

『橋梁シンポジウム』－橋の博物館！よしのがわ－

○開会挨拶（徳島県知事 飯泉 嘉門）

本日は、『橋梁シンポジウム』－橋の博物館！よしのがわ－を開催させていただきましたところ、多数の皆様方の御出席をいただきまして誠にありがとうございます。また、基調講演を行っていただく渡邊英一京都大学名誉教授を始め、パネリストの皆様方、ようこそ徳島県にお越しいただきました。心より歓迎を申し上げます。

さて、阿波しらすぎ大橋は、徳島市内の渋滞対策、解消を担う徳島東環状道路の主要構造物として施工したものでありまして、吉野川に架かる徳島県内の橋としては46番目の橋となり、この度、土木学会田中賞を始め、多くの賞を頂いたところがあります。この橋は、多くの貴重な野生動植物が生息をする吉野川河口の干潟部に架かることから、この環境を守り、そして出来れば育むことが出来な



いだろうかという想い、そして、昭和初期から、新しい架橋技術が出来れば、吉野川でその腕試しをしようという土木技術者の皆さん方の熱い思いが相俟って、河口干潟に橋脚を立てず、ケーブルで引き上げていくという世界初の架橋技術であり、徳島県の鳥しらすぎに因み名付けられた「ケーブルイグレット方式」を採用しております。これによりまして、貴重な野生動植物の生態系を守ることはもとより、徳島東環状線の多くの部分が供用開始となり、全国でも有数の渋滞箇所であります国道11号吉野川大橋の交通量を2割低減することが出来ました。

この新しい架橋技術の採用とともに、未来に向けた取り組みとして、LEDの世界最大の生産拠点であるLED王国徳島に因み、LEDを欄干の内側に配置した照明とする事により、夜景を演出しています。

また、自動車だけでなく、健康増進の場ともなり、全国から1万人がおいでになる、日本有数のマラソン大会となった「とくしまマラソン」のコースとしても、ランナーの皆様方に走っていただいたところでもあります。加えて、糖尿病の予防、改善を目指す県民の方々の健康志向も大いに支える橋ともなりました。こうした、様々な波及効果が発現されることが、この度の多くの受賞に繋がったものと考えているところであります。

吉野川は、「四国三郎」の異名を持つかつての暴れ川であり、その流域面積は、四国全体の20%を占める大河川であります。こうしたことから、並び称される「板東太郎 利根川」、「筑紫次郎 筑後川」との兄弟縁組みを徳島の地で結ばさせていただきました。本県では、この吉野川に多様な橋を数多く架けてきた歴史があり、阿波しらすぎ大橋の他にも、道路橋、鉄道橋、潜水橋など、それぞれの時代のさまざまな思いが詰まった橋が架かっているところであります。

どうか、皆様におかれましては、本日の橋梁シンポジウムを契機に、吉野川に架かる橋の歴史や架橋技術についてお考えいただきまして、国内外の皆様方から注目を受ける、「橋の博物館 よしのがわ」となりますよう、これからも御理解、御協力方よろしくお願い申し上げます、まずはシンポジウム開催に当たりましての御挨拶とさせていただきます。

○受賞の披露（徳島県知事 飯泉 嘉門）

阿波しらさぎ大橋は、国内賞では、「土木学会田中賞」「全国街路事業コンクール国土交通大臣賞」「全建賞」「照明普及賞」の4つの賞を頂いております。

【土木学会田中賞】

この賞は、公益財団法人 土木学会が昭和41年に創設した賞であり、関東大震災発災後の首都東京の復興に際し、数々の名橋を架けられた田中豊博士に因むもので、橋梁の技術者にとって一番栄誉のある賞とも言われており、日本を代表する名橋がこの賞を受賞しています。我々にとって大変親しみやすい明石海峡大橋、また首都東京ということであれば、レインボーブリッジなど多くの名橋が受賞しています。

【全国街路事業コンクール 国土交通大臣賞】

この賞は、全国街路事業促進協議会から街路整備により地域経済の発展、あるいは住民福祉の向上に優れた業績を上げた地方公共団体に対して贈られる賞であります。阿波しらさぎ大橋については、渋滞緩和という主目的はもとより、県民の健康増進、景観、そして自然環境の保全など、多くの波及効果をもたらしたことを評価いただいたものであり、私も受賞式に出席し、プレゼンテーションを行って参りました。



【全建賞】

この賞は、一般社団法人 全日本建設技術協会が昭和28年に創設した大変由緒ある賞であります。こちらは、建設技術の活用などに大きな成果があった場合に頂ける賞であり、阿波しらさぎ大橋は、施工の効率化、コストの縮減に努めている点を高く評価いただいたところであります。

【照明普及賞】

この賞は、一般社団法人 照明学会が昭和32年に創設した、こちらも由緒ある賞であり、照明の技法、その効果的な活用、こうした点が評価の対象となるものであり、阿波しらさぎ大橋については、河川への光の漏れの少ないLEDを活用した高欄内照明を高く評価いただいたところであります。

【英国構造技術協会 Husband Prize】

国内賞は以上の4賞ですが、徳島県建設技術センターの武市理事長さんを始め県職員も加わる4名の方が共同執筆をされた論文が、国際的な賞であります英国構造技術協会の Husband Prize を授与されました。



以上、阿波しらさぎ大橋が受けた国内外の賞について、その概略を御説明させていただきました。皆様方には、こうした賞の内容につきましても、思いも馳せていただきながら、本日のシンポジウムにお時間の許す限り、御参加いただきますよう、心からお願いを申し上げます。私の御挨拶、説明とさせていただきます。

○基調講演（京都大学名誉教授 渡邊 英一）

ただいま御紹介いただいた渡邊です。本日はこのような場にお招きいただき大変光栄です。

10年前にこのプロジェクト（「吉野川渡河橋梁設計検討委員会」委員長）に関わってから、時間がたっておりますので、いささか正確では無い部分もあるかもしれませんが、その点については御容赦を頂きまして、折角の機会ですので、少し時間を頂いてお話をさせていただきます。

本日のシンポジウムにも御参加されている多くの関係の方々の御努力により、この橋が立派に竣工したことは、非常に嬉しく思っています。

【しらさぎ大橋の特徴】

この阿波しらさぎ大橋の特徴は、自然環境に恵まれた干潟を含む吉野川河口地点に建設されたというところにあります。野鳥やシオマネキ等の底生動物が生息する干潟の環境を重視した本格的な橋梁としては、おそらく全国で初めてではないかと思っています。

その方法として、干潟に橋脚を設けない、世界初の「ケーブルイグレット形式」の橋梁を採用しています。イグレットは、徳島県の鳥「しらさぎ」であり、このことから、ケーブルイグレットと命名されています。

特に気を付けた事は、通常は橋脚を立てるが、干潟がある関係でノータッチで行こうということで、建設中も完成後も干潟にノータッチで建設を進めています。しかも、飛来する野鳥に違和感、警戒感を与えないためにケーブルを1段以内に収めている。野鳥の違和感、警戒心の解消は、鳥でないといけない難しい点ではありますが、人間なりにそういう対策を考えた訳です。

当然のことながら、人や自動車を通る橋ですので、安全性の確保が重要であり、長尾先生を始め、耐風・振動対策に力が注がれています。その結果、世界最初のケーブルイグレット形式の採用に当たり、色々な対策が必要となり、斜ケーブルの減衰ダンパーによる振動抑制の仕組みや水平ケーブルにヘリカルワイヤーを設置し、レインバイブレーション（雨が降っても振動する）などをくい止めるための手段が講じられています。

何と言っても、干潟部（ケーブルイグレット形式）が非常に特徴のある構造となっています。これは、タワーから斜め方向のケーブルで桁などを吊り上げ、取り付け点で弾性的に柔らかく支持する斜張橋（ケーブルステートブリッジ）の特性を併せもっています。



また、桁下の「空中ケーブル」と「空中橋脚」で弾性支持する「ケーブルトラス橋」の特徴を兼備しています。こうした構造にすることにより、タワーをそれほど高くしなくて良くなり、そういう意味で安全性が向上し、少ないケーブルで260mもある長さの区間を支持が可能となった訳です。

【橋梁計画】

次に橋梁計画ですが、徳島市の交通渋滞緩和というのが命題でした。それから、酸素がリッチである干潟を大切にするという事。阿波しらさぎ大橋は、河口から1.8kmに架橋され、全長1,300mの橋梁のうち、500mが干潟部、残りの800mが一般部と、大きく2つの部分から構成されています。この橋の開通により、徳島東環状線が全通し、交通渋滞の解消に役立っています。

【デザインコンセプト】

次に、この橋のデザインコンセプトを説明いたします。

キーワードとしては、まず「干潟、環境・生物への細かい配慮」があります。吉野川河口部には野鳥とか魚、底生動物がたくさん生息しており、如何に彼らを大切に、プロジェクトを進めるかというのは重要な課題でした。さらに、「高耐久性」というのがひとつのキーワード、そして「超軟弱沖積土上のパイオニア的技術開発」、「自然の保全」というものも挙げられます。



このコンセプト実現に向け、鋼とコンクリートを賢く使った複合橋とし、ケーブルイグレットという新しい形式のケーブル構造とともに、サンドイッチ床版を採用し、頑丈で劣化の進行を抑えた構造となっています。

また、一般部の橋脚では、立ち上がり方式の鋼管矢板基礎を採用し、流水の抵抗を極力小さくする工夫をしています。「えっ！基礎がないじゃないか」と思われる方もいるかもしれませんが、要するに水の流れによる抵抗を極力無くすために、

こういう、立ち上がり方式の橋脚を考えたのです。

桁構造も連続桁による柔構造で、強い地震動にも、所定の範囲内で変形が収まる基礎構造となっており、高い耐久性を有しております。

【ケーブルトラス】

ケーブルトラスというのがケーブルイグレットの一つの特徴です。これについて簡単に述べたいと思いますが、要は、橋桁を如何に鉛直上向きに引っ張り上げるかということにあります。橋というのは、重力との戦いをモットーとしており、如何にして重力に打ち勝つかが課題です。そこで、通常では沢山の橋脚を使うわけですが、それでは駄目だというのが今回の例です。

発想とすれば、弓とか石弓（クロスボウ）というものがあります。弓で矢を射る時の張力を使うように、ケーブルの反力、つまりケーブルの復元力を使って桁を持ち上げるという考え方を適用しています。

最近の電車では見受けられませんが、昔の電車では、床下に細工をして、弱い床をこれで支えていました。また、フィンクトラスというものがあります。

(写真のように) 電車が重くて、橋桁だけでは到底支えられる筈がないので、逆向きの三角形のトラスを組み合わせて桁を補強した訳です。ケーブルイグレットは、基本的にこういう考え方に立脚したもの



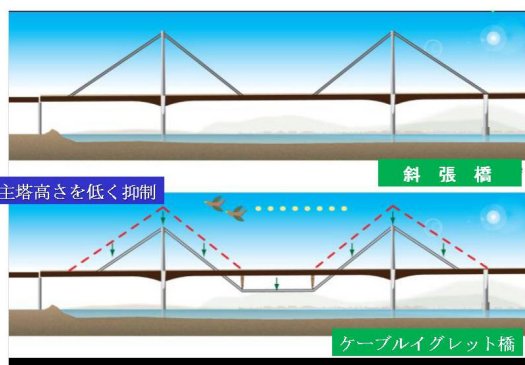
フィンクトラス

です。

このほかにクイーントラスがあります。逆さにすると、支柱2本とケーブルを使って上方向に桁を持ち上げることになります。

1本の場合は、キングトラスと言い、これをアーチにするとポーストリングトラスと言います。今回の試みは、こういう構造を適用したということです。昔はこのほかにも、ボルマントラスなどいろいろ複雑な構造のトラス橋がありました。

ところで、これはちょっと違った考え方ですが、皆さんの多くがルーブル美術館に行かれたことがあると思います。このルーブルにはガラスのピラミッドが出来ています。これも実はケーブルイグレットと同じ考え方を使ったものです。「どうして??」と思われるでしょうが、実は、ガラスのピラミッドは、内側から見るとケーブルと三角形のトラスが多用されていることがわかります。つまり、このガラス構造は面として風等に対応していますが、それが、橋の場合には、線的になり、一本の桁を支持している訳です。建築物は面的に広がっているのに、立体的に対応しているが、一つ一つを見るとケーブルイグレット構造になる、これは仲間であると言えます。



斜張橋とケーブルイグレット橋の比較

ルーブルのガラスピラミッドを手掛けたイオ・ミンペイが設計した滋賀県信楽にある橋も、ケーブルで桁を持ち上げるという構造が使用されていました。

JR東京駅の近くの東京国際フォーラムは、アーチとケーブルが駆使されており、大空間で舟形をした複合体をこれで全て持ち上げています。そして、反力を2つのタワーで支持させ、アーチとケーブルの組み合わせにより、基本的にはケーブルイグレットと同じコンセプトを使って造っています。

ドイツにあるネッカータール峡谷橋では、橋梁技術発展の歴史を見ることができます。これは谷間に有り、橋脚を立てるわけにはいかないので、空中ケーブルを使い、桁を持ち上げています。あたかも干潟があって、干潟にタッチ出来ないという命題と全く同じことです。徳島の（徳島自動車道の）竹花橋でも、より簡単なモデルがみられます。

【橋梁構造】

応力の分布図を見ると、ケーブルに張力と、桁を持ち上げる力が働くとともに、軸力として圧縮力が作用します。この力に対抗するために、複合床版を用いており、鋼とコンクリートの共同作業によって、応力が安全範囲内に収まっています。次に、専門的な言葉で申し訳ありませんが、（連続桁構造部の）曲げモーメントが小さい程、桁に負担がかかりませんが、「曲げモーメント図」を見ると、これをうまく小さく出来ています。



また、斜張橋と比較すると、斜張橋だと必然的に塔柱の高さが高くなり、そういう意味で安全性、健全度の課題が出てくる。従って桁をできるだけ下げるということは、非常な重要な工学的判断です。ケーブルの定着では、桁下にサドルを設けて、水平方向に4本の平行なケーブル、斜め方向に3本

のケーブルを使い、サドルに定着させる事によって、経済的に優れ十分な剛性を有することが出来ています。

次に、橋脚ですが、深い水深の一般部に工夫が行われています。ここに、立ち上がり方式の鋼管矢板基礎橋脚を採用する事により、河積阻害率を5%程度に抑え、洪水に対する安全性を確保しています。構造的にも、鋼管矢板に高耐力継ぎ手を採用し、十分な剛性を持たせています。

塔頂部は、ケーブルを確実にサドルに定着し、安全性が確保出来るような非常にガッチリとした構造となっています。

また、桁構造については、桁の振動を極力抑えるよう、風洞実験で安全性、健全性、対振動性の検討を行い、それを反映しています。

橋脚と桁の接合部は、通常だと橋脚の上に桁を置くだけだが、ここでは剛結して、桁をコンクリートの中に埋め殺してガッチリと止めており、このことで耐震性が抜群に向上し、大きな経済効果や安全性も確保出来ています。

鋼桁とコンクリートの剛結は、建築物ではよくやっていたが、土木ではやっていませんでした。ところが、長期的な健全性を考える時、埋め殺して剛結させることが非常に重要であることに気が付いた訳です。

床板についても、通常は鉄筋コンクリートの床板等を使用していますが、今回はコンクリートを鋼板の中に詰め込む構造のサンドイッチ床板としたことで長期間にわたって健全性が保てると考えています。

【桁架設】

架設では、台船をうまく使っています。また、鋼とコンクリートをこのように使うと、すぐに次のステップに施工が移れるということですね。サンドイッチ床版を採用することにより、その上を車両が通過して建設を短期間に継続することが出来ることで大いにスピードアップに貢献しています。

【まとめ】

阿波しらさぎ大橋の特徴をまとめると、まず1点目は、多様な生物が生息し、自然環境に恵まれている干潟部では橋脚を立てず、世界初となるケーブルイグレット形式の橋梁を採用したということです。

2点目は、飛来する野鳥に違和感を与えないよう極力努力し、ケーブルも多段とせず、水平方向からは1本に見えるよう配慮したことです。

3点目は、台風の常襲地域である吉野川下流地点で、河積阻害率を非常に厳しい5%程度に収めたことです。鋼管矢板基礎の工夫により耐震性も向上しました。また、サンドイッチ床板の採用で耐久性も増しています。

4点目は、ケーブルイグレット形式の採用にあたり、風洞実験等の地道な科学的検討、対策を行ったことです。実験結果より、振動抑制効果のあるヘリカルワイヤやダンパーを採用し、長寿命化を図っています。

以上でもって、「橋梁の変遷 阿波しらさぎ大橋」と題しました、私の話を終わらせていただきます。御静聴ありがとうございました。

○パネルディスカッション

【第1部】

(飯泉知事) 本日のパネルディスカッションのコーディネータを務めさせていただきます飯泉でございます。各パネリストの皆様、御協力方どうぞよろしくお願いを申し上げます。それでは、パネルディスカッションを2部形式で進めたいと存じます。まず、第1部のテーマであります、今日のきっかけとなりました阿波しらさぎ大橋。こちらについて、まず各パネリストの皆様方から、御感想、これまでの御経験などを含めながらお話を頂ければと思います。それではまず、最初に橋梁調査会 専務理事の西川様、よろしくお願いいたします。



(西川専務理事) 西川でございます。私と徳島県とのつながりが最初に来たのは同席される武市さんとの出会いであります。最初の出会いで、非常に強烈な印象を持ちました。そこからの付き合いが、今回の阿波しらさぎ大橋のコンペから完成までのお付き合いに繋がったのかなと思っております。先ほど、渡辺先生から新技術満載の橋の説明があったのですが、一つ加えさせていただこうかなと思います。なぜあの形式が、特に、ケーブルの所だけではなくて、一般部も含め、非常に丈夫で長持ちする橋になるのか。コンピュータが自由に使えなかった時は手計算しかなく、どうしても基礎は基礎、橋脚は橋脚、桁は桁、床は床、そういった形で計算して組み立てていくという形でしか設計出来ない。だから、無駄が多い割にはどうしても弱点が出てしまうところがあったのです。しかし、最近ではコンピュータが安く、ふんだんに使えるようになったことから、剛構造とすることにより橋全体が一体となって、地震に耐えるということや、あるいは重量車が通った時に、床や桁だけでなく橋脚も一緒に働くことで非常に丈夫で、長持ちする橋になっているかと思えます。

私はずっと、道路橋の設計基準である道路橋示方書に関わってきました。日本は、昭和30年あたりからどんどん物を造るようになり、技術基準が必要となりましたが、当時は技術者が全然足りない状況でした。そこで、先人達により、中小の橋は橋脚の間隔が決まれば誰が設計しても全く同じ図面が出てくるような、いわゆる標準設計型の技術基準が作られました。そのおかげで、短期間にあれだけたくさん造ったものが、それなりに高度成長期を支えたということがメリットとしてありました



が、一方で誰が設計しても同じ物が出来るため、リスクを冒して、工夫して新しいチャレンジをしなくなってしまった。なかなか次が見えてこない時期がかなり続いた訳です。そういう中で、今回新しいチャレンジがあって、ケーブルイグレットを日本のオリジナルなものとして打ち出した訳で、これまた一つの流れとして大きいものが出来たのではないかと感じております。

橋の博物館という話がありましたけれども、こういう新しい橋が出来てきますと、博物館、なおかつ見本市という形で外に見せていくことが出来るのでは。熱心な徳島県ですから、是非ともそういった所も引っ張っていただければというところでは

(飯泉知事) 西川様、ありがとうございました。ただ今は、ケーブルイグレット形式をはじめとする大橋の全体の構造形式の素晴らしさ、丈夫で長持ち、こうした点を御紹介いただいたところであります。また、新たな御提案として「橋の博物館」というだけではなく、新しい形式はどんどん生まれて来る訳ですから、見本市として国内外の皆様にとんどん紹介したらどうだろうかとお提案いただきました。それでは次に、風工学が御専門の徳島大学の長尾先生にお願いしたいと思います。

(長尾教授) 長尾でございます。この阿波しらさぎ大橋の計画が立ち上がりまして、私どもの大学の研究室で耐風性の実験を行ったのが、ちょうど13年くらい前でした。それで、後でも紹介させていただきますが、縮尺何十分の一といった木製の部分模型で耐風性などを検討する訳ですが、設計者の方もこういう形式は、非常に風に弱いということは十分ご承知の上で、箱桁にすると高価になるから、ぜひ鉸桁で行きたいということでした。



我々、これまでも吉野川に架かる橋について、耐風性の検討させていただいたことがありますが、大橋の実験当初は、模型が自立せず、非常にねじれに弱い。横構というねじれに強くなるような補強をしておりましたが、それでも箱桁と比べ、非常にねじれに対して弱い構造でした。それに対して、構造自体・橋の形自体で耐風安定性が図られることがベストですが、どうすれば風で揺れなくなるかといったことに対して、学生達と一緒に試行錯誤しまして、何とか耐えられるであろうというところにこぎ着けました。徳島の風の強さは、地元の方にとっては当たり前のことで、特に認識が無いと思



いますが、他県から大学に来た学生に聞きますと、入学後、一、二ヶ月の間に傘が飛んで壊れてしまうということで、他県出身の学生は徳島の風の強さを分かっています。桁の部分については、学生達も含めそういった認識の下で、なんとかクリアできたのかなと思っております。

ケーブルの部分は、3本の斜ケーブルと、橋の下に4本の水平ケーブルで構成されています。水平方向に平行に複数のケーブルを架けた場合、風上

側ではなく、風上側から2番目のケーブルが揺れます。それに対して、中間部を連結し、短いスパンにするということで対策を講じました。

(飯泉知事) 長尾先生、どうもありがとうございました。長尾先生からは、阿波しらさぎ大橋の建設に当たっての苦労話。特に、最重要課題の一つと言っても過言ではない、風に対する耐性、耐風対策。これに大変、御苦心いただき、結果として最良の形をもたらしていただきました。しかし、その間には幾度となく学生さん達も交え風洞実験を行っていただくなど、本当に御苦労をお掛けいたしました。それでは続きまして、施工者のお立場から日本橋梁建設協会の河西様からお願いいたします。

(河西幹事長) 河西でございます。今お話を伺いましたように、非常にすばらしい橋が、世界で初めて日本の技術で出来、めでたく思います。私は、施工者の立場から、当時の現場所長にじかに話を伺ってき

ましたので、今日は、その中で苦労話を一つ、二つ御紹介したいと思います。

とにかく世界で初めての形式ということですから、架設のやり方も世界初でした。なるべく河川の中をさわってはいけないということで、完成時には、一本だけに見えるケーブルですが、架設時は順番に少しずつ張り出しながら架設して行き、実際には4本の仮ケーブルで吊った形でもたせ、最終的には本ケーブルに盛替えるという作業を行いました。この仮ケーブルを本ケーブルに盛替えるときに非常に苦労したとのこと。具体的に言いますと、盛替え作業に際して、事前の計画では上の一本だけを残す計画だったのですが、現場の方で確認の計算や、引き込み力の検討等を行った結果、もう一段追加して、2本で吊った状態で作業をやる方が良いという結論が出たとのこと、このケーブルの盛替えに非常に苦労したということが一点です。

もう一点は、最後の桁ブロックを閉合するときの話ですが、先ほどの渡辺先生のお話にもありましたように、沓を無くした剛構造を多用しております。沓がある構造であれば、最後のブロックは、前後のヘッドが少し手前に控えているので、隙間を十分とった段階で桁を落とし込み、元に戻すということが出来るのですが、それが出来ず、非常に狭い隙間にびたっとブロックを落とし込まないといけないということに苦労したとのこと。全部で三日間ほどかけ、最後の桁の形状を測量し、ブロック寸法をミリ単位で決めました。そして、まだ気温が上がらず隙間の広い状態の早朝に桁ブロックを予めセットしまして、日が当たり、温度の上昇とともに少しずつ伸びる桁を、頃合いを見計り閉合したと聞いております。こうしたことに非常に苦労したのですが、所長曰く、非常にやり甲斐のある工事が無事に出来上がって、非常に自慢に思っているとのことでした。それを御紹介して私の話を終わらせていただきます。



(飯泉知事) 河西様、ありがとうございました。河西様からは、具体的な施工に当たっての苦労話を二点頂きました。一つはケーブルの盛替えについて、あの太いケーブルをどういう風に盛替えていくのかということ。もう一つが、最後の桁を閉合するところですね。両方にクレーンがあって、桁をどうやってくっつけるのか。どちらも私を含め、多くの県民の皆さんの関心事でもあったのではないかと思います。本当に多くの御苦労をお掛けしました。その意味でも新たな創意工夫に対し、心から感謝を申し上げたいと思います。それでは、前半最後としまして、このシンポジウムに共催いただいている徳島県建設技術センター理事長の武市様からお願いしたいと思います。

(武市理事長) 本日、この橋梁シンポジウムが開催されること、心から感謝申し上げます。先程来、知事、渡辺先生からお話が出ております、自然環境の再生、共生、コスト縮減、もちろん工事制約条件がありますが、この二つ、二律背反にしっかりと対応してきたということで、国内外の多くの賞を受賞出来たと思います。そういったことを踏まえまして、最近、鋼管矢板あるいは、先ほど渡辺先生からお話がありましたサンドイッチ床版、そしてこの橋の構造体自身について照会が来ていると、そんな話を聞いています。少しずつでも世界に広がっているな。このことが、日本の橋梁技術をしっかりと東南アジアを始め海外にも広げていく、引いては日本の橋梁技術者がいい夢が見られるということに繋がって行ければと思います。こうした賞は、用地を提供していただいた方、地域の方、環境団体の方、漁業関係の方、渡辺先生、長尾先生を始めとする大学の先生方、西川様を始めとする国土交通省の道路、

河川、街路の関係の皆様方、そして、工事制約の条件が非常に厳しかった設計施工の皆様方のおかげであり、本当に感謝申し上げます。それから、公共事業が年々下がって行く中で、この橋の予算をしつかり支えていただいた飯泉知事に心から感謝を申し上げます。そうしたところで、まさに自然環境と共生する橋が出来た訳であり、本当に徳島県民の安らぎと潤いがある場所が確保されているなど思います。後、90年続くと22世紀ですが、22世紀にしっかりと繋げていける財産だなど、そのように確信しておりますので、皆様方には今後ともよろしくお願いたします。

(飯泉知事) 武市様、ありがとうございました。4名のパネリストの皆様方から阿波しらさぎ大橋の誕生秘話といいますが、大変な苦労話、それぞれの技術が如何に世界初、最先端であるとか。こうしたことについて、御紹介いただきました。我々、徳島県としましても新たな徳島県のランドマークとして、阿波しらさぎ大橋、これを国内外に発信していきたいと考えております

【第二部】

(飯泉知事) それでは、ここからテーマの2番目に移っていきたく存じます。今度は吉野川全体の橋梁についてテーマを広げていきたいと思ひます。吉野川に架かる徳島県内46橋の内訳は、道路橋、抜水橋は34橋、そして鉄道橋4橋、潜水橋8橋、併せて46橋となります。また、架橋した当時には、東洋一、日本一などの橋が多くあり、先ほど、西川様からも御紹介がありましたように、ただ単に「橋の博物館」というだけではなく、「橋の見本市」という形で、その橋が例えば世界一、東洋一、日本一の時には大いにアピールをするとともに、多くの技術者の皆様方に、あるいは、日本、世界の土木技術、架橋技術、これを担っていただく若き学生の方たちにも来ていただく、こうした役割、役目も持っているのではないかな。このように思ったところであります。そこで、いろいろな形式の橋のある「橋の博物館 よしのがわ」について、県内で長らくいろいろな橋に携わってこられた武市様からお話いただければと思ひます。

(武市理事長) 徳島県は水の都ということで、大小500の河川があります。そこに橋が架かっている訳ですから、橋梁数としては全国屈指であります。特に吉野川は、地域が川で南北に分断されており、橋の重要性が高く、昭和初期から90年間で46橋が架かっています。橋の長さ上位10橋については、一番が大鳴門橋、これは鳴門と兵庫県を繋ぐ1,629mの橋です。第2番目の阿波しらさぎ大橋が1,291m、第10番目の西条大橋が734m。ベスト10には、すべて吉野川に架かる橋梁が入っています。次に、吉野川に架かる橋梁の架橋位置を見ますと、吉野川は徳島県の北部を東西に三好市池田町まで、そこから直角に曲がって早明浦ダムの方に行っていますが、吉野川の南岸には、国道192号と、JR四国 徳島線が並走しています。北岸には、四国縦貫道 徳島道 NEXCO 西日本の高速道路が通っています。各橋梁については、黄色が道路橋、緑が鉄道橋、青色が潜水橋という分類になっています。



元々、吉野川は、物資などを船で運んでいた歴史があり、それから次に渡船が発達し、南岸と北岸は渡船で渡っておりました。ただ、事故が多い、台風の際は渡れないということがありまして、低水路

に橋を架ける潜水橋が建設され、それを永久橋、抜水橋にする。これが、県民の願いであったということでもあります。そして、その地点、地点に適した橋梁形式を採用してきたことから、桁橋、I桁から箱桁、トラス、アーチ、ラーメン、斜張橋、吊橋など様々な橋梁形式が用いられています。

では、個別の橋梁について説明いたします。

まず、阿波しらさぎ大橋のすぐ上流の国道11号吉野川大橋です。昭和47年と61年に建設された橋長1,137m、各三車線の分離橋です。下部工はオープンケーソンで施工され、上部工は大型ブロック工法による架設の走りだったと記憶しています。

その上流に位置する吉野川橋は、昭和3年12月に完成したワーレントラス構造と、万葉集にも歌われた眉山(びざん)のシルエットが郷愁をそそると言われています。この橋は、大正年間、増田淳氏の設計によります。増田さんはアメリカに留学し橋梁の勉強をされ、帰国後コンサルタントを開き、日本の地方の橋梁を多く設計された方です。大正12年の関東大震災帝都復興には、先ほど知事からも紹介されました田中豊博士や太田圓三氏の名前が出てまいります。そういう時代に増田さんの設計により吉野川に架けられた3橋の一つが吉野川橋ということです。

次は、平成10年完成の斜張橋、四国三郎橋です。斜張橋は結構この形式が多いかと思えます。

次は、名田橋です。河口から約10kmの所に架橋され、昭和38年に完成した橋長800mの橋梁です。カンチレバー方式で架けられたPC橋で架設当時は日本最長でした。当時は、ポストテンションのT桁が架け始められた頃であり、ディビダーク工法、フルプレストレスで設計しています。

次は、河口から約25kmの阿波中央橋です。架設年次は昭和28年で、日本で戦後初めて建設された長大橋です。昭和22年に建設省から予算が付いたのですが、鋼材が無くGHQから橋の建設を禁止され、昭和25年に建設省からの材料支給でやっと架けられた橋です。親柱は有名なイサム・ノグチがデザインしたものです。

次は、岩津橋です。河口から約40kmの地点、吉野川中流域で一番狭くなっている所に架橋された橋長175mの単径間、鋼床版斜張橋です。

次は、穴吹橋です。先代は増田淳氏設計の橋ですが、現在はニューマティックケーソンの下部工に箱桁の上部構造の橋です。増田さんの設計された橋は、ゲルバー式ワーレントラス橋で昭和3年4月に完成し、今は一部がモニュメントとして残されています。設計寸法にフィート、インチという単位が使われていました。

脇町橋 (わきまちばし)



名田橋 (なだばし)



次は、脇町橋です。低水路にある潜水橋であり、洪水時には桁をオーバーフローさせ障害を少なくするという橋です。これも抜水橋化への地元要望がある橋です。昭和36年完成で、映画のラストシーンなどに使われておりますし、実際に高校生が通学路として使っている橋です。

次は、美馬中央橋です。昭和63年完成の8径間連続のPC長大橋です。完成当時は、連続PC橋で

全国有数の橋長でした。フレッシュ工法による緊張管理に苦労したとの話を聞いております。

次は、美濃田大橋です。河口から約7.1 kmの地点で、昭和34年に完成した補剛トラスの吊橋です。ここから上流は、このパターンの橋が結構出てきます。補剛桁の桁高を少し高くして、耐風索を上または下から引っ張るといった形状パターンの吊橋です。

次は、池田へっそ大橋です。NEXCO 西日本の工事として、スパン長が200 mの国内最大級のランガー桁アーチ橋です。

次は、三好橋です。増田淳氏の設計で、吉野川で初めて長大橋が架かった箇所です。以前は、吊橋でしたが現在は補剛桁をそのまま残し、その下にローゼ桁で補強改修しており、改修方法としても、技術的に革新性のある橋であります。

次は、大歩危橋です。祖谷のかずら橋方面への入り口にあり、大歩危溪谷に架かる中路式の左右非対称鋼アーチ橋です。周辺は、船下りやラフティングの観光名所となっています。

少し番外編になりますが、吉野川の支流の橋、珍しい橋を御紹介します。祖谷のかずら橋。これは吉野川の支流、祖谷川に架かる橋です。日本三大秘境祖谷、源平合戦の平家の落人が、いつでも橋を切って逃げられるようにカズラを使って橋を架けたという逸話が残る4.5 mの吊橋で、結構揺れます。昔、徳島大学に実験していただいたところ、3年に一度張り替えている材料のシラクチカズラは、3年経つと引っ張り力が半分程度になることが分かり、3年毎の架け換えには結構意味があるんだな、そのように思いました。

三好橋 (みよしばし)



路線名 一般国道野田内三輪停車場線
橋長 L=244m
幅員 W=6.1m
上部工の形式 2ピソング上陸式ローゼ橋
完成年 昭和2年6月(平成元年8月改修)

・吉野川に最初に架けられた扱水橋で、吉野川橋と同じく増田淳が設計
・完成当時は東洋一の吊橋であったが、老朽化によりアーチ橋に改造

末広大橋 (すえひろおおはし)



路線名 主要地方道徳島環状線
橋長 470m
幅員 W=17.5m
上部工の形式 2径間連続鋼斜張橋
完成年 昭和50年

・わが国で8番目に架けられた斜張橋、完成当時はわが国最大スパンであった
・高橋部分に取り付けられたフラップは風の渦をつぶす効果がある
・わが国最初の強風対策

次は、末広大橋です。建設は斜張橋の走りの頃でした。中央スパン長は250 mです。旧建設省の土木研究所にも御指導いただき、耐風安定性の確認を行い、フラップ10°の1 mの翼流板と1.4 cmの地幅を付けています。初期の斜張橋で、当時、東洋一のスパンを誇っていました。現在は、香港のストーンカッターズ橋など1,000 mの斜張橋の時代になっています。

続いて、加賀須野橋です。吉野川の支流の今切川に架かっている可動部スパン19.7 mの跳開橋で、現役で活躍をしています。平成26年度

には、可動部スパン45.6 mの昇開橋、いわゆる持ち上げる橋に架け替えを予定しています。完成すると、我が国最大の昇開式車道橋になります。

最後ですが、小鳴門海峡に架かっている小鳴門橋です。多径間の吊橋であり、大学の教科書に結構出てくるということですが、東京大学の風洞実験結果を踏まえ建設し、昭和36年に完成しました。

このように、徳島の橋梁は、地形、その時代、時代の新しい技術をしっかりと導入して架橋してきたまさに「橋の博物館」ということです。

(飯泉知事) 武市様、ありがとうございました。武市様からは、吉野川はもとより、徳島が如何に「橋の博物館」であるのか、具体的に御説明いただきました。冒頭の御挨拶でも申し上げました「とくしまマラソン」。これは、阿波しらさぎ大橋を初めとして上流に登って、西条大橋まで9橋の橋を渡り、あるいは眺めながら、「橋の博物館」の中でのマラソンとなっています。それでは次に、地元徳島県の御出身

で、しかも、研究を通じ、橋と繋がりが大変深い長尾先生から、徳島の橋の特徴はもとより、地域活性化に果たしている役割、つまり波及効果という点にも触れて、御紹介いただきたいと思います。

(長尾教授) ただ今、武市理事長から、私が話そうと思っていたことを説明していただきましたので、同じ様な説明になって申し訳なく思います。徳島は、河川の規模や周辺地形が千差万別で、古くから橋を学ぶなら徳島へ行けと言われており、私も大学時代、そういうところで勉強しているんだぞと先生から教わり、様々な橋梁を見学する機会を得ました。吉野川流域では、渡しというところから始まりました。その後、木橋になり、次に潜水橋、そして抜水橋というふうな形で変遷してきました。抜水橋は、普通の辞書にも橋梁工学の教科書にも記載されていない徳島独特の架橋に込めた大きな願いと感謝を記す呼び名です。私は、吉野川中流域の山川の出身ですが、近くを流れる吉野川支流の川田川などでは、木橋が台風通過後に流されて渡れないということが何度も生じていました。

先ほど、御紹介されました三好橋は、昭和2(1927)年の完成当時、東洋一の吊橋です。今は、NEXCOが四国8の字ルートとして、高速道路の整備を行っていますが、当初道路交通が始まったときの四国8の字ルートの結節点として中心になっていた橋が、三好橋です。その後、隣に国道192、32号の池田大橋、先ほど紹介された池田へそっこ大橋というように、中心は移動しましたが、86年の長きにわたり、吊橋からアーチにと、構造を変えながら地域に密着した生活道として十分活躍しています。

次に、岩津橋を御紹介します。昭和33年建設ということで、私がまだ2歳の時ですけども幅1.5mですが、オートバイ・自転車が通行可能な、最初の吊橋でした。その後、昭和46年に2番目の橋として、幅3.5m1車線の橋が新設されました。車が対向するにはちょっと狭いですが、当時そんなに大きな車がなかったの、差し障りなかったのかもしれませんが。その後、現在の岩津橋が建設

岩津橋(平成5(1993)年、斜張橋、175m)
2車線・片側歩道



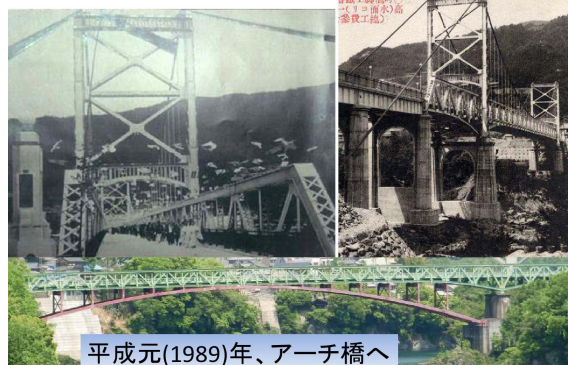
されました。この橋を架けるにあたっては、昭和63年ですから25年ほど前になりますが、縮尺模型を使って風洞実験を行いました。風洞は、大きい扇風機を使って風を送る実験設備です。模型を風洞内に設置し、どうすれば揺れなくなるか、安定するか検討を行いました。その結果、三角形をしたフェアリングというものを上流側、下流側の両端部に付けております。今、徳島県は、濁水で大変ですが、一方で洪水のときには、岩津橋付近は吉野川中流域で一番狭くなっているため、ものすごい暴音、勢いの濁流となります。そうしますと、水位上昇により、桁下空間が非常に狭くなってきます。そこで、台風に伴う強風が吹いたら、耐風性にどの様に影響するのかということについても実験を行い、安全性を確認しました。また、斜めから風が吹いた場合についても研究しております。

それ以外に、先ほどお話にありました四国三郎橋ですね。それから、祖谷ロマン橋。祖谷のかずら橋に行く途中、西祖谷山村が建設した祖谷ふれあい公園の入口にある人道橋です。これも、非常に揺れ

三好橋 昭和2(1927)年 東洋一の吊橋

橋長243m、(中央径間139m)

九七五橋(橋
長243m)高
速道路(高
速橋)



平成元(1989)年、アーチ橋へ

やすい形をしているので、対策を考えさせていただきました。また、今徳島県の大観光施設となっている大鳴門橋の渦の道。これをどこに、どの程度のスペースで通していくのか、人が通る道を作って大鳴門橋本体の安全性は大丈夫かといったことについて、模型を使い検討しました。

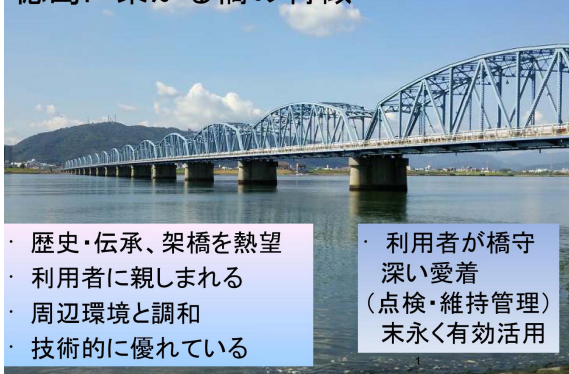
鳴門の競艇場の西側に位置する小鳴門大橋についても、耐風性の検討をさせていただきました。

また、末広大橋ですが、この橋は土木研究所で耐風安定性を検討していただきました。下から見たら、防護柵に銀色の飛行機などに使うジュラルミン製の非常に高価な材料を使った耐風性を安定させるフラップと呼ばれる部材がついています。車で走っていても、フラップが付いていることは、あまり認識されていることが少ないと思います。この度、防護柵の基準が変わり、車が当たっても簡単に飛び出さないよう強固にしなければいけないということで、現在は、新たに水平材を2本追加して車に対する安全性を確保しています。この防護柵の補強が末広大橋の耐風性に及ぼす影響についても、検討させていただきました。

続いて、阿波しらさぎ大橋です。この橋についても末広大橋と同じ様なフラップが付いています。それから、フェアリング、さきほどの岩津橋と同じ様な物も付いています。さらに、水平板という、流れをよりスムーズにしようという物が付いています。橋を下から見たところ、横構というトラス部材が設置されていますが、構造的にねじれに対して強くしようということです。ケーブルについては、先ほど渡辺先生からもご紹介いただいたヘリカルワイヤーとか、桁下の4本のケーブルを連結するという形で、安全性を確保しています。

吉野川大橋についてですが、高欄部分、防護柵部分には、自転車と人に対する風よけとしてポリカーボネイト製の暴風対策板が付いています。阿波しらさぎ大橋と同様なものを設置しますと、アメリカのタコマ橋が風による振動で落橋しましたが、それと同じように寿命がなくなる可能性が極めて高くなります。したがって、通行される方は、寒さ、風には辛抱していただきたいと思います。

徳島に架かる橋の特徴



- ・ 歴史・伝承、架橋を熱望
- ・ 利用者に親しまれる
- ・ 周辺環境と調和
- ・ 技術的に優れている

- ・ 利用者が橋守
深い愛着
(点検・維持管理)
末永く有効活用



徳島大学で耐風性を検討した県下の橋梁

四国三郎橋 福谷ロマン橋
大鳴門橋(渦の道) 小鳴門大橋

最後に、吉野川橋についてですが、この橋は徳島を代表する心象風景として親しまれています。旧徳島市の印鑑登録証やとくしま市民カードのデザインには、どちらも吉野川橋が使われています。武市理事長の利用したスライドの冒頭や今回の橋梁シンポジウムの開催パンフレットでも使われています。私も同じく吉野川橋をスライドの最後に使っています。昭和3(1928)年から85年が経過していますが、末永く利用されつつ愛され続けていただきたいと願っています。

以上のように、徳島に架かる橋は、歴史・伝承もあり、架橋を熱望されてきました。完成後は利用者にも親しまれ、周辺環境とも調和し、技術的にも優れていることから、名橋に値する橋梁ばかりです。こういう橋梁を、深い愛着をもって、末永く有効利用していくためには、点検、維持管理が重要になってきます。利用者、一般市民の皆様、そういったことを踏まえ、日頃から橋に異常が生じていないか愛情を持って注意深く見守る、橋守りという形で御協力いただきたいと考えております。

(飯泉知事) 長尾先生、ありがとうございます。長尾先生からは、冒頭に「橋を学ぶなら徳島に行け」とのお話を頂きました。「橋の博物館」、「橋の見本市 徳島」まさに、ここに繋がるものだと思います。また、それぞれの橋の特徴、架け換えなどについても御紹介いただきました。例えば、三好橋、東洋一の吊橋でスタートした訳ではありますが、時代の要請によりアーチ橋として現存している。また、吉野川の狭窄部、中、下流の境となります岩津に架かった岩津橋。ここは、モータリゼーションの変遷により、なんとすでに2回掛け替えを行っていることなどを、御紹介いただきました。それでは、ここからは少し角度を変えて、こうした貴重な橋を、そう簡単に掛け替えをするのが難しいということで長寿命化対策、こちらに少し視点を移していきたいと存じます。橋の維持管理に大変詳しい西川様をお願いしたいと存じます。

(西川専務理事) 今、日本のインフラに一番大きな問題として突きつけられているのが、橋の長寿命化です。私は、橋の研究をしながらライフワークとして、この問題をやってきました。どういう発想から長寿命化の必要が出てきたのかという話と、全国的に長寿命化を推進した場合に問題となる地方自治体が管理する橋をどうするのかという話。さわりだけお話させていただきたいと思います。

約20年程前にアメリカに行かせてもらい、「荒廃するアメリカ」と言われた時代にアメリカのインフラが非常に傷んできたところを見てきました。これは20~30年後、日本も同じ様になるのではないかと思い、試しに日本の橋がいつ頃造られたかということを図に描いてみました。そうしたら、明らかに団塊の世代のような山がぼこっと出ており、当時橋の寿命が50年位と言われていたので調査してみたところ、見事に供用50年で更新率が50パーセント位になり、「荒廃するアメリカ」は日本でも起こり得るということが分かりました。

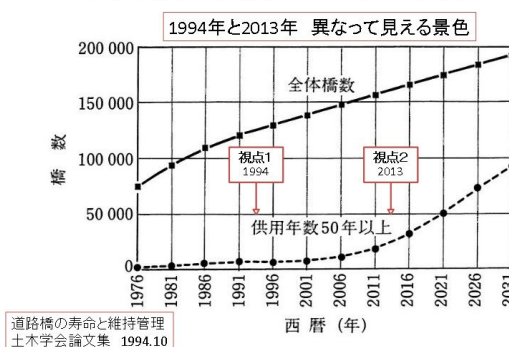
これから将来を考えると、50年を過ぎた橋が増えて行くとなんが大変かと言うと、主要な15m以上の橋梁だけでも13万橋あり、これが50年でだめになるとすると、毎年2,600橋を架け替えなければならない。けれども、新設だけでも毎年2,000橋しか架けていない。架け替えは、新設より金も3倍、手間も3倍程度かかりますから、とてもこんな様子では無理です。

そこで、橋の寿命を長くすればよいと考え、調査してみると、だいたい腐食か疲労が架け替えの原因です。塩が絡んでくると厳しい。この辺は長い間、土木研究所橋梁研究室で一生懸命検討しましたし、いろいろな技術開発もあり、ちゃんと維持管理すれば長寿命化出来る目処がつかしました。

では、橋の寿命とはそもそも何なのかということですが、年々増える維持管理負担に対して、維持管理能力が追いつけば良いのですが、費用、技術、人の数などの面で厳しくなれば、橋は放棄される。これをなんとしても防ぎたい。ということで目指すべき方針として出てきたのが、「手間が掛からず、寿命最大」。これが長寿命化の始まりで19年前の話です。その流れで、ライフサイクルコストが小さい橋を架けようとか、メンテナンスフリーとか言わずにちゃんと最小限のメンテナンスをして長寿命化しよう提案した訳です。ただ、そう言ってもなかなか動かず、ようやく最近動きが出てきたということです。

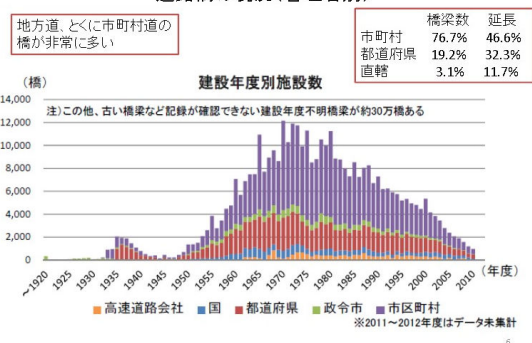
さて、全国にある橋梁をそれぞれ誰が管理しているかということ、国交省が直轄で管理しているのは3パーセント、延長にしても12パーセント位のもので、高速道路にしてもせいぜい1パーセント位のもので、日本の橋の95パーセントは地方自治体が管理しており、延長にしても8割位ありま

道路橋の高齢化の将来予測



す。直轄だけでも、技術者が足りないと言っているのに、これはもう絶望的に人が足りないといわざるを得ない。この中で、どうやって維持管理していくのかという発想が必要だろうと思いついたわけです。

そして現在、課題は地方道 道路橋の現況(管理者別)



それで、国土交通省の地方整備局によっては、だいぶ本気で市町村を巻き込んで議論を始めています。今年の7月19日に中部地方整備局では、管内の市町村を全部呼んで、シンポジウムを開催しました。私は、市町村がこれなら自分たちでも出来るという、市町村を元気づけるような講演を依頼され一生懸命話をしました。まず、絶望的に人は足りないというところから行こうと。次に、目標レベルが直轄と地方は違うのだということ。それから全員参加しかないということ。この二つを話しました。

まず、直轄や高速道路と地方の道路はどう違うのか。これも私の長年の悩みだったのですが、今のところ、私の頭の中ではこうなっています。これは、いろいろな意見をどんどん頂きたいのですが、直轄国道、高速道路を地図に落とすと、やはり日本の骨組みそのものであり、どこかが欠けたら有無を言わず直ぐ直さないで日本の形が崩れてしまう。これには悩む必要がない。その代わりに一瞬たりとも機能喪失は問題ですから高いレベルの管理が必要だろうと。

それに対して、地方道は、県の場合にはどちらも含みますけど、骨格というよりは神経系統ということに思い至りました。特に市町村道は末梢神経ではないか。まさにきめ細かい、集落の生活に則した予防保全が求められるのではないかと。この辺をいかに柔軟に判断するかが、すごく難しいです。この問題は、これから市町村、都道府県が突き当たる試練ではないかと思えます。

予防保全の目標レベルをどう考えたら良いのかということですが、実は何段階かあるのです。今、長寿命化計画はコストのことばかり言っていますが、コストについては、ある程度鉛筆舐めればいろいろな答が出てきます。それよりも、まず全部の橋を点検しようよ。大事なことは、知事が枕を高くして寝てられるように、怖い橋は全部見つけて対処しよう。まず、これが一番です。コストの話を考えるのは十年早いと。これが片付いて、なんとか安心した所で、じゃあ効率的にやって将来のコストを下げっていく。これが次に来ます。直轄の道路みたいな、非常に国全体の命運をかけるような大事な道路は、更に進んで将来傷むような種も消してしまおうと。そういう高いレベルもあります。ですから、とりあえず、それぞれの自治体のこの路線はどのレベルで行こうかと、まず決めることから始める必要があるかなと思います。

それから、全員参加です。1番目は国交省の点検要領です。これが少し難しすぎるだろうということで、手間を減らした道路橋に関する基礎データ収集要領、これは県レベルを考えた点検要領です。まだ、難しいという話がありまして、地方によってはずいぶんいろいろ工夫しています。私がおつき合いした所もありますが、宮崎県、あるいは長野県です。岐阜県、長崎県は大学が中心となっていることをやっています。それぞれの共通項は全員参加です。一例ですけど、長野県。ここは実は民間の方が中心とな

予防保全に3つのレベル 道路に求められる要求に応じた目標設定

- a. 事故が発生する前に対処する
 - 安全の確保・・・まずは基本レベルから
- a. 補修コストが高くなる前に対処する
 - 維持管理費の削減・・・基本ができてから
 - ライフサイクルコストの低減・・・長寿命化も
- a. 寿命を縮める原因を取り除く
 - 安心・信頼の達成・・・究極の目標

レベル1の点検シート
ほとんどが異常の有無による判定

って動かしておられて、信州大学も協力して、誰でも本当に簡単な講習を受けると、1枚のシートで小規模橋梁の点検ができます。シートを持って行って、マルを付けてきてもらうだけです。内容の一例として、床板であれば、「下から見上げて、白いシミ又はひびわれがありますか。有り、無し」。このような設問にマルを付けて来てもらうだけで、何とも無い橋が半分くらいなのです。それがクリアされれば、後は残りの橋に力を注げば良いのですから、これだけでもすごく助かる。もう少しやりたい人には、次もありますという話です。

こんな簡単な点検でも大丈夫なんだろうかと聞かれるのですが、今にも危なそうな橋は素人でも分かります。私がいつも言っているのが、「見た橋は落ちない」。もう少し正確に言うと、見た橋は怖くて渡れないということ。誰が見ても今すぐ落ちそうな橋は分かるし、乗ってみれば揺れたり、変な音がしたりします。誰もがそれなりにプラスになる点検は出来ます。何もしないよりは百倍は良いから、自分の近くの橋、これを下からちょっと見てあげて下さいということです。

橋の維持管理格言集

橋の寿命は、管理者の意志で決まりますから、百年持たせようとすれば持たせられます。何も考えないと落ちます。そこで、安全を保てたならば、早期発見、早期治療に努めましょう。これで費用を安くできます。これからも、いろいろなところに要望があれば出かけて行き、話をさせてもらい、逆に意見を聞かせてもらって、次の一手を考えていきたいと考えております。

- 簡単な点検でも大丈夫な理由
 - 見た橋は落ちない
 - 誰でもそれなりの点検はできる
 - 何もしないより100倍良い
 - 橋の寿命は管理者の意思で決まる

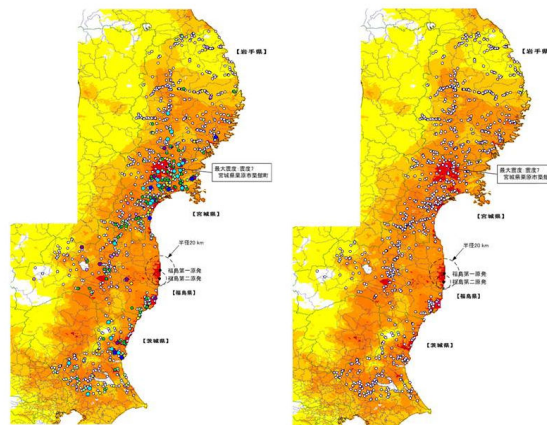
(飯泉知事) 西川様、ありがとうございます。西川様からは、研究データをお示しになられ、橋も人間と同様に団塊の世代。集中的に建設をされた状況を示され、橋の50年の寿命をどう延ばしていくのか。我々が、心がけなければいけないのは日々の点検作業。但し、なかなか技術者は大変。しかし、いろいろなチェックのやり方もある訳で、橋を直轄の部分と県道、また市町村道、それぞれの役割に応じる形で対応していくべきではないか。橋の寿命イコール、管理者のまさに日々の対応、早期発見、早期対応が重要。こうした所を御示唆いただきました。

我々徳島、あるいは多くの南海トラフを抱えるエリアは、この巨大地震をどう迎え撃っていくのかその意味でも東日本大震災は、我々に多くの教訓を与えております。そこで、河西様は東日本大震災の発災直後に、日本橋梁建設協会を代表されまして現地に赴かれた御経験をお持ちであります。こうした点について、我々としては南海トラフの巨大地震、これを迎え撃つときにどういった点がポイントになるのか。是非、お願いをしたいと存じます。

(河西幹事長) 我々、橋建協は今、会員が35社いますが、震度5強以上の地震が起きた時には自分の会社で架けた橋は黙って点検に行けというルールになっています。東日本大震災では、震度5強の地震が50回位あったものですから、最近震度6以上に変更させていただきましたが、当時は5強のル

ールであり、地震の翌日から何人もの人間が点検をしました。地震から半年位経った時に、折角点検をやったのだから、報告書をまとめた方がいいんじゃないかという話が持ち上がりまして、今日の資料は報告書の中からいくつかお持ちしたものです。まず、この地震で橋建協が調べた橋が3,000橋あります。3,000橋を全部、震度マップの上にプロットしました。赤い濃い所が震度7の地点です。黄色になればなるほど震度が弱いということです。マル印については、被害が大きいほどマルが大きくなったり、色が濃くなったりということになっています。今日、お見せしたかったのは、無傷だった橋だけを白マル印

東日本大震災 橋梁の被害状況調査結果



で示したマップです。この橋の数が2,400橋です。3,000橋の中の2,400橋、率にすると8割は無傷でした。東日本大震災の前に阪神大震災がありました。あの時に比べれば、今回の地震は私どもが思っていたよりは、意外に橋は被害を受けなかったということが分かりました。震度7の地域であっても無傷の橋梁がいくつもあります。これには理由があります。阪神淡路大震災の後、設計法が変わり、耐震補強をちゃんとやりなさいよということになりました。点検の結果より、震度6強～6弱でも、ちゃんと耐震補強をしている橋梁は大丈夫でしたが、耐震補強が間に合っていない橋では、震度5弱でも、昔、神戸で見たような座屈の現象が起こっていました。先ほどの西川さんのお話と少し関係するのですが、NE XCOさんとか直轄さんは耐震補強が進んでいるのですが、地方自治体になると、まだ追いついていないのかなと思います。今日言いたいのは、東日本大震災クラスの地震が来ても、耐震補強を阪神淡路のスペック以上でちゃんとやっておけば大丈夫です。しかし、間に合っていないところでは震度5弱でもやられていますよということです。これから四国の方でも大きい地震が来るかもしれません。今のうちに耐震補強をしっかりやっておけば、十分に橋梁は耐えられること

が分かったということが一つ目のポイントです。

次もちょっとおもしろいのですが、3,000橋のデータを橋梁の形式別に分けてみました。一番やられていたのはトラス橋です。不思議に思い調べてみたところ、東北にも吉野川と同じように、北上川とか川幅の広い大河川があります。そこにスパンをとばす橋を架ける時に、今のような技術がなく、トラス形式を使わ

耐震補強により致命的な被害を防いだ



参考資料: 東日本大震災を踏まえた緊急提言(高速道路のあり方検討有識者委員会)

ざるを得なかったのかなと思います。トラス橋のどのような部分が壊れていたかといいますと、トラスそのものが千切れたというのではなく、橋桁を支えている杓がやられているケースが多くありました。何を言いたいかといいますと、四国の方にもこういう橋梁があれば、古いタイプの杓を、新しい免震杓や反力分散杓、ゴム杓とかに取り替えておけば、被害を少なく出来るということです。同じト

ラスでも沓を取り替えてある橋梁は、被害が少なく、古いまま使っていたものが壊れているということが分かりました。

それから、もう一点なんですが、トラス橋は最近あまり架けられません。どちらかというと、少数鉸桁とか細幅箱桁とかが多くて、トラスとかアーチとか、ちょっと変わった形式の橋梁というのは、実は最近、我々施工者も余り経験がありません。3,000橋の点検を行ってもベテランばかりではなく、新入社員もいます。応急処置の必要な橋に出くわした時、構造の分かっている人は、対処法が分かるのですが、若い子はそういうことが分かりません。我々、橋の専門屋でさえそうなので。経済合理性から言ったら、少数鉸桁など最近はやりの形式に勝るものはないのですが、いざという時にいろいろな形式の橋梁を架けた経験を持っていることが非常に大事だと分かりました。これが2つ目のポイントです。

ちょっと話が変わりまして、冒頭、知事からランドマークという話がありましたので、隅田川についてお話いたします。隅田川にもいろいろなタイプの橋が架かっています。まず、勝鬨橋といって、真ん中を開閉出来る橋で、もし東京オリンピックの開催が決まった折には、もう一度開

こうということを盛んに土木学会等がやっている橋梁があります。清洲橋、これもドイツのライン川に架かる橋をモデルにした橋で、非常にきれいな女性的な美を追究した橋だとか、いろいろなものに出ています。永代橋は、先ほどの三好橋ですとか吉野川橋とほぼ同じ頃、1926年に建設されています。年齢に直しますと87歳です。この橋は、片側2〜3車線の立派な橋で、ものすごい通行量で大型ダンプも多く走っているのに、しっかり現役で残っています。これが、3つ目のポイントになります。

そうしますと、実際、日本に古い橋というのはどのくらいあるのか調べて見ると、現役で使われている橋で一番古いのは大阪市役所が管理する浜中津橋です。元々、鉄道橋として出来たトラス橋を道路橋として転用しており139歳です。今でも車が走っております。続いて、長崎にあります出嶋橋です。これも、今でも車が走っておりまして123歳です。

こんなに長持ちする橋があるのに感心しまして、大阪市役所に話を聞きに行ってきました。どの様にすれば100年も長持ちするのか、すごいことをやっているのだろうと思って行きましたが、実はそんな特別なことはやっていないことが分かりました。その中で二つ思った事があります。

一つ目は、是非これは四国でもやってもらえればと思うのですが、道路管理者によって異なりますが、橋梁は5年に一回程度は点検を行います。大阪市役所さんは5年に一回の定期点検を地元コンサルタントに発注する時、点検終了時に必ず、桁端部の支承周りの掃除を下さいと特記仕様書の中に

隅田川に架かる個性的な橋梁たち



勝どき橋



清洲橋



蔵前橋



中央大橋

しっかりと維持管理されている鋼橋は
100歳以上でも現役

浜中津橋
大阪市役所
1874年→139歳



出嶋橋
長崎市役所
1890年→123歳



書いてあるのです。先ほどの浜名津橋では、確かにきれいに桁端部が掃除出来ていました。全国を廻っていると、どこに支承があるか分からないくらい土砂で埋まっている橋も見受けられます。そうした橋が結構多くあります。点検する時には清掃をする。これだけでも、かなり長寿命化には効くと思います。

それから、もう一点は、大阪市さんでは年に1、2橋、地元の人を呼んで、一緒にデッキブラシを使って「橋洗い」というイベントをやるのだそうです。橋を大事にしようと思った時に、やっぱり自分が毎日渡っている橋がすごく大事だよ、愛着があるよというふうに、実際に使っている人に思ってもらうことが非常に大事だと。大阪市役所さんは、その「橋洗い」というイベント、あるいは立派な橋の由来を残す継承碑を建てたりと、いろいろなことを工夫されてやっていることが分かりました。是非、これも採り入れていただければありがたいと思います。

我々、橋建協も今年の三月に、初めて小学生の親子、全部で80人位をご招待しまして、隅田川を船で上りました。〇×クイズをやったりしたのですけれども、やっぱりお子さん方、親御さんも含めて、初めて橋を下の方から見て、ものすごく橋に興味を持っていただきました。出来ましたら、こういったイベントの開催など、橋に皆さんの視線が当たるようにもっていただいで、せっかく出来た橋を少しでも長持ちできるように考えて行くことが大事なかなと思います。

大阪市役所の取り組み

- 5年に一度の定期点検時にお掃除
- 住民参加の『橋洗い』イベント



(飯泉知事) 河西様、どうもありがとうございました。河西様からは、橋研協の皆様方は、震度5強以上の地震があると、架けた橋を見に行けという話があるとの御紹介を頂きました。また、如何に耐震化を行っていくのか。その重要性ということで、我々地方公共団体には、少し耳の痛い部分にもなる訳ですが、しっかり耐震化を進めていく。これは長寿命はもとより、いざ発災というときにも安全で、しかも橋を十分に復旧、復興、救援に使うことが出来る。また、地域の皆様方に愛着を持っていただく必要がある。ということでの「橋洗い」。こうした地域での活動の御紹介も頂きました。橋梁耐震化について、徳島県大丈夫か。心配になられる方も多いかと思います。そこで、少し御紹介しておきますと、徳島県ではこの長寿命化、ライフサイクルコストという概念にいち早く対応することとして、平成21年度に橋梁の長寿命化計画を策定するとともに、橋長15m以上の橋、今、県の中では664橋ありますが、この中で特に緊急輸送道路ですとか、鉄道上空に架かっているとか、あるいは吉野川に架かるなど重要な橋梁と位置づけたもの、これらを204橋選定しまして、既に203橋の耐震化を終えたところです。あと1橋については、新設架け替えで対応することとしております。さらに、緊急輸送道路の見直しにより、平成24年の6月から42橋追加し、順次その対策に取り組んでいるところであります。それでは、長らくお待ちいただきました。ここで、渡辺先生から総括的にお話を頂ければと思います。よろしく願いいたします。

(渡辺名誉教授) 4人の方のお話を伺いまして、まず思いましたのは、橋に対する愛情、溢れるばかりの愛情を訴えていただいたことです。欧米では最近特にそうだと思うのですが、橋は人の持ちものではないのです、自分自身の私物みたいなものなのです。それがともすれば、我が国では失われているというか、昔は橋を維持するために、森林、林、森を植樹して木材の調達を考えていた訳です。神社仏閣もそうですし。ところが、人は現代になってコンクリート、鋼を使うようになり、そういう必要性が無

くなると錯覚してきたような気がします。そういう意味で、今日お話しになったことは、今後非常に参考とすべきことだと思います。昔の人たちは、25年ほどで橋は朽ちてしまっていたから、そのために次はどのような手を使っていこうかと考えていた訳ですね。改めて日本でも、それを考えてやっていかなければならない時代になりました。

それから、2030年代後半になりますと、新しい橋の建設はほとんど無くなります。これは、平成21年度の建設白書から分かることでもあります。そのような時代では、どのように建設業は生きていくのか、これは本当に大きな問題であります。今日お話しいただきました内容を更にお考えいただいて、どうすると日本が元気になるのか。特に西川さんは、幹線については放置していると大変なことになるよということを改めて訴えられましたけれども、まさにその通りではないかと思います。これを放置して、「あっそうか、しょうがないな」では、我が国は本当に滅んでしまうのではと私は思っております。

西川様のお話で、非常に特徴的だなと思ったのが、10年前から300年の寿命を持たすように努力をしなければならないということをおっしゃられたことです。実は、先程お話を伺いましたら、元々1000年だったらしいのですが、300年はもつとのお考えです。300年をもたすために英知を絞って、みんなで考えていく時代に入ったのかなと思っております。もう一つは全体的な話です



が、阿波しらすぎ大橋ですけれども、ここで指摘されたことをやはり重要なので繰り返して申しますと、基礎と上部工をバラバラではなく連携させて考えたところに非常に価値があるということをおっしゃいました。まさにそうかなと。これまで、上部の桁は桁屋さんに任せなさい、下部は下部屋さんに任せなさいと言っていたのですけれども、最早そういう時代ではなくなった。みんなが力を合わせて一緒に全体を考えると時代になったのかなと。私は、これが非常に重要な御指摘だと思います。

次に、長尾先生のお話ですけれども、徳島は非常に風が強いという話をなさいました。先生の研究室をあげて耐風性を検討なさった訳ですが、特に私が興味があるのは、風洞実験。これは、なかなか大変だなと私も日頃から思っていたのですが、どのようにして風洞実験中に部分模型モデルをちゃんと支持するのか、相当な考慮を払って、キッチリと実験が完了するように考えられたということは、私は非常に為になるお話かなと思います。もう一つは、風が吹いたら上流側と下流側が隣接する場合は、いろいろと相互干渉があつてレスポンスが非常に難しくなってくることを御指摘なさいました。また、地域の活性化ということで非常に重要なことを御指摘いただきました。

それから、河西様。日本橋梁建設協会のお話ですけれども、施工者としての立場で、苦勞なさいました。オリジナルデザインで非常に優れたデザインなのですが、それが実際に建設、架設という段階となると、本当に大変な問題に直面された訳です。それから非常に興味があるのは、昔は桁だけをまず並べて行き、そしてその間にジョイントを造るという簡単な構造であり、設計も簡単だったんですけれども、それでは耐震性、経年劣化が厳しい。やっぱりキッチリと「剛」に部材をつないでいくということが必要。ただし、その場合は、精度が必要です。だから施工する者にとっては、非常に大変な問題になってくるということを改めて聴かせていただき、あっそうだなと思えました。後半は、東日本大震災で橋梁の被害状況を説明いただきました。直ちに被災地に飛んで行かれ、三千以上の橋を網羅されたという実に大変な努力とそこへのご熱意に頭が下がる思いです。また、お話の中で非常に力づけられたのは、1995年の阪神淡路大震災の教訓を踏まえ、「今後の橋梁の耐震化は

こうあるべきだ。」として出された設計法が非常に効果的であったことです。土木工学を始め、耐震工学を更に発展させられたと私は思っております。

武市様でございますけれど、吉野川に架かる橋の総括、レジメをなさった訳です。極めて傑出したデザイナーである増田淳様の話もなさいましたし、将来に向けてこれまでの橋の存在を考えて、配慮して明日の橋を造っていく重要性を御指摘なされた訳です。

まとめとしましては、4人のパネリストの方の並々ならぬ橋に対する愛情を感じる事が出来たこと。橋は自分の持ち物である、人の持ち物ではない、自分たちができる限りそれなりの貢献をしなければならぬということ、皆様にお考えいただけたらありがたいなと思うことです。なかなか気のきいたコメントは出来ませんでした、以上をもって私の感想に代えさせていただきます。

(飯泉知事) 渡辺先生ありがとうございました。渡辺先生からは、先生の御感想を含め、4名のパネリストの皆様方からの御発言に対して御意見を頂戴しました。どうもありがとうございました。

今日、皆様方と進めて参りました橋梁シンポジウム、2部構成で進めさせていただきました。まず、前半は阿波しらさぎ大橋について、4名のパネリストの皆様方から各橋梁、各分野の専門家として様々な評価を頂きました。私としても、こうした点を誇りに思うと同時に、しっかりとこの技術を後世に伝えていく、そうした義務があると、改めて実感をさせられたところです。

また、後半はフィールドを吉野川、そして全県下に広げさせていただきました。この中では、平時の対応として、地域の活性化など、橋をまさに地域の宝、財産として大切にしていこう。「橋洗い」など多くのイベントを御紹介いただきました。しかし、いざ発災となると、南海トラフの巨大地震を如何に迎え撃っていくのか。そのためには、やはり長寿命化、耐震化をしっかりしていく必要がある。こうしたお話を頂きました。我々としても、この耐震化はもとよりですが、橋を寿命50年ではなくて、先程100年を越える橋の御紹介もあったように、しっかりと保守管理をする。そして地域で愛し育てるという形が大事ではないかとの方向性を頂きました。また、徳島県は光ファイバーを始めとしてブロードバンド環境が日本で一番。では、これを橋の長寿命化などに活用することが出来ないだろうか。特に、日本中に河川には光ファイバーが多く張り巡らせているところでもあります。これと県下全域を結ぶ光ファイバー網をうまく活用する。こうした新しい手法を徳島県を実証フィールドとして、国各研究機関の皆様開放することにより、新たな危機管理体制を作り上げることが出来るかな。こうした思いもしたところであります。

皆様方と進めて参りました橋梁シンポジウム、予定の時間が参りました。まずは、基調講演を始め、総括を行っていただきました渡辺先生、そして4名のパネリストの皆様方に、感謝の拍手を頂ければと思います。皆様方どうもありがとうございました。そして、何よりも長時間に渡りまして終始熱心に参加いただきました会場の皆様にも心から感謝を申し上げまして、本日の『橋梁シンポジウム』—橋の博物館！よしのがわ—を閉じさせていただきます。

皆様、本当にどうもありがとうございました。