

錦帯橋国際シンポジウム

木造文化の粹- 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

岩国市立図書館



11591688-4

1.51

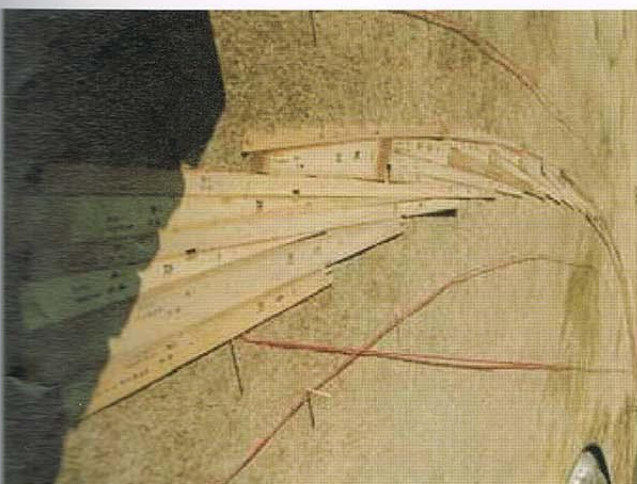
シンポジウム当日の様子



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、活気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ター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

第1部	基調講演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・デロニー氏	1
	基調講演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・コット氏	17
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	37
	コーディネーター 小林 一郎 氏 (熊本大学大学院教授)	
	パネリスト エリック・デロニー氏	
	ミシェル・コット氏	
	大熊 孝 氏 (新潟大学工学部教授)	
	依田 照彦 氏 (早稲田大学理工学術院教授)	
	佐々木 康寿 氏 (名古屋大学大学院教授)	
	中村 雅一 氏 (岩国伝統建築協同組合理事長)	
	錦帯橋はアーチ構造か? 依田 照彦 氏	39
	木造である錦帯橋の位置付け 佐々木 康寿 氏	48
	錦帯橋の架橋技術 中村 雅一 氏	56
	ディスカッション本編	67
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 氏	77



第1部 基調講演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・デロニー氏

(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？(スライド 1)。ゴールデンゲート橋(スライド 2)やブルックリン橋(スライド 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(スライド 4)、片持形式のトラス(スライド 5)、トラスの弦材や鉛直材(スライド 6)がリベットやピンに支えられ(スライド 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？(スライド 8)。

それとも伝統的な材料や形の石造アーチ(スライド 9)、屋根付きの木橋(スライド 10)が安らぎを与えてくれるからかもしれません。



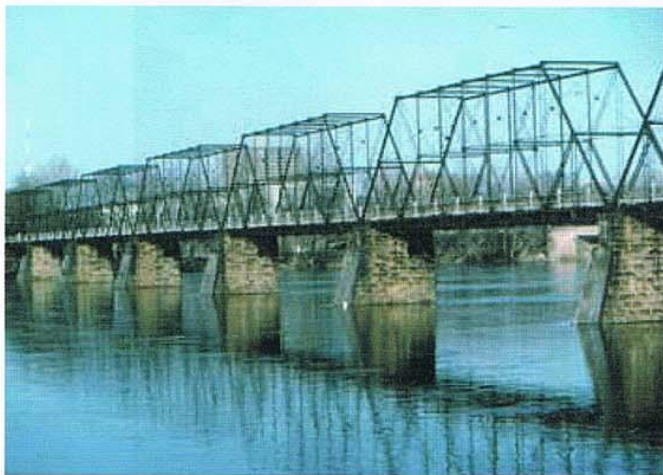
スライド 1 ヘンドリックのフェリー橋 (1909 年)



スライド 2 ゴールデンゲート橋 (1937 年)



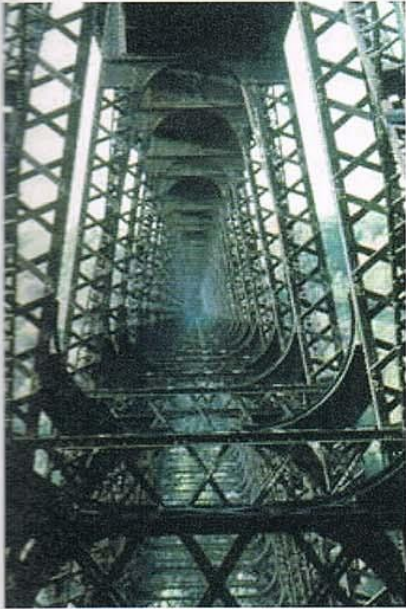
スライド 3 ブルックリン橋 (1883 年)



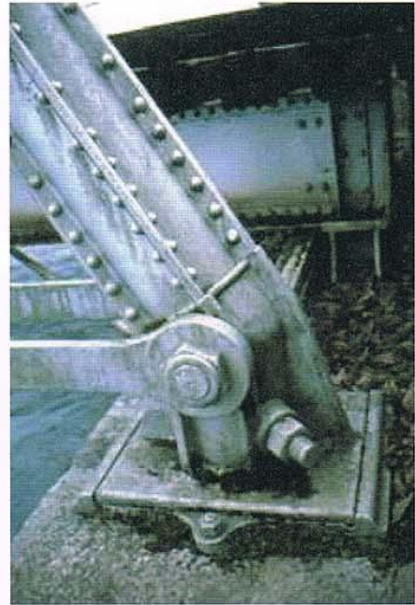
スライド 4 ウォルナット通り橋(1890 年)



スライド 5 カーキネス海峡の橋 (1927 建設, 1958 再建, 2003 年移設)



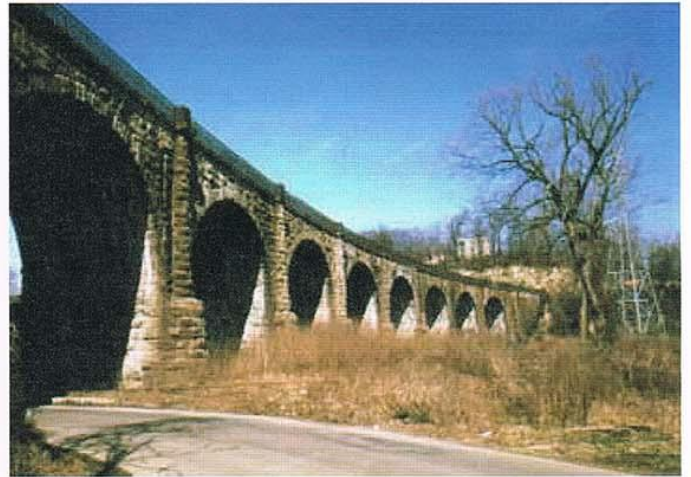
スライド6 キンズア高架橋
(1900 建設, 2003 年竜巻により全壊)



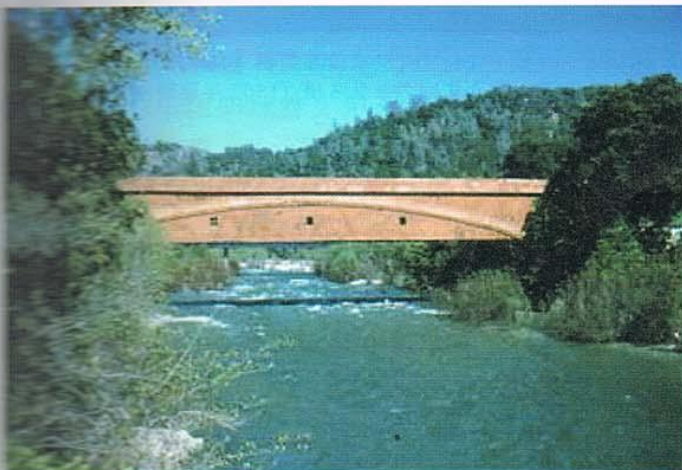
スライド7 ヘイデン橋
(1882 年建設, 1900 年再建)



スライド8 ベローフォールズのアーチ橋
(1905 完成, 1982 年撤去)

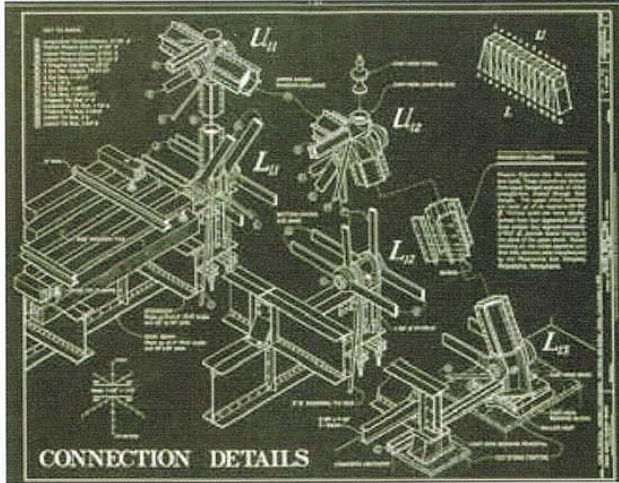


スライド9 トーマス高架橋(1835 年建設)

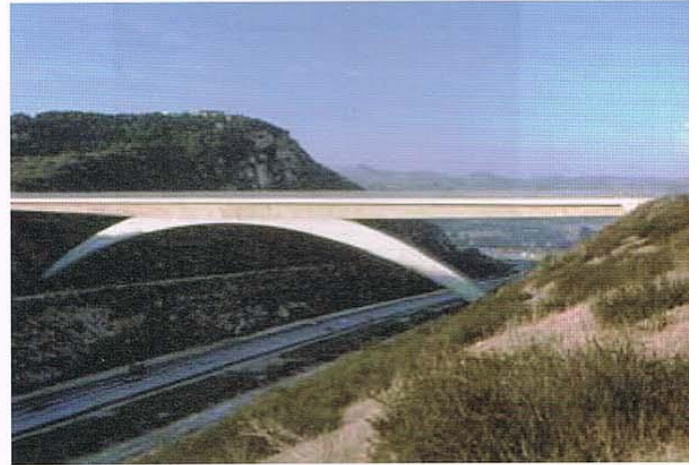


スライド10 ブリッジポートの屋根付き橋(1862 年建設)

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？(スライド 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（スライド 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(スライド 13~15)・・・それがエンジニアリングの真髄です！



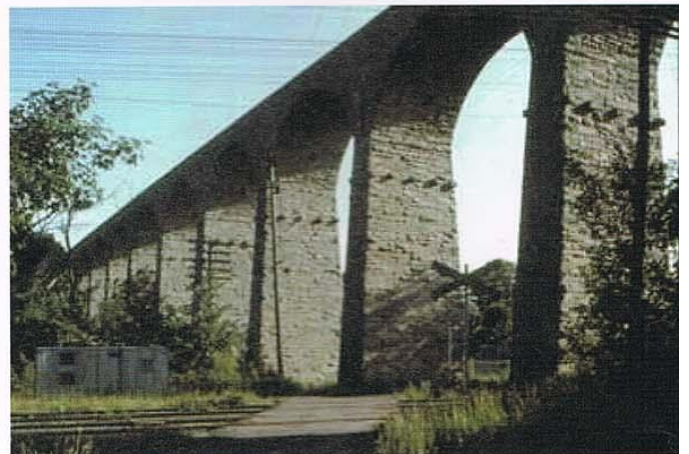
スライド 11 解説図 (『HAER』掲載)



スライド 12 ライラックロード(1979年建設)



スライド 13 ホイップルの鉄製
ボーストリングトラス橋 (1867年建設)



スライド 14 スタラッカ高架橋 (1848年)
ボーストリングトラス橋 (1867年建設)



スライド 15 セントラルパークのゴシックアーチ
ボーストリングトラス橋 (1867年建設)

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(スライド 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スサノ・デル・グラッパに建設されたアルピニ橋(スライド 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(スライド 18)がある。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。

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(スライド 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。



スライド 16 トラヤヌス橋 (紀元前 103-105 年)



スライド 17 アルピニ橋 (1569 年完成, 1948 年再建)

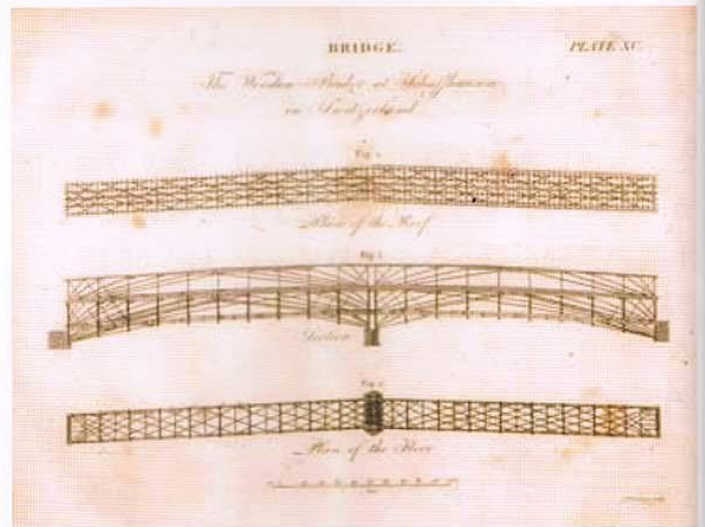


スライド 18 マスマティカル橋 (1749 年建設)

木橋は中世に建設されましたが、西洋では現存するものはありません。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(スライド 20)、ウェッチング橋(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(スライド 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(スライド 22)。



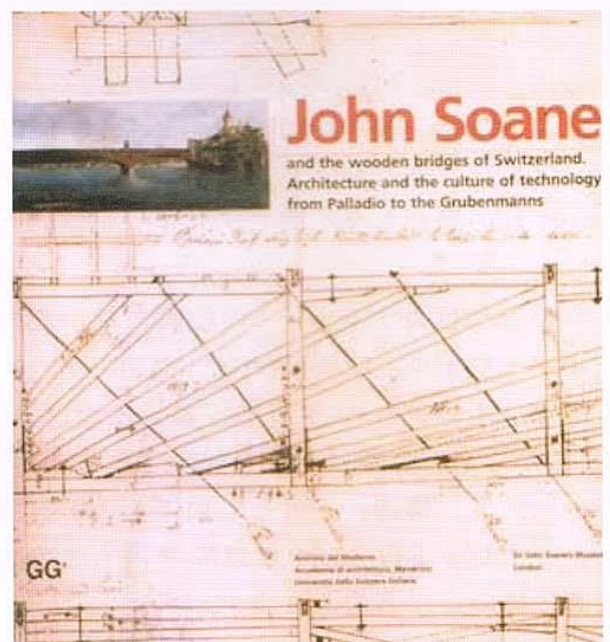
スライド 19 カナレットの絵画



スライド 20 シャフハウゼン橋 (1558年建設)



スライド 21 爆破されるシャフハウゼン橋(1799年)

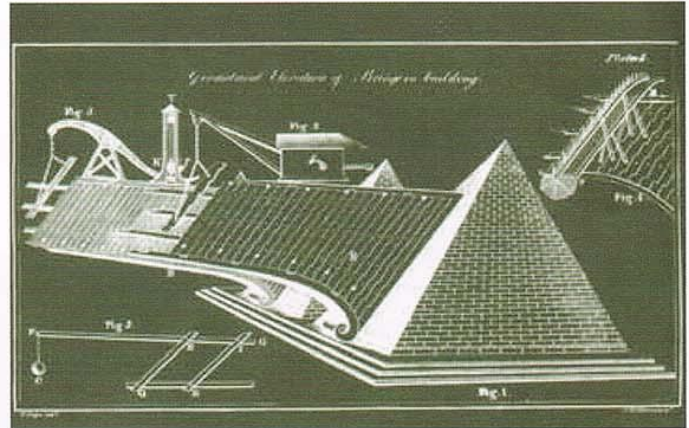


スライド 22 ジョン・ソアンとスイスの木橋(2003年)

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(スライド 23)。これは片持ち梁の一種なのですが、その構造(スライド 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る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。



スライド 23 フライング・ペンダント・レバー橋
(1811 年)

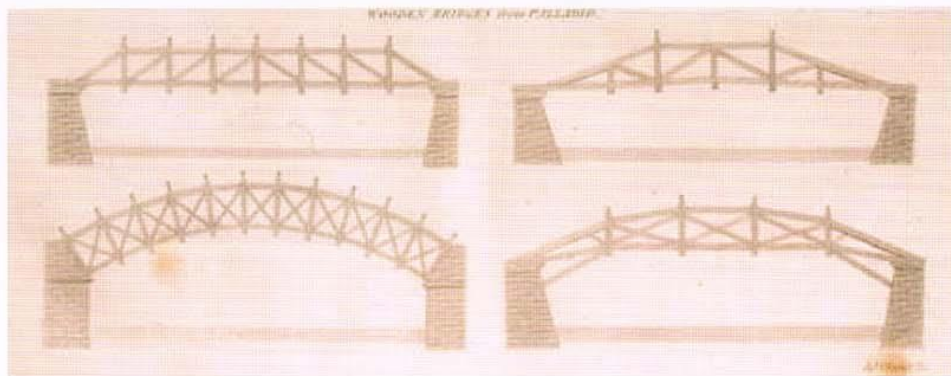


スライド 24 フライング・ペンダント・レバー橋の構造

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のような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(スライド 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(スライド 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、シャフハウゼンやウェッチング、



スライド 25 レディング鉄道に架かる橋



スライド 26 パラディオの木橋

アメリカのティモシー・パーマーによるスクールキル橋(スライド 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(スライド 28・29)。

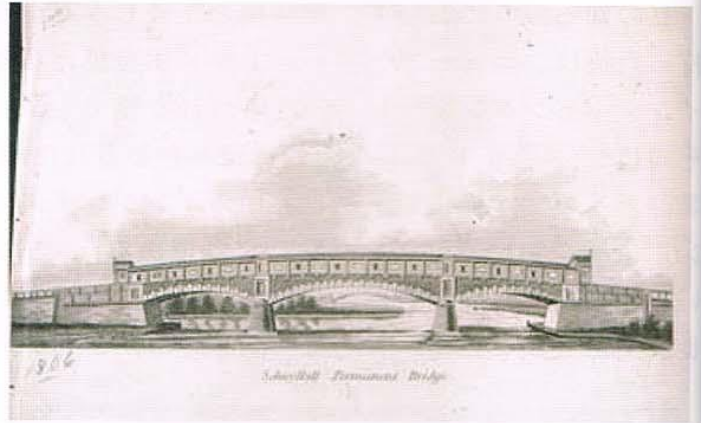


スライド 28 バーのアーチトラス

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



スライド 30 アッパー・フェリー橋
(1812 年完成、1838 年焼失)



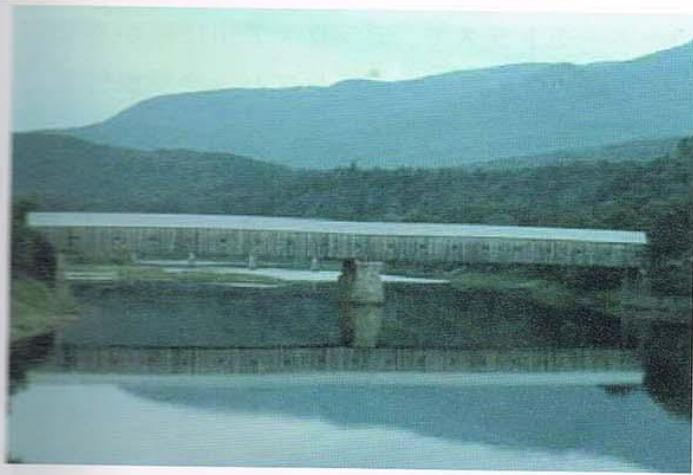
スライド 27 スクールキル橋(1805 年建設)



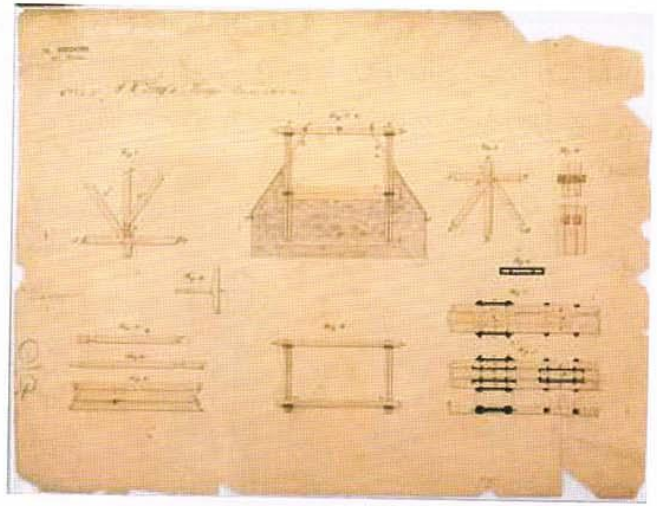
スライド 29 バーのアーチトラス内部



スライド 31 イスイエル・タウンの
ラチストラス(1820 年特許取得)



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



スライド 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(スライド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。

スライド35は鋳鉄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。

スライド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』で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。



スライド 34 ハウの特許(1840年取得)

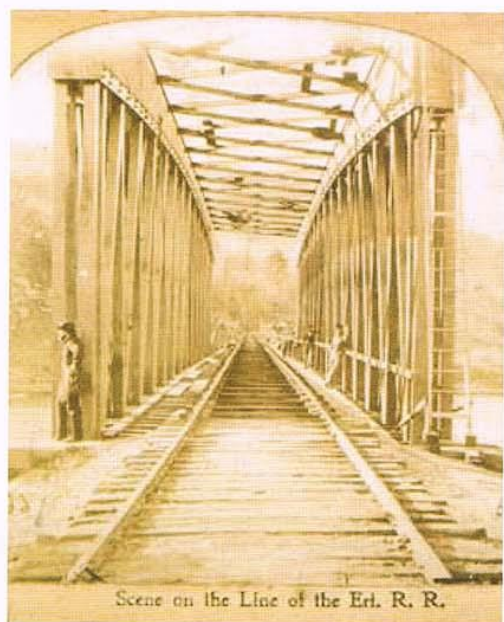


スライド 35 鉛直材の定着部



スライド 36 サスケハナ川の木鉄混合橋 (1867年建設)

スライド 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。スライド 38 は、コヴィントン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。

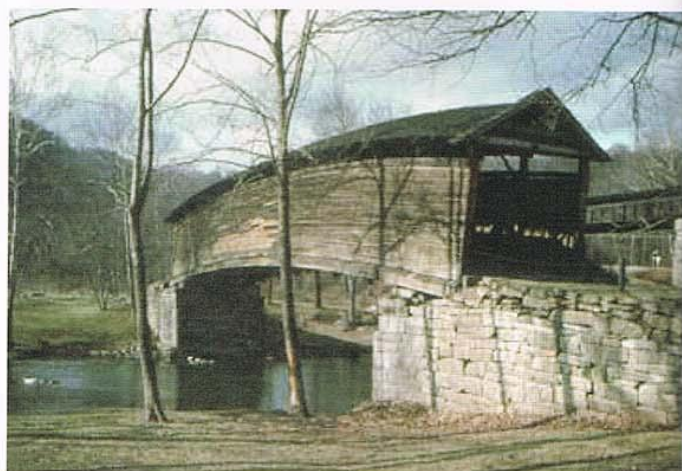


スライド 37 マッカラムの
アーチトラス(1857 年特許取得)

スライド 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、未発達は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、鋳鉄アーチよりもトラス構造が好まれました。

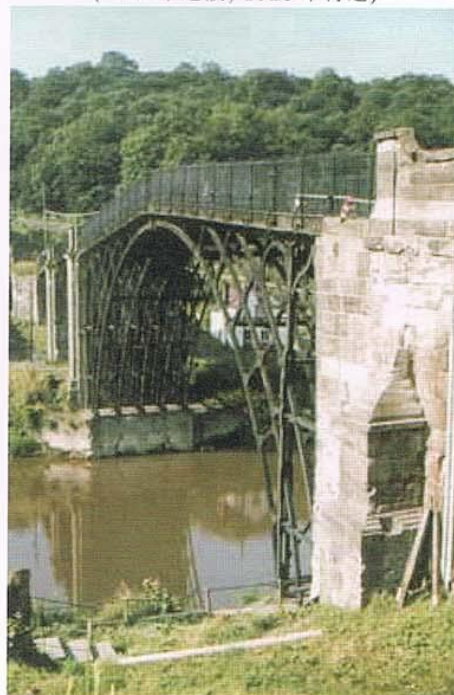
トーマス・ファーノルズ・プリチャード¹²が設計し、アブラハム・ダービー¹³によってコーブルックデール(イギリス)のセヴァーン川に建設されたアイアンブリッジは世界で最初の鋳鉄橋であります(スライド 40)。また、フランスではポン・デ・ザールが建設されています(スライド 41)。これは、1984 年に大きな変更が加えられて架け替えられました。



スライド 38 ハンプバック屋根付き橋
(1857 年建設)



スライド 39 ハーポール・マニング橋
(1922 年建設, 1928 年再建)



スライド 40 アイアンブリッジ
(1779 年完成)



スライド 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。

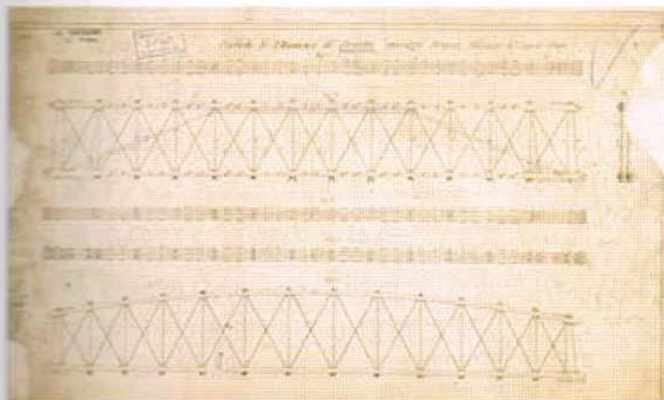
1830年、英国では鉄道橋がおこり、アメリカはそれに追従しました。18世紀中頃まで、他のどの国よりも突出していたアメリカの鉄道は、大スパン橋梁を数多く必要としました。鉄道は路面を水平にする必要があります。しかし、初期の木製トラス橋で多用されたアーチ構造ではその実現が困難であったため、徐々に利用されなくなっていました。橋梁エンジニアも 10年ごとに訪れる蒸気機関車の重量増加に対応しなければならなかったのです。木材は 20世紀に入っても好んで利用されていたのですが、一方で 1850年頃までに、鉄製トラス形式の改良が進められていきました。

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(スライド 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(スライド 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。



スライド 42 マナユンクのトラス橋(1845年)



スライド 43 トーマス&カレブ・プラットの特許(1884年)



スライド 44 カルホーンストリート橋(1885年建設)

スライド 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鑄鉄製トラス構造を用いて、引張り部材には鑄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。スライド 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(スライド 46)。



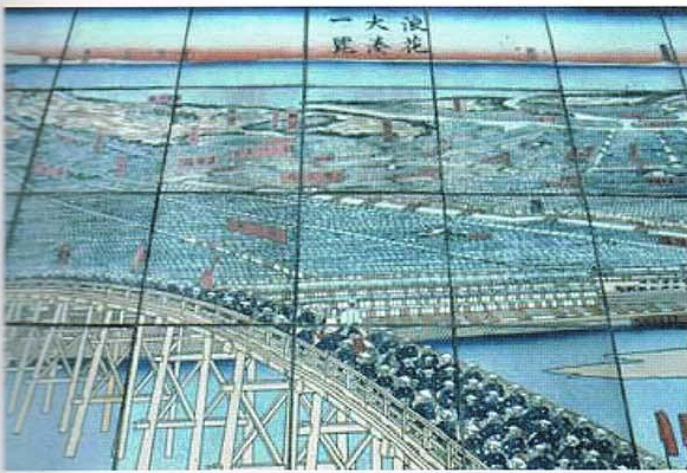
スライド 45 ハーパーズ・フェリー橋
(1870 年建設)



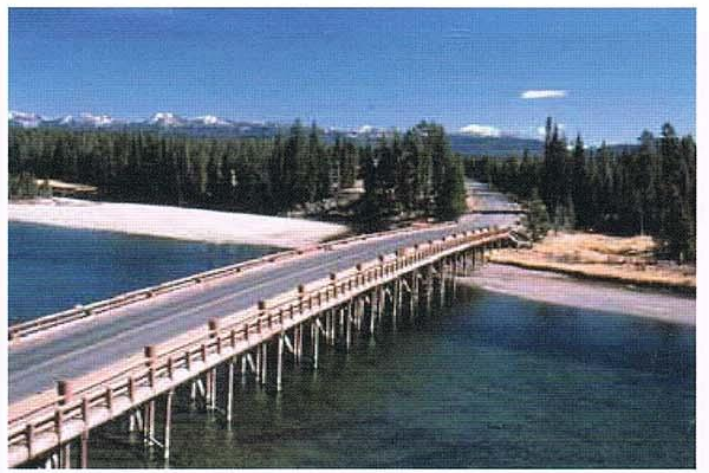
スライド 46 ボルティモア・オハイオ
鉄道のボールマントラス橋(1869 年)

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。

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(スライド 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(スライド 48)。



スライド 47 大阪の橋



スライド 48 フィッシング・ブリッジ
(1937年建設)

もうひとつの例は八幡橋です(スライド 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荘一郎で、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しらわれています(スライド 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。

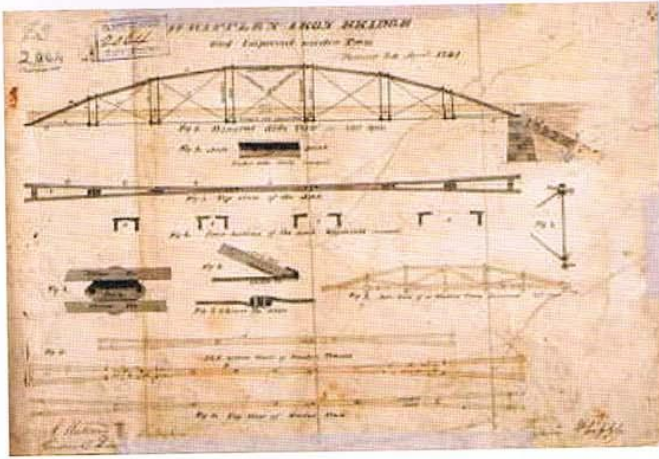


スライド 49 八幡橋
(1878年建設)

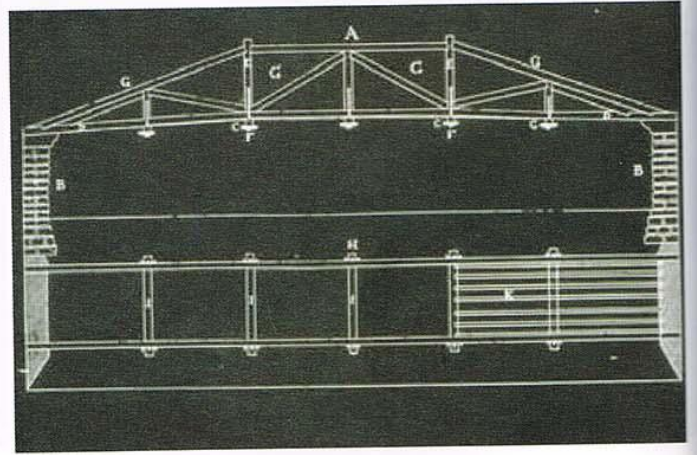
この橋は、アメリカのエンジニア、スクワイア・ホイップルの特許技術によって 1841年に建設されました(スライド 51)。ホイップルの特許にある図面において、彼はパラディオの古典的な木製骨組み構造トラスを描いています(スライド 52)。1872年に建設され、オハイオ州立大学のキャンパス内に移設されたロデリック橋(スライド 53)は 12 橋現存するホイップルのひとつです。



スライド 50 下弦材の菊の御紋



スライド 51 ホイップルの特許



スライド 52 パラディオのトラス



スライド 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し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、トラヤヌ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、版画家(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, Archivio del Moderno, Accademia di Architettura, Mendriso, Universita 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「コロッセス(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)。スライドは錦絵のひとつ「浪花大湊一覽(五雲亭貞秀作)」。
- 20 松本壯一郎(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 (Bulfinche 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, Archivio del Moderno, Accademia di Architettura, Mendriso, Universita 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.

第1部 基調講演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 Viscaya bridge (Spain) on the World Heritage List (2006)



ミシェル・コット氏

(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を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。

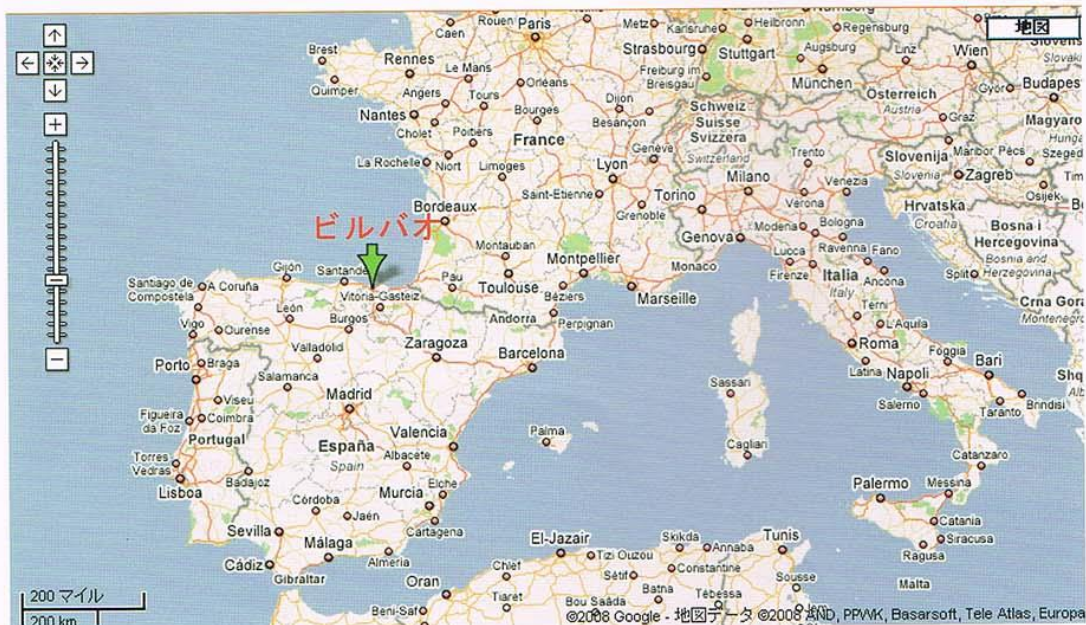
世界遺産になっている幾つかの橋は、文化遺産として認定されています。世界遺産に登録されている橋には幾つかの理由があります。

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タール橋があります。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

1.1 バスク地方の位置



スペイン（グーグルマップより引用）

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。

The Vizcaya Bridge on the River Mouth of Bilbao, Spain From the 19th C. innovations to the World Heritage List

スペイン・ビルバオ河口のビスカヤ橋
19世紀の技術革新から世界遺産へ

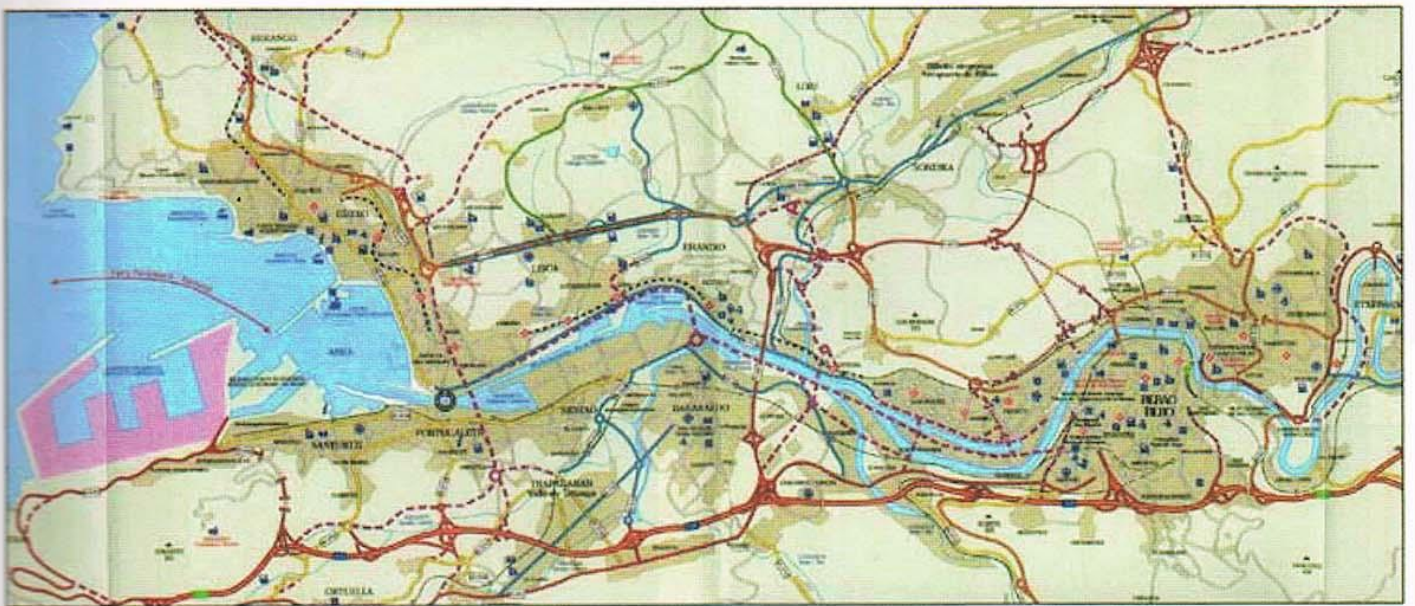
Michel Cotte
Em. Pr., University of Nantes (F)
Advisor of the ICOMOS WH



ビルバオ（ミシュラン地図より引用）

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わかります。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だと思います。

1.2 河口の町ビルバオ



ビルバオ河口

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。

1.3 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。



19 世紀の製鉄業による繁栄を物語る建物



ビルバオ港内の巨大クレーン



ビルバオ港

1.4 ポルトゥガレテ旧市街（左岸側）



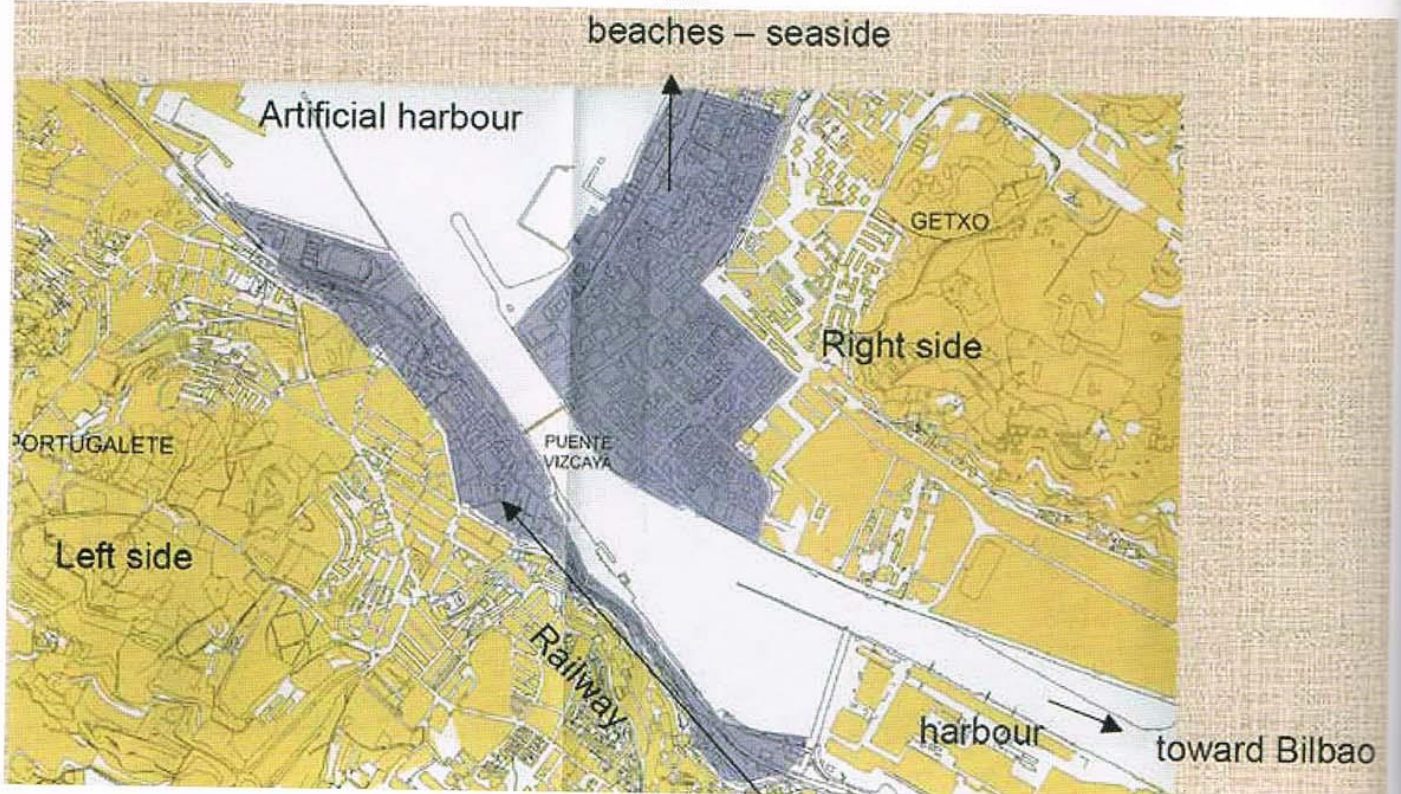
ポルトゥガレテ旧市街（ビルバオ左岸側）



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。この町は歴史を誇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、産業革命が最も盛栄した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。

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。

1.5 架橋位置を決める地理的要因～左岸への居住～



架橋位置を決める地理的な要因

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。

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。

1.6 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



運搬橋に関連した新しい社会基盤

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。

2. 橋そのものに対する評価、技術的挑戦について

2.1 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

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い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ウ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ードで、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。

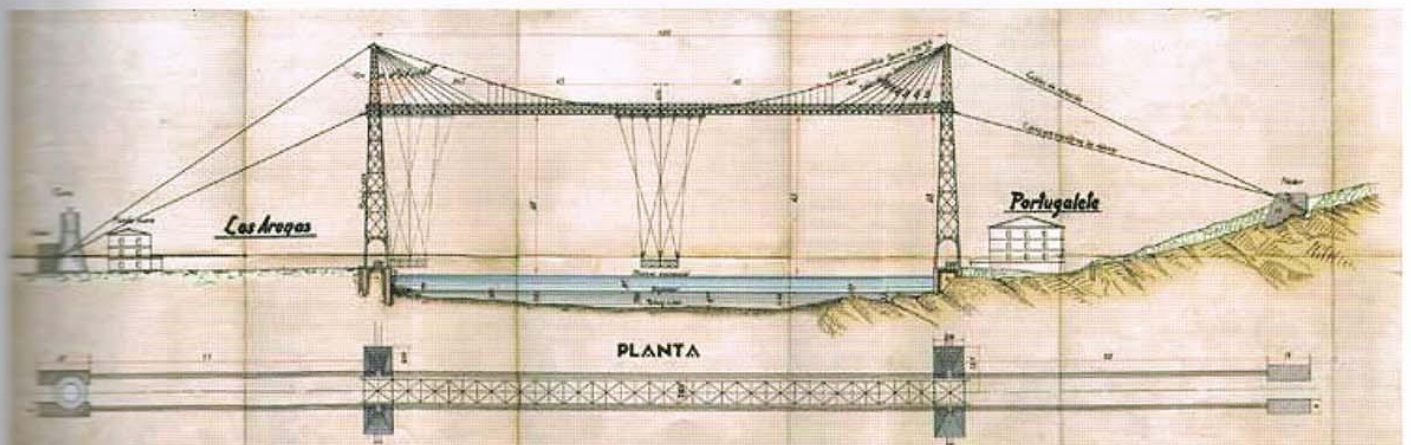


ビスカヤ橋の位置図

この図面は、ビスカヤ橋を上から見たところです。

この図の紫の部分の橋自体、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、両岸に細長く伸びている部分は、桁を支えるケーブルです。

2.2 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



運搬橋の平面図と側面図

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。

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。

2.3 運搬橋の特徴：ゴンドラ、輸送機械としての橋

兩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。



運搬橋：高い桁高と長い径間

2.4 海上交通のための高い橋桁下高と長い径間



海上交通のため高い橋桁と長い径間

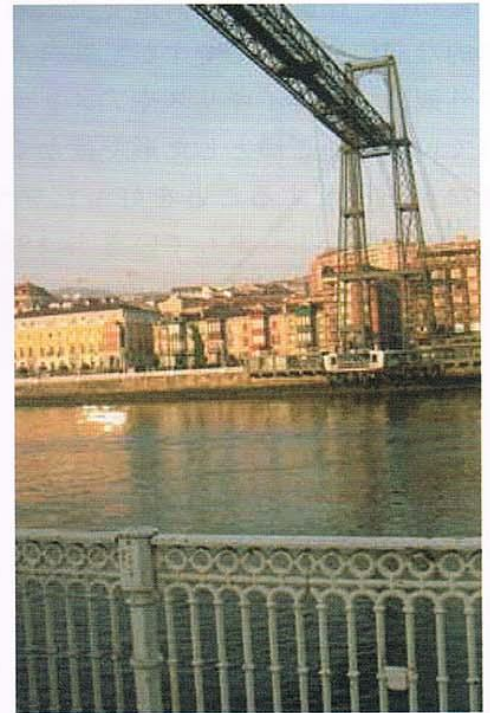
この写真こそ、この橋が持っている機能そのものを表しています。

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。

この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。

前ページ左の写真(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。



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

3.1 橋脚の内部構造、現代的な利用における造形的な価値



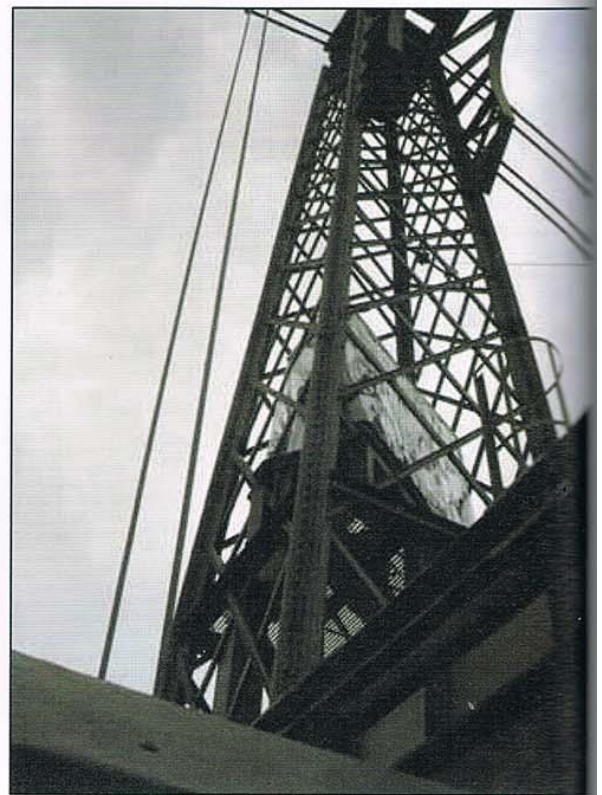
橋脚の内部構造

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。

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。



3.2 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、一種のギャンプ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。

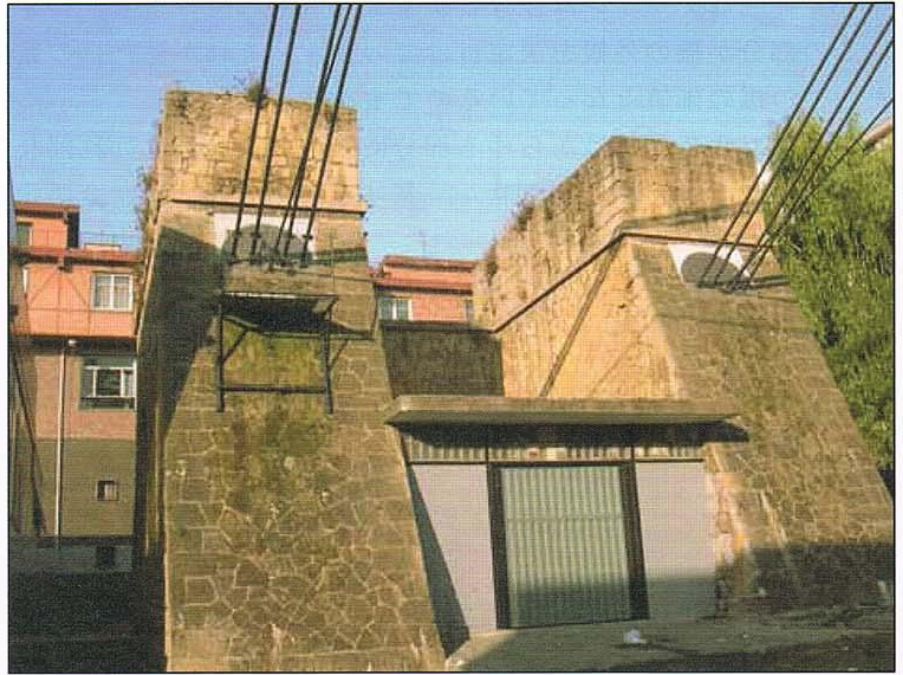
ケーブルのアンカーは安全性を考慮して修理が行なわれましたが、アルノダンが当時を使用したオリジナルのものに十分配慮したものです。このため、全てのケーブルは形状、寸法、構造において完全性を全く失って

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のでした。

左下の写真は、ケーブルを地面で固定しているアンカー部です。そして右下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。



ケーブルとアンカー



アルノダンによるオリジナルへ十分配慮されている



伝統的な機械や道具を備えた作業場

3.3 吊り桁の完全性と真実性、町の景観の特徴

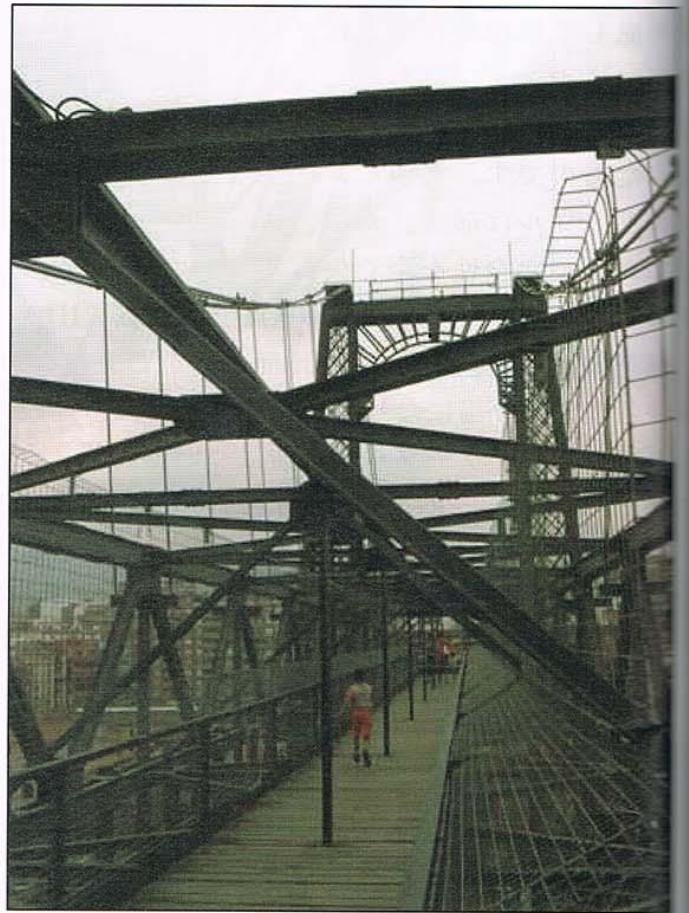
橋の全体的なデザインは、今日までよく保たれています。桁を支える部分は高いところにあり、主にこの部分が橋の外観を決定付けています。それが見た目の完全性を作り出すと同時に、世界遺産としての橋の価値となっているのです。

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ほとんど変わっていません。



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



吊り桁の上をわたることもできる

3.4 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

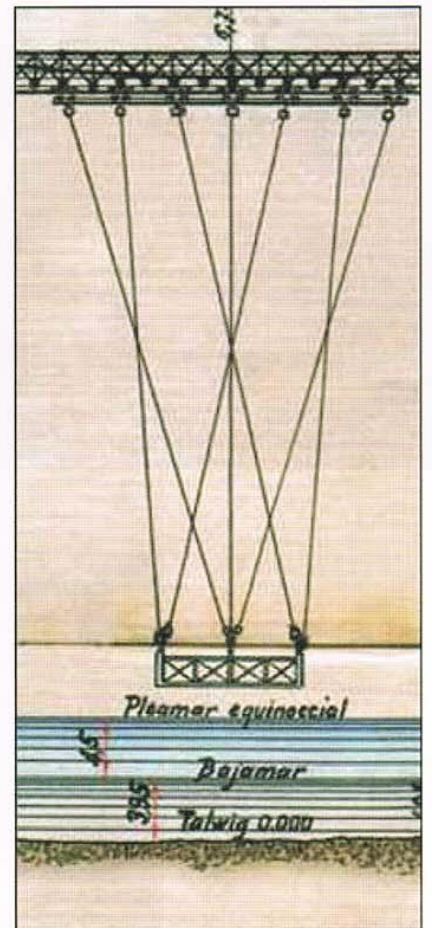
て、技術の発展というものは宿命的なものです。改良と技術革新があつてこそ、今日もこのビスカヤ橋は機能していただけるのです。また、この橋は昼夜を問わず非常に利用頻度が高いです。この利用者の増加に対応するためには、安全性の確保と定期的な点検は避けられません。



近代的に変更されたゴンドラ



(上) ゴンドラの客室内部の様子
(右) 当初の側面図で記されている簡素なゴンドラ



3.5 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。



川岸の様子



動力の変更—車輪ごとに独立したモーター

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。

- 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。

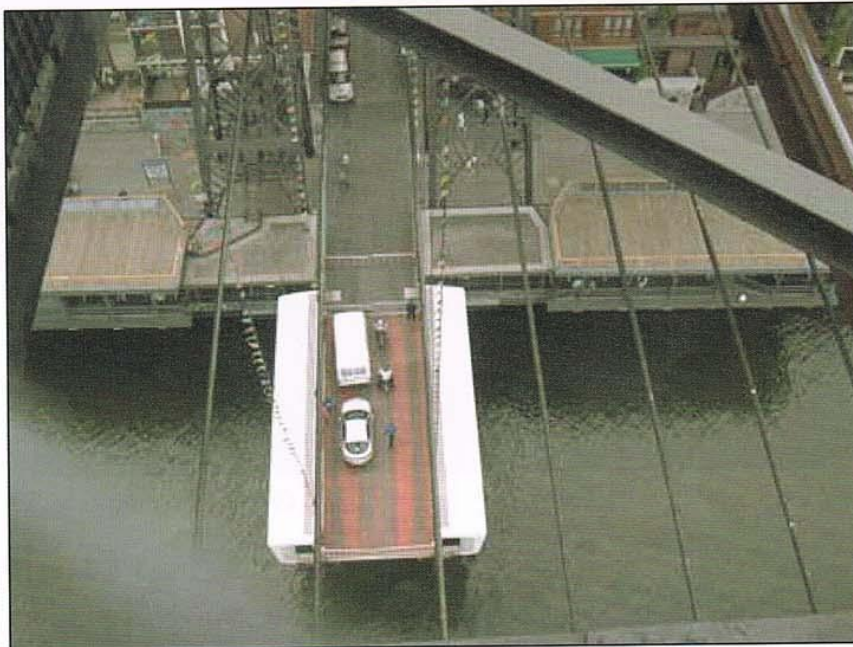
4. 今日の橋梁マネジメント- 現在の技術的・社会的要求について

4.1 利用頻度の高い橋：年間 600 万人の歩行者と 50 万台の車輛

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



4.2 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術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で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つの素晴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



橋脚内部のエレベーター

と分かることで、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、港といった素晴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。



来訪者向けのポスター



グッゲンハイム美術館

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、一つ目に、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。二つ目に、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。

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・アルノダンがフランス（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言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

(コーディネーター)

小林 一郎氏 (熊本大学大学院教授)

(パネリスト)

ミシェル・コット氏

エリック・デロニー氏

大熊 孝氏 (新潟大学教授)

依田 照彦氏 (早稲田大学教授)

佐々木康寿氏 (名古屋大学大学院教授)

中村 雅一氏 (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 氏)

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いただきます。

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、橋自体も大事なわけけれども、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、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いいだろうか、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お願いします。



議論の流れ

3つの問い

- 1) 橋自体の価値は？
→ 構造、材料、意匠…
- 2) 技術継承の価値は？
→ 人材、財政、材料、…
- 3) 世界遺産としての価値は？
→ 橋、地域、風景、…

(パネリスト 依田 照彦 氏)

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てください。

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。



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

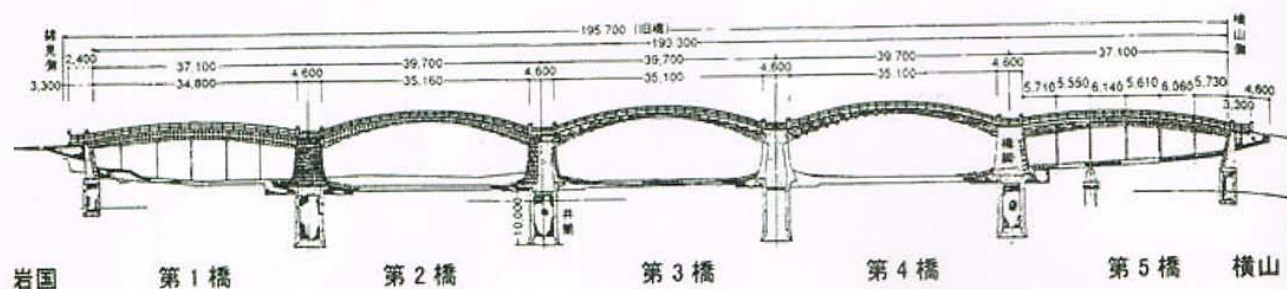
WASEDA UNIV.

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。

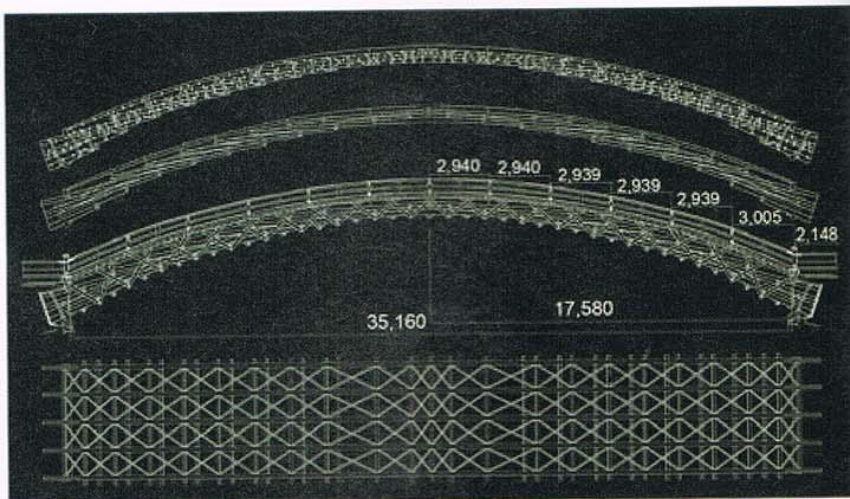
多分今日始めて公に明かすことになると思うのです。これはまだ世の中では異論があるかもしれませんが、でも、実験と計算で確かめましたから、間違いなくタイトルのクエスチョンマークは最後にはなくなると思います。

錦帯橋の概要



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



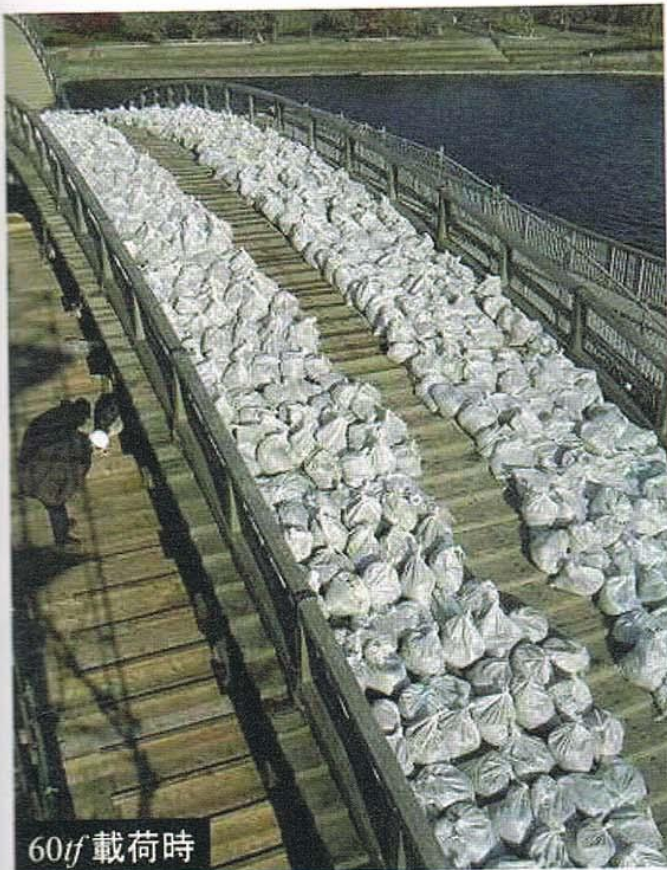
WASEDA UNIV.

実際には錦帯橋は5連ありますが、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えません。

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。サイズモサウルスが大体35m。世界中の橋は、当時恐竜の大きさ位までしかできなかつたのです。

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。

実橋の載荷実験

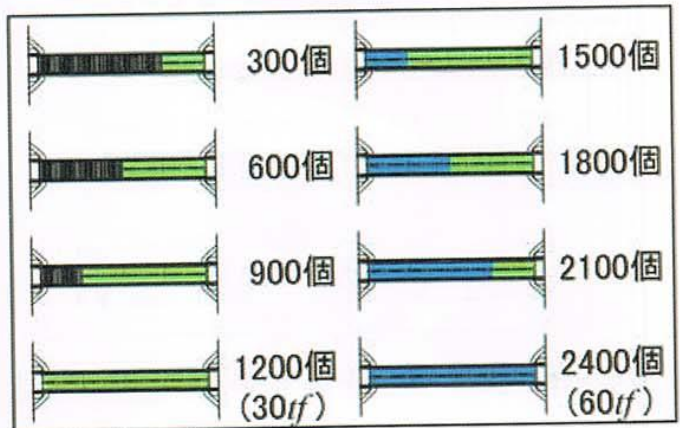


30tf 分布荷重載荷実験

鞍木・助木除去実験

60tf 分布荷重載荷実験

解体実験

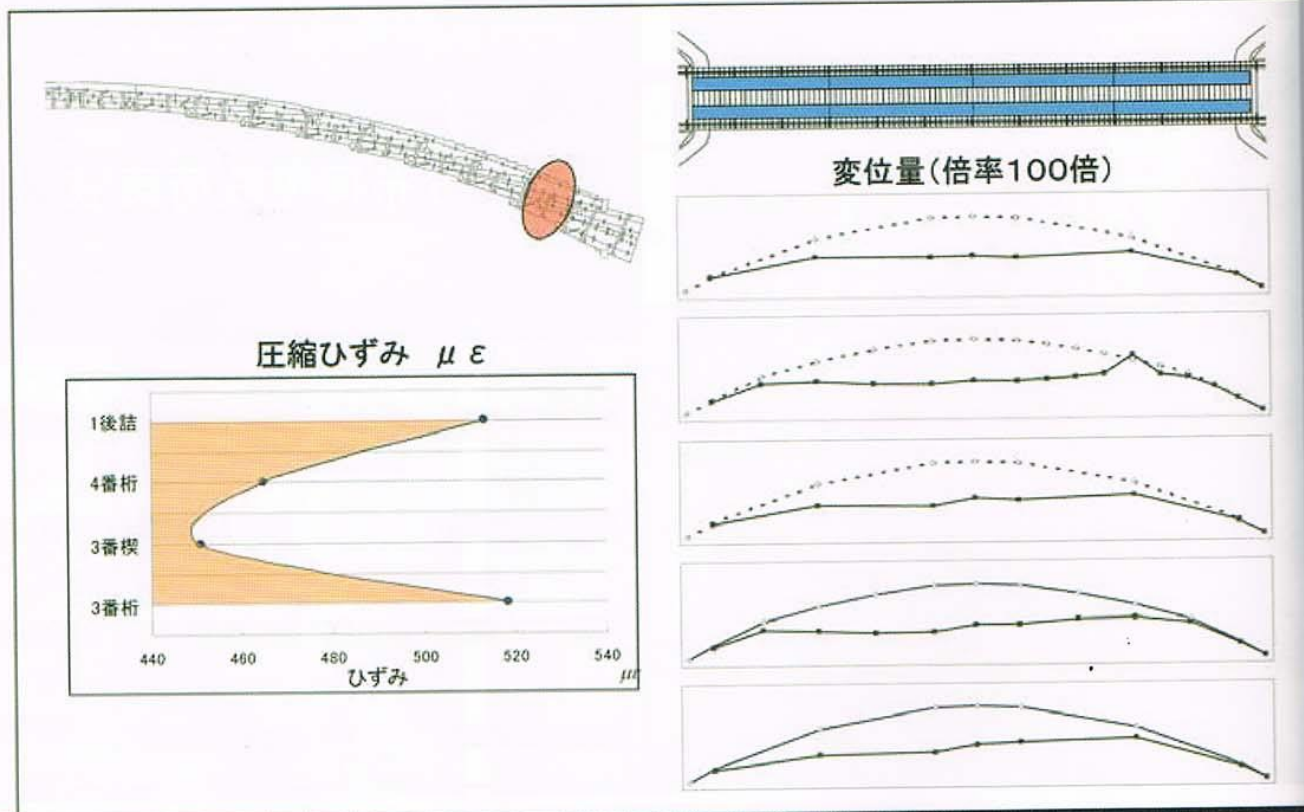


WASEDA UNIV.

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、大勢の人に乘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。

実験の結果(60t載荷時)



WASEDA UNIV.

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、右図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。

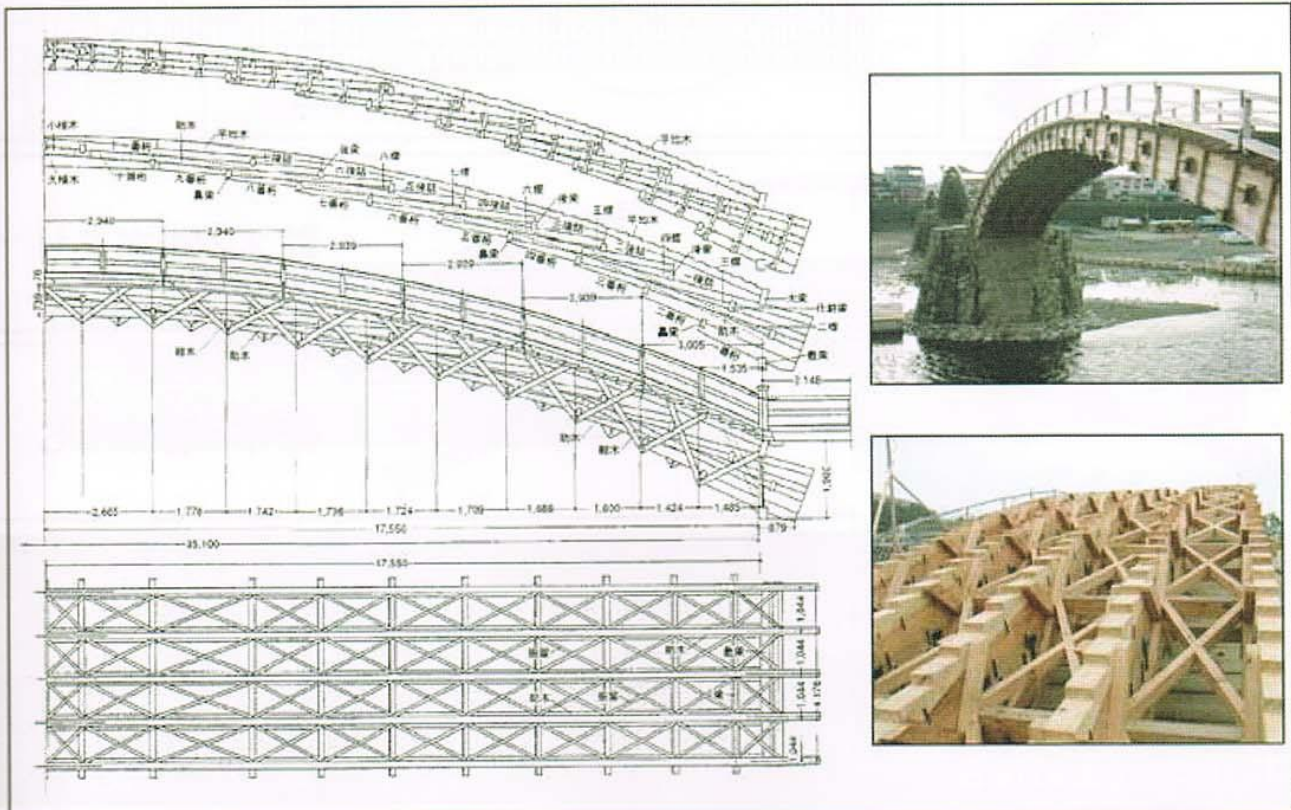
少し専門的になりますが、左上図のオレンジ色で囲んだ位置の断面において、それぞれの部材には、下の「圧縮ひずみ」のグラフのような分布の力がかかっています。通常、このような圧縮の力がかかる構造物はありません。

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す、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。

錦帯橋の構造



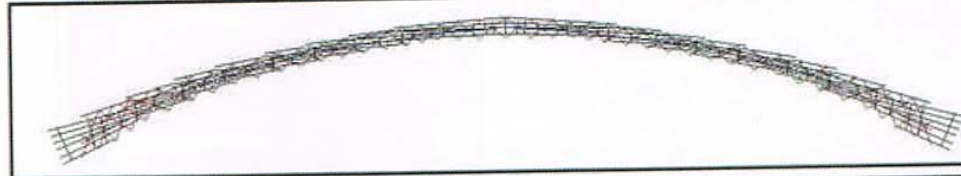
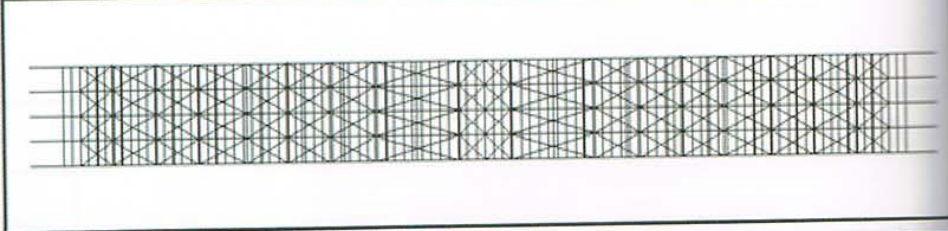
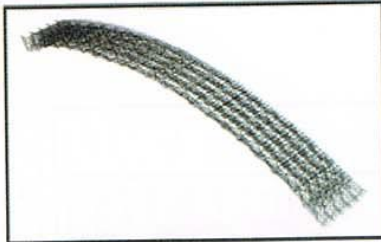
WASEDA UNIV.

図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。

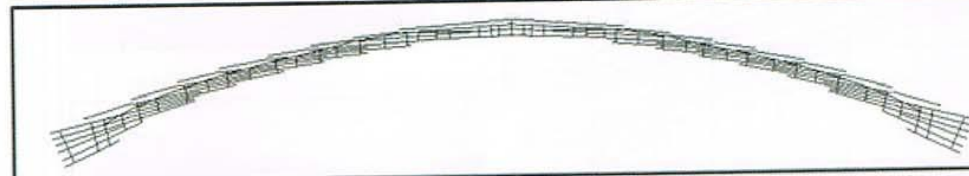
どこに秘訣があるかという点、ポイントは高欄親柱の下の所にあります。桁上部の大梁と、下部の敷梁、この両方で横方向の動きを押さえているのです。普通のアーチ構造では、このように上下両方から押さえたりしません。このように押さえているので、アーチの上側と下側に大きな力が流れているのです。それを表していたのが先ほどの「圧縮ひずみ」の図です。

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点、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。

解析モデル



鞍木・助木あり



鞍木・助木なし

桁などの木部および巻金	はり要素
釘, 鋸, ダボ, 鼻梁・後梁, 振留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

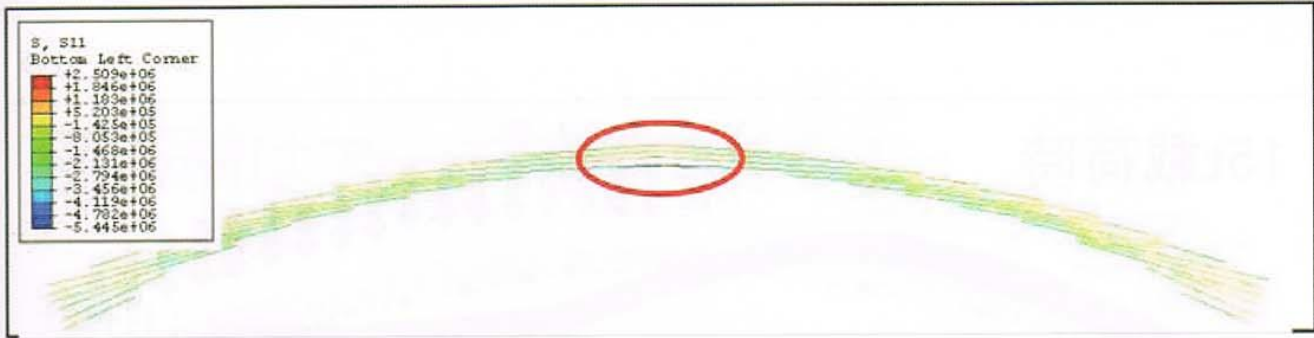
WASEDA UNIV

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。

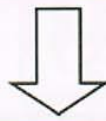
今から 20 年以上前の方々は、それぞれ独特の工夫を凝らして解析を行っていましたが、現在では比較的容易に計算が行えるようになりました。なぜかという、現在では大容量のコンピュータが使えるようになったからです。現在ではできるのですが、今まで桁一本ずつにしか着目できなかった一番大きな理由は、昔は大容量のコンピュータが利用できなかったからです。

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。

解析の結果(自重のみ)



中央の大棟木に大きな圧縮応力がみられ、大棟木がアーチ構造のキーストーンの役割をしていることが分かる。



アーチ形状の保持のためには大棟木を長めに製作する必要がある。長めにする量は棟梁の技術の見せ所である。

WASEDA UNIV.

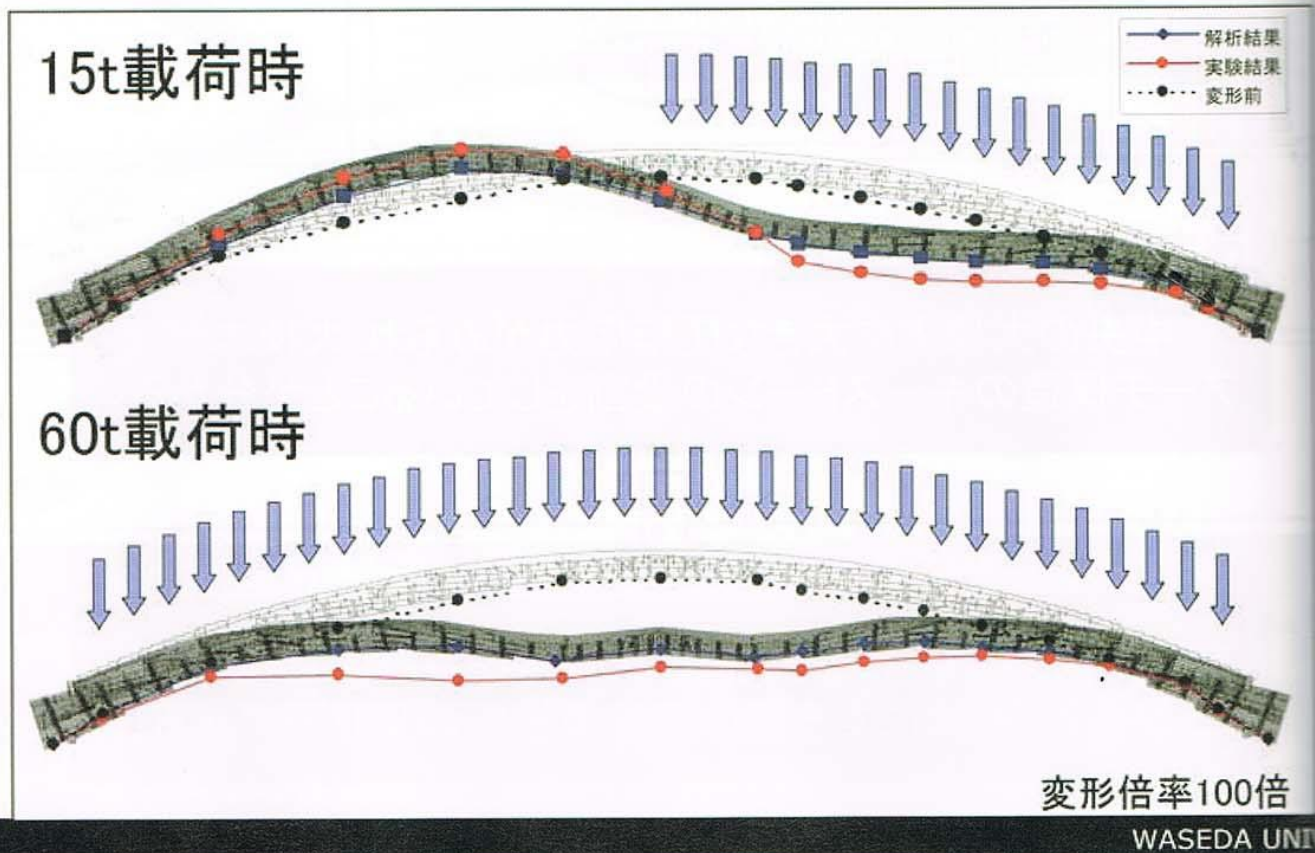
これにはびっくりしました。ニュートンのリンゴが落ちたときに考えたのと同じ、「万有引力の考え方」がここにあったのではないかと思います。

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き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き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。

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、上図のように 15t の重りを右半分にあらかじめ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るので仕方がないことだと思います。

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。

WASEDA UNIV.

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。

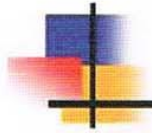
それから、鉛直等分荷重、先程のような 60 t という荷重を平均的にかけたときに圧縮応力（押す力）が卓越している。これも、アーチ構造であるための条件です。

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。

錦帯橋国際シンポジウム



世界遺産として見た錦帯橋の価値

- 木造橋建造の歴史
- 国外の木造橋
- 錦帯橋の真実性

名古屋大学大学院生命農学研究科
佐々木康寿

(パネリスト 佐々木 康寿 氏)

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す。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。





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・サブリスウス ローマ
B. C. 55	ライン川 (12 m 幅, 400 m 長) ローマ カエサル
103	ドナウ川 (1100 m 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となる
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 木造橋の建造率が半分強となる
20 C.	鉄・コンクリートの増加, 木造橋の排除
20 C. 後半	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。

例えば古代エジプトや、ローマ人は紀元前から木造橋を作っていたといわれています。

記録に残る最初の木造橋は 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、ヨーロッパでは木造橋の架設が活発化し、17-18 世紀には最盛期を迎えました。ちょうど錦帯橋が造られた時期と一致しています。

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。



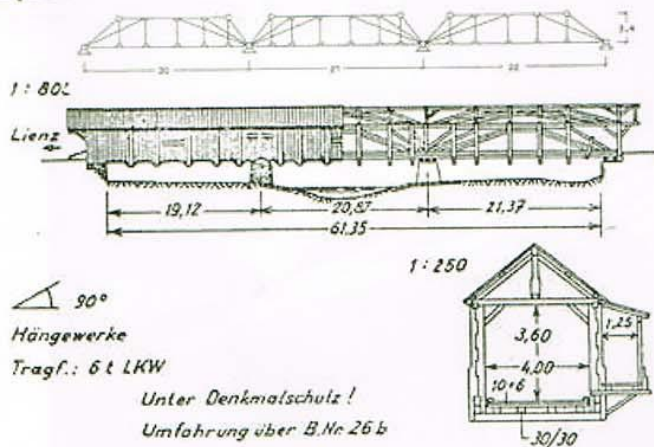
スイス、オーストリアを中心とする中央ヨーロッパ地域では、この時期に造られた木造橋をいくつか見ることができます。

典型的な例をご紹介します。これは、1781 年にオーストリア・チロー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。

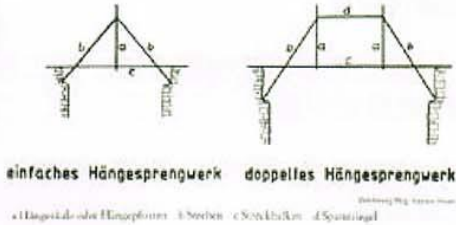
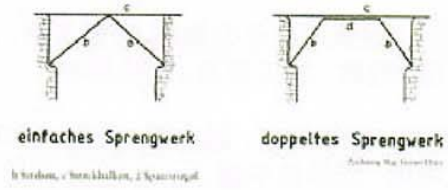
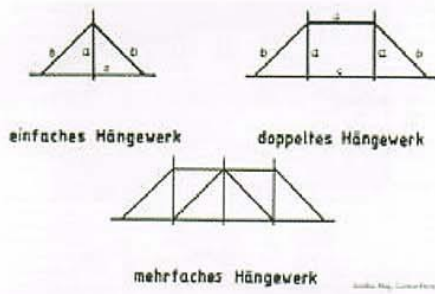
パンツェンドルフ橋 (オーストリア)



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たすのは、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。

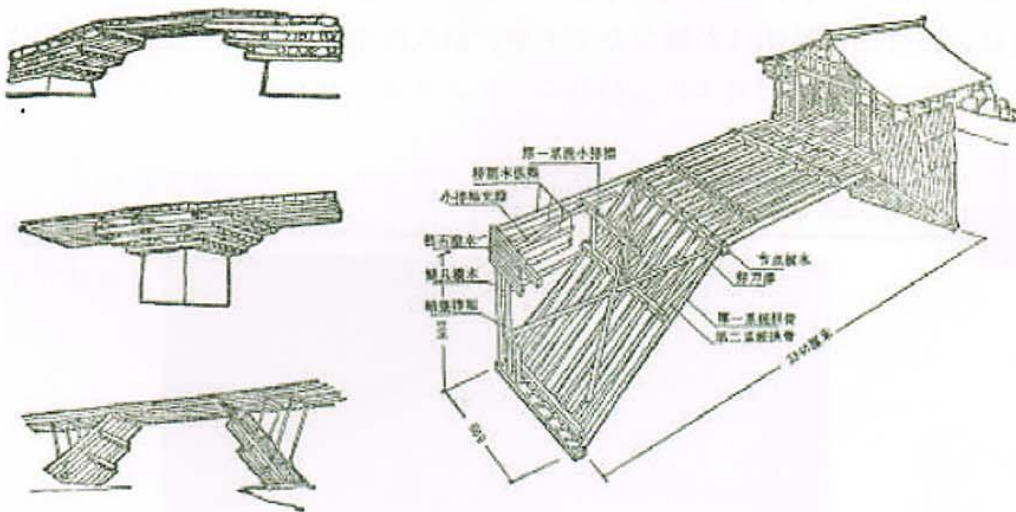
同時期の構造



また、トラスという構造は、軸材料を組み合わせる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スライドにありますように、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できません。

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。

錦帯橋の使用木材（樹種）

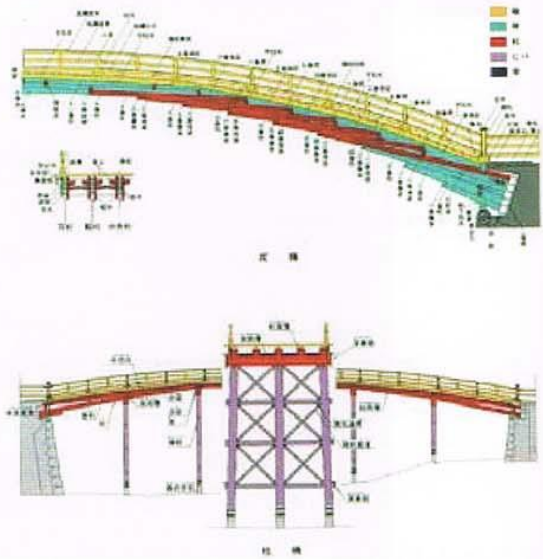
ヒノキ：建築用材その他として最優秀，耐水湿，軽軟，加工容易，乾燥容易

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

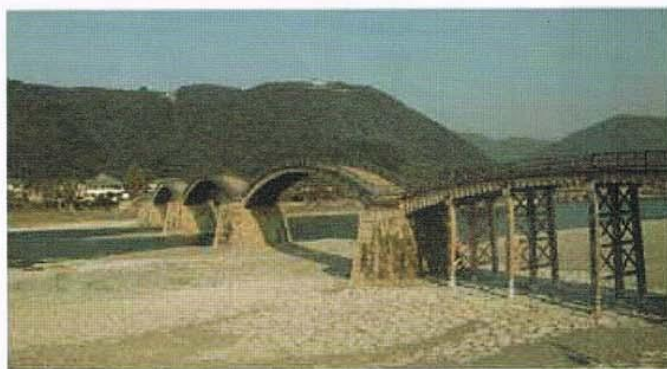


日本の伝統的な建築にはトラスや、アーチといったような概念、或いは力学的な発想は乏しかったように思います。しかしこのことは、必ずしも力学的センスが無かったということではなく、建築や構造に対する美意識の違いや、豊富な木材資源、つまり軸材料に恵まれていた、といったようなことも背景にあらうかと思えます。

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異な存在だと私は思っております。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木材であります。これらの木材は、強度的な性能は勿論なのですが、耐久性や加工性にも優れている代表的な建築用の木材であります。

木造文化の伝承



- 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

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」ということにならうかと思えます。

しかしながら、架け替えの機会に使用箇所毎に使われていた樹種の変更というのは見られません。
つまり同じ樹種を使い続けています。

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ふうな事実は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。

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ろう
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描きおきたいと思えます。

少し説明を加えておきましょう。

錦帯橋における 炭素放出量の軽減効果

- 木材の使用量： 500 m³
- 材料の重量換算：
500 (m³) x 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) x 0.9 = 225 (ton)

225 (ton) の CO₂ 放出を軽減したことになる

錦帯橋は、木材をおよそ500立米使用しています。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。

225 (ton) の CO₂ とは？

- 9億台の自動車, 50億(ton)/年の CO₂ 放出
..... 5.6ton/年/台
燃費 10km/ℓ 1000 km/月..... 4.6kg/ℓ
- ガソリン1ℓから4.6kgの CO₂ 放出
100 ℓ/月 = 1200 ℓ/年, 225000/4.6/1200 = 40年

一般家庭の乗用車1台が40年間の走行で排出

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おいていただきたいと思います。



Thank you !!

どうもありがとうございました。

錦帯橋の架橋技術

- 其 アーチ橋の作図
- 其 現寸図の作製
- 其 型板の作製
- 其 墨付け
- 其 用材の加工
- 其 アーチ橋の桁組
- 其 アーチ橋完成

2008年1月27日

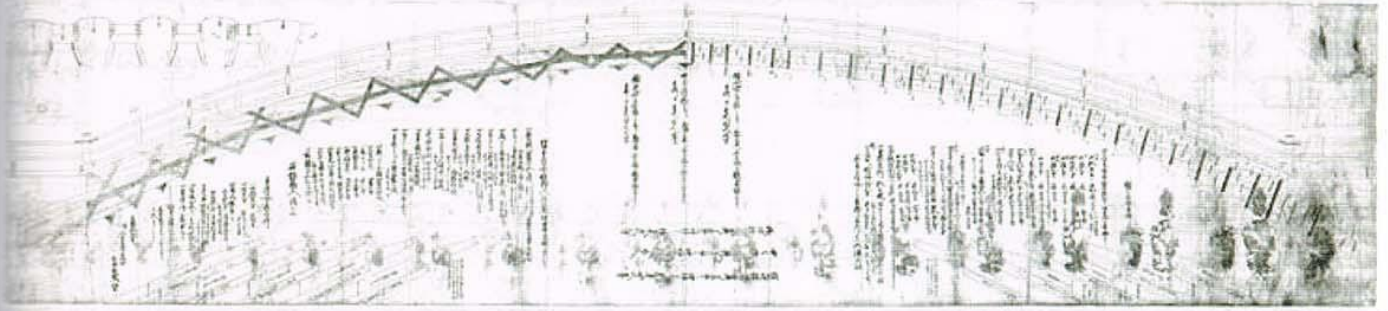
(パネリスト 中村 雅一 氏)

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。

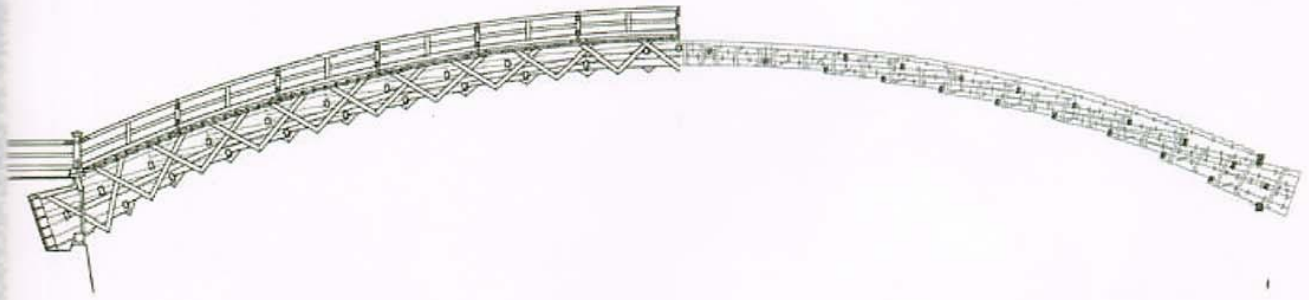
私の場合は、この度平成の架け替えにおいて、作図の方を担当いたしまして、作図の点から気付いたことを皆さんにお聞かせできたらと思います。



アーチ橋の作図



元禄12年(1699) 大屋嘉左衛門 作図



平成の架替構造図 中村雅一 作図

上の図は、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る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。アーチ構造の重点からいえば、橋脚の中心間を考えるべきだと思います。

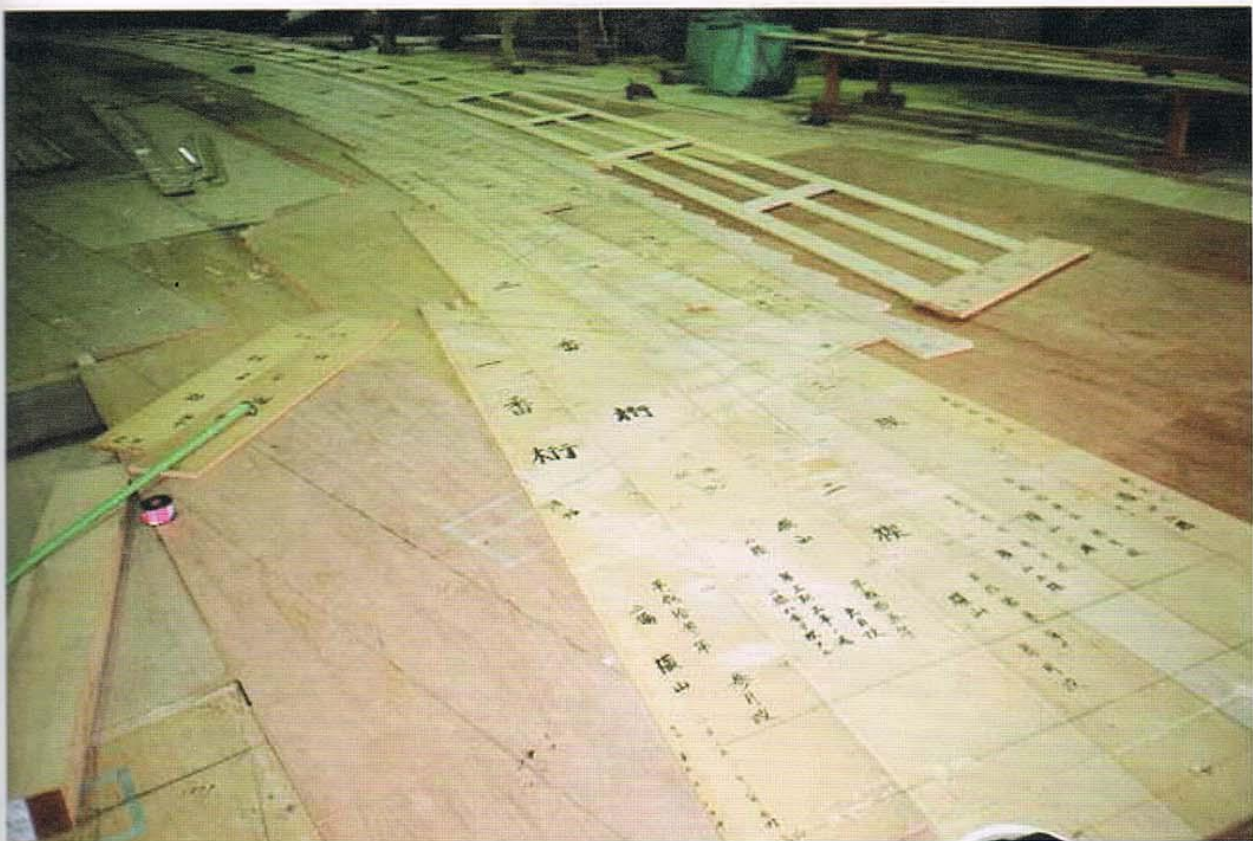
これをみますと、ほとんど変わっていないということが判りました。

現寸図の作成



錦帯橋を造る前に実際にどういう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。

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が、一般の方が見てもちょっとそれ分らないかと思えます。これをもとに大工は用材に墨を付けていきます。

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。

用材の加工(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。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ため錦帯橋用の用具を特別に作って、作業にあたりました。

用材の加工(鉋仕上)



高欄親柱を仕上げているところです。

アーチ橋の桁組(陸組)



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。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。

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。写真は、最初の一番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、中央の高さが決まってくるのです。



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。

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。



5番桁からは、桁尻を前へ前へと迫り出して組み上げる。

そして、組上げて9番桁まで組んで行きます。

アーチ橋の桁組(大棟木取付前)



9番桁間に大棟木の型板を当てて、距離を書き写す。

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。

大棟木の長さ調整

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。



大工の勤が最も要求される作業

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切かというのは…。

大棟木取付完成



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。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。

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。

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。

アーチ橋の桁組完成



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。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。

アーチ橋完成



これは完成した所です。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。

(コーディネーター 小林 一郎 氏)

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います。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、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。その使い分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木の橋が、鉄の橋に変わっているということでした。

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ずっと踏ん張り続けて木の橋が、木の橋のまま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。

(パネリスト 大熊 孝 氏)

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して。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書いていいと思います。

(コーディネーター 小林 一郎 氏)

ありがとうございます。

それでは、デロニー先生から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。

(パネリスト エリック・デロニー 氏) (翻訳 本田 氏)

第一印象としては、コット先生ともお話をしたのですが、アメリカにおいてもヨーロッパにおいてさえも、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。

(コーディネーター 小林 一郎 氏)

ありがとうございます。コット先生お願いします。

(パネリスト ミシェル・コット 氏) (翻訳 本田 氏)

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、木という材料ほどの文明においても無くてはならないものですが、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。

(コーディネーター 小林 一郎 氏)

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。

(パネリスト 依田 照彦 氏)

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くと、この錦帯橋のすばらしさが分かるはずです。

(コーディネーター 小林 一郎 氏)

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のかということです。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。

(パネリスト 中村 雅一 氏)

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ると思っています。

(コーディネーター 小林 一郎 氏)

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、少しお話いただけないでしょうか。

(パネリスト 大熊 孝 氏)

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けば、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。

(コーディネーター 小林 一郎 氏)

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。

(パネリスト 大熊 孝 氏)

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ね。

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。

(コーディネーター 小林 一郎 氏)

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事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。

(パネリスト 佐々木 康寿 氏)

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橋を解体するとするときに、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の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ムチック



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。

(コーディネーター 小林 一郎 氏)

ありがとうございました。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
と「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。

(パネリスト ミシェル・コット 氏) (翻訳 本田 氏)

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こと、説明はかなり
弱くなります。しかし、見方を変えると、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。

(コーディネーター 小林 一郎 氏)

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。大幅に変わるの駄目だけど、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。

(パネリスト 大熊 孝 氏)

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。

(コーディネーター 小林 一郎 氏)

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が、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」、例えば展示室があつ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。

(パネリスト 大熊 孝氏)

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。

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。

(パネリスト 中村 雅一氏)

錦帯橋に対して、資料館というものが岩国に無いのですね。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つ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場所、こうしたものを造る計画が上がってくると嬉しく思います。

(コーディネーター 小林 一郎氏)

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。

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、そこ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、まあそこまですりかかなくても、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。

(パネリスト 依田 照彦氏)

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、いつも思って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。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。影が美しい橋というのは無いのです。敷板上に映る高欄の影を味わってください。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。

(コーディネーター 小林 一郎 氏)

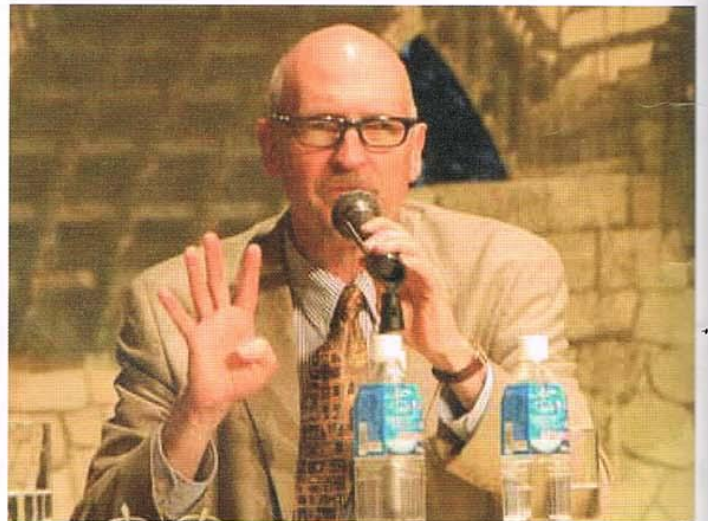
ありがとうございました。

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。

(パネリスト エリック・デロニー 氏) (翻訳 本田 氏)

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凄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。

(コーディネーター 小林 一郎 氏)

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らならぬのか、ということについてお願いします。

(パネリスト ミシェル・コット 氏) (翻訳 本田 氏)

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と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はっきりと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。

(コーディネーター 小林 一郎 氏)

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…。

(パネリスト エリック・デロニー 氏) (翻訳 本田 氏)

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。

(パネリスト ミシェル・コット 氏) (翻訳 本田 氏)

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。

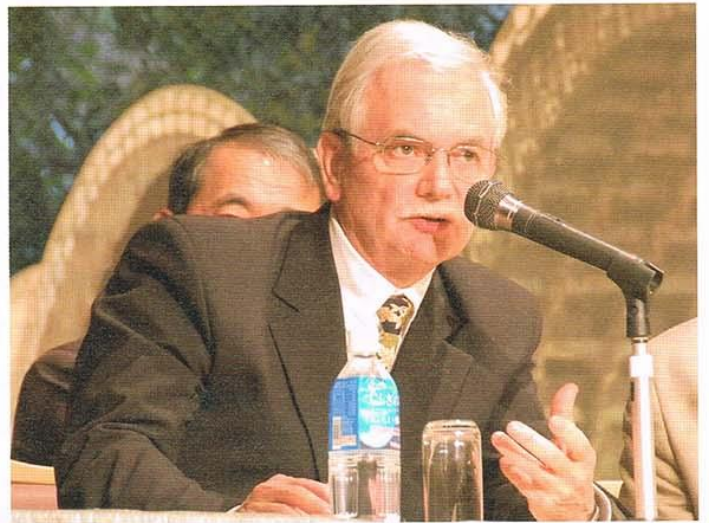
それと、バッファゾーンの景観です。どのような景観の中にどんな橋が架かっているのかということを考えるのも大事です。これらを世界遺産登録の書類に書くことで、書類の質はぐんと上がるのです。

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。

(コーディネーター 小林 一郎 氏)

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。



(パネリスト 中村 雅一 氏)

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ど、思いました。

(パネリスト 佐々木 康寿 氏)

一つは、錦帯橋というのは錦川に必要に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・コット先生の話はずっとお伺いして、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。

(パネリスト 依田 照彦 氏)

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、無形のこと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こと、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。

(パネリスト 大熊 孝 氏)

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。

(コーディネーター 小林 一郎 氏)

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。

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）のお相手をしてながら、色々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ろ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。

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？」「地元を取っての損得は？」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。