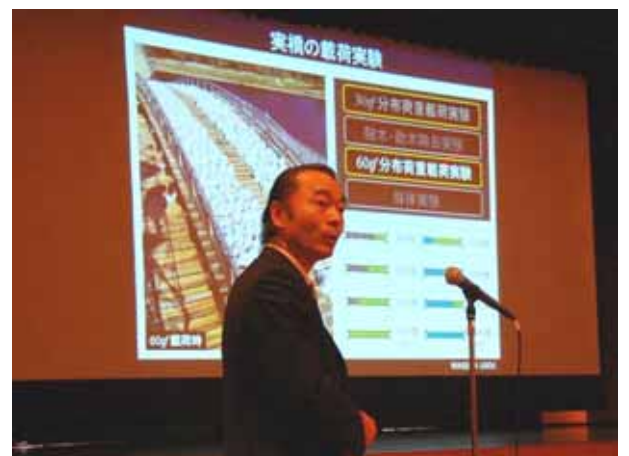
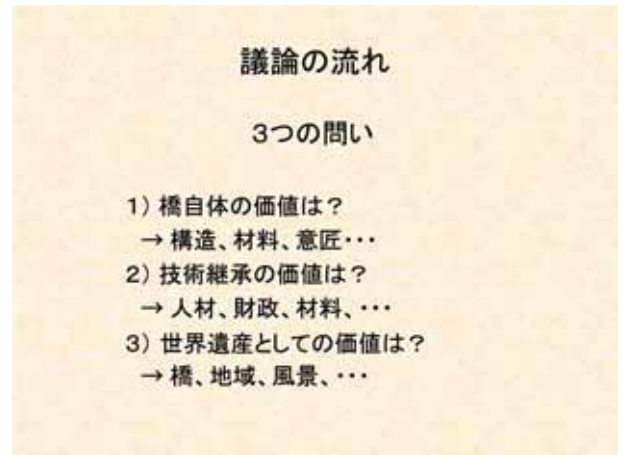
まず、構造に関する話を依田先生にさせていただきます。その次に材料に関するお話を佐々木先生にさせていただきます。それから2番目の人材育成というようなことについて、中村さんにお話をさせていただきます。前半20分位一気にそのスライドを見ていただいて、お三方の御意見を伺って、その後壇上で議論をする、という形を取らせていただきたいと思います。それではまず依田先生からよろしくをお願いします。

2. 錦帯橋はアーチ構造か？

依田 照彦

こんにちは。お疲れの所だと思いますが今しばらくお付き合い下さい。コット先生、デロニー先生本当にありがとうございました。日本語でしゃべらせていただくことをお許しください。

錦帯橋は、私好きな橋なので、今5分と言われたのですが、



5時間でも 50時間でもしゃべれる、そういう橋でございます。
この橋、皆さんはよく見ておられるでしょう。

今日はニュートン力学との関連で説明したいと思います。
ニュートンはリンゴが落ちるのを見て万有引力の法則を発見しました。リンゴが落ちるところは皆さん見ているのです。
錦帯橋も同じ、皆さん見ているのです。ただ、万有引力となるとちょっと難しくなります。錦帯橋の場合も「アーチ構造」といったときに難しくなります。「アーチ」の形はみんな分かるのです。錦帯橋が「アーチ」であるということには皆さん異論はないと思います。しかし、「アーチ構造」というと、ニュートンの万有引力と同じで難しくなります。

私は職業柄、難しいことを易しく喋るのが役目なのですが、アーチ構造の話は、難しいことを難しくしか話せません。理由は、ニュートンは事情あって約 20 年間ニュートンの法則を黙っていたのです。錦帯橋も事情あって約 300 年間アーチ構造の秘密が明かされていないのです。

多分今日始めて公に明かすことになると思うのです。これはまだ世の中では異論があるかもしれません。でも、実験と計算で確かめましたから、間違いなくタイトルのクエスチョンマークは最後にはなくなると思います。

(1) 錦帯橋の概要

実際には錦帯橋は 5 連ありますけれども、真ん中の 3 つがアーチ構造の対象です。外側の 2 つは、形はアーチですがアーチ構造とはいいません。

細かい部材がいっぱいあるのですが、円弧アーチで設計している 1 つのアーチは反り高が基準になります。反り高が 5m ちょっと、それから支間長が約 35m、これが昔の大工さんとしては大変な大きさなのです。恐竜の大きさと同じです。サイスマサウルスが大体 35m。世界中の橋は、当時恐竜の大きさ位までしかできなかったのです。

現在では、明石海峡大橋とかいろんな大きな橋がありますが、あれは特別な場合であって、初めての構造形式の橋では大体恐竜の大きさが精一杯なのです。これは、ニュートン力学でいうところの重力がもたらす影響によるものであります。そういう意味で錦帯橋は、当時の棟梁が頑張って架けた最長の長さの橋と考えてください。

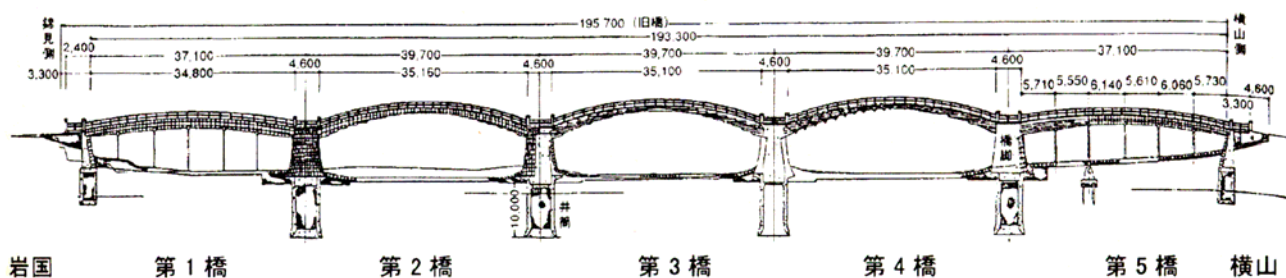
錦帯橋はアーチ構造か？

早稲田大学 依田照彦



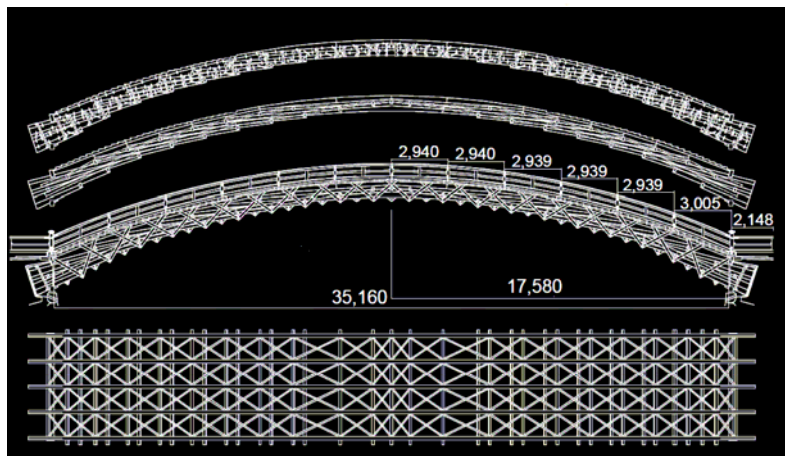
錦帯橋国際シンポジウム
第2部 パネルディスカッション
—世界遺産として見た錦帯橋の価値—
2008年1月27日

WASEDA UNIV.



第2橋、第3橋、第4橋

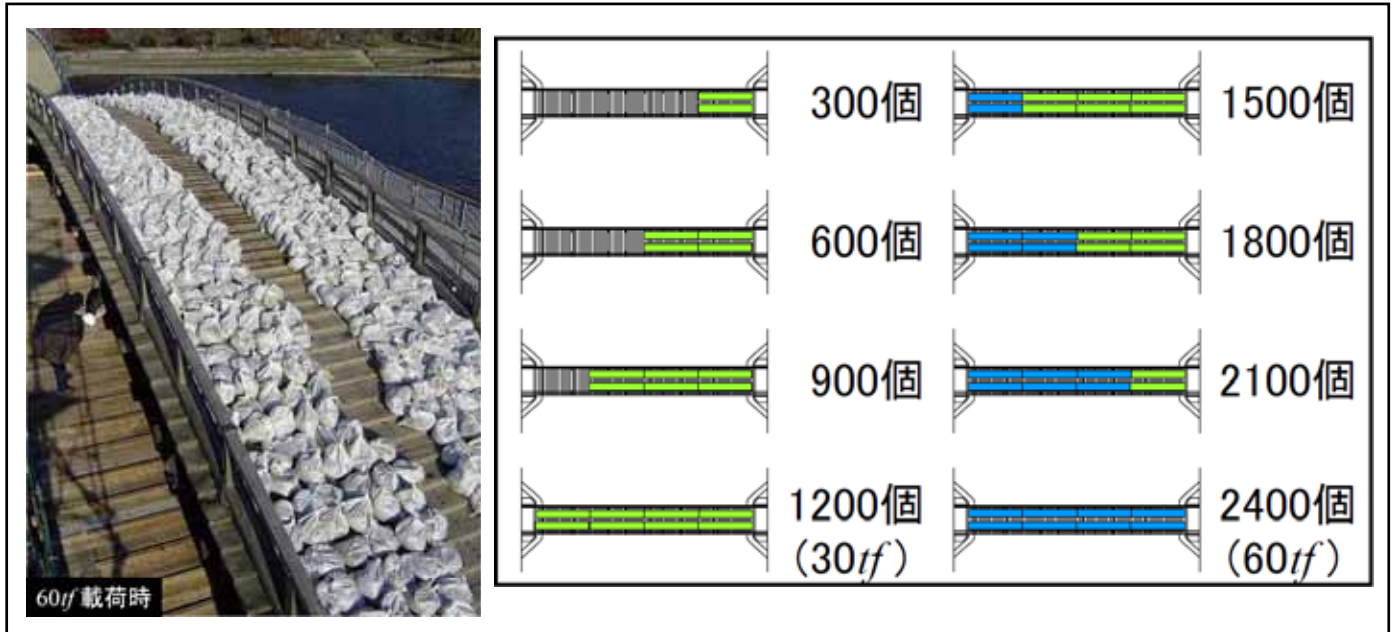
反り高：5.184m
支間長：35.16m
5本のアーチリブ



(2) 実橋の載荷実験

300 年を超える錦帯橋の歴史の中で、平成の架け替えの際に解体する前の古い橋を使って、はじめて実験を行いました。どういう実験をしたのかと言いますと、昔から行われている方法で、これは人が歩いて渡る橋ですので、大勢の人に乗ってもらうのが一番良いのですが、万が一を考えまして土のうを重りにしました。1,000 人分の重さで、60 トンです。25 キロの土のうを 2,400 個も置きました。だから、1,000 人乗っても大丈夫ということです。

1,000 人乗るということは、この橋の設計は現代の橋の設計法と同じです。ですから、現代の考え方と同じように、昔の棟梁も考えていたということになります。



スライド② 60tf 分布荷重載荷実験

(3) 実験の結果 (60t 載荷時)

その結果分かったことがあります。それは、アーチ構造を研究している人からすると全く考えられないことです。

まず、錦帯橋は 5 つのアーチリブからなっていますが、スライド③-1 に見られますように外側の桁から内側向かって少しずつたわみの形が違ってきます。これが木造橋の特徴です。

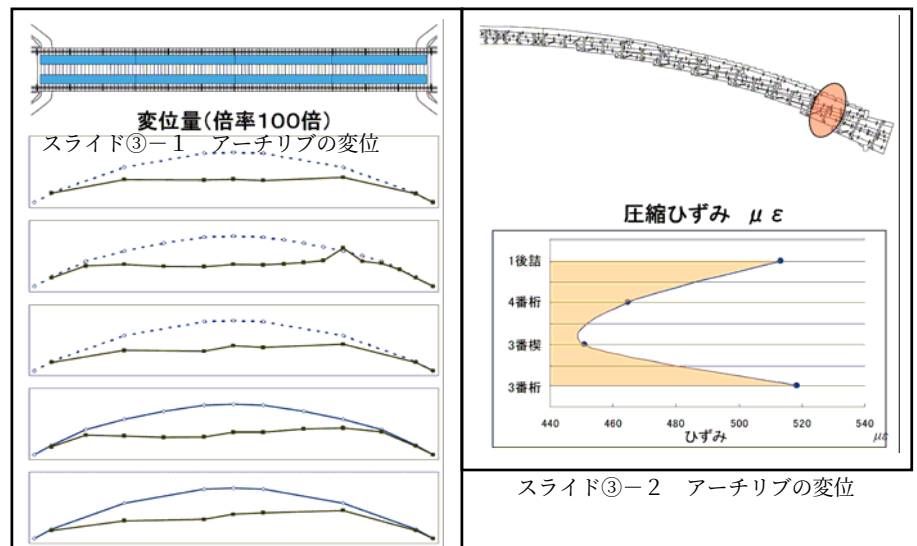
少し専門的になりますが、スライド③-2 のオレンジ色で囲んだ位置の断面において、それぞれの部材には、下の「圧縮ひずみ」のグラフのような分布の力がかかっています。通常、このような圧縮の力がかかる構造物はありません。

何が大変かという、石の部材の場合、

力が加わってもそれほど変形しませんが、木は柔らかいため、変形しやすく、上下とも開こうとする力が生じる可能性があります。これを抑えるため、上に開こうとする力に対し上部に圧縮をかけ、下に開こうとする力に対し下部に圧縮をかけている、つまり上下両方を押しているのです。

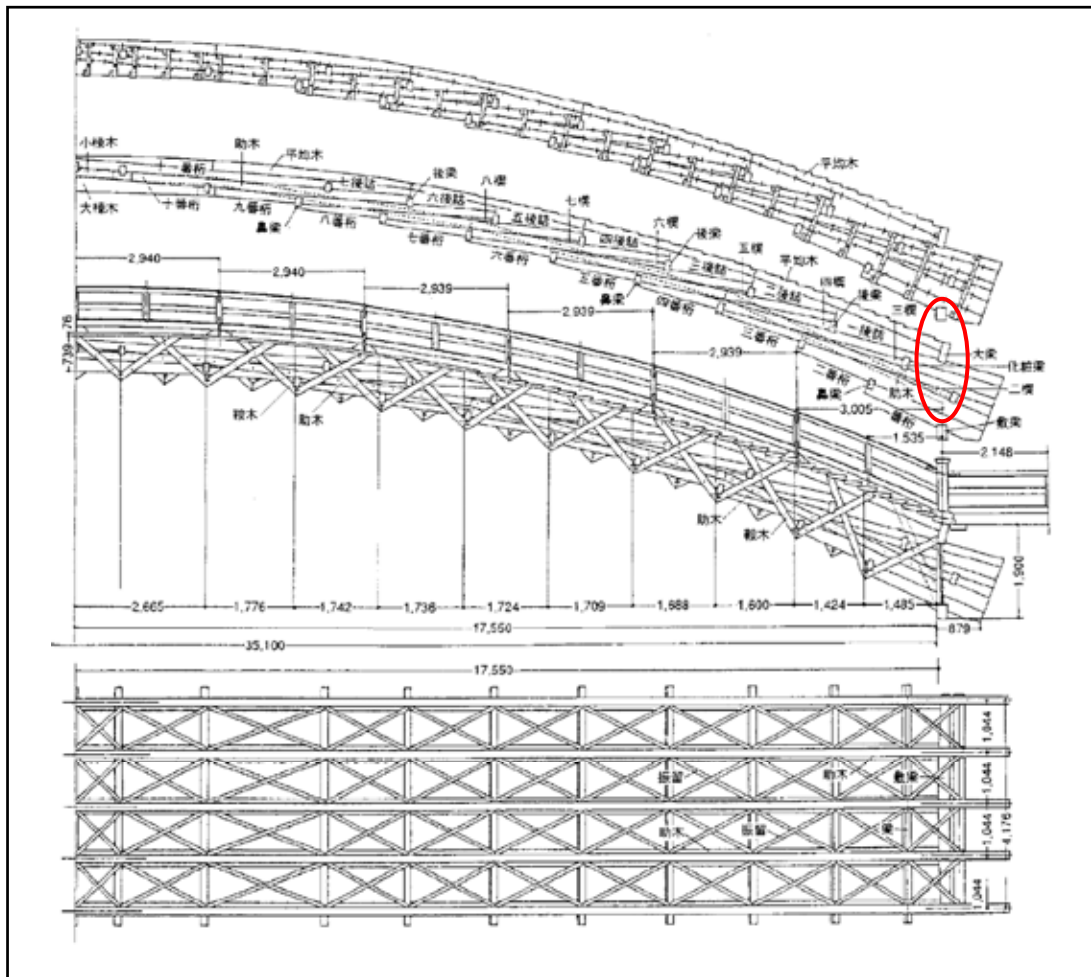
このような構造は大変珍しいです。これが石だったら、このようなことはないので、一様に押すだけです。木造であるために、上下とも押しておかないと、外れてしまいます。

このことを確かめるために、計算してみました。



スライド③-2 アーチリブの変位

(4) 錦帯橋の構造



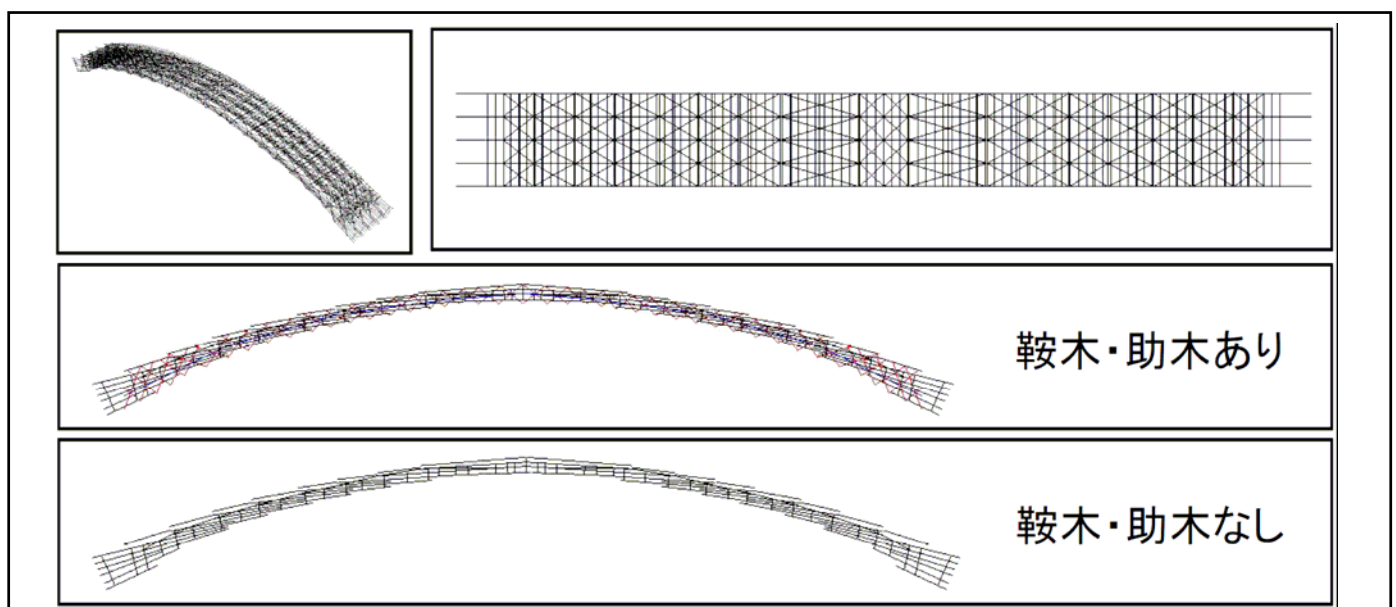
スライド④ 錦帯橋の構造

スライド④のように、錦帯橋は鞍木、助木といったいろいろな補剛部材が付いていますが、基本的には先程申し上げましたアーチの桁材の方向の流れに沿って、力の流れが上にいたり下にいたりするのです。

どこに秘訣があるかというと、ポイントは高欄親柱の下の所にあります。桁上部の大梁と、下部の敷梁、この両方で横方向の動きを押さえているのです。普通のアーチ構造では、このように上下両方から押さえたりしません。このように押さえているので、アーチの上側と下側に大きな力が流れているのです。それを表していたのが先ほどの「圧縮ひずみ」の図です。

我々専門家としては、本当かなと思うのです。それでどのように調べるかというと、コンピュータを使って計算するのです。それは、この部材数よりも多い要素を用いてモデル化し、最新の構造解析法を使います。

(5) 解析モデル



桁などの木部および巻金	はり要素
釘、かすがい、ダボ、鼻梁・後梁、振止に対する梁の接合部	ジョイント要素
後詰木と梁、楔との接合	スプリング要素
鞍木、助木同士の接合	スプリング要素

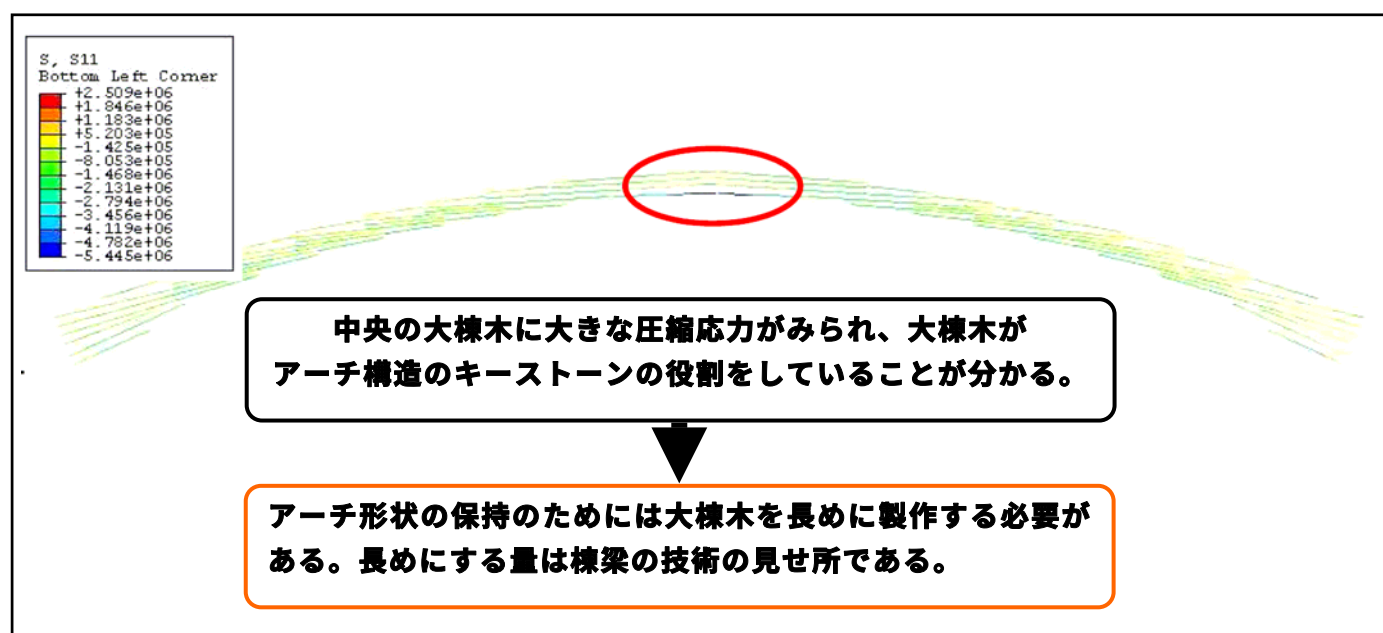
スライド⑤ 解析モデル

計算モデルは、どういう構造かという、このようにアーチリブ 5 つからなります。これらの形状を全てコンピュータに入力し、モデル化します。

今から 20 年以上前の方々は、それぞれ独特の工夫を凝らして解析を行っていましたが、現在では比較的容易に計算が行えるようになりました。なぜかという、現在では大容量のコンピュータが使えるようになったからです。現在ではできるのですが、今まで桁一本ずつにしか着目できなかった一番大きな理由は、昔は大容量のコンピュータが利用できなかったからです。

詳細は省きますけれども全部モデル化した結果、分かったことがあります。

(6) 解析の結果（自重のみ）



スライド⑥ 解析の結果（自重のみ）

これにはびっくりしました。ニュートンのリンゴが落ちたときに考えたのと同じ、「万有引力の考え方」がここにあったのではないかと思います。

中央の大棟木に大きな圧縮応力が見られた。大棟木はアーチ構造のキーストーンと同じだったのです。支間長と反り高の比から圧縮応力が卓越することが分かり、石橋との類似からキーストーンというのは判っていたと思われます。只、石ではないので、キーストーンとは呼んでいない。大棟木と呼んでいただけなのです。ここが凄いところだと思います。

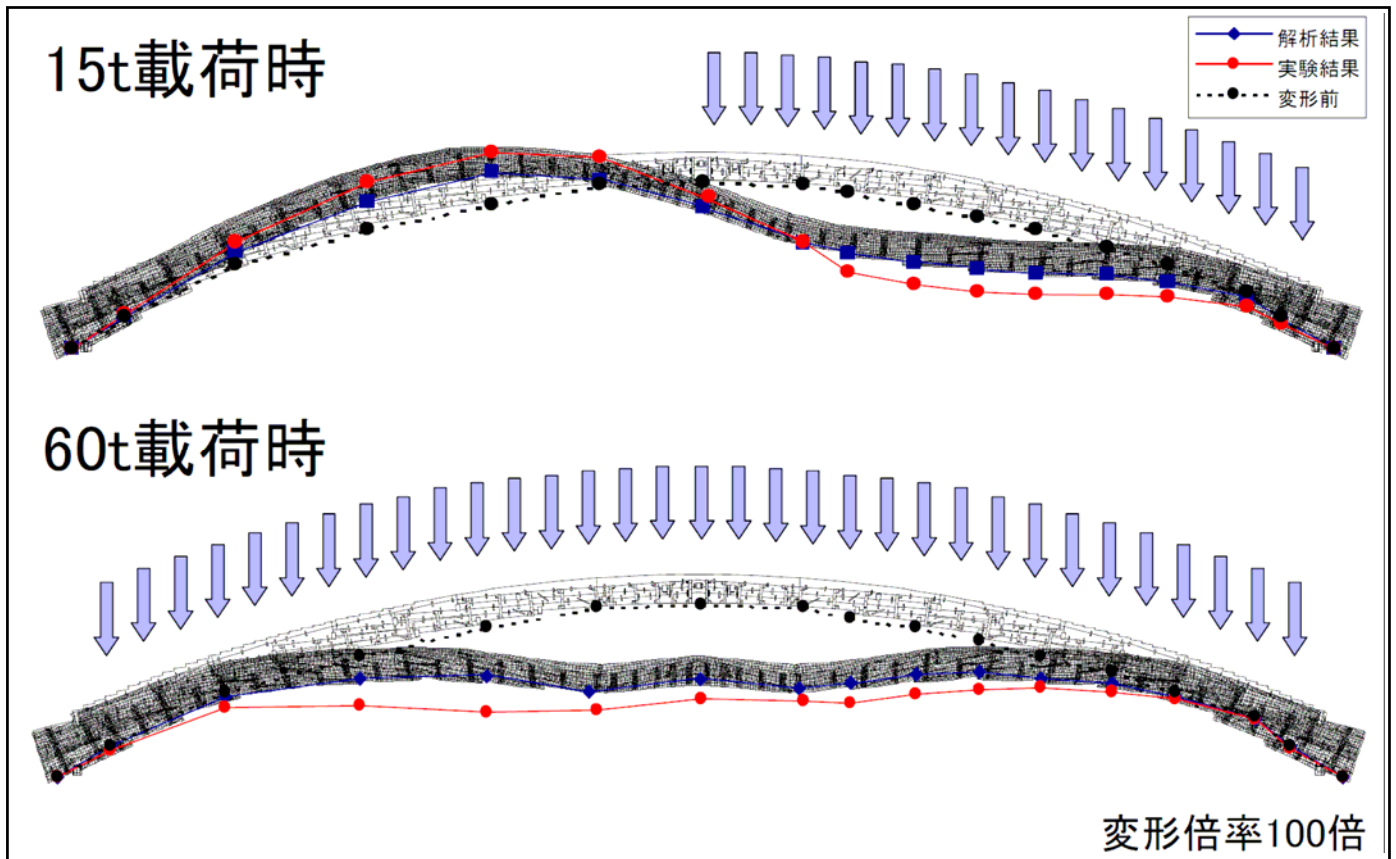
さらに判ったことなのですが、大棟木を図面どおりの大きさで入れると上手くいきません。この技術が他の地域に行かなかった大きな理由のひとつはここにあったのです。形状を真似してもできないのです。それは何故かという、アーチの形状保持のためには大棟木を長めに製作する必要があります。そのまま図面の大きさで造ったらきちんとしたアーチ形状が保てない。木材が経年変化してもアーチ構造が保てるように配慮しているのです。

その余分にとる長さは棟梁が決めるのです。ですから、良い棟梁がいないと多分橋はできなかったと思います。それが世の中に広まらなかった理由のひとつでもあります。

(7) 解析の結果（載荷時の変位量）

アーチ構造であるという別の理由なのですが、スライド⑦上図のように 15t の重りを右半分平均して載せてみました。そうすると上図のような形に変形します。これは、アーチ構造に関する最新の構造力学の結果と合致します。60 t を平均して全体に載せるとスライド⑦下図のようになります。

このように、実験値が少しいびつになるのは、アーチ構造が多くの木材からできていますので仕方がないことだと思います。



スライド⑦ 解析の結果（載荷時の変位量）

(8) 結論

錦帯橋はアーチ構造である！

理由：

- ① 両支点が水平方向に拘束されていて、鉛直荷重によって水平方向の反力が生じている。
- ② 鉛直等分荷重により生じる断面内の応力は、圧縮応力が卓越している。
- ③ 対称変形モードと非対称変形モードがアーチ構造特有の形をしている。

スライド⑧ 結論

それで、結論です。「？」が「！」になりました。その理由ですが、学術的な話をします。ここにおられる専門家の方でもこれで納得していただけたと思います。まず一番目、両支点が水平方向に拘束されていて、鉛直荷重によって水平方向に反力が生じます。一要するに上からの力を横で押さえている、これがアーチ構造の要件を満たしています。

それから、鉛直等分荷重、先程のような 60t という荷重を平均的にかけたときに圧縮応力（押し力）が卓越している。これも、アーチ構造であるための条件です。

最後に、先ほど見ていただきましたように対称変形モードと非対称モードがアーチの構造と同じような特性を示しています。

この 3 点が、世界でアーチ構造と認められる条件であり、全て満たしているのです。

ただ、特異なのは、通常のアーチ構造には見られない圧縮応力の分布が観察されているという点です。

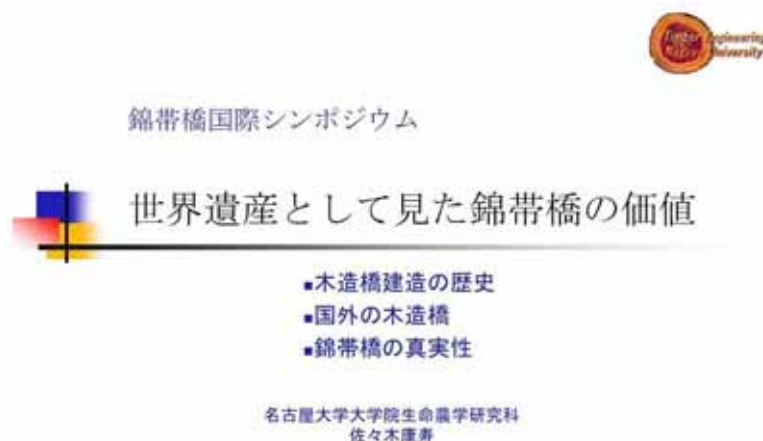
3. 木造である錦帯橋の位置付け

佐々木 康寿

皆さんこんにちは。名古屋大学の佐々木と申します。私は、木材の強度的な性質だとか、あるいは木材の建築構造への利用といったようなことを研究しております。

そのようなことから、中央ヨーロッパ地域の木造橋の調査研究を行ったことがありまして、今日はそのことを少し皆さんにお話したいと思っております。

そこで、はじめに、木造橋の歴史を簡単に振り返っておきましょう。



(1) 木造橋建造の歴史

B.C. 4 C.	ナイル川 エジプト第1王朝ファラオ・メンゼス
B.C. 4 – 3 C.	メソポタミア シュメル人
B.C. 625	ポンズ・サブリシウス ローマ
B.C. 55	ライン川 (12m幅、400m長) ローマ カエサル
103	ドナウ川 (1100m長、アーチ橋) ローマ トラヤヌス
5 – 10 C.	ローマ帝国滅亡、暗黒の時代
1180	イン川に初の木造橋 (インスブルックの由来)
15 C.	木造橋の建造が活発になる
17 – 18 C.	木造橋の建造がピークとなる
1776 – 9	最初の鉄橋 (英セバン川、アブラハム・ダービー)
19 C.	工学的手法による材料利用、鉄の導入 木質構造の沈滞が始まる、コンクリートの登場
20C.	木造橋の建造率が半分強となる
20C. 後半	鉄・コンクリートの増加、木造橋の排除 木造橋建造率の上昇

木材は、石や土と共に、人類が古くから利用してきた最も原始的な材料です。

例えば紀元前 3000 年頃にはエジプトで、紀元前 600 年頃にはローマ人が木造橋を完成させたといわれています。また、紀元前 55 年にはジュリアス・シーザーがライン川に全長 400m の木造橋を架けたといわれています。

ところで記録に残る初の木造橋は 12 世紀後半にオーストリアのイン川に架けられたもので、「インスブルック」という町の名は、このことに由来しています。

これ以後、15 世紀に入って木造橋の架設が活発化し、17～18 世紀には最盛期を迎えたといわれています。ちょうど錦帯橋が造られた時期と一致しています。(なお、世界初の鉄橋が出現するのは、鉄道と関係があり、蒸気機関が発明されたイギリスで 18 世紀後半のことです。)

さて、錦帯橋が造られた時期 (17 世紀後半) に、ヨーロッパではどのような橋が造られていたのでしょうか。皆さんに御紹介したいと思います。

(2) パンツェンドルフ橋 (オーストリア)

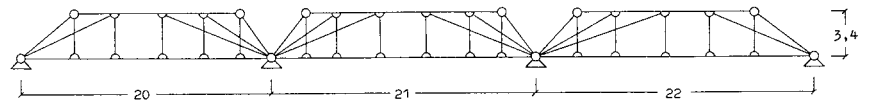
スイス、オーストリアを中心とする中央ヨーロッパ地域では、この時期に造られた木造橋をいくつか見ることができます。

典型的な例をご紹介します。これは、1781年にオーストリア・チロル地方で架設された木造橋です。屋根付きの美しい木造橋で、現在ではこの地域の歴史的文化財となっています。

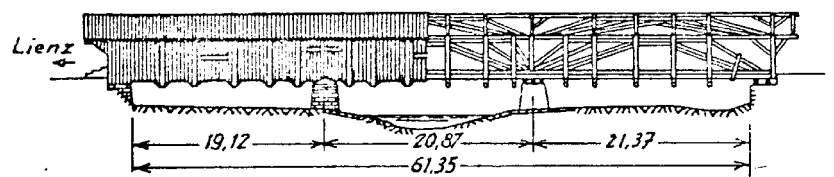
この橋に使われております木材は、この地域特産のヨーロッパカラマツという木材が使われております。ヨーロッパカラマツというのは非常に強度的にも優れた非常に優秀な構造用の木材であります。この時期の木造橋・木造建築物にはカラマツの他にモミ、スプルース、クロマツなどが使われていました。

この橋は全長が66m、幅が4m程ございまして、この絵にありますようにトラスという骨組み構造を3つ組み合わせてつなぎ合わせ、長いスパンを架け渡しています。

この当時のヨーロッパの建築や土木の構造といいますのは、トラスやアーチを利用するというような手法が発達しておりまして、力学的な合理性を見ることができます。主な建築材料がそれぞれの地域で得られます石や、土、レンガであったということがアーチの発想につながったのではないかと考えることができるでしょう。



1:800



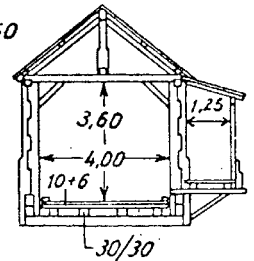
Hängewerke

Tragf.: 6 t LKW

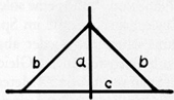
Unter Denkmalschutz!

Umfahrung über B.Nr.26 b

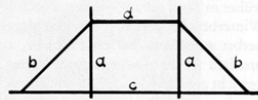
1:250



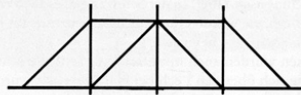
(3) 同時期の構造



einfaches Hängewerk

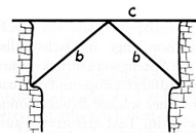


doppeltes Hängewerk



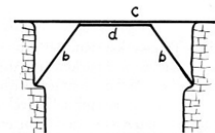
mehrfaches Hängewerk

Zeichn. Mag. Gernot Horn



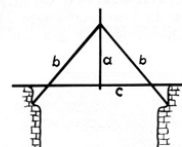
einfaches Sprengwerk

b Streben, c Streckbalken, d Spannriegel.



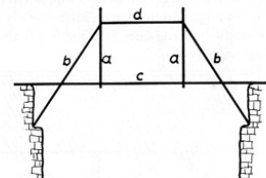
doppeltes Sprengwerk

Zeichnung Mag. Gernot Horn



einfaches Hängesprengwerk

a Hängesäule oder Hängepfosten b Streben c Streckbalken d Spannriegel



doppeltes Hängesprengwerk

Zeichnung Mag. Gernot Horn

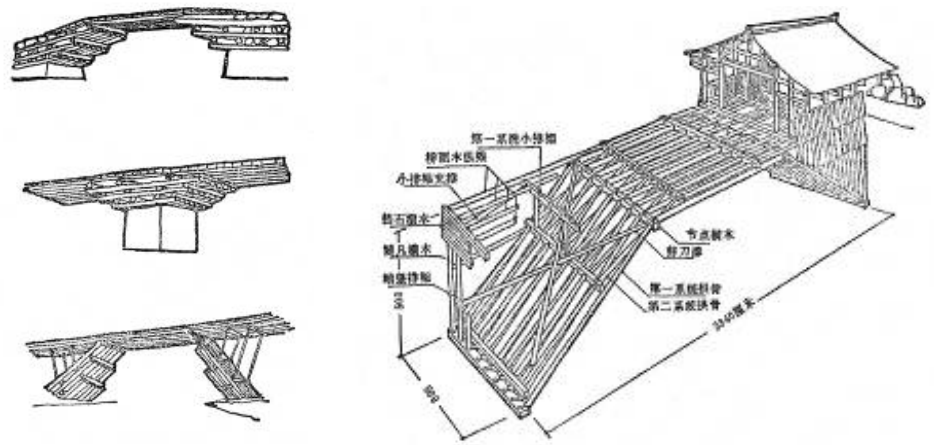
また、トラスという構造は、軸材料を組み合わせて三角形を基本とする骨組み構造を作り、長いスパンを架け渡す、或いは外力に抵抗するという発想のものです。

したがって、この時代のヨーロッパの木造橋にはこの図にありますように、頬杖形式だとかトラス形式、或いは両者の混合型である場合が多く、錦帯橋のような橋は全く見ることはできません。

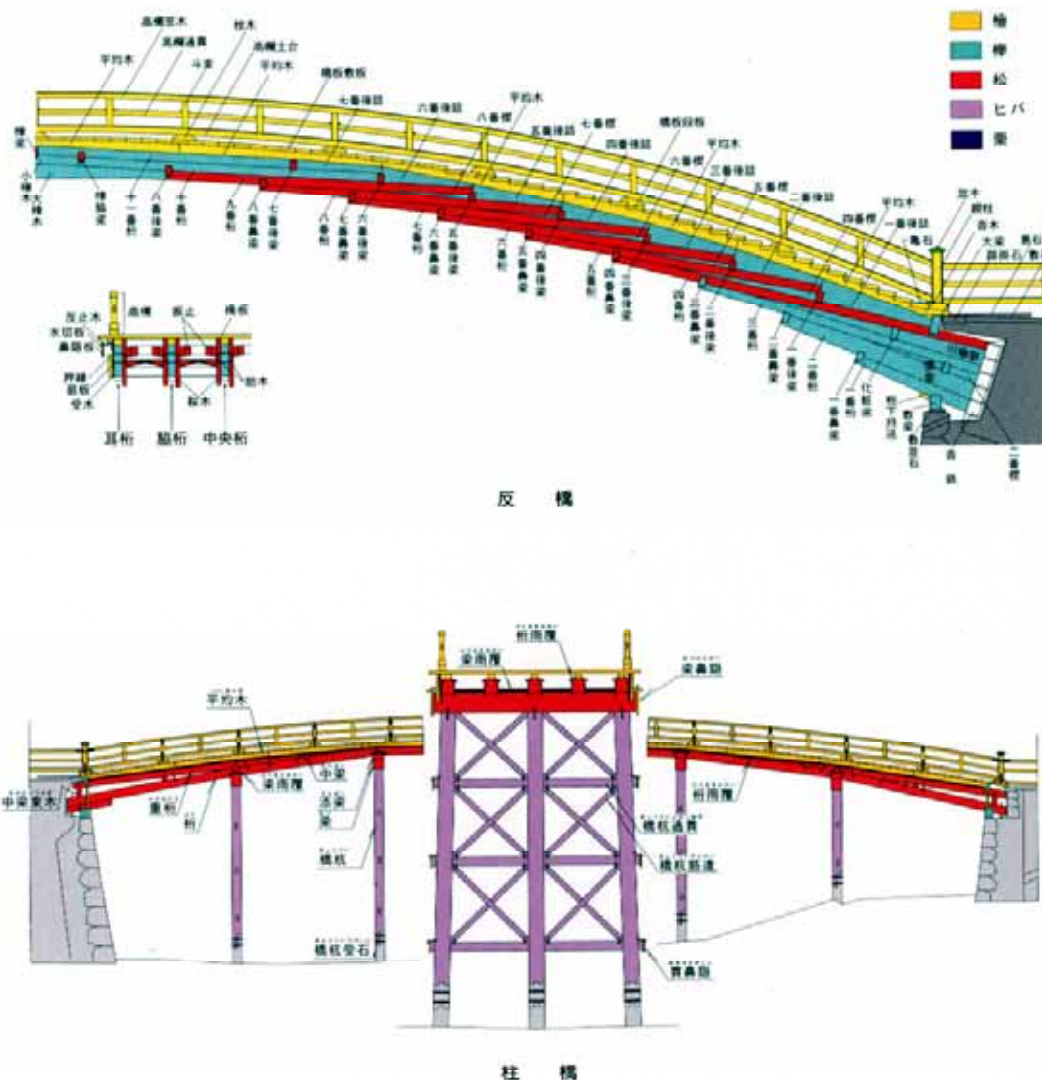
(4) 中国の木造橋

また、錦帯橋と縁がありました中国のお坊さんで独立という方がおられます。

中国の木造橋もこのスライドにありますように、錦帯橋のような橋を見ることはできません。



(5) 錦帯橋の使用木材（樹種）



ヒノキ	：建築用材その他として最優秀、耐水湿、軽軟、加工容易、乾燥容易
ケヤキ	：建築用材、耐水湿、重硬、加工性中庸、乾燥性中庸
アカマツ	：建築用材、重硬、加工性中庸、乾燥性中庸
ヒバ	：建築用材、耐水湿、軽軟、加工性中庸、乾燥性中庸
クリ	：建築用材、耐水湿、重硬、弾力性、乾燥困難

日本の伝統的な建築にはトラスや、アーチといったような概念、或いは力学的な発想は乏しかったように思います。しかしこのことは、必ずしも力学的センスが無かったということではなく、建築や構造に対する美意識の違いや、豊富な木材資源、つまり軸材料に恵まれていた、といったようなことも背景にあらうかと思えます。すなわち、建物であれば基本的な「柱」と「はり」のように部材を縦と横に配置し、斜めには配置しない、また、橋であれば、桁を連続してつなぐ桁橋、あるいは「片持ちはり」を先へ先へとつないで延ばしていく芻（はね）橋構造が多く見られるようです。

このような状況の中で、ヨーロッパでも木造橋の架設が活発化していたのと同じ時期に、突然変異的に出現したこのアーチ形式の錦帯橋は、木造アーチの実例として極めて珍しい特別な存在と考えられます。この橋の持つ力学的な合理性と景観に溶け込んだ美しさは、世界に誇りうる名橋だと私は思っております。

使われている木材は、アカマツ、ケヤキ、ヒノキといった我が国特産の建築用の材料としてスタンダードな木材が使用されています。これらの木材は、例えば長野善光寺など歴史的寺院建築物においても地元産のこれらの樹種が使用されており、耐久性や強度性能、加工性に優れた代表的な構造用木材です。

(6) 木造文化の伝承

ところで、錦帯橋は自然災害のため、或いはメンテナンスのために何度か架け替えられております。

当然、材料も取り替えられておりますので、この点におきましては建設当初のオリジナルではありません。つまり「真実性はない」ということになるかと思えます。

しかしながら、架け替えの機会に使用箇所毎の樹種の大きな変更というのは見当たりません。架設・メンテナンスに関わった大工棟梁たちの高度の知恵、見識をうかがうことができます。

- 使用材料はオリジナルではない
- 使用木材の樹種・使用部位・橋の形状・構造は創建当時を維持している
- 材料を循環利用している
- 架設技術の伝承という無形の文化を継承している

使用木材の樹種、あるいは橋の構造・形態、架設方法・技術などにおいて、架設当初の精神が今日に至るまで維持、伝承されているというこの事実が極めて尊いと思っております。

日本の木造文化の独自性、真実性における価値は極めて高いといえましょう。

(7) 永続的循環資源としての木材

また、使用材料は使いまわしがなされております。これは、大工技術の伝承ということがあらうかと思えます。

それともう一つ、当時は意識に無かったと思うのですが、資源の循環利用という観点からいいますと、今日の環境保全を先取りするものであるということを指摘しておきたいと思えます。

少し説明を加えておきましょう。

(8) 錦帯橋における炭素放出量の軽減効果

錦帯橋は、木材をおよそ 500m³使用しています。近代における架け替えの機会に、鉄橋にしてしまおう、という考えを持つ人がいたかも知れません。もし、そのような議論が過去にあったとして、やはり鉄橋ではなく木造を選択したことによって、大雑把な計算をしてみますと、おおよそ 225 トンの二酸化炭素を放出しなくて済んだ、という考え方が成り立ちます。二酸化炭素の放出は、今日、地球温暖化の原因の一つと考えられています。



- 木材の使用量： 500m³
 - 材料の重量換算： 500 (m³) × 0.5 (比重) = 250 (ton)
 - 鋼材⇄木材代替による炭素放出量の軽減： 250 (ton) × 0.9 = 225 (ton)
- 225 (ton) の CO2 放出を軽減したことになる**

では、225 トンの二酸化炭素とは、いったいどんな感じのものでしょうか。これも大雑把な計算ですが、今日の一般家庭で使われている乗用車 1 台が 1 ヶ月に 1000km 走行すると仮定した場合、約 40 年間の走行で排出する量

に相当すると考えられます。この数字をどのように捉えるかは、人によって異なるかもしれません。

世界遺産とは少し焦点がずれてしまいましたが、脈々と材料や形態を守り、大工技術の伝承と共に日本の木造文化を継承してきたことが、気がつかないうちに、環境保全にも貢献していたという側面を持っている事を知っていただきたいと思います。

どうもありがとうございました。

225 (ton) の CO2 とは？

■9 億台の自動車、50 億 (ton) /年の CO2 放出・・・5.6 (ton) /年/台

燃費 10 km/ℓ 1000 km/月・・・・・・・・・・・・・・4.6 kg/ℓ

■ガソリン 1ℓから 4.6 kgの CO2 放出

100ℓ/月＝1200ℓ/年、225000/4.6/1200＝40 年

一般家庭の乗用車 1 台が 40 年間の走行を排出

4．錦帯橋の架橋技術

中村 雅一

岩国伝統建築協同組合の中村といいます。私はお 2 方のように喋るのが職業ではありませんので、説明だけをさせていただけたらと思います。

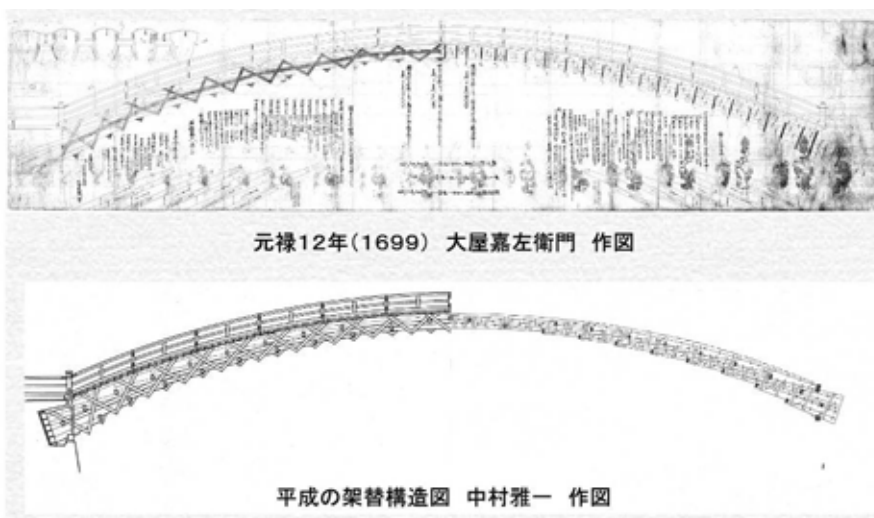
私の場合は、この度平成の架け替えにおいて、作図の方を担当いたしまして、作図の点から気付いたことを皆さんにお聞かせできたらと思います。



(1) アーチ橋の作図

図－1 は、一番錦帯橋で古い図面です。1699 年に架け替えられたときに大屋嘉左衛門という棟梁が書いた図面です。下の図は、私がこの度書いた図面なのですが、この作図する場合に一番参考にしたのがこの一番古い図面です。この図面には橋の反り高と幅が書いてあります。

昭和の再建の時に 3 橋の距離が統一されたとされておりますが、江戸時代においても、この石積の橋脚の中心間の距離は現在と殆ど変わっておりません。どうしても、橋脚の沓鉄から沓鉄までの距離を基準に考えがちなのですが、先程の依田先生が言われたアーチ構造ですね。アーチ構造の観点からいえば、橋脚の中心間を考えるべきだと思います。



図－1 錦帯橋構造図

これをみますと、ほとんど変わっていないということが判りました。

(2) 現寸図の作成

錦帯橋を造る前に実際にどういふうな大きさの図面を書くかといいますと、距離が約 40mです。このシンポジウムの会場にやっと入る位の図面を書きました。この図面をもとに型板というものを作っていきます(写真-1、写真-2)。



写真-1・2 現寸図作成

(3) 型板の作製

この型板は、実際に使う木材に墨を付ける場合に必要となるもので、この型板には少し見えにくいのですが、たくさんの情報が書いてあります。これは大工の専門的な言葉を使っているのです、一般の方が見てもちょっとそれ分らないかと思います。これをもとに大工は用材に墨を付けていきます(写真-3・4)。



写真-3・4 型板作製

(4) 墨付け

脇に置いてあるのが型板です。この型板をこの上に乗せて、ポイントを打って加工していきます(写真-5)。

(5) 用材加工

① ホゾの仕上げ作業

実は型板は側面しかありません。また、錦帯橋の図面というのは側面図しかありません。平面図では確な数値をおうことができませんので、側面図だけ起していきます。

これが加工風景です(写真-6)。この写真で使っているのは「突きノミ」です。錦帯橋用材の加工は、通常より材料が大きいので錦帯橋用の用具を特別に作って、作業にあたりました。



写真-5 墨付け

② 鉋仕上

高欄親柱を仕上げています(写真-7)。



写真-6 ホゾの仕上げ

(6) アーチ橋の桁組

① 陸組(おかぐみ)

この陸組というのは現地での作業をスムーズに進めるために1度陸で仮組みすることです(写真-8)。このときに補強材である鞍木(Vの字の部材)の墨付けや振止(Xの字の部材)の寸法採りを行なうこともあり、大変重要な作業の一つです。

② 本組

ここからが本組みの作業です。本組みは、「沓鉄」に部材をはめ込む作業から始まります。写真-9は、最初の一発桁の角度を調整している様子です。錦帯橋架橋の場合、この角度が一番大事で、いかにその角度を決定するかによって、中央の高さ



写真-7 鉋仕上

が決まってくるのです。この沓鉄との接合部分に先ほど依田先生が言われたように圧縮応力がかかるのです。ですから、この1番桁から4番桁までは隙間なく合わせる丁寧な作業が要求されます。

そして、組上げて9番桁まで組んで行きます。



写真-8 陸組の様子



写真-9 最初の桁を取り付ける角度が橋の形態に大きく作用する



写真-10 5番桁からは、桁尻を前へ前へと迫り出して組み上げる

③ 大棟木の取付

両側から延びた9番桁の間にキーストーンにあたる大棟木が入ります。

写真-11は、大棟木の先端部の「欠き込み」部分です。この長さ調整がいかに大事かというのは...



写真-11 9番桁間に大棟木の型板を当てて、距離を書き写す



写真-12 経年変化による沈下量を考慮し、大棟木の長さを決定する



写真-13 大棟木取付完了

実は、大棟木は型板通りに刻んでいません。少し余長を設けています(写真-12)。それというのが、私は今回コンピューターでCADというので図面を書いたときに、鋸の刃一枚がどのくらいの厚みか分かりますでしょうか。1mm無いくらいです。しかし、その幅で1回鋸をいれると5mm長さが変わるのです。

ですから、今回は24mm両方で長くはしたのですが、その誤差を考えると、かなり今回精度がよくできたという思いと、今回の大工の作業の流れそれらを考えてみまして9mm長くしました。いわゆる3分ずつ、18mm長くしました(写真-13)。

そうすると、全体の高さが約60mm上がっています。実際に設計数値のとおりにおさめると、最初に自重で下がるのです。下がってしまうと設計数値にはならないということで、予め長めに切って、構造部材の先端部(仕口)の細工がそれぞれ圧縮能力によってくっついてきます。そうすると段々短くなるわけです。円弧が短くなると沈んでいきます。

それを見越した長さに刻むというのは、さっきも褒めていただいたのですが、大工の棟梁の勘です。この場合、何人かが集まってどうだろうかというような議論をしました。最初にこの墨を9mm切ろうと決めるまでに少し時間が掛かったことを覚えております。

構造材の作業が終わりますと、補強材である振止、助木、鞍木というものを取り付けていきます(写真-14)。これらは途中から取り付けることができないため、端から中央に向けて順序立てて取り付けます。



写真-14 補助部材(振止、助木、鞍木)、平均木取付完了



写真-15 アーチ橋完成

(7) アーチ橋の桁組

写真-15は完成した所です。表面の部分はほとんどヒノキでできております。

この仕上げた部分については凄く大工のこだわりがありまして、やはり、錦帯橋というのは風雨に弱いという、雨に弱い。とにかく腐らなければもてるのですが、やはり雨ざらしですから、どうしても腐ります。雨に

対してどのような形を作れば、この橋は長持ちするだろうか、というふうな細かな計算がされていて、説明したいのですが、今日はその時間がありません。

この橋を造って思ったことは、この錦帯橋は作図をする際に、今の錦帯橋がかかっている場所の川幅を基準としたスケールですね、殆どの寸法がとれるのです。ゴロ合わせかもしれませんが、桁 1 本 1 本の間隔です。昔の長さでいうと 3 尺 4 寸 5 分で 3、4、5 なのです。

そういう意味でも、何らかの形で割り切れるような数字でできている不思議な橋なのです。

それを検証したいのですが、まだ完全にその数値を追っていませんので、できた折には皆さんに又報告する機会があればと思っております。

この錦帯橋が、この地の川幅を基準としたスケールでこの錦帯橋ができているということにおいて、不自然さがないのだと思います。ですから美しく見えるのではないかと思いますし、またこれを造った人達の心がこもっている橋だと思っております。

この橋を架けた最初の棟梁が、どういう気持ちでこの川の岸に立っていただろうかということに、何度も思いを馳せました。こういう素晴らしい橋を架けた先人がいることを誇りに思います。

5. ディスカッション本編

小林 一郎

どうもありがとうございました。私も時間があれば中村さんの話を後 1 時間くらい聞きたいなと思っております。それに関しては、後でお帰りになるときに時間が足りなかったということを強く書いておいてください。それで、是非次回、こんな立派なホテルでなくてもいい。小学校でもいいし、公民館でもいいと思います。本当にじっくり聴ける機会があるということが非常に大事だと思います。

今までの話を伺って私の感想を一つお話させてください。

石橋というのがあります。石橋は半円ですね。丸く半円に造るのが良いとされています。何故かというと、上に荷重がかかったときに一番下に伝わるからです。地面に直接伝わります。

それを扁平にすると、力がかかったときに両方から押さないといけない。両方から押すのはとても大変なのです。何故なら、本当に綺麗にアーチを造っておかないと上から押すと変なところに曲がってしまうのです。それで、石橋の場合日本で一番長い橋で 27~28m です。

錦帯橋は、もっと小さいと僕は思っていたのですが、35m。これは、奇跡的な大きさです。しかもそれが平べったい。

石でこれを造ろうとして、ヨーロッパは 2000 年かかっています。2000 年かけてようやく平べったいアーチ橋が架けられるようになりました。それを見たら木の技術というのは凄い技術で、あれだけの平べったいアーチが、実は 300 年も前に大体できている。これは、このこと自体今日伺って、おそらく殆ど世界に誇れる構造的な特徴だろうということが 1 点分かりました。

2 点目に分かったのは、佐々木先生のお話を聴いた中で、材料を上手く、何種類かの木材を使用箇所に応じて上手く使い分けています。その使いわけ方が最初の頃から変わっていません。これは、真実性という意味では非常に大事で、昔の人の考え方が今の橋にも生きているということで、非常に大事なことだろうと思います。

それから、これを世界の人が認めてくださるかどうかが。古い木を違う場所に転用して使うなんてことは、日本人からすると、ごく当たり前の考えのように思いますが、これは技術の世界では非常に難しくて中々そういうものはできていません。

ヨーロッパの木の橋でそういう例はほとんどないと思います。アメリカでもデロニーさんの話を伺っていると、そういうのを転用するくらいなら鉄に変えて、どんどんと新しい鉄の構造にしましょう、ということで、アメリカの橋の例ですと途中からどんどんと木の橋が、鉄の橋に変わっていったということでした。

そういう意味では、今日前半に伺ったアメリカの歴史と比べるとここですと踏ん張り続けて木の橋が、木の橋のままで将来まで繋がっていくというのは、これもまた世界の橋の歴史の中で稀有な例ではないかと考えます。

1 番目に示しました構造という意味では、今の 2 点くらいが既に結論としてどうもありそうだという気がします。それは又皆さんあとでディスカッションされたらと思います。

それから、2 点目の議論で、先程のコット先生の時に面白い言葉があったのですが、「存続を保証できるか」

ということですね。例えば、私が人間国宝になったって、すぐに死んだら意味がなくて、その人がずっと長く生き続けることを保証できるかという話がありました。

錦帯橋の場合、それがむしろ最初からあると。橋の存在そのものが保証されているという形であり、これもまたシステムとして非常に珍しい例になるだろうと思います。

さて、話を続けたいと思います。

それでは皆さん壇上の方におあがりください。議論を続けたいと思います。

それでは、最初のテーマである構造としての価値ということですが、コット先生と、デロニー先生に錦帯橋を実際に昨日の夕方と今日の午前中御覧いただきました。その御感想を後ほど伺いたいと思います。

大熊先生に今までの話を受けて構造的に何かこの橋に特徴があるということ、構造としての価値、それから材料としても非常に面白い。それ以外にも何かあるのであれば、或いは今までのも含めて、橋そのものについてお願いします。



大熊 孝

私は川が専門の人間で、要するにこの錦帯橋というのが洪水とどうつきあってきたのかということに一番大きなポイントがあると思うのです。洪水に流されないようにしてこういう橋を造ったということで、言わば、私の目から見ると、洪水と共存してきたというふうに感じます。

例えば、この錦帯橋の前後の錦川が大きく蛇行していて、放水路をつくって洪水を流してしまおうという計画があります。それは現在でもできてないわけであります。もしそれをやって洪水が錦帯橋の方に流れてこないとしたら、錦帯橋の価値はどうなったのかな、と僕は思うのです。やっぱり洪水が従来どおり流れていて、それと上手くずっと付き合ってきているというところに大きな価値があるのだと思います。

残念ながら、キジア台風では流れたのですが、それでも又完全に復元できており、技術の伝承という意味でもオーセンティシティがあると言っていると思います。



小林 一郎

ありがとうございます。

それでは、デロニー先生、コット先生に橋を御覧になった感想を少しお話いただければと思います。

エリック・デロニー

第一印象としては、コット先生ともお話をしたのですがけれども、アメリカにおいてもヨーロッパにおいても、錦帯橋のような構造を持っている橋というのは全くと言っていいほど存在しません。

私は、約30年前から橋の研究をしており、錦帯橋は今回が2度目なのですが、世界の歴史的な面からみても、錦帯橋に並ぶような橋は全くありません。

ミシェル・コット

錦帯橋について、少し違う面からお話しますと、錦帯橋の価値というものは、単に日本の近代化、文明化ということだけではなくて、西洋人にとっても、あるいは西洋の歴史の文明化にとっても非常に大事な一例になります。

錦帯橋が木の橋として続いています、橋の歴史あるいは世界の歴史の中で、木という材料はどの文明にお

いても無くてはならないものでしたが、現在のヨーロッパではほとんど淘汰されています。そういう視点から見ても、錦帯橋は現在でもこうして木の橋として生きているということは驚くべきことであります。

小林 一郎

ありがとうございました。構造、その他について他の先生方で、何かコメントはありますか。

依田 照彦

石のアーチ橋は多くありますね。あれが、いろんな所でできているから、木のアーチも楽だろうと思うでしょう。それが違うのです。

石のアーチですと、例えば日本橋では橋自体の重さが 1,000 t を超えています。そこに 1,000 人が乗っても体重の合計は約 60 t です。つまり、象の上に人間が 1 人乗っているイメージです。これは大したことではありません。

ところが、錦帯橋はアーチ橋の重さ約 40 t のところに先程説明しましたように 1,000 人 (60 t) 乗ることができるのです。言うなれば犬の上に子供が跨いで乗ろうとしているわけです。犬にとっては大変な負担です。

軽いものの上に重いものを載せることと、十分重いものの上に載せることのどちらが大変かということが判っていただけると、この錦帯橋のすばらしさが分かるはずです。



小林 一郎

ありがとうございました。それが実はパラドックスで、そういう粘りに粘ってもたなければいけない橋だから、どうしても弱くなって石橋ほど長生きできないということなのです。

ここから 2 番目の話にいきます。つまり、石橋の場合は 1 度造ってしまえば、ほったらかしにしておいて良いわけです。先程コット先生から話がありましたガール橋なんて 2000 年前に造った石橋が今も生きているということです。

そうすると、造られたそのときの形や材料やそのときの機能を今も持っているか、ということが議論されます。

つまり、世界遺産の「真実性」と言ったときに、今何が問題になっているかということ、造られたときが一番良い姿・形・機能を持っていて、普通はそれから段々と弱くなっていきます。ところが、錦帯橋の場合は元々そういうふうになっていないのではないかと。で、むしろそれを保証するために技術を伝承するとか、いろんな材料を使い分けるとか、そういった「継承する」というシステムを考えたのではないかという気がします。

それで、2 番目は技術継承という問題なのですが、中村さんにお尋ねします。

本当にその技術を繋げていくことは可能なかということです。これは愚問かもしれませんが、その点についてはどのようにお考えですか。

中村 雅一

このたびの「平成の架け替え」におきましても、従事した大工の年齢構成は 10 代から 60 代までの大工が関わっています。当然ベテランの人から若い人への技術指導はもちろん、作業を見ること自体が大変重要で、一緒に作業すると憶えているのです。次の架け替えのときに「こうだったぞ」と。

そういったものが伝わっているというスタイルをとっていますので、今回も若い大工と一緒に墨を付ける作業もしましたし、次の架け替えにおいても十分自信を持ってできていると思っています。



小林 一郎

わかりました。大熊先生、昨年までの「錦帯橋みらい構想検討委員会」での検討内容について、少しお話し

ただけないでしょうか。

大熊 孝

私は、錦帯橋において「木が腐る」ということがむしろ良かったのではないかと思います。腐ってしまうから、約 20 年で架け替えが必要となって、結果として技術が上手く伝承できてきたのです。

一方で、錦帯橋には樹齢 200 年にも及ぶ木材が必要なのです。ですから、常に木を育てておかなければならないのです。20 年で造りかえるけど、もう一方ではちゃんと材料のために 100 年も 200 年もかけて木を育てておかなければならない、ということで、短いことを考えているようで、しっかり長いことも考えている。ここに凄い面白さがあると思うのです。

錦帯橋みらい構想検討委員会では、架け替えの技術とともに、こうした用材をきちんと確保していかなければいけない、100 年後、200 年後も架け替えで使う木を育てていこう、ということを提言しました。

木は石油をはじめとした埋蔵資源と違い、しっかり植えて育てていれば、消費してしまうというものではありません。そういう意味でも、錦帯橋の永続性というのはあると思うのです。

先程のガール橋も、ピラミッドも石でできています。ピラミッドなんかは完成から 5000 年も経ってかなり風化してきています。個人的には、あれは 1 万年以上は残らないのではないかと思います。そういう意味では、錦帯橋だけは、ちゃんと人間にその意思さえあれば、1 万年も 2 万年も続けられるのではないのかな、とも感じます。

小林 一郎

材料が木だからこそできるという話と、そのためには木自体を長きにわたって確保しておくということが非常に大事になってくるということですね。

そうすると、人材も何とか繋いでいけると。材料も何とかなる。もう一つ、存続を保証するために重要なのは、そういうお金を誰が保証してくれるのか、ということなのですが、それは委員会ではどういうことを考えていたのですか。

大熊 孝

それは、錦帯橋の入橋料で確保していこうということです。

今回の架け替えは上部構造だけでした。

それで、いずれは下部の橋脚も創建当初の空石積に戻すという可能性もあると思います。この橋脚まで造り替えることになると、今回より倍以上お金がかかることになるでしょう。

そういうことも考えていくと、入橋料を少し値上げするとか、あるいは今の倍の人に来て貰うとかですね。現状では 70~100 万人位が来ているようですが、目標は年間 200 万人位に渡って欲しいと感じています。

小林 一郎

ありがとうございます。本当かどうか分かりませんが、先程のビスカヤ橋は年間 600 万人が利用しているという話でしたね。ですから、オールジャパンで 100 万人位、全世界となるとその位の数の人が見えるのかな、と思いました。それは、なかなか重要だと思います。

それでは、佐々木先生、材料の話とこういう続けていくというシステムとの関係で、材料を転用するということをおっしゃいましたが、これについてどうお考えですか。つまり、やるべきことなのか。

佐々木 康寿

私が先程申し上げた材料の転用の意味は、錦帯橋の場合、メンテナンスをするときに第 3 橋を解体するするとき、その過程で前回の大工さんがどのように材料を使って、どのように加工しているかということを次の世代の人が学びながら解体して、それを第 4 橋に使っていくというようなことをやっていけるならば、材料の使い



まわし方によって技術の伝承だとか、次世代の大工さんの養成だとかが可能であると思います。

やはり、世界遺産というまな板に錦帯橋を載せたときに、先程から話題になっている「材料の真実性」、これは確かに取り替えられておりますので、その点は弱いと思います。

ただ、使用されている木材―ヒノキ、ケヤキ、アカマツといった樹種が非常に巧みに使い分けされています。その樹種は架け替えごとにほとんど変更されておられません。

それから構造や形態もほとんど変更がありません。架設方法や技術も伝承されています。これはおそらく 300 年の間、歴々の大工が試行錯誤しながら、今振り返ってみれば非常にシステマチックに、技術やそういったものが伝承されるように、存続性が保たれるようになっていると思うのです。

そういうところが、「材料の真実性」の弱いところを補って余りあるのだと、私は捉えております。

小林 一郎

ありがとうございます。今、「材料の真実性」という言葉が出てきました。要するに極端に言うなら「300 年前の最初のときに使った材料がいくつ残っているか」ということが、世界遺産の場合は問われるわけです。そういう意味では、錦帯橋は 4・5 年前にできた橋だということもできるわけです。

ただ、構造や技術など、ずっと繋がっているものもあります。そのあたりを世界遺産の委員会としてはどのように評価していただけるのか。日本の文化庁は「その点が弱い」とおっしゃったということなのです。そのことについて、もう 1 回コット先生に確認をしたいと思います。

材料の真実性について、どうお考えですか。

ミシェル・コット

Authenticity（真実性）を評価するということは、何処の世界遺産においても非常に難しい問題です。そもそも、「真実」、「真実である」、「真実性」とは何か、というところから考えねばなりません。

先程のビスカヤ橋の事例では、ゴンドラの動力の話もありましたように、少なくとも 5 回、動力が（蒸気～電気など）変わっています。このことが、真実性を保っているかという点、説明はかなり弱くなります。しかし、見方を変えれば、ビスカヤ橋を上手く運営するために、それぞれの時代ででき得る最善の解決法を取った結果の変更であると考えます。

世界遺産としての評価は、大きく 2 つに分けることができます。

まず 1 つは、建築物としての評価に関するものです。これは、最初に誰が作ったのか、その建築物がどれだけ保たれているのか、といったことがあります。

そしてもう 1 つは、建築技術に関するものです。技術に価値を見出すものは、技術が革新されていくことに価値があるのです。最初の技術を否定するものでは駄目なのですが、それをできる限り尊重して、少しずつより良くしていくということは、技術遺産に関しては重要なことであり、その部分を正に評価しなければなりません。



小林 一郎

これは、最初の大熊先生の話と関連があると思うのですが、錦帯橋というのは「洪水とどう付き合っていくか」ということが大事で、そのためには、これは技術の成果ですから、「渡る」という機能をより良くしていくために、徐々に変わっていくことは悪いことではない、それ自体が真実性を高めているということですね。大幅に変わるのはいくらでも、技術的により良くなっていくことは、錦帯橋の真実性を深めている、そういうことが言えるのだと思います。

大熊 孝

今の話、とても心強く思いました。というのは、錦帯橋は昭和 25 年に流れた後、橋脚を約 1m 上げているわけです。

これは、洪水に対応するという錦帯橋のもつ大きなテーマの中で、そのこともいかに洪水と向き合っていく

のか、そこがポイントだと、そこに真実性があるということで考えれば、1m上げたということは何もオーセンティシティを侵したことはないということです。

コット先生の話は、非常に後押しをしてくれているな、と思いました。

小林 一郎

ありがとうございました。

最後の項目です。では、これから世界遺産の登録に向けて頑張っていくわけですが、そのときに、更にやらねばならぬこと、あるいはやってはならないこと、そういうものがあると思います。

それで、簡単な方からいきます。

やってはならないことと言いますか、コット先生のビスカヤ橋の所で、最後に問題が3つ示されました。1つ目は「近くに駐車場は作ってはいけない」ということでした。

2つ目は、「来訪者によって、交通が混雑するようなことは、工夫して避けなさい」と。これは、岩国の話ではありません。ビスカヤ橋は、橋だけで世界遺産になることは稀なことです、あるということで、我々は非常に意を強くしたと思います。そのときに、注意しなければいけないこととして、あまり、駐車場を近くに作ってはいけないということと、来訪者が増えたときにどのようにそれをコントロールするかを考えなさい、ということでした。

3つ目が「この橋の活用その他の手段を持っているか」、例えば展示室があって橋の歴史や様々な情報を伝えているか。そういうものを持っているか、ということでした。

この3つのことが言われたと思いますが、その点についてどなたか御意見があれば、伺いたいと思いますが。

大熊 孝

本日のパンフレットで駐車場の問題を私が書いております（本誌44ページ）。

私も、川の専門家として今の錦帯橋の下流の駐車場のあり方に非常に疑問を持っています。全く駐車場を無くすというのは無理だろうと思うのですが、やはり川と付き合う中で人間が少し自然を利用させて貰うという意味で、駐車場が少しあるのは良いのですが、今のような状態は、やはり上流から見たり、周辺から見たりしたときに、景色を壊しているのではないかなと思います。

それで、私は早急にもう少し別なところに駐車場を確保して、錦帯橋の下流の所は、3分の2位は元の川に返してあげてほしいな、と感じています。細かくは、パンフレットに書いてありますので、後で読んでいただければと思います。

中村 雅一

錦帯橋に対して、資料館というものが岩国に無いのです。で、徴古館に僅かに収蔵庫があるのですが、今までの資料、完全に錦帯橋だけのものを整理するという、そういう資料館があって欲しいと思いました。今回の架け替えの資料として私の作ったものや、市の方で管理している資料、これらを一緒にして管理できるところ、こうしたものを造る計画が上がってくれと嬉しく思います。

小林 一郎

ありがとうございました。

今日も対岸の吉香公園で1/5の木組のデモをやっておりましたが、御覧になりましたか（巻頭写真参照）。ああいうものをちょっと見た後で橋を見ると、何も見ずに橋を見るときより非常に理解が深まります。

だから、子供たちに単に渡って、観光客でも修学旅行生でも単に渡らせるだけでなく、その仕組みがもうちょっと分かるような何か工夫、最終的には博物館でも何でも良いのですが、まあそこまでいなくても、ちょっと見たときに「ああ、なるほどね」と思うようなものがあるということは、非常に大事で、差し当たりいろいろな工夫ができそうな気がします。

依田先生、そういうデモをするということについて、何かちょっとしたアイデアみたいなものがないでしょうか。

依田 照彦

デモになっているかどうか分かりませんが、5年毎に橋の健康診断をやっております。

地元の高校生120名に協力していただいておりますので、その意味では大変なデモになっていると思います。

そのときに、いつも思っただけ多くの人に言っていることは、多分常日頃から見ている方々はあまり気が付かないのですが、橋というのは渡ることが機能なのですが、この橋は美しさがあると思うのです。

まず、下から見て美しいというのは皆さんよく言います。次に、上から眺めたときには、いろいろな周りの景色が見えるのですが、すぐ下の川底にある敷石ですね。これは世界的にも誇れるものです。実はもう一つ見方があるのです。下から見て美しい、上から見て美しい、あと気付かれないのが、多分間違いないと思うのですが、日の影ですね。影が美しい橋というのは無いのです。敷板に映る高欄の影を味わってみてください。普通の橋は味気ない影しか橋面にないのです。この橋は、日が照っているとき渡っていただくと、時間帯によって敷板上の影の形が変わっていきます。この影の模様を見ると、それはもう感動的です。これはもう毎日がイベントではないかと思うのです。



小林 一郎

ありがとうございました。

4人の皆さんには、最後にもう一言ずつコメントをいただきますので、そのコメントの準備をしておいてください。

今から、まずデロニー先生に世界遺産に向けてアドバイスがあれば是非お願いをしたいと思います。

エリック・デロニー

アメリカの木の橋の歴史の中に錦帯橋のような橋は決して存在しません。現在アメリカ国内には470の木造橋が残っていますが、それは、壁のようになっていたり、屋根が付いていたりしています。これらに対して錦帯橋は、木組の構造が剥き出しの姿で、これが現存しているということは、奇跡的なことです。このことは、世界遺産登録に向けて強く期待が持てる重要な部分であります。

もう一つ大事なことは、技術をどのように伝承していくか、ということです。アメリカの木橋は19世紀、100年余りの橋で、今でも技術を伝承して造られています。これに対し錦帯橋は300年以上前の技術が少なくとも今まで伝わっているということも驚くべきことです。それをこれからも伝えていくためには、人から人へ伝えていくことも大事なのですが、それに加えてきちんとした資料を揃えておくこと、探しておくこと、そういうことも大事になってきます。



小林 一郎

ありがとうございました。

次に、コット先生に是非、世界遺産に登録するにはどうやったらなれるのか、ということについてお願いします。

ミシェル・コット

まず、人間の歴史の中でも、アーチの径間の長い橋を造るということは非常に重要なことでした。もう一つ大事なことは、錦帯橋と同じような橋、似たような橋が日本国内、東アジア文化圏にあるかどうか、この比較を行なうことです。

更にもう一つ比較の対象を広げて16世紀にかけられた木造橋、あるいはアーチ構造を持った石の橋など様々な面から比較して、その中で錦帯橋がどのような価値を持っているのかということを明らかにすることが大事です。

錦帯橋の場合においては、ユネスコ世界遺産リストに登録する際に、非常に心強い材料になるのが、技術が

伝承されている、ということです。

小林 一郎

ありがとうございました。

むしろ、我々としてはネガティブというか、技術の伝承くらいでは駄目ではないかとか…。

エリック・デロニー

世界遺産にむけた評価について、あまり橋そのものだけにこだわり過ぎないことです。

橋の歴史的、技術的な流れがありますが、橋だけに特化しないでいただきたい。例えば、錦帯橋を造った木造の技術が大工技術としてアジア・中国との関係でどうなのか、もっと言えば、国内の木造文化の中で錦帯橋の技術がどうあるのか、そういう様々な位置付けを試み、その中で他との比較を通じて錦帯橋の価値を見出すことも、登録に向けて大事な作業になります。

ミシェル・コット

大事なことがもう一つありまして、ビスカヤ橋でお話しましたように、橋そのものがコアゾーンとなっていて、周りがバッファゾーンとなっていたのを思い出していただければと思います。

実は、このバッファゾーンである周囲の状況とコアゾーンである橋そのものとの関係が非常に大事になります。それは、橋の形は橋そのもの、あるいは図面だけでは絶対に決まらないのです。川の形状や周りの地形が大きく影響してきます。そういう意味でバッファゾーンをどう決めるかということは、橋の評価の上でもすごく大事になります。

それと、バッファゾーンの景観です。どのような景観の中にどんな橋が架かっているのかということを考えるのも大事です。これらを世界遺産登録の書類に書くことで、書類の質はぐんと上がるのです。

最後に、付け加えますと、ビスカヤ橋のときに問題になった3つ目の問題、どうやって橋の価値を伝えるか。その際に、今日すごく印象的だったこと、錦帯橋の縮小模型や型板などを展示するという試みは、とても大事なことです。

小林 一郎

ありがとうございました。

それでは、4人の方に今までの話を含めて、簡単に一言ずつ感想を言っていただいて、終わりにしたいと思います。

中村 雅一

技術の伝承という面で、大工の技術だけに目がいきがちなのですが、工事に携わる人達というのは、石工さん、板金屋さん、鍛冶屋さん…と沢山いるのです。材料を納めてくれる材木屋さんとか、そういった方々全部を含めて技術の伝承の対象にすれば、もっと広い目で技術の伝承を岩国市民が考えられるのではないかと思います。

皆さんに、もっともっと錦帯橋を好きになって欲しいなと、思いました。

佐々木 康寿

一つは、錦帯橋というのは錦川に必要な迫られて架けたということで、洪水に流されない、それから錦川をどうやって長いスパンをとばすかということ、当時の方が一所懸命考えたと思うのです。それで、それまで日本にあったお寺や神社、お城やお屋敷といったものとは似つかないアーチ形状のものが突如現れたという、この突然変異的に現れたということが、私は非常に素晴らしい発想だと思います。

それから、今日ミシェル・コット先生の話のずっとお伺いして、非常に示唆に富んだお話で感銘を受けました。世界遺産登録という具体的なことを考えた場合に、今日のお話のビスカヤ橋というキーワードを全て錦帯橋に置き換えれば、理論武装のほとんどはできあがっているのではないかと個人的に思いました。

依田 照彦

私も同感です。

伝えるべきことは、有形の文化財と無形の文化財、我々はこれから技術の伝承をするときに、有形一形あるものを伝えるのは比較楽なのですが、無形のものを伝えていただきたい。それだけの価値があると思います。そのためには何が必要かという、先程中村さんが言われたように、橋を愛する心「愛橋心」です。

私はこれからの時代、男も女も「愛橋」ではないかな、と思います。

大熊 孝

今日は、依田先生に「これはアーチである」ということを立証していただきました。今までちょっと不安なところがあったのですが、立証していただいて本当にありがとうございました。

木が圧力で縮んだりすることを計算に入れて作られているという、橋に姿を変えても木は生きているということが重要なのかな、と思いました。

それで、錦帯橋が今も皆さんの生活の中で生きているということが、また大事なことなのかなと思いました。

小林 一郎

ありがとうございました。

本日は、私たちの不手際で大幅に時間を超過いたしました。皆さんには大変御迷惑をおかけしました。但し、私は皆さんのコメントを伺って、勇気凛々というか、何か上手くいきそうな予感が大変しております。

特に、今日新たにお2人の仲間が増えました。海外の同士もいるわけですから、いよいよもってこれは、春から縁起が良いということで、終わりにしたいと思います。

皆さん長い間どうもありがとうございました。

自然と共生する錦帯橋に世界遺産の真髄を見る

新潟大学工学部教授 大 熊 孝

私は錦帯橋にその架け替えで 1997 年からかかわってきたが、いつも錦帯橋とその周辺の美しさに魅了されてきた。その美しさの本質は自然との共生にあると考えている。

確かに、人間にとって自然の川を横断しなければならないという不都合を、架橋という技術によって克服しているのであるが、錦帯橋はピラミッドのようにそれ単独で自然と対峙して存在してきたわけではない。風雨を受け、流水に洗われながら、おおよそ 20 年ごとに、200 年から 300 年にわたって育てられた用材を使いながら架け替えられ、地域の人々との関係の中に存在してきた。それは、「じいさんが大工としてかかわった。」「先祖が植えた木がつかわれた。」というように記憶され、美しさが伝承されてきた。この美しさのお陰で、観光的観点を含め、多くの人が何世代にもわたって生計を立てることができており、それはすごい扶養力だと感心している。

しかし、近年、錦帯橋の周辺を見ていくと、錦帯橋の美しさが損なわれる事態が進行している。それを自覚して、錦帯橋と周辺の美しさを保全していく必要があると考える。

その一つが、上流の錦城橋である。この橋は、近代的技術によって造られているわけだが、錦帯橋と比較すると、効率性を追求するあまり自然の克服度が強すぎて、橋そのものの美しさに欠け、かつ錦帯橋に近すぎるため、その周辺の美しさを減退させているといわねばならない。この橋も老朽化していずれ架け替える必要があるだろう。その際に、自動車通行を妨げるわけにはいかないが、少し上流に移すとともに、錦帯橋の存在に配慮したデザインにすることを期待したい。

もう一つが、錦帯橋下流の河川敷の駐車場である。これは、人間の都合のために自然の河川敷を強引に平らにしているのであり、自然を克服して当然という人間の欲が透けて見える。それが、錦帯橋の上から眺める景色の美しさをさらに削減させている。私は、駐車場をすべて無くせとは言わない。人間が自然を利用して生きていくことは仕方がない。しかし、やはり節度というものがあるのではないかと思う。これ見よがしにすべてを駐車場にするのではなく、それを三分の一程度に抑え、残りを自然な河川敷に戻しておけば、節度を持った自然との付き合いということが感じられ、錦帯橋がより一層美しく見えるのではなかろうか。

自然との共生とは、本来、どういうことなのであろうか？われわれ人間は自然を利用しなければ生きていけない。しかし、それを収奪するようなやり方では、いずれ結局人間も滅びることになる。自然と人間の共生とは、われわれが自然を利用するのであるが、人間側が謙虚になって、自然にお願いして利用させていただくという気持ちで、持続するように知恵を絞り、可能な限り自然を尊重・保全することではないかと考えている。

21 世紀は、地球温暖化を反省して、自然と共生していく以外に人類の未来はないと考える。世界遺産のコンセプトも、人類が歴史的に自然とどう共生してきたかという点に真髄があるのではないかと考える。錦帯橋は橋単独の美しさだけでも世界遺産にふさわしいと考えるが、錦川兩岸の町並みを含めた周辺整備を今後どのように進めていくかに、本当の意味での世界遺産の価値が問われているのではないかと考えている。

錦帯橋の美しさの秘密とは

早稲田大学教授理工学術院教授 依田 照彦

わが国には歴史的に価値のある橋梁が数多く存在する。その中でも、[周防の錦帯橋]・[甲斐の猿橋]・[越中の愛本橋]は日本の三名橋あるいは三奇橋と呼ばれ、特筆すべき橋梁である。残念ながら、現在では錦帯橋と猿橋しか見ることができない。錦帯橋よりも百年以上前に架橋されていた猿橋は主桁の片端が石積等によって固定されており、力学的には桁構造であるのに対して、錦帯橋は外見がアーチ形状になっているだけでなく、構造的にもアーチ構造である。創建当時の状況から判断して、こうした技術は、中国あるいは日本の他の地域の技術に範を見出し、それに岩国藩独自の創意工夫を重ねた結果生まれたものと考えられる。

平成の架け替え時に行った現地載荷実験の結果からも、桁には主に軸力が作用しておりアーチに近い構造となっていることが判明した。多くの部材で構成されているので純粋なアーチ構造とは力の伝わり方が異なるが、十分アーチ構造に近い挙動と理解できる。錦帯橋は、見た目はアーチであるが、曲がっている木材を使用している箇所は一つもない。まっすぐな木材をずらしながら積み重ねることによって最終的にアーチ形状を形作っている。したがって、経年変化によって構成部材の寸法・形状が変化しても、アーチ構造が保っている点に錦帯橋の構造の素晴らしさがある。

錦帯橋は、当時の岩国藩における技術の粋を結集してつくられた世界に誇れる構造的美しさを有する橋であるが、その建設や幾度かの改築における先人達の知恵から、現代の土木技術の原点や技術者の気概、精神などを知ることができる。また、環境との調和、維持管理と保全、文化遺産の保護、郷土意識、技術の伝承、ものづくりなど、錦帯橋は多くの示唆を我々に与えてくれる存在であり続けるであろうと確信している。

強度試験について

錦帯橋の構造的健全性を測定するための調査は、過去5年毎に実施されている。地元岩国高校の生徒に重し役になってもらい実施している錦帯橋の強度試験は、土木・建築分野が担っている社会基盤の整備が一般市民には理解されていないのではないかと懸念がある中で、市民参加型の現地測定として非常に意義があるように感じている。特に、無形文化財的な技術の伝承が確実になされていることを現地の測定で確認できる点は技術者冥利に尽きる。



錦帯橋の架橋技術の伝承への警鐘

岩国伝統建築協同組合理事長 中 村 雅 一

私は、平成の架け替えにおいて作図ならびに大工として施工に携わりました。もし、錦帯橋が世界遺産になれば大変名誉なことですし、この上ない喜びです。

私の経験した「平成の架け替え」は、昭和の再建工事から実に半世紀ぶりとなる錦帯橋の架橋工事です。ですから、前回の工事を大工として記憶している者はおりませんでした。しかしながら、代々の残された架橋に関する資料を元に工事の 2 年前から大工の勉強会を行うなど周到な準備と、大勢の腕の立つ大工職人、つまり豊富な人材と、その他あらゆる関係者が全力を注いだことにより、無事に完成することができたのだと思います。

この架け替え以降、岩国市におかれては、錦帯橋の架け替え技術の伝承をにらんでの「架け替えの 20 年サイクル」や錦帯橋用材の自給する備蓄林をなど、さまざまな形で錦帯橋をまもっていく取り組みを展開されており、大変頼もしく思っています。

さて、錦帯橋の架橋技術とは、日本古来の大工仕事「木を観る、木を生かす」の集大成であるといえるものです。創建から架橋に携わっていたのは、岩国に住んでいた普通の大工（特別な宮大工ではない）で、普段は町家を建てていました。

そして、私自身も岩国に住むごく普通の大工なのです。「架け替えは地元の大工」という創建からの伝統があったからこそ、「平成の架け替え」という機会に恵まれ、代々受け継がれてきた錦帯橋の架橋技術を学び、そして完成させることができたのです。まさに大工冥利に尽きるものがありました。このような思いを次代の岩国の大工にも是非味わってもらいたいものです。

ところが、昨今の木工技術の低下に一抹の不安を感じずにはいられません。

私たちの世代において、大工の仕事といえば伝統的な木造軸組、いわゆる「在来木造工法」でした。親方の下で弟子を経験して「木を観る、木を生かす」仕事を身に付けないと一人前の大工としてやっていけなかったのです。ところが、近年では 2×4 などの木造枠組壁工法、プレハブ工法、そして在来木造工法でもプレカット材を使用するなど、大工の能力に左右されない技術が普及し、大工本来の技能は必要でなくなりつつあります。プレカット材しか使ったことのない大工では、錦帯橋の架橋に正面から向き合うことができません。ですが、次の錦帯橋の架け替えまでの道筋を付け、330 年余り続く錦帯橋の伝統を絶やさないことは、今回架け替えに携わった私たちの責務だと考えています。

この問題解決のためには、「在来工法」の経験をする機会を増やし、熟練大工と若手との交流を持ちながら技術を研鑽していく仕組みが必要なのです。

今後、世界に誇れる錦帯橋と、この橋にふさわしい町のあり方についても、これから地元と行政とが一体となって考えていくことになると思います。実はここに大工技術継承の鍵があるのではないかと、とも思っています。

終わりに、少しでも多くの方に錦帯橋の技術伝承に関心を持っていただき、錦帯橋にふさわしい町づくりが進められ、また大工の伝統技術が確実に受け継がれることで、これから先 100 年後、200 年後もこの地に錦帯橋が架かり続けていることを心の底から願います。

錦帯橋国際シンポジウムを終えて

熊本大学大学院教授 小林 一郎

世界遺産の旅

欧州各地を旅行していると、至る所に世界遺産がある。気がついてみると訪れた数は、軽く 80 件は越えている。ただし、意図して登録前に訪れたのはミディ運河だけである。数年前、世界遺産登録に向けて運河の調査をしておられたコット先生に紹介いただいて、地元の委員会を傍聴することができた。会議後には全員で昼食（もちろんフランス料理）を食べながら、ワインでほろ酔い気味で本音の話が続いた。「運河におけるユニバーサル（普遍的）な価値とは？」「地元にとっての損得は？」などなど。地道で真摯な意見交換は、「観光客で一儲け」といった単純な話ではなかった。「自分のふるさとには世界に誇れる価値を持っているのか」を自分たちが、世界に向かって表明し、認知してもらうための、壮大な町おこし運動であった。いつか日本でこのようなことに関わることができればこの訪問には意義があると思った。

さらにこの委員会では、世界遺産の陰の部分で議論されていた。事例としてあげられたロマネスク寺院を、数日後に訪問して唖然とした。周辺は観光客でごった返し、道路にまで溢れた車の列は「真夏の狂乱」としか呼びようがなかった。15 年前の冬の日初めて訪れたとき、管理人から「あと 30 分で閉門します」と告げられ、私一人しかそこにいないことに気づいた。寒く静かな内部を歩くと、まさに、千年前の僧侶と住民たちの暮らしが偲ばれ、深い感動に包まれた。しかし再訪したまさに同じ場所は、とても世界に誇れるものではなかった。物が残っているから価値があるわけではない。すでにその寺院は滅んだのだと自分に言い聞かせて山を下りた。

国際シンポジウムの準備

今回の国際シンポの開催に向け、昨夏に渡仏し産業遺産に詳しい歴史家ギエルム先生のご自宅に押しかけ、錦帯橋の概要を英文にした資料をお渡しし、ご意見を頂いた。ギエルム先生からは、「一度訪れたこともあるので、その価値は十分認識している。是非、登録に向けて頑張ってください。」とのメッセージを頂いた。一方、科学技術史の専門家コット先生のご自宅には、一泊させていただき、丁度バカンスで滞在中の 3 人のお孫さん（ご両親は、マルセイユで工作中）のお相手をしながら、色んなことを教えて頂いた。

錦帯橋の価値を論ずるなら、まずスペインのビスカヤ橋の世界遺産登録に関する調査内容を講演するのが最適だろうというのが二人の一致した結論であった。幸い、私も一度現地を見学したことがあるので、要点を押さえて質問した。答えは、敢えて来日講演で頂戴することとし、そのときは、錦帯橋の説明に残りの時間を費やした。また、コット先生以外に、さらにもう一人招待するとしたら、アメリカの方が良からうとのご提案もいただき、3 人ほどご紹介頂いた。我々の条件は、今後とも錦帯橋に関わりを持ってくれる人でフットワークの軽い人。「それなら、彼が良い」ということで、デロニー先生に白羽の矢が立った。持つべきは、腹を割って話せる友だとしみじみ感謝した。あの時は、手ぶらで岩国に帰る訳にはいかなかったのだから。

まとめ

さて、今回の国際シンポジウムを振り返って、印象に残った言葉を 3 つ挙げておきたい。

完全性：シンポジウムのタイトルは「真実性」であった。創建当初の材料は全く残っていないのだから、私の結論では真実性はゼロということだ。しかし、完全性という観点からは、評価に値することが幾つかありそうだ。橋の形（特に中央の 3 連のアーチ）は、創建当初と同じか、使用している材料の組み合わせは変わっていないか、利用目的は江戸時代と異なっていないか（観光客だけが渡っているのではないか）等々に関しては、肯定的な回答ができる。

技術遺産：この言葉も新鮮であった。技術とは人々が直面する問題を解決するために必要な装置や施設を作ることである。解決法はすぐには見つからない。工夫を重ねて徐々に完璧なモノとなっていく。革新は技術に内在する特性である。錦帯橋が、完全性を保ちつつも、時代とともに変化する問題に対し、最適解を用意しようとするれば変化はむしろ必須の条件となる。これまでの歴史遺産のように「そのままであり続ける」ことに価値

があるのではなく、技術遺産においては、錦帯橋のように「柔軟に問題に対応し続けること」こそが価値であろう。

普遍性：価値のレベルとして、ユニバーサル（世界レベルな普遍性）、ナショナル（国レベル）、リージョナル（地域レベル）の仕分けをきちんとしておくことの重要性も理解できた。我が国の重要文化財をいくつ並べても国レベルの価値のモノだけでは、世界遺産にはならない。いかに、世界的に普遍性のある価値を提示できるかが重要だ。錦帯橋とその周辺で世界が認める価値は、『日本的な川の持つ洪水などの困難を、アジア的な木造文化が、普遍的な架橋構造（アーチ）』という形で実現したことに尽きると断言したい。錦帯橋は木橋として、初めて世界遺産に登録されるべきものである。のんびりしていると、他のアジアの国々の木橋が次々に世界遺産に登録されていくだろう。じっと待っているだけでは、我が国は大きなチャンスを見逃してしまうことになる。

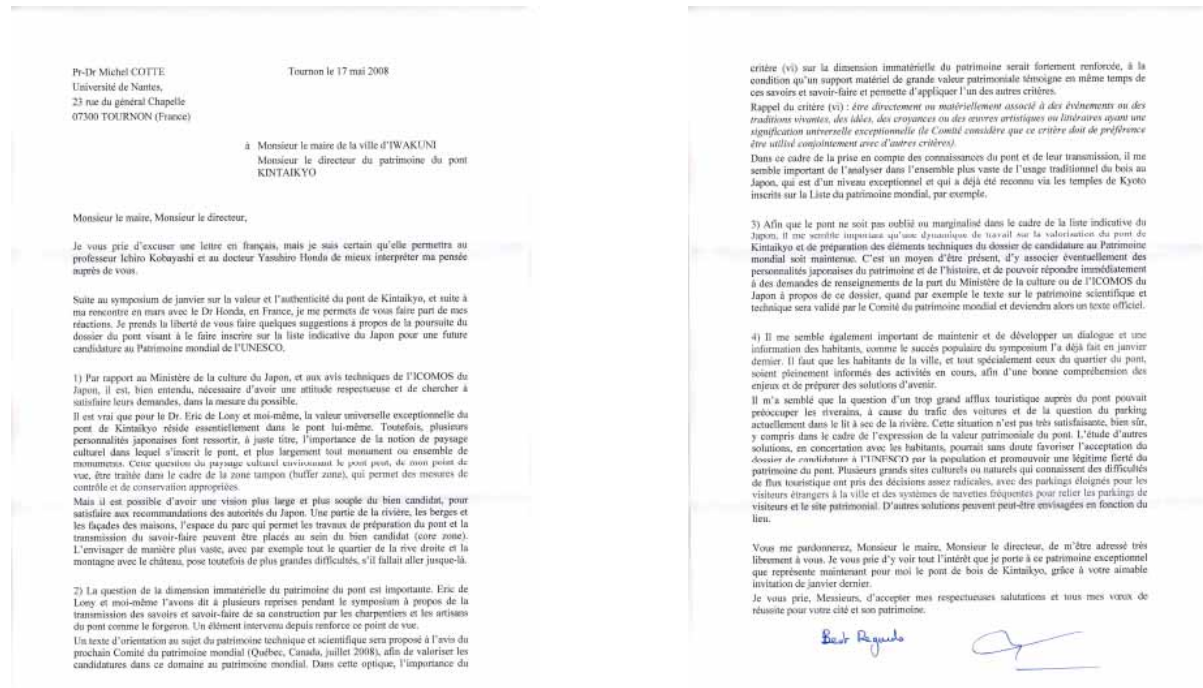
以上より今後岩国市がすべきことは、

- ①木橋や木造建築に関する調査を、さらに綿密に行うこと。
- ②情報を整理・発信する部署や施設（資料館など）をさらに充実させること。
- ③大工だけでなく、市役所内にも継続的な人材育成（世界遺産登録の経緯を熟知する人、橋梁工学に精通した人、外国語ができ、海外の事情に通じている人等々）を行うこと。

などであると考え。そして、市民を巻き込んだ、息の長い議論が必要である。これは、壮大な町おこし運動なのだから。

参考資料 ミシェル・コット氏からの手紙

この手紙は、2008 年 1 月に開催したシンポジウム以後に岩国市長宛に届いた氏からのアドバイスです。



トゥルノン、2008 年 5 月 17 日
ナント大学教授
ミシェル・コット

拝啓

フランス語にてお手紙を差し上げることをお許しください。

(中略)

将来、錦帯橋がユネスコ世界遺産の暫定リスト掲載を目指すに当たって、何点か提案をさせていただきたい
と思います。

1. 文化庁および、日本イコモスからの専門的なアドバイスに対し、極力それらを尊重し、その要求を満たす
ために岩国市が努力している姿勢を示す必要があります。

エリック・デロニー博士と私自身は、錦帯橋の普遍的な価値は橋そのものにあると確信しております。しか
しながら、日本の専門家の中には、橋とその周辺地域に文化的景観としての価値を見出そうという意見や、広
いエリアに散在する建築物群の価値付けを重視する方も多数おられます。私の見解としては、錦帯橋周辺の景
観に関する問題は、種々の規制措置やバッファゾーン（緩衝地帯）整備の一環として取り扱うことは可能では
ないかと考えています。

文化庁や日本イコモスが提示する条件を満足するために、より広く、柔軟な視点を持つという方法も考えら
れます。例えば、錦川の一部、堤防、家屋の外観、公園などはコアゾーンとして位置付けることが可能だと考
えます。特に公園は、錦帯橋架替えの際には作業スペースとなります。そうした利用によって、公園には「技
術伝承の場」という意味を持たせることも出来るでしょう。場合によっては、さらに広範に、右岸側の全ての

岩国市長 様

地域と岩国城のある山までを含めることも可能ではあります。しかしながら、この場合はより困難な問題が生じます。

2. 錦帯橋が持っている「目に見えない価値」は重要です。例えば皆折釘の製作のように、大工や職人がおこなってきた知識や技能の伝承などはこれに相当します。この点について、エリック・デロニー博士と私はシンポジウムの中で度々言及いたしました。これは、聞き取り調査の実施などによって情報を収集することができます。

2008年6月、カナダのケベックで開かれる世界遺産委員会では、「科学及び技術に関する遺産」を世界遺産にすることを目的とした文書が提案されます。その主旨は、世界遺産登録基準(vi)に示される「遺産が持つ目に見えない価値」を今後重点的に評価していこうというものです。これは、もの自体が重要な価値を持っており、なおかつ知識や技能の伝承を実証しうるような遺産を評価しようというものです。

なお、登録基準(vi)とは、「顕著で普遍的な価値を持つ出来事、生きた伝統、思想、信仰、芸術的作品、あるいは文学的作品と直接または明白な関連があること（ただし、この基準は他の基準とあわせて用いられることが望ましい）」です。

日本の木造文化は世界的にも突出したレベルにあり、京都の寺院建築を通じてその価値は広く認知されています。錦帯橋に関する様々な知識や技能の伝承を考慮すると、日本の伝統的な木造文化という広い視野からの分析が重要であるように思います。

3. 錦帯橋が暫定一覧表候補としてその存在を忘れ去られないため、または埒外へと追いやられてしまわないためには、錦帯橋の価値を明らかにする精力的な活動と、技術及び科学遺産として評価するための情報収集が重要です。具体的には、①現在の活動の継続、②必要に応じた遺産の専門家や歴史家による研究グループの組織形成、③文化庁や日本イコモスからの情報提示の要求に即時に対応できるような準備、といったことです。例えば、先に申し上げた「科学及び技術に関する遺産」に関する提案が世界遺産委員会で承認された場合、①～③のような形で準備された資料は、登録申請のための公式文書として提出することが可能です。

4. 今年1月に開かれた国際シンポジウムの成功を目の当たりにし、市民との対話や住民からの情報収集の継続及び展開もまた重要であると考えています。市民、とりわけ錦帯橋周辺の住民に対しては、岩国市が進めている活動の現状を十分に伝え、登録に対する理解と将来的な解決策を準備する必要があります。

また、錦帯橋を訪れた際に感じたことは、観光客が橋梁周辺に殺到した場合、交通量の増加や河川敷の駐車場問題によって周辺住民が難色を示すのではないかとということです。こういった状況は、住民にとっても、錦帯橋に対する評価としても好ましいものではありません。住民との対話を通じて他の解決策を模索していくことは、錦帯橋の世界遺産登録を住民に受容してもらうことに直結しています。そして最終的には、錦帯橋という遺産の大きな誇りともなるでしょう。これまでに文化遺産や自然遺産となった場所は、観光客の増加という問題に対して、遠隔地に駐車場を設け、シャトルバスを運行するという非常に大胆な方法をとっています。状況に合わせて、その他の方法を考えることも可能でしょう。

以上、厚かましくもご意見申し上げましたことをご容赦ください。私が、錦帯橋という木造橋、他に類を見ないすばらしい遺産に多大なる関心を寄せていることをご理解いただければと思います。これも、本年1月にあたたかいご招待をいただいたからこそであります。

近い将来、岩国市と錦帯橋が大きな成功を納められますことを祈念しております。

敬具
(署 名) ミシェル・コット

参考資料 ユネスコの採択

この文書は、2008 年 8 月にケベック（カナダ）で開催された第 32 回世界遺産委員会で採択された内容です。



UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC
AND CULTURAL ORGANIZATION

CONVENTION CONCERNING THE PROTECTION OF
THE WORLD CULTURAL AND NATURAL HERITAGE

WORLD HERITAGE COMMITTEE

Thirty second Session

Quebec City, Canada
2 – 10 July 2008

Item 10 of the Provisional Agenda: Global Strategy for a representative,
balanced and credible World Heritage List

Science and technology, an expert workshop within the framework of the
global strategy for the global, balanced and representative World Heritage
List

SUMMARY

This document has been prepared to facilitate the World Heritage Committee's
debate on issues linked to scientific and technological heritage within the
framework of the World Heritage Convention and its Global strategy, following the
international expert workshop held in London, 21-23 January 2008

Further information (including the agenda, the list of participants) is available on
internet http://www.unesco.org.uk/Science_Heritage_Meeting.htm and
<http://whc.unesco.org/en/activities/>



WORLD HERITAGE: SCIENCE AND TECHNOLOGY
AN EXPERT WORKSHOP WITHIN THE FRAMEWORK OF THE GLOBAL STRATEGY FOR
A BALANCED AND REPRESENTATIVE WORLD HERITAGE LIST

IV. Monday 21 to Wednesday 23 January 2008

Wellcome Collection Conference Centre, 183 Euston Road, London NW1 2BE, UK

Co-hosted by
The Department for Culture, Media and Sport
and
The UK National Commission for UNESCO

RECOMMENDATIONS

Contents

Background	2
The Context	2
Definition of Science	2
Thresholds	2
The Physical Heritage	3
Nominations and Assistance	3
Existing World Heritage properties	5
Beyond Nominations	5

'Cultural heritage [for the purposes of the World Heritage Convention] may consist of monuments,
groups of buildings and/or sites which are of 'outstanding universal value from the point of view of
history, art or science'.

'Very few World Heritage sites represent heritage of science'.

¹ Article 1 of the World Heritage Convention (1972)

² In Blue Steeples Lodge NBS, MP, Minister for Culture, Opening speech of the Expert Working Group:
International expert workshop on World Heritage: Science and technology
21-23 JANUARY 2008, LONDON, UK

WHC-08/32.COM/INF.10A, p. 1

Background

1. The Expert Working Group (EWG) on Science and Technology met in London between 21st and 23rd
January 2008. The offer of hosting the EWG was accepted by the World Heritage Committee at its 31st
Session in Christchurch (New-Zealand), in Decision 31 COM 9.

2. The EWG consisted of 45 participants from 15 countries. In addition, the World Heritage Centre was
represented, as well as the World Heritage Committee's three Advisory Bodies¹.

3. The EWG was held at the invitation of the Government of the United Kingdom on behalf of the World
Heritage Committee. It was hosted jointly by the UK Government's Department for Culture, Media and
Sport and the UK National Commission for UNESCO with support from the World Heritage Centre. The
Wellcome Trust generously provided the venue for the three-day meeting.

4. The work of EWG was informed by the presentation of a series of keynote speeches and background
papers. These papers and presentations are available for consultation at www.unesco.org.uk.

5. The EWG was divided into three Working Groups, each dealt with a series of specific questions.
After the Working Groups concluded their work, the participants reassembled, and the findings of each
Group were presented and debated. At the final plenary session, the EWG agreed the following
conclusions.

The Context

6. The EWG was of the view that science and technology are defining characteristics of human culture,
and their existence, in historical and contemporary terms, is of fundamental importance to humanity in
the past, present, and the future.

7. While there is some representation of sites regarding technology on the World Heritage List, the
EWG was strongly of the view that the heritage of science is insufficiently recognised on the List.

8. This situation exists despite clear recognition by the international community in 1972 (in Article 1 of
the World Heritage Convention²) that cultural heritage may consist of monuments, groups of buildings
and/or sites which are of 'outstanding universal value from the point of view of history, art or science'.

Definition of Science

9. The EWG understood science to include systems of knowledge which may be historical, traditional,
indigenous and/or contemporary. These typically include predictive ideas, and modes of explanation
based on observations of nature or deductive discoveries that are logical and rational in their own
terms, can be validated, and are open to change and refutation through further observations.

Thresholds

10. For heritage to merit inclusion on the World Heritage List, it must (as required by the World Heritage
Convention) possess outstanding universal value (OUV). In the context of scientific and/or technological
heritage, the EWG was of the view that only a small proportion of sites display tangible evidence and

are likely to meet the threshold of outstanding universal value and therefore only a small number are
suitable for nomination for inclusion on the World Heritage List.

11. The scientific heritage and/or its technological manifestation that may merit designation due to its
possession of outstanding universal value will be that which has been associated with the most
important fundamental developments, of universal significance.

12. Recognising that not all scientific and/or technological heritage may possess outstanding universal
value and therefore be inscribed under the World Heritage Convention, the EWG recommended that all
States Parties seek to identify other international, regional and/or national mechanisms, which
recognise the importance of scientific and/or technological heritage.

The Physical Heritage

13. The EWG was of the opinion that there is often a strong link between the tangible and intangible
heritage of scientific and/or technological sites of possible Outstanding universal value. This is
particularly so with scientific heritage, where the link to the intangible nature of 'great ideas' may be
particularly strong.

14. Nevertheless, for the World Heritage Convention, the focus should be upon the physical sites,
which are the tangible heritage, where great achievements of universal value were manifested, and to an
extent, remain. Tangible evidence needs to survive and this can be in the form of landscape and
natural features, buildings and objects.

15. The tangible context for the original scientific insight is also important.

16. The EWG noted that the World Heritage List is not primarily a means to commemorate famous
individuals, and alternative means should be considered for recognition in most cases.

17. Although each nomination should be examined on a case-by-case basis, the focus should be upon
the place, or a collection of places, where the most important fundamental developments, of universal
significance, occurred.

18. The EWG recognised that the principles of authenticity and integrity are fundamental to the World
Heritage Convention. In the case of scientific and technological heritage, the EWG suggested that it is
possible to have elements of faithful reconstruction on a site, in exceptional circumstances³.

Nominations and Assistance

19. The EWG recognised that there is an overall need to increase the expertise available on science
and technology to the World Heritage Committee and States Parties in general. In addition, they
recognised the need further to increase the expertise utilised by the Advisory Bodies in relation to the
heritage of science and technology.

20. When the evaluation of whether a site of scientific or technological heritage has outstanding
universal value is evaluated by the Advisory Bodies, the Advisory Bodies should be requested to seek
expert advice⁴. It was noted that additional resources would have to be provided.

¹ International Council on Monuments and Sites (ICOMOS), the World Conservation Union (IUCN), and the International
Centre for the Study of the Preservation and Restoration of Cultural Property (ICCROM) are the three official Advisory
Bodies of UNESCO as the implementation of the World Heritage Convention.

² UNESCO Convention concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage (1972)

International expert workshop on World Heritage: Science and technology
21-23 JANUARY 2008, LONDON, UK

WHC-08/32.COM/INF.10A, p. 2

³ Operational Guidelines paragraphs 79-84.

⁴ Examples of existing collaboration between Advisory Bodies and specialised experts on specific areas include the technical
arrangement between ICOMOS and TICCIH, and between IUCN and IUGS. Other expert bodies that might be approached
include, *inter alia*, the International Council for Science (ICSU) and the International Union for History and Philosophy of
International expert workshop on World Heritage: Science and technology
21-23 JANUARY 2008, LONDON, UK

WHC-08/32.COM/INF.10A, p. 3

21. This additional expertise will help States Parties form their Tentative Lists and present nominations, and encourage States Parties to consider scientific nominations. The additional expertise will also allow the World Heritage Committee to evaluate critically the possible scientific and/or technological values of possible sites.

22. To assist the nomination process the EWG recommended,

- i. The World Heritage Committee should give clear guidance on the priority areas with regard to filling the overall gaps (that is, not just the gaps with regard to scientific and technological heritage) in the World Heritage List. In this regard, the EWG recommended that the World Heritage Committee direct that fixing the gaps associated with scientific and technological heritage be given priority status;
- ii. There is a need for an international framework study of science and technical heritage. This study should identify where the gaps in the World Heritage List are, and in particular, what other areas of scientific and technological heritage would benefit from further, specific, thematic studies;⁷
- iii. All future thematic studies in these areas should be global and reach across cultural and geographical borders. They should include comparative analysis and provide clear guidance and examples of best practice for both States Parties and the World Heritage Committee to develop benchmarks against which they can evaluate nominations;
- iv. The terms of reference for the Compendium of World Heritage properties (and 'case law') that the Advisory Bodies are currently compiling for the World Heritage Committee should be expanded to examine the history of scientific and/or technological heritage. In addition, the Advisory Bodies should be requested to provide more guidance on the question of authenticity and integrity in the nomination and management of sites for science and/or technology heritage;
- v. This process should be adequately resourced and the level of funding for the Advisory Bodies for such thematic advice should be increased.

23. The EWG spent a considerable amount of time examining the possible criteria in the Operational Guidelines under which sites of scientific and/or technological heritage may be justified. It was suggested that the applicability of all the criteria for the heritage of science and technology should be reviewed and explanatory guidance, with examples, be issued to demonstrate their use to recognizing science and technology.

The EWG noted that the existing criteria provided the basis for recognising scientific heritage although the applicability of the criteria could be enhanced.

24. With regard to possible inscriptions of science and/or technology sites under Criterion (vi)⁸, the EWG made five findings.

- i. Criterion (vi) can be interpreted to cover scientific heritage;

Science (IUTPS). The EWG also note that there was a misunderstanding between the International Astronomical Union and UNESCO.

⁷ In this regard, the EWG recognised the value of the Astronomy and World Heritage initiative.

⁸ Criterion (vi). Be directly or tangibly associated with events or living traditions, with ideas, or with beliefs, with artistic and literary works of outstanding universal value.

International expert workshop on World Heritage: Science and technology
21-23 JANUARY 2008, LONDON, UK

WHC-08/32.COM/INF.10A, p. 4

ii. Although Criterion (vi) has clear merit in this area, the EWG noted that the World Heritage Committee had sought to place restrictions on the utilisation of this criterion, as a sole justification, with regard to all forms of heritage. The EWG noted that Criterion (vi) should usually, and preferably, be used in conjunction with one or more other criteria;

iii. Nominations under Criterion (vi) should refer to strong links to tangible features of sites. For all sites, the emphasis should be upon the ideas in the heritage that are reflected in the features of the site, not simply on the person who developed them;

iv. Criterion (vi) may be used in connection to natural sites, so as to reflect the value of the site for science;

v. The EWG noted that there might be some exceptional instances where Criterion (vi) has the potential to be used on its own for recognising the heritage of science and/or technology.

25. Specific guidance for sites of scientific and/or technological heritage should be incorporated into Annex 3 of the Operational Guidelines.

Existing World Heritage properties

26. The EWG was of the view that there was merit in the World Heritage Committee recommending that States Parties consider re-examination of sites already inscribed on the World Heritage List which may possess scientific and/or technological heritage of outstanding universal value. The re-examination process could be undertaken as part of the Periodic Reporting.

27. The EWG recommended the World Heritage Committee to simplify the process by which existing sites inscribed under other criteria are re-examined for additional criteria and/or to require their statements of outstanding universal value be modified to reflect their scientific and/or technological heritage.

Beyond Nominations

28. The EWG noted the importance of education and interpretation of World Heritage properties for scientific and/or technological heritage.

29. Awareness raising on this topic should be used as a tool to communicate, inter alia, the scientific heritage of individual sites, the management and conservation of such sites, the importance of scientific heritage, and more generic concerns such as sustainable development.

30. Awareness raising on this topic should, as appropriate, be linked to other international programmes and initiatives which seek to raise the overall profile of science.

FINAL: 14.02.2008

International expert workshop on World Heritage: Science and technology
21-23 JANUARY 2008, LONDON, UK

WHC-08/32.COM/INF.10A, p. 5

世界遺産 32COM

(第 32 回討議)

限定配信

WHC-08/32.COM/INF.10A

2008 年 5 月 22 日、パリ

原本:英語/仏語

国際連合教育科学文化機関(UNESCO) 世界文化と自然遺産の保護に関する会議 世界遺産委員会 第 32 回討議

2008 年 7 月 2 日～10 日

於ケベック(カナダ)

**規定協議事項第 10: 代表的で、均衡がとれ、信頼できる世界遺産リストのための世界戦略
科学と技術、世界的、代表的、均衡のとれた世界遺産リスト世界戦略構想における専門家研究部会、**

要 点

この文書は、2008 年 1 月 21-23 日ロンドンで開催された国際専門家研究部会に引き続き、開催された世界遺産会議とその体制内の科学技術遺産にリンクしている案件について世界遺産の討議を促進するためのものである。

以後のインフォメーション(協議事項、参加者のリストを含む)は、インターネットで入手可能

http://www.unesco.org.uk/Science_Heritage_Meeting.htm と

<http://whc.unesco.org/en/activities>

世界遺産：科学と技術
均衡が取れ、代表としての世界遺産リスト世界戦略構想のための
科学技術専門家研究部会

IV. 2008 年 1 月 21 日 (月) – 23 日 (水)

英国、ロンドン NW12BE, 183 イーストン・ロード

ウエルカム・コレクション・センターにて

共催

英国文化、メディア、スポーツ省

および

ユネスコ英国ナショナル・コミッション

勧 告

内 容

背景	6 3
経緯	6 4
「科学」の定義	6 4
段階	6 4
有形遺産	6 4
登録提案と助言	3
存在する世界遺産	5
登録以降	5

「文化遺産「世界遺産会議の目的のための」は、モニュメント、建物群または、歴史、美術、科学的に優れた総合的な価値のある景観で形成されている。」¹

「科学を代表するような世界遺産はほとんどない。」²

背 景

1. 科学技術に関する専門家ワーキング・グループ（以下 EWG）は、2008 年 1 月 21-23 日、ロンドンで会合。EWG 組成の提案は、第 31 回討議は、2007 年、クライストチャーチ（ニュージーランド）において世界遺産委員会により了承されている（**決定事項 31 COM9**）。
2. EWG は、15 カ国 45 名の参加者、それと世界遺産センターと世界遺産委員会の三つの諮問機関の代表者が参加³。
3. EWG は、世界遺産委員会を代表して、英国政府の招待を受諾。それは、英国政府文化、メディア・スポーツ省と世界遺産センターの支援を受けたユネスコ英国コミッションの合同によるものである。ウエルカム財団の寛大な御好意により 3 日間の会議を実施した。
4. EWG の仕事は、連続する基調講演と経過文書の発表により人々に知らせることであった。これらの文書と発表は、www.unesco.org.uk で利用可能
5. EWG は、3 つのワーキング・グループに分離；それぞれは、具体的な質問の対応を実施。各グループは、その仕事を終了するにあたりもとのグループになり、それぞれのグループが発見を発表し、討議を実施した。最終本討議において、EWG は、以下の結果に同意した。

¹ 1972 年世界遺産委員会 第 1 条

² マーガレット・ホッジ文化大臣、専門家ワーキング・グループのオープニング・スピーチ

³ 世界記念物遺跡会議(ICOMOS)、世界自然保護連盟(IUCN)、文化財産保存研究国際センター(ICCROM)は世界遺産委員会の 3 施行諮問機関

経緯

6. EWG は、科学と技術は、人類の文化とその存在を本質的に特徴づけるものであるということには同意していた。また、その科学と技術の歴史的または同時代的な存在は、過去、現在、未来の人類にとって根本的に重要であるということにも合意してきた。
7. 世界遺産リストには技術に関する史跡が数件掲載されているが、EWG は、科学に関する史跡が不十分であると明確に評価している。
8. この問題は、1972 年（世界遺産条約 第一条⁴）に国際共同体において明確かつ詳細に認識されたにもかかわらず、現状は前記のようである。その認識とは、文化遺産は、記念碑、建物群および／または、歴史的、芸術的、科学的に顕著で普遍的な価値を有する史跡によって構成される、ということである。

「科学」の定義

9. EWG のメンバーにとって、科学とは歴史、伝統、土地固有および／または同時代の知識体系であると考えている。これらは典型的に、自然の観察や推測による発見にもとづいた予測的思考法や説明法を含むものである。これらの考え方や方法は、彼ら自信のことばにおいて論理的かつ合理的なものである。それらはまた、さらなる観察によって変更や反論されうる。

段階

10. 遺産が世界遺産リストに掲載されるためには、世界遺産憲章に示されるように顕著で普遍的な価値を有している必要がある。科学・技術遺産として考えた場合、物質的な価値を示し、顕著で普遍的な価値を有するものはわずかであると考えている。つまり、世界遺産リストに登録されうる例は数少ない。
11. 顕著で普遍的な価値を持っている科学遺産および／またはその技術的な評価は、最も重要である本質的かつ普遍的な発展と関連した史跡に一致するであろう。
12. すべての科学および／または技術遺産が顕著で普遍的な価値を有するわけではないため、世界遺産になれるとは限らない。世界遺産会議において、EWG（専門家ワーキング・グループ）は、以下のことを勧告した。すべての国の代表は、科学および／または技術遺産として認められるための他の国際的、地域的、国内的手順の証明を探究する必要がある。

有形遺産

13. EWG は、しばしば、顕著で普遍的な価値を有する可能性のある科学および／または技術的な史跡には有形遺産と無形遺産が強く関係していると考えてきた。“偉大な発想”という形のない性質を持つ科学遺産においてその関係性が極めて強い。
14. しかしながら、世界遺産委員会としては、物証を重視せねばならない。この物証は、普遍的な価値による偉大なる実現であり、また、将来へと続く遺産を象徴するものである。物証は風景や自然の特徴、建造物やオブジェといった形をとりうる。
15. もとの科学的洞察力のための有形の背景も必要である。
16. 世界遺産リストは本質的に偉大な個人を記念するための手段ではない。そのため、ほとんどの場合で代替の手段が用いられてきた。
17. たとえこれまでの登録がケースバイケースで審査されていたとしても、その重点は本質的かつ普遍的な発展が起こった最重要な場所あるいは場所群に置かれてきた。
18. EWG は、真実性と完全性の本質は世界遺産条約の基礎であることを認識しており、科学および技術遺産の場合、EWG は、いくつかの例外においては、史跡が忠実な再建の要素の可能性を有することの可能性について勧告した⁵。

⁴世界文化遺産および自然遺産の保護に関するユネスコの条約(1972 (昭和 47) 年)

⁵運用指針 79-86 行

登録提案と助言

19. EWG は、世界遺産委員会と国の代表者に対して科学と技術に関する知識の豊かな専門家を派遣する必要性を認識している。さらに、科学と技術遺産に関係する諮問機関によってこれまで以上に利用される必要性を認識している。
20. 科学または技術遺産が顕著で普遍的な価値を持つとき、諮問団体に対して専門的な助言が求められる⁶。それは追加意見として、提供される。
21. この専門家は、国の代表が暫定リスト登録に向けた提案を手助けする。同様に、科学的な性格を持つ史跡を提案するよう奨励する。また、登録の可能性のある科学および／または技術に関する史跡に対して、世界遺産委員会が厳格な評価ができるよう助力する。
22. 登録の過程に関与するため、EWG は以下の点を勧告する；
 - i 世界遺産委員会は、世界遺産リスト全体の空白を埋めるための明確なガイダンスを与えなければならない（科学と技術遺産という空白のみではない）。この点について EWG は、科学と技術遺産が優先的にこの問題を解決するものであると考えるよう世界遺産委員会に対して勧告した。
 - ii 科学と技術遺産の枠組みづくりに関する研究に、国際的に取り組む必要がある。この研究は、世界遺産リストの空白部分を明確にするであろう。また、この研究によって特に、より深いテーマ研究を要する科学・技術遺産の分野を明確化するであろう⁷。
 - iii 今後実施されるあらゆるテーマ研究は地球的規模であり、文化的、地理的な国境を横断するものである。それらの研究は、国の代表と世界遺産委員会が登録件数の比率を評価できるような視点を提示するために、比較分析や明確な方針、最良の事例を提供する。
 - iv 世界遺産（および判例）の概略作製ために諮問機関が用いている用語は、科学および／または技術遺産の歴史を検討するためにより広く解釈されなければならない。さらに、諮問機関は真実性と完全性、科学そして／および技術遺産の史跡の管理に関する質問に対して今以上のガイダンスを提供することを求められている。
 - v この過程では、適度の資金援助があり、テーマ助言用に諮問機関の寄金レベルが増大する。
23. EWG は、科学そして／および技術遺産を評価するための登録基準の検討に十分な時間を費やした。科学と技術の遺産に関するすべての登録基準の応用は、再確認されなければならないし、例を付して説明的なガイダンスを科学と技術を認識するためにその使用を示すための発行を提案した。

EWG は、たとえ登録基準の適用性が改善されても、現行の基準は科学遺産の評価に利用可能であると考えている。

24. 登録基準(vi)⁸に対応する科学および／または技術遺産の登録において、EWGは、以下の 5 点を結論として導いた。
 - i. 登録基準（vi）は科学遺産を対象として解釈されうる。
 - ii. 登録基準（vi）はこの分野において明らかに有用であるが、世界遺産委員会は全ての遺産に対して、この基準を単独で用いることを控えるよう考えていた。EWG は、この基準が、その他のひとつ以上の基準と併用されるべきであると考えた。
 - iii. 登録基準（vi）における候補は、遺跡の有形の価値と強い関連を持つべきである。すべての史跡において、人物だけではなく、史跡の特徴を明確にすることを重視しなければならない。
 - iv. 登録基準（vi）は、科学における価値を示すことで、自然遺産にも適用可能である。
 - v. EWG は、科学および／または技術遺産の価値を示すために、登録基準（vi）が単独で適用される場合

⁶ ICOMOSとTICCIHそれらとIUCNとIUGSの間の技術的な調整を含む特別な分野に関する諮問団体と特別な専門家の共同作業により存在する例であり、他の専門団体、インター・アリアを含む国債科学会議(ICSU)と科学の歴史と哲学のための国際ユニオン(IUHPS) EWGは国際天文連合とユネスコの間理解協定書があることを記している。

⁷ これに関して、EWGは、天文学と世界遺産構想の価値は評価している。

⁸ 規則第 6（vi）：直接、実体的に最も総合評価のよい行動、伝統、考え方、概要、芸術的、文学的なものとの協力

も例外的にあり得るとした。

25. 科学そして/および技術遺産の現地のための特別ガイダンスは、運用指針の付属書第3に組入れられるべきである。

登録済みの遺産

26. EWG は、世界遺産委員会推奨の優秀な総合評価を取得し世界遺産リストに記載されている遺跡に関して代表団体が再精査を考えていることが有益であるという考え方である。再精査の過程は、定期報告の一部として実施される。
27. EWG は、世界遺産委員会に、他の規則に記載されている現存の史跡を追加する規則そして/および代表団の優秀な総合評価を、彼らの科学そして/および技術遺産を反映するものに変更することにより過程を簡略化することを勧告している。

登録以降

28. EWG は、遺産の持つ科学および/または技術遺産的な価値の普及と教育への利用の重要性を述べた。
29. この話題に関する関心の高まりは、科学遺産、管理と保護、科学遺産の重要性、および持続可能な発展にかんするコミュニケーションにおいて利用されるべきである。
30. 世界遺産委員会によってもたらされた関心の高まりは、一般的な科学に対するイメージの改善を模索する国際的な機関のプログラムや構想に役立てるべきである。

稿了：2008 年 2 月 14 日



オーセンティックな議論

わずか数年前に建設された橋梁は世界遺産登録基準を満たすのか？

エリック・デロニーが検証する

岩国市に架かる錦帯橋は、歴史的橋梁の「オーセンティシティ（authenticity）」を議論するテストケースとなります。現在架かっている橋は、わずか数年前に完成したのですが、その際に用いられた技術や図面は、錦帯橋を明確に歴史の中へと位置付けます。本橋の所有者である岩国市は、錦帯橋の世界遺産登録を目指しており、暫定リストへの登録のために文化庁の説得に乗り出しています。しかしながら、そのためには錦帯橋がオーセンティシティという基準を満たし、しかも、錦帯橋が持っている「見えない価値」を明らかにする必要があります。これらは、専門家や世界遺産委員会の間で議論が続いているものです。

錦帯橋は、1673年に創建され、これまで1674年、1950年、2005年の3度架け替えられてきました。それぞれの架け替えの間にも、定期的な補修が施されていたようです。その起源は、日本の寺院建築に見られる複雑に入り組んだ木組みへと遡ることができ、その姿は「錦」の「帯」のような「橋」、という美しい名前へと翻訳されています。

石造風の橋脚に据えられたアーチの構造は極めてユニークであるため、一般的な橋の分類へと当てはめることはできません。複雑に入り組んだ木材で構成されるアーチは、懸垂線（カテナリー曲線）を逆さまにした形と一致します。これは、大工の技能や建築および工学への最も顕著な貢献であると言えます。

錦帯橋は、施工や設計だけではなく、世代を越えるたびに発展してきた伝統技能や知恵など、伝統的な木造建築における日本的なシステムを示す好例であります。

エンジニアや歴史家、考古学者は多くの場合、日本文化の起源を中国に求めますが、いくつかの面では、日本独自のもので、世界のどこよりも洗練されている部分も存在します。

しかしながら、錦帯橋を推薦することは、オーセンティシティに対する挑戦を意味しています。アーチをかたどる木造部分が架け替えられているという点は、世界遺産登録に向けては議論的となるでしょう。この議論はこれまでも他の世界遺産で取りあげられています。ボスニア・ヘルツェゴビナのモスタル歴史地区は、新たに架け替えられた橋梁とともに2005年に世界遺産登録されていますが、この例は歴史的橋梁のオーセンティシティという議論において重要な意味を持つでしょう。

議論の論点は、錦帯橋がオリジナルではないという欠点を補うために、技術や伝統といった「見えない価値」をいかに明らかにするか、ということにあります。錦帯橋はまた、現在のエンジニアリングや建設業界において重要なテーマである持続可能性を示す例でもあるのです。ある町が、所有する橋の撤去ではなく架け替えを選んだ時、その橋は後世に残り、安全かつ効率的に周辺の道路や風景が維持されます。錦帯橋は工学や美の観点からも、もっと世間に注目されるべきものであると考えます。

修理よりも架け替えを選ぶということは、数百年前の日本が決定したことです。同じことは、奈良の古寺である薬師寺にも言えます（1998年世界遺産登録）。薬師寺は973年に消失し、20世紀に再建されたものです。

実は、1000年とは言わないまでも、300年前に建造された木造構造物は存在しています。ただしそれらは屋根や壁が備えられているものや、再建されたものです。ヨーロッパのトラス屋根式の教会や木造橋は、屋根や壁に護られているのです。一方、錦帯橋は完全に外部に晒された状態になっています。

上記のような点を考えると、2万3千個の部材で構成され、架け替えがおこなわれてきた錦帯橋は、いかにしてユネスコの定める世界遺産登録基準を満たすことができるのか、という疑問に突き当たります。おそらく、構造が正確に継承されているかどうかを調査することが、議論を最も明快にするのではないかと考えます。1994年、世界遺産委員会の要求にこたえる形で、日本は奈良にてオーセンティシティに関する会議を開催しました。集まった専門家は、オーセンティシティに厳密な定義を与えることは困難であることを確認しました。また、オーセンティシティ及び見えない価値という概念に理解を得るためのワークショップも開催されました。

現在、専門家はこの概念を支持しはじめてはいるものの、特に工学や技術に関する評価が必要な遺産の評価においては、全体的な同意が得られているとは言い難い状況です。

奈良ドキュメントは、オーセンティシティには多くの要素（形やデザイン、材料や物質、利用や機能、伝統や技術、場所や周辺環境、精神や感覚、その他内的、外的要因など）があるということを指摘しています。世界遺産リストに登録されるためには、文化資産は顕著で普遍的な価値を有する必要があり、少なくとも6つの基準のうちひとつに適合する必要があります。この基準は、世界遺産委員会によって定められたもので、世界遺産の概念の変化に従って定期的に変更されます。

これらの基準のiは「人類の創造的才能を表現する傑作であること」となっており、これに適合するためには当該する遺産が人類の高い創造性を示している必要があります。それはつまり、遺産が本物でありなおかつ独自の価値を有しているということでもあります。

わずかではありますが、これまで世界遺産に登録された橋梁の中には、上記の基準を満たす例を見ることができます。それは、セゴヴィアの水道橋、アイアンブリッジ溪谷、ミディ運河（の運河橋）、ガール橋です。日本は錦帯橋をもってユネスコに問うことが期待されていますが、必ずしも良好な結果が保証されているわけではありません。

基準iii～vは、遺産が何かの代表例であるかどうかを確認するものであります。ここでのオーセンティシティに関する検討事項としては、文化的伝統を証明していることや、構造類型の正統な例であることなどが挙げられます。また、基準iiとviは価値観の交流や発想などの有無を確認するものです。なお、世界遺産委員会は、基準iiと基準viは他の基準と併用されるべきであると考えています。

錦帯橋は木橋および木造技術の歴史を代表するものであり、これは基準ii～viに最も良く適合しています。この基準は委員会によってもっとも頻繁に採択されるものであります。錦帯橋は普遍的な木橋、技能そして工学を代表するものであり、あらゆる材料によって建設された橋梁が継続的な補修や再建を必要とするものであることを示しています。

奈良会議では、オーセンティシティの意味と適用可能性は、情報源の信頼性に大きく左右されることが確認されました。多くの言語は「オーセンティック（authentic）」に一对一で対応する単語を持っていません。しかし、「真実」や「本物」という概念に相当する言葉は確かに存在するのです。

要するに、寺院建築物や橋などの建造物を「再建する」という伝統は、世界遺産には含まれないということになります。しかし、観光一辺倒とならない限りは、「再建すること」が持っている価値は真の文化的価値となり得ます。伝統的な形態、施工法、技能、材料などをしっかりと踏まえていれば、維持管理、補修、再建という一連の過程はあらゆる文化的伝統にとって真実となり得るのです。

上記の点は特に橋梁やその他の技術遺産に関連するものであります。世界遺産となる橋梁は、形態、材料、技能、周辺環境のオーセンティシティを検査されます。この検査の実施は、建設当初の状態に関する完全かつ詳細な史料調査が実施されていることが前提であり、憶測による部分があってはなりません。錦帯橋は、こういった試験に合格する必要があります。

見えない価値を評価するため、オーセンティシティの定義は拡大されつつあります。見えない価値とは、特に人々や場所の精神および特徴を有する橋梁が関係するものです。最近架け替えられ、世界遺産に登録されたボスニア・ヘルツェゴビナのモスタルに架かるスタリ・モスト橋はその良い例となるでしょう。錦帯橋の場合、300年以上にわたる伝統技能の継続、これこそが見えない価値であるといえます。

世界遺産登録に向けたガイドラインでは、国内外を問わず、建設の時期やタイプを同じくする事例との比較が必要であるとされています。錦帯橋にとっては、日本だけでなく世界的な視野から比較による位置付けに挑戦しなければならないでしょう。

【錦帯橋の概要】

岩国市は、山口県の最東部、広島から約 40km 南に位置しています。最初の錦帯橋は、1673 年に当時の大名によって城のある横山側と町である岩国側の交通を確保するために、錦川に建設されました。

最初の橋は、幾多の苦難を経て完成したのですが、1 年ほどで洪水により流失してしまいました。しかし、流失の原因となった河床の敷石を一層強化し、再建したのです。さらに、その 10 年ほど後に、振動に対する補強部材を取り付け、更に強固な橋となりました。この橋については、詳細な図面が作成されました。これが、現存する最古の図面で、寸法や接合部、木材の種類、金属製の部品が記されています。この図面のほか、時代の異なる 12 枚が今日の大工や技術者のガイドラインとなっているのです。

2 番目の橋は、部材の交換などを行いながら 276 年間存続しました。腐朽などの劣化の状況に応じた結果、最初の 100 年はおよそ 5 年に 1 度架け替えることとなりました。ところが、次第に藩の財政が厳しくなるにつれ架け替えの頻度が下がり、渡橋不能の期間もあったようです。岩国市では、現在 20 年毎の架け替えを計画しています。

石橋や木橋において、架け替えを含む定期的な維持管理は、東アジアではとても常識的なことです。中国の古い橋の多くは、橋のたもとに記念碑が建ててあり、建設年や出来事などが記してあります。再利用が可能な部材は再建時に用いられますが、橋梁の建設年は最も古いものが記されます。このやり方は、錦帯橋においても同様です。

3 代目の錦帯橋は、1950 年の洪水で流失した 2 代目の橋を、1953 年に再建されたものですが、このときも 1699 年の図面をはじめとする史料が活用されました。この橋は、老朽化が顕著に見られた 2001 年まで 48 年間活躍しました。2004 年に完成した現在の錦帯橋は、幅 5m、長さ 193m です。中央の 3 つのアーチは長さ 35m、両岸のアーチは 34m です。また、この架け替えにかかった費用はおよそ 240 万ドル（26 億円）でありました。

幾つかの継ぎ目部分は、洪水による被害を想定した構造になっています。「ほぞ」に見られる先が細くなった形状は、特定の荷重がかかった場合に簡単に分散され、橋全体への被害を最小限に食い止めるはたらきをしました。災害レベルの荷重がかかった場合、錦帯橋は極めて柔軟に対応するため、いくつかの地震に耐えてきたのです。

建設業界では、合板構造は主流となっていますが、錦帯橋の架け替えは大工にとって日本の伝統的な木造技術を学ぶ貴重な機会になりました。定期的な架け替えがもたらす大きなメリットの一つは、こうした技能を次世代へと伝える機械となるでしょう。しかし、それは同時に直径の大きな樹木を材料調達のため伐採しなければならない。このため、岩国市は架け替え用の木材を育成するための植樹事業、ならびに特別な営林プログラムを実施しています。