

虹橋

(社) 日本橋梁建設協会
図書資料

NO.2 虹橋 - 59

59号

平成10年
秋季

社団法人 日本橋梁建設協会

目 次

最近完成した橋(1)

名港トリトン	(1)
第34回定期総会挨拶	会長 武井 俊文 (2)
巻頭言	福山大学教授 福本 昉士 (4)
特別寄稿	日本道路公団名古屋建設局局長 竹本 恒行 (6)

橋めぐりにしひがし～橋ものがたり～

鹿児島市の橋	鹿児島市建設局 島田 睦雄 (9)
--------	-------------------

技術のページ

明石海峡大橋完成記念特別座談会	(28)
本州四国連絡橋の製作技術について	(51)
維持補修シリーズ 支承の取替え	(60)
橋梁維持管理費の縮減に向けて	関東技術事務所 河田 寛行 (65)

〈ずいひつ〉

オイルショックは神風	遠藤 武夫 (67)
京都、大阪の歴史的橋梁調査	日本の橋幹事会 (70)
職場の華	名村造船所・大島造船所 (79)
地区事務所だより (食のシリーズ)	四国事務所・北陸事務所 (80)
協会にゆーす	(82)

協会の組織

組織図・名簿	(85)
協会出版物ご案内	(96)

最近完成した橋(2)

明石海峡大橋	(101)
白鳥大橋・東京湾アクアライン	(102)
牛深ハイヤ橋・中安徳地区高架橋	(103)
細越橋・姫川第六発電所堰堤管理橋	(104)
是政橋・新里美橋	(105)
京成押上線荒川橋梁・小田瀬大橋	(106)

◎表紙『明石海峡大橋』宮田豊恵氏 (横河工事) 作

Bridge

最近完成した橋



〈中央〉

名港トリトン

発注者：日本道路公団名古屋建設局

形式：鋼3径間連続斜張橋 3連(西・中央・東)

橋長：758m(西) + 1,170m(中央) + 700m(東)

幅員：14.5m(西・片側)、29.0m(中央・東)

鋼重：約69,000t(主塔、補剛桁3橋合計)

所在地：愛知県海部郡飛島村～東海市名和

- 伊勢湾岸自動車道飛島IC～東海IC間に位置し国際貿易港名古屋港を3橋で横断します。名古屋市を中心とする尾張地域と三重県伊勢地域をつなぎ、産業の物流や観光開発に一層寄与する事が期待されています。

一般公募により、3橋併わせて「名港トリトン」と命名され、名古屋圏のシンボルとして注目されています。



〈西〉



〈東〉

第34回定期総会挨拶



(社) 日本橋梁建設協会

会 長 武 井 俊 文

皆様にはご多忙の中、日本橋梁建設協会の第34回定期総会にご出席を賜り厚く御礼申し上げます。

さて昨年度は、消費税率引上げ後の個人消費の冷え込みに始まって金融機関の経営破綻による信用不安、更にはアジア経済危機の連鎖的拡大などがあり、日本経済は大きく減速致しました。期待された政府の景気対策も財政構造改革法に縛られ、2兆円減税はあったもののさしたる浮揚感も得られず不況を脱する事が出来ませんでした。

こうした環境下で当協会は道路整備事業費の確保と道路特定財源制度の堅持に力点を置いて活動してまいりましたが、会員の皆様および関係各位のご尽力により、平成9年度の国内鋼橋の受注量は約70万トンと前年を若干上回り、まずまずの成果が得られたものと思います。

さて平成10年度ですが、当初予算では財政構造改革の初年度として公共事業予算が一律に削減されて、道路予算も物流効率化特別枠など若干の配慮はありましたが、総道路投資ベースでは前年度に比べ大きく落ち込みました。

しかし4月下旬に至り、政府は景気対策として総額16兆6,500億円の総合経済対策をまとめました。公共事業分については、国と地方の実質的な財政出動を合わせて7兆7,000億円規模とするとともに、上期に81パーセント以上の公共事業の前倒し発注をする方針です。

私共としては、この経済対策の内容と効果に大いに期待するものですが、公共事業を取り巻く環境には依然として不透明さが残っており、加えて道路に対する需要の変化や発注単価の低廉化など、我々は、今、変動の激しい時期にあります。

しかしながらこうした中であって、平成10年度を初年度とする「新たな道路整備5箇年計画」がスタートしたことや、道路特定財源の確保が図られたこと、また次期全国総合開発計画で紀淡連絡道路や伊勢湾口など6海峡横断プロジェクトが新規案件として明記されるなど、明るい材料もあります。

当協会では昨今の社会的ニーズである公共工事コスト縮減に対し真摯に取り組んでまいりましたが、その成果として「新しい鋼橋の誕生」と題した合理化橋梁のコンセプトをまとめ、本年3月より会員や関係機関へのPR活動を開始し、鋼橋の需要増大につとめているところでございます。

会員の皆様におかれましては、当協会の業務に引き続きご支援・ご協力を賜りますようお願い致しまして、ご挨拶と致します。

以上

巻頭言

研究成果と実用化のはざま



福山大学教授

大阪大学・名古屋大学名誉教授

福本 透 士

ノッチングム大学（英）のD.A.ネーザコット教授（鋼構造）が主編者となって1997年秋に発刊した季刊誌“Progress in Structural Engineering and Materials (PSEMa)”は、次の2つの点からユニークな専門誌と言える。一点は『研究には経費がかかり、多くの才能ある人材が世界的にかかわり、多すぎる程の研究がなされてきている。にもかかわらず、得られた研究成果を実用面に生かす努力があまりなされてこなかった（このことは実用面に生かされるところまで踏みこんだ論文が限られているとも言える）。多くの研究の中から、いかにして、実用に役立つ研究内容をいち早く知り、また関係するすべての論文を集めるか』と言った要求を満たすためと、2点目は、『研究する側にとって、膨大な量の関連論文にいちいち目を通す代わりに、これまでの研究を網羅するレビュー論文の活用』への要求を満たすために、単なる研究論文を発表する専門誌でなく、文献のレビューを中心に、研究成果に容易にアクセスし、研究と実用化のリンクの役割を果たすことを目指して創刊された。構造工学の専門分野を鋼構造、鋼橋、耐震、疲労と破壊、合成構造、構造解析、構造安全性、新素材などの13に区分し、毎号3－4分野の研究内容をレビューしている。また、巻末に61種類の構造専門誌から検索した分野ごとの文献リストを掲載している。ただし、検索対象となる専門誌はすべて英文編集のジャーナルからなっている。

筆者はPSEMa誌の広報をネーザコット教授に頼まれたわけでもないが、日頃から気になっていた標題のことが、彼らしい明快な表現と実行力によって創刊されていることに声援を送りたい。なお、わが国からはアドバイザーメンバーに藤野陽三（東大）、高梨晃一（千

葉大)の両教授が加わっている。筆者は長井正嗣教授(長岡技科大)とPSEMa誌への鋼橋のレビュー論文を準備していたとき、わが国の鋼橋の技術革新を紹介するのに、専門英文誌および国際会議英文論文集を引用紹介しようとしたが、国内向けの邦文論文数に比して、その件数は極めて限られる。

日本橋梁建設協会の会員各社の多くは美装の技報誌を発行している。その中の研究論文、工事報告を通じて、わが国の鋼橋建設の技術情報が盛られ、情報移転の役割をになっている。上記のPSEMa誌の創刊趣意を参考にするまでもなく、各社の論文・報告をわが国の革新技术として、より効率よく生かすために、橋建協による文献情報の分野別分類とデータベース化と、さらに、各分野のレビュー論文の作成を期待したい。会員各社の技術発展を総合的にとらえるためにも。また、できれば邦文と英文で。虹橋57、58号に掲載されている、勇ましい鋼橋建設ビジョンのアクションプログラム「2.国際化への対応」に協会のもつ鋼橋の革新技术情報のグローバル化を加えていただければありがたい。長らく、わが国の鋼橋生産量が欧米を加えた量と匹敵してきている間に、多くの革新技术、高性能化を試みる機会に恵まれたと言える。この際、蓄積された鋼橋情報の移転を積極的に展開され、国際化に対応されるよう協会に期待したい。今後の中小スパン鋼橋の復権のためにも。

橋梁技術への期待



日本道路公団名古屋建設局

局長 竹本 恒行

(前日本道路公団技術部長)

21世紀を目前にして、日本は現在まさに、社会経済的パラダイムの大変革期に遭遇しているといえよう。

このような情勢の下に、基本的な交通体系のあり方についての提言を含む国土計画の将来像を示す全総計画「21世紀の国土のグランドデザイン」が、3月末に策定され、さらに5月に入って、平成10年度を初年度とする総額78兆円の新たな道路整備5ヶ年計画が閣議決定され、スタートしたばかりである。

そして、この新しい5ヶ年計画を実施して行くに際しては、昨今の停滞し混迷する厳しい経済環境を反映して、建設コストの低減や、事業そのものの意義と評価が改めて論議されると共に、技術研究開発の成果を積極的に活用し、さらなる合理化を計って行くことが強く求められている。

日本道路公団（JH）の建設・管理する高速道路においても、基幹的な社会資本として本来備えるべき品質と機能、それに耐久性を確保しつつ、いかにコスト・ダウンを図り、更には快適性や安全性の向上、環境・景観への配慮といった社会的ニーズに適切に応えていくかが、大きな課題となっている。こうした、いわば二律背反的なテーマを、技術的な合理性と根拠に基づいて具現していくためには、これまで以上に本質的な技術革新を質的にも量的にも図っていくことが要請されてくる。だが、視点を変えてみれば、このような時代背景の時こそ、技術のイノベーションが大きく飛躍する絶好のチャンスであることは、これまでの、欧米や我が国の科学技術の発達史の歴史を振り返って見ても明らかである。厳しい環境下ではあるが、的確な目的意識の下での官学民一体となった関係者の英知の結集と、ダイナミックでかつ柔軟な組織体制作りが緊急の課題であろう。JHにおいても、平成5年度より、「技術開発委員会」を設置し、全社を挙げて体系的な技術開発に取り組んでいる所

である。橋梁構造物全般についても、精力的な活動が展開されており、皆様方の積極的な参画と御協力をお願いしたい。

さて、橋は土木構造物の中でも、造形的に見て、最も存在感の高い構築物の一つであるといえよう。

したがって、橋は機能的、力学的に要求されるもろもろの条件を満たすべく設計し、建造されるのは当然であるが、それと共に、その地域における自然風土・風物のさまざまな構成物の中にあつて、一つの象徴的なモニュメントとして存在することになる。そして、極めて長い期間に亘って、地域とひとびととの間に、心象的な影響と相互作用を与えつづけるという点に、改めて着目する必要がある。このことから、橋の景観については、当然ながら、建設場所の前後は勿論、周辺地域一帯に及ぼす風致的な影響も含めて、トータルな視点から検討され、必要な配慮がなされるべきである。最近、そのような認識が広まりつつあり、特別な橋梁以外についても、景観や美観の検討に関心もたれて、さまざまな形で設計に反映されはじめているのは喜ばしいことであると思う。

さて、橋梁は、近年最も技術的なイノベーションの著しい分野の一つである。このところ何かと話題になっている複合構造の上下部工については、基本的な原理に立ち返った柔軟な発想の下に、構造体としての本来の機能と目的に最も適うような材料や工法が自由度をもって選ばれ、合理的に全体系として複合されたものとなっている。

構造物としての橋梁は、歴史的に見ても最も理論的な考察や解析法が進んだ技術分野の一つでもある。ここ十数年来のコンピュータの飛躍的な能力の向上と汎用化、さらには素材の高度化と多様化によって、これまで理論的ないしは概念的に考察・構想されていた構造形式が、施工法と計測管理技術の高度化と相俟って、近年次々と実現可能となってきている。この際、技術が高度になり、複雑化すればする程、理論的な解析と現実の挙動とを照合し、相互にフィードバックしていくための実験が重要になってくる。このような視点に立って、最近JHでは、現実の交通条件により近い状態で載荷できる、世界でも最大級の移動載荷型の疲労試験機を導入してきた。そして、今後更に汎用化の図られる鋼少本数主桁に適用する広幅のPC床版をはじめ、各種の構造物の力学特性や耐久性の検証などに適用して、期待どおりの大きな成果を挙げつつあり、適切な実験設備の有用性を改めて認識しているところである。

さて、JHではこの4月に、8年ぶりに「橋梁建設編」の設計要領を全面改正すると共に、管理段階に対応するための「保全編」を昨年11月に新たに制定したところである。この中に、最新の橋梁技術の進歩の成果が取り入れられているが、特徴的なことの一つとして、耐久性を向上させるために、下部構造等のコンクリート強度を 24N/mm^2 から 30N/mm^2 へと引き上げたことがある。我が国の国土の2/3が積雪地域であり、凍結防止剤の影響を受けやすいことから、コンクリートの耐久性の向上は喫緊の課題の一つといえ、国際的な基準とも対比しつつ検討を重ね、今回の改正に取り入れたものである。

さて、一般に橋梁工事のみならず、他の分野についても云えることだが、規模の大きな構造物については、世間的にも注目を浴びることから設計・施工上の特別の対応がなされるのが普通だが、一方で大多数を占める一般的で標準的な橋梁・構造物などが、適切な品質管理・安全管理の下に、いかにキチンと正規に施工されるか否かということが、最も基本的で肝要なことであることを、併せてここに強調しておきたい。

このところ、特にソフトウェアとしての施工技術と、それを現場に着実に反映して行く為の組織体制づくりといった基本原則に立ち返った取り組みが、ややなおざりにされているのではないかという気がしている。物づくりの基本として、あたり前のことをしっかりやることが、結果的にコストの節減になり、しかも信用と評価を得ることにもつながることは、一般によく認識されていることである。

関係者の皆様の、設計から建設に至るまでのトータルな意味での創意工夫と御尽力を、心からお願ひ致します。

橋もの がたり



橋めぐりにしひがし

【 鹿児島市の橋 】

鹿児島市建設局建設部道路建設課
橋りょう建設係長 島田 睦雄

1. はじめに

鹿児島市は、九州の南端鹿児島県のほぼ中央部に位置し、東は錦江湾に面し、市街地から約4kmの対岸には本市のシンボルとして知られている活火山・桜島（標高1,117m）があり、西は海拔100mから300mのシラス台地の丘陵で囲まれた東西約27km、南北約30kmの風光明媚な都市です。

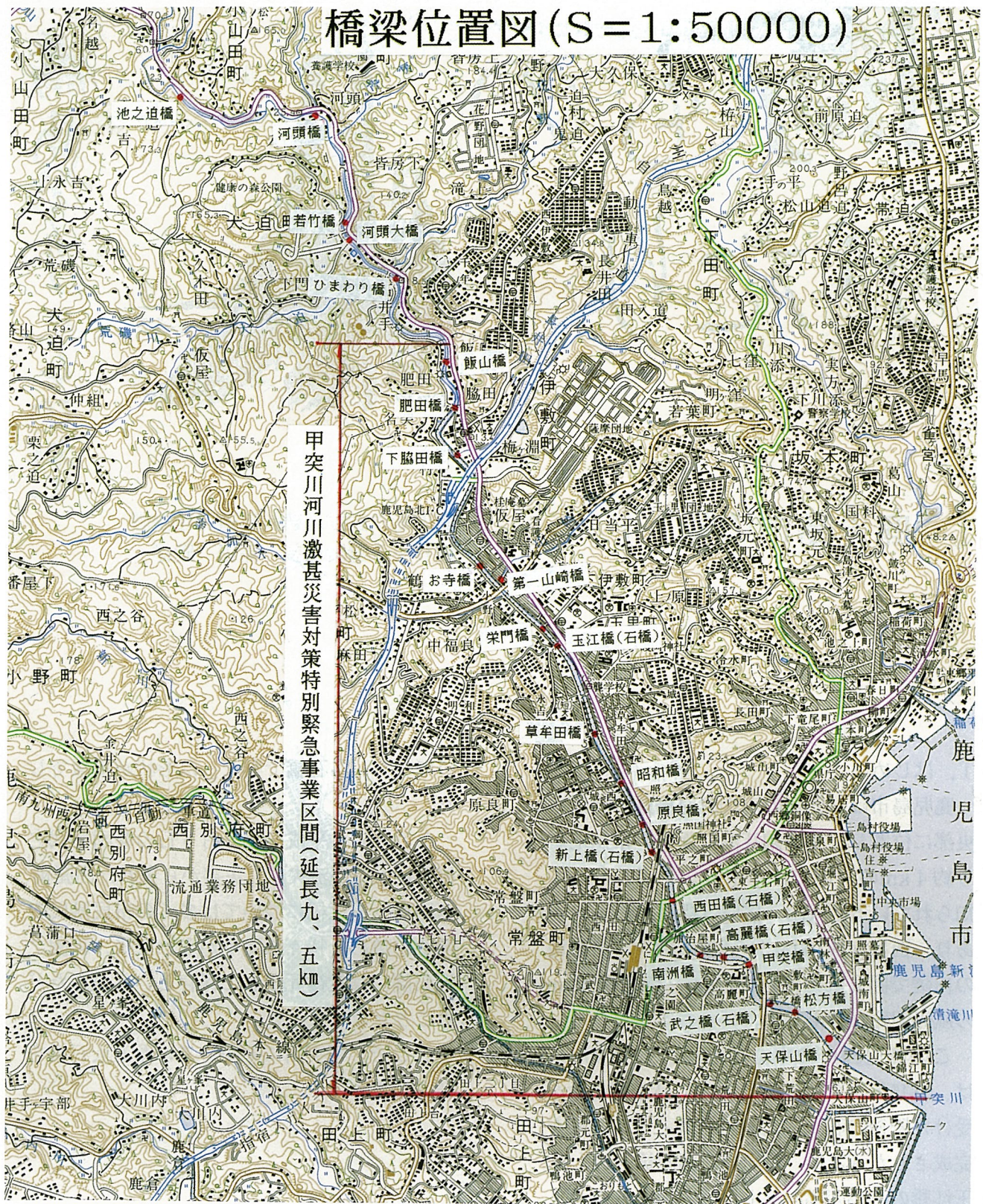
この鹿児島市の中心部を流れる甲突川には、1845年から1849年にかけて島津藩の命を受けた肥後の石工、岩永三五郎とその一族が完成させた武之橋、高麗橋、西田橋、新上橋、玉江橋の石橋がありました。これらを総称して、地元では『五大石橋』と呼び、石造アーチ橋が群をなしている例は全国でも見られず、また、五橋すべての橋脚には水切りがつ

いており、各石橋で異なった形状が特徴でした。

ところが、平成5年8月6日の豪雨で武之橋と新上橋が流失し、災害から免れた高麗橋、西田橋、玉江橋については多くの市民県民の関心を集め、様々な論争がされた後、祇園之洲公園に移設復元されて保存という道をたどることとなりました。

ここで、甲突川に架かっていた五大石橋を紹介します。

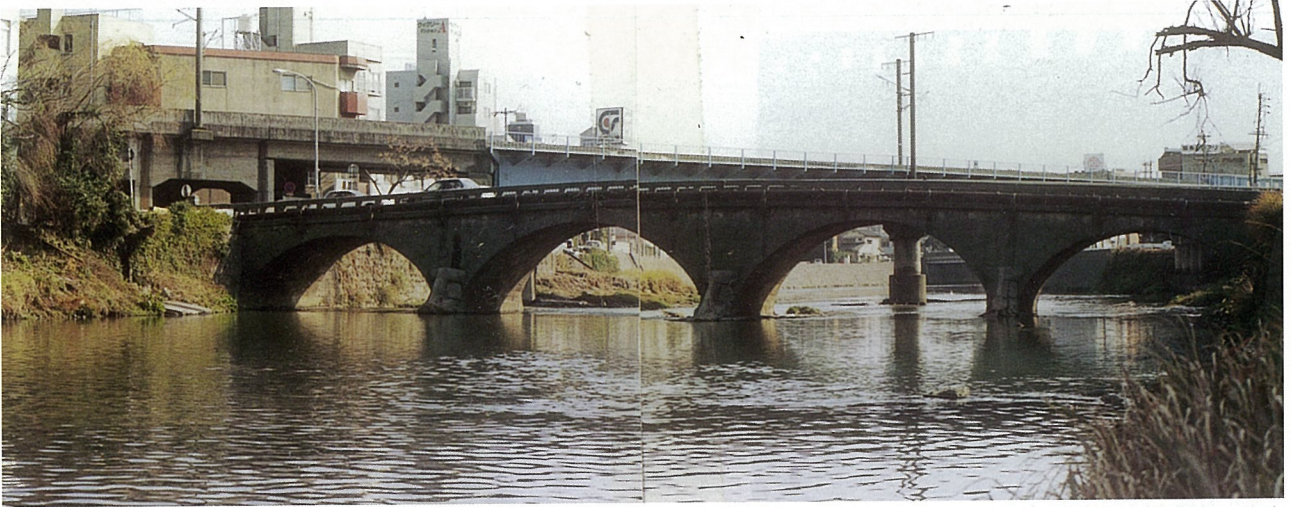
橋梁位置図 (S = 1:50000)



◆新上橋（1845年完成）

五大石橋の中で、アーチの上幅と下幅の差が最も大きい橋です。

アーチ数	4	幅員	6.9m
橋長	47.0m	径間	中央10.8m 両岸9.5m



◆西田橋（1846年完成）

県指定文化財。島津藩が参勤交代で通った橋。77万石の威厳を示すため青銅製擬宝珠付親柱などが五橋随一の格式を持っています。

アーチ数	4	幅員	5.3m
橋長	49.6m	径間	中央11.7m 両岸10.1m



◆高麗橋（1847年完成）

高さが5.5mもあるが、上幅と下幅の差は小さい。アーチの大きさは6.2mあり、実に堂々とした4連アーチ橋である。甲突川の4連橋の中では最も長い橋です。

アーチ数	4	幅員	5.5m
橋長	55.0m	径間	中央12.6m 両岸11.2m



◆武之橋（1848年完成）

5連アーチは、この橋だけで当時としては日本最長である。中央の径間が最も大きく両岸に近づくにつれてだんだん小さくするなど工夫を凝らしています。

アーチ数	5	幅員	5.8m
橋長	71.0m	径間	中央5.3m 両岸2.7m



◆玉江橋（1849年完成）

4連のアーチ橋で壁石の部分は少ない。橋面は緩やかな美しい弧を描いています。

アーチ数	4	幅員	4.0m
橋長	50.8m	径間	中央11.6m 両岸10.8m



2. 激特事業について

さる、平成5年8月6日の鹿児島市地方を襲った集中豪雨は、40数名の尊い命を奪い鹿児島市内の至る所で河川の溢水や道路損壊、家屋の倒壊や広範囲の床上浸水などを引き起こし、都市基盤や市民の生命、財産に甚大な被害をもたらしました。

100年に一度とも言われるこの集中豪雨は、市内中心部を貫流する甲突川とその流域に大きな被害を与え、また、約150年前に甲突川に架けられた岩永三五郎作の5つの石造橋（武之橋、高麗橋、西田橋、新上橋、玉江橋）のうち、武之橋と新上橋が流失してしまったことは、その被害の大きさを如実に物語る象徴的な出来事であり、市民のみならず鹿児島県民にとっても、災害の大きさと共に永久に記憶されることとなりました。

このような悲惨な被害を目の当たりにして、鹿児島県と鹿児島市は、何よりもまず市

民県民の生命財産の保全と生活の安定を図り、二度とこのような災害を繰り返さないことが行政の最大の目的であると考え、『甲突川河川激甚対策特別緊急事業（いわゆる河川激特事業）』等を導入して、5年間で甲突川の抜本的な改修に取り組むことになりました。

そこで、県は河口から上流9.4kmまでの区間（激特事業）、さらに上流5.0kmまでの区間（災害復旧助成事業等）で、河道の掘り下げ（約2m）や一部河幅の拡幅および護岸の整備で、当時の現況流下能力300トン700トンに高めるための河川改修に着手しました。

また、本市においては、県の河川改修計画と整合を図るため、災害で流失した2橋の石造橋（武之橋、新上橋）の石材の撤去と災害から免れた2橋の石造橋（高麗橋、玉江橋）の解体、そして、20数橋の橋梁改築事業に取り組むことになりました。



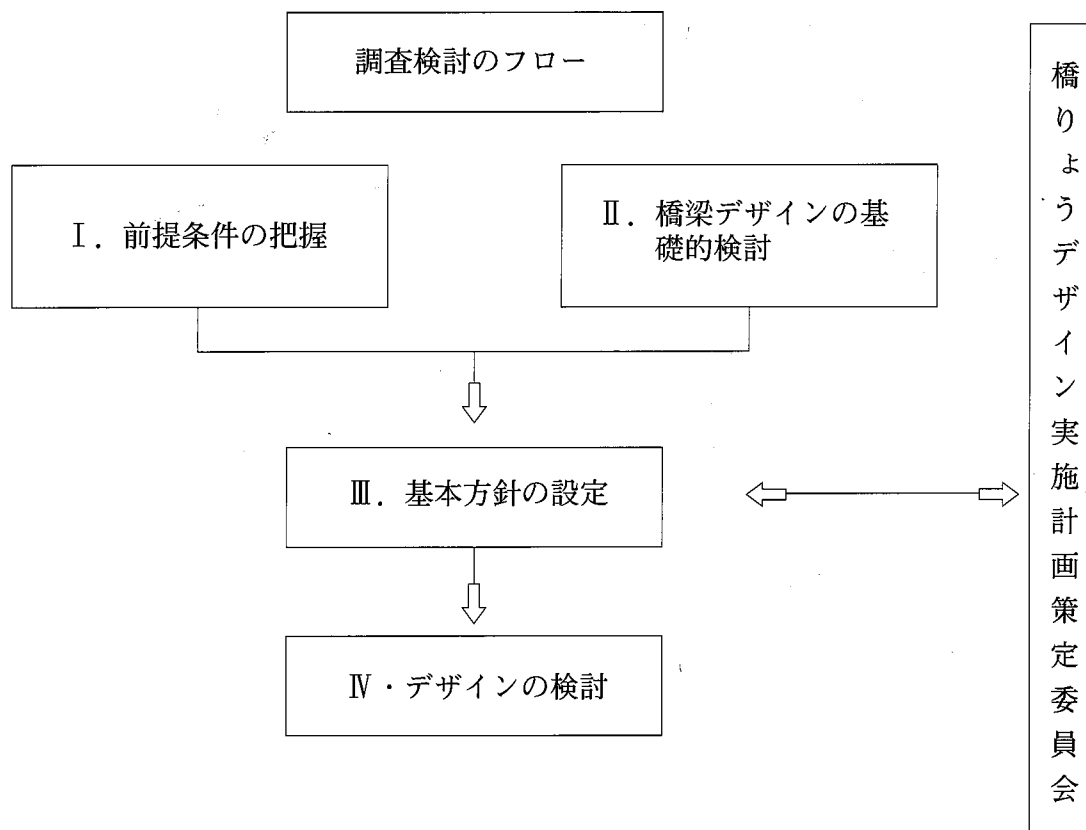
3. 橋梁デザインについて

橋梁デザインに関する、デザイン策定までの経過について紹介します。

今日、市民の生活基盤施設の質的面だけの向上だけでなく、都市景観に対する市民ニーズもますます多様化、複雑化そして高度化してきている中で、どのような橋梁デザインを策定すべきかということが課題となりました。

そこで、改築する橋が連続するということで甲突川の橋梁群としてとらえ、全体景観としてのおさまりを考慮するため、「甲突川の

複数の橋梁改築にあたり、河川景観、橋梁デザインについて鹿児島市の文化、風土、地域の特徴を考慮し、全体計画および基本方針の策定後、機能性、経済性に加え鹿児島市にふさわしい文化性の高い、都市環境・景観に優れた、後世に誇れる橋梁整備を目指す」ことを目的とし、地元大学や県外の大学を含めた橋梁工学や都市景観に、豊富な実績のある専門家からなる委員会（橋りょうデザイン実施計画策定委員会）を設置し、委員会方式による検討を踏まえて、次のようなフローに沿って実施しました。



I. 前提条件の把握

- ①まちづくりからの特性
- ②河川景観の特性
- ③橋梁計画の基礎条件
 - 1) 河川計画からの条件
 - 2) 道路計画からの条件
 - 3) 予備設計からの橋梁形式モデル

II. 橋梁デザインの基礎的検討

- ①橋梁形式の検討
 - 1) 模型による橋の見え方
 - 2) 橋梁形式の比較検討
- ②桁橋のデザイン検討
- ③橋詰め部の検討

前提条件の把握、橋梁デザインの基礎的検討結果を踏まえまして、計画にあたっての基本認識の整理をおこないました。

- ①市街地の河川空間と橋
- ②都市の歴史・文化と橋
- ③都市景観形成と橋

④制約条件からの橋梁形式

以上のことから、甲突川の特長や基本認識を基に、甲突川に架かる橋梁群の全体整備方針及びテーマを委員会に諮り、次のように策定しました。

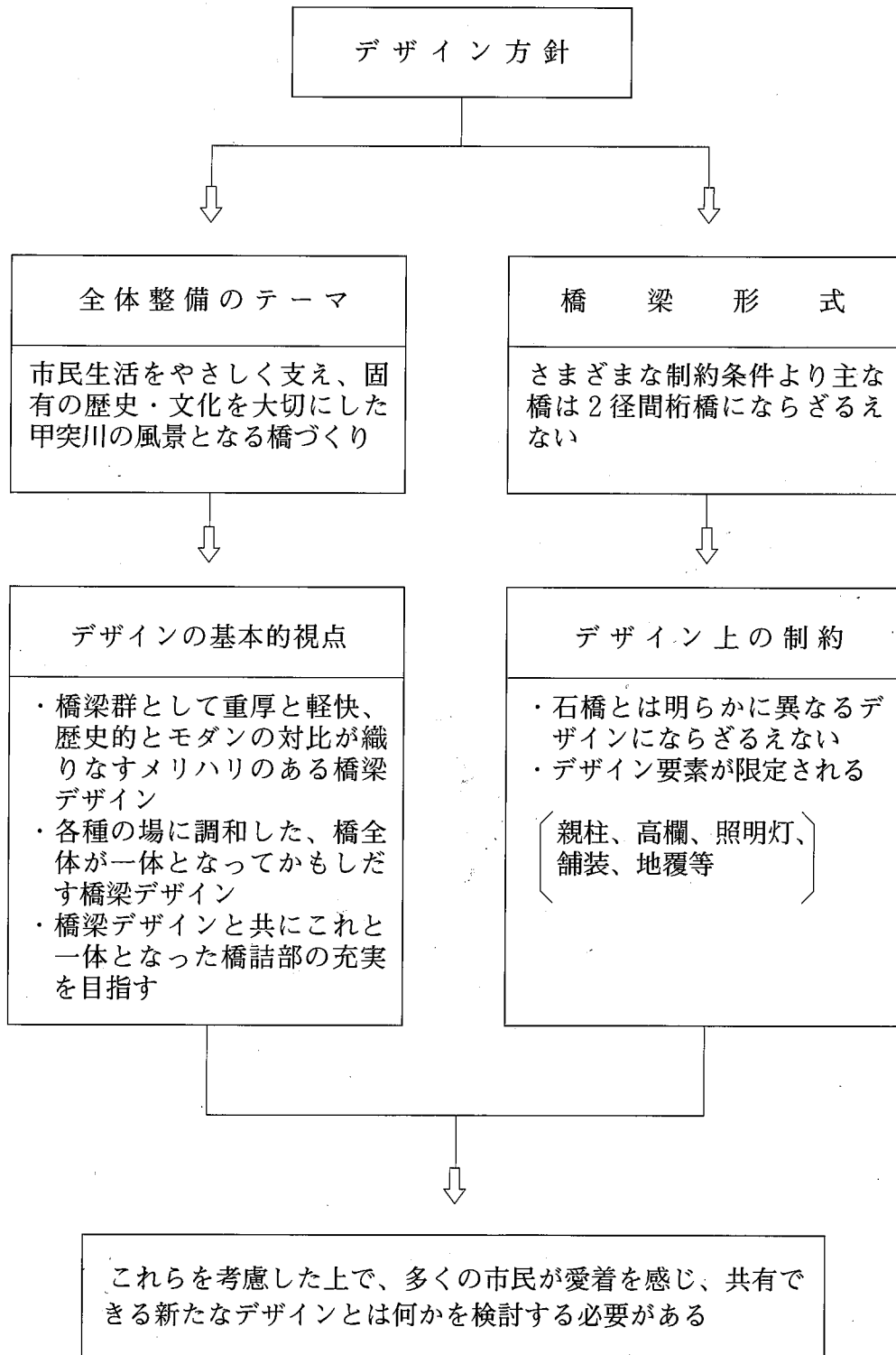
(橋梁整備方針)

都市が時の流れと共にその姿を変えて行く中で甲突川の悠々とした流れは市民に親しまれ、錦江湾を前景とした桜島と共に鹿児島県の心象風景と言えるものを形づくってきた。都市の市街化が進んだ今日、甲突川は河畔緑地と共に中心市街地の喧騒を和らげらげる貴重なオープンスペースを形成し、市民の憩いやゆとりの空間として親しまれている。甲突川の橋梁整備はこのような市民生活をやさしく支える河川空間との調和を基本に沿岸特性や既設橋に配慮した、歴史的で重厚なデザインと軽快でモダンなデザインの対比が織りなす新たな甲突川の風景づくりをめざす

(テーマ)

市民生活を優しく支え、固有の歴史・文化を大切にしたい甲突川の風景となる橋づくり

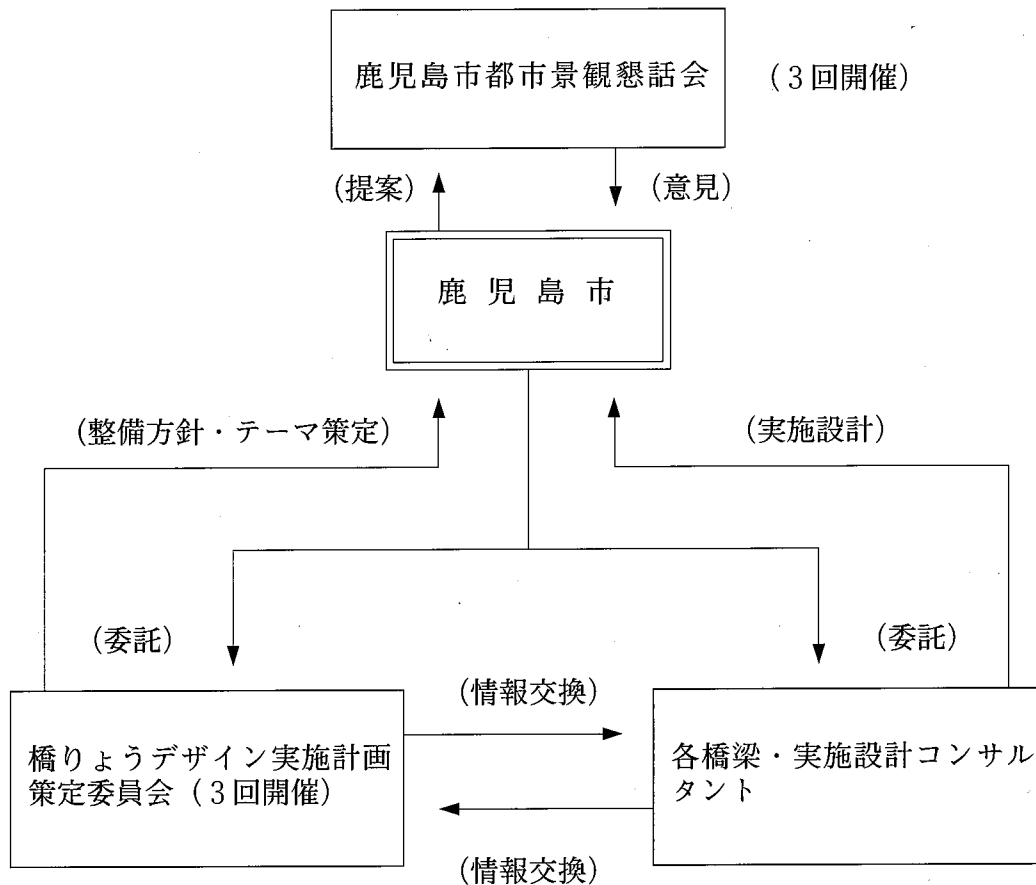
策定された全体整備方針やテーマでデザイン
方針の整理を次のように行いました。



次に委員会で策定された全体整備方針やテーマに基づき各橋梁のイメージパース図を少なくとも2案作成し、鹿児島市の個性を生かした魅力ある都市景観の在り方を審議するために、本市が設置している市民有識者から成

る『鹿児島市都市景観懇話会』に諮り、審議していただき、承認されてから工事を実施する計画でありました。

この橋梁デザインの策定過程を構図に示すと次のようになります



【第1回・鹿児島市都市景観懇話会】

議題として甲突川河川激甚対策特別緊急事業および助成事業に伴う橋梁の改築方針とデザインについて報告しました。

当時、県並びに市においては、「短期間に確実に治水対策を施すには、石橋を撤去し、河道の改修を進める」ことを行政の責務と決めたことに対し、石橋現地保存推進市民グループは「総合治水対策を採用すれば、石橋は現地に残せる」と反発し、石橋撤去の準備工

事が始まる中で、治水対策の是非をめぐって一大論争が繰り広げられていましたので、討議内容としては、『石橋問題』から始まり、撤去についてはやむをえずと整理し、橋梁構造については経済性・施工性や景観面から桁橋が有利であること、また、河川改修に起因する条件（道路構造令、河川管理施設等構造令）からの規制が厳しいことから、2径間の桁橋になることを承認していただきました。

【第2回・鹿児島市都市景観懇話会】

議題として「橋梁の全体整備方針とテーマ」そして「各橋梁のイメージパース図」を諮ったところ、「橋梁の全体整備方針とテーマ」の総体論について特に異議はなかったが、石橋の跡の橋梁のデザインについては市民感情を考慮すれば、納得できるものではないので、さらに広く市民の意見を聞いた上でデザインの再考をするように指摘を受けました。

【第3回・鹿児島市都市景観懇話会】

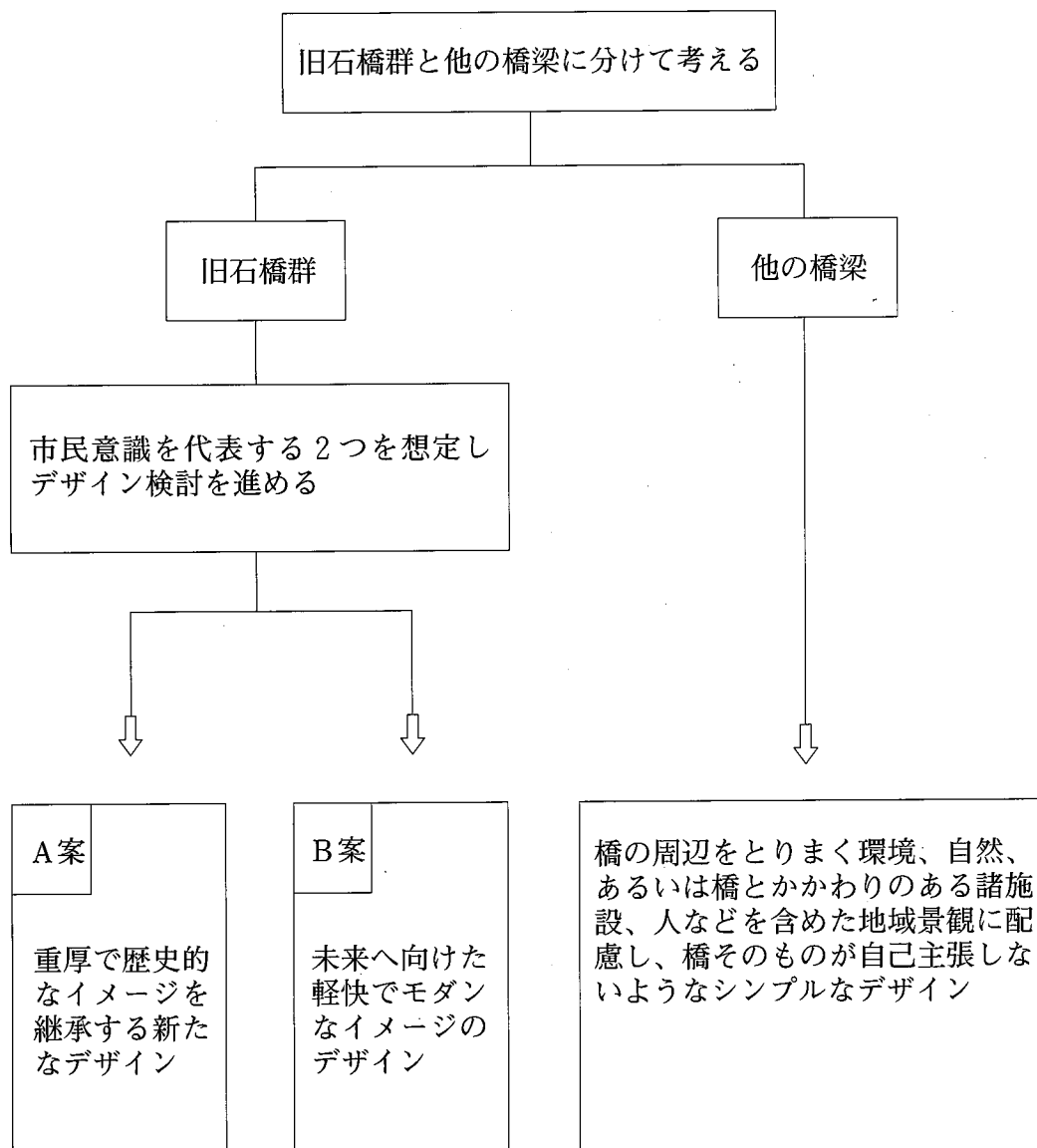
前回の懇話会の指摘を受けて、甲突川の新橋建設について市民の意識調査を行うこととし、市民の意向を調査する方策として、アンケートを実施しました。方法としては、市政モニター98名、甲突川沿線の33町内会に対して1町内会に10部位を目処に338部合計436部を配付して市民アンケートを実施しました。実施方法としては、市政モニターについては、関係課に依頼し、町内会については、職員が町内会会長宅を個別訪問して調査の主旨等の説明を行い、協力をお願いしました。また、

アンケート期間として、約2週間、回収期間として1週間で費やしました。回収率としては、市政モニターが100%町内会が77%でありました。

そのアンケート調査の結果を紹介すると、全体整備方針としては「新しい橋は各々の橋の個別の橋の地区特性(=個性)を大切にしながら、甲突川全体のバランスある整備を望んでいる。」これは、周囲と調和する橋ということであり、河川景観を大切に継承し、この景観と対立するような個性を強く主張する橋は避け、周辺景観との調和を考慮した橋であるという分析結果でありました。しかし、旧石橋の跡の橋については、市民意識として「歴史的で重厚なイメージの橋」を望んでいることも分析できました。

これらのことを踏まえ、石橋は市民が特別の愛着と誇りを持ち続けてきた橋と位置づけ他の橋梁と区分して、次のフローにより再検討することとしました。

〔デザイン方針のフロー〕



市民意識調査に基づき甲突川の新しい橋を橋梁群としてとらえ、デザイン方針としては「旧石橋の跡の橋」と「その他の橋」に分けて、新橋のコンセプト及び橋梁のイメージパ

ース図を第3回・鹿児島市都市景観懇話会に諮り、承認を受けて、鹿児島市は橋梁の本格的な工事に着手しました。

4. 代表的な橋梁の紹介

橋 梁 名	橋 種	新 橋		旧 橋		設計荷重
		橋長(m)	幅員(m)	橋長(m)	幅員(m)	
天 保 山 橋	ポストテンション方式PC単純T桁橋	118.5	13.0	112.0	13.0	A活荷重
松 方 橋	3径間連続鋼床版鉄桁橋	90.0	4.0	86.6	2.2	A活荷重
新 高 橋	ポストテンション方式PC単純T桁橋	57.8	4.0	56.7	2.2	A活荷重
甲 突 橋	2径間連続鉄桁橋	65.0	36.0	60.3	18.0	B活荷重
高 麗 橋	2径間連続鋼床版鉄桁橋	54.9	25.0	55.0	5.4	B活荷重
南 洲 橋	2径間連続木床版鉄桁橋	56.0	4.0	52.9	1.7	A活荷重
新 上 橋	2径間連続鋼床版鉄桁橋	47.4	11.0	47.0	6.9	A活荷重
昭 和 橋	2径間連続鋼床版鉄桁橋	48.7	4.0	48.2	2.4	A活荷重
原 良 橋	2径間連続鋼床版鉄桁橋	47.5	4.0	44.4	2.4	A活荷重
草 牟 田 橋	2径間連続鋼床版鉄桁橋	57.3	15.0	56.1	2.0	B活荷重
玉 江 橋	2径間連続鋼床版鉄桁橋	50.5	20.0	50.8	4.0	B活荷重
栄 門 橋	2径間連続鋼床版鉄桁橋	49.7	4.0	50.1	2.0	A活荷重
お 寺 橋	2径間連続鋼床版鉄桁橋	48.2	4.0	46.1	1.9	A活荷重
肥 田 橋	プレテンション方式PC単純T桁橋	47.0	12.0	45.6	4.6	A活荷重
飯 山 橋	2径間連続鋼床版鉄桁橋	46.5	9.0	47.8	3.6	A活荷重
ひまわり橋	ポストテンション方式PC単純T桁橋	40.0	12.0	34.2	6.0	B活荷重
河 頭 大 橋	(嵩上げ)	35.3	12.0	35.3	12.0	A活荷重
若 竹 橋	ローゼ橋	38.4	4.0	—	—	A活荷重
河 頭 橋	ポストテンション方式PC単純T桁橋	29.2	8.5	24.4	3.6	A活荷重
池 ノ 迫 橋	ポストテンション方式PC単純T桁橋	27.7	7.0	27.4	5.3	A活荷重
第一山崎橋	プレテンション方式PC単純床版橋	23.0	5.0	10.0	3.5	A活荷重
下 脇 田 橋	プレテンション方式PC単純床版橋	23.0	4.0	22.0	3.0	A活荷重

高麗橋

高麗橋の建設事業は平成6年11月から始められ、平成9年12月に完成の運びになりました。

高麗橋は、国道3号からの車の流れを受け、国道225号方面などを結ぶ重要な橋であるとともに、橋周辺には明治維新の原動力となった西郷隆盛など鹿児島島の偉大な先人たちの生誕地が数多くあり、また、両岸が市民の憩い

の場である河畔緑地という優れた環境であることから、橋のデザインは、これらの環境と一体となって河川空間に重厚感ある姿を見せる洗練されたデザインを基調としています。橋の幅員は、旧橋に比べ約5倍の広さになり、スムーズな車両の通行が可能な幅の広い車道と両側に歩道を設けて、交通の円滑化と歩行者の安全確保を図っています。

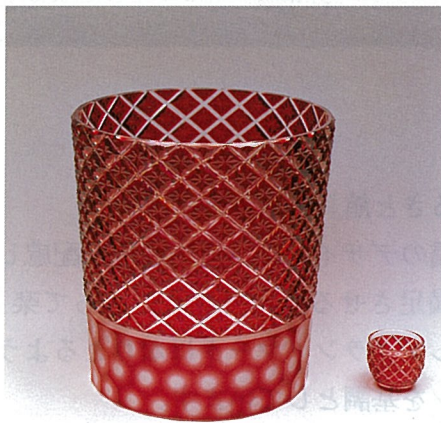




歩行者空間



橋名板は、あたたかい重厚な品格を備えた黒薩摩焼を用いている。



高麗橋を飾る親柱照明灯薩摩切子には、金赤・紫の両作品ともに薩摩切子の伝統的な技法と文様が用いられた。

金赤の作品には、尚古集成館蔵の紅色切子三段重等に施されたボブネイルがあしらわれ、下部には、裏面をサンドブラスト加工し、表面には玉カットによる亀甲文がデザインされている。

一方、紫の作品には、尚古集成館蔵の紅色切子碗や鹿児島市立美術館蔵の紅色切子皿等に施された二重格子に魚子文があしらわれ、こちらも下部に亀甲がカットされている。



親柱

南洲橋



鹿児島島の陸の玄関口である西鹿児島駅から海の方に延びるナポリ通りを徒歩で10分足らずのところ、明治維新の偉人たちの生誕地である加治屋町があります。南洲橋は西鹿児島方面と加治屋町を結ぶ災害時の避難橋を兼ねた歩行者専用橋です。

また、加治屋町側の河畔緑地には明治維新の全てを学べるハイテクギャラリーの「維新

ふるさと館」があります。

橋のデザインは、河川緑地に配慮し、機能を満足させるだけでなく、渡って楽しい橋、そして、ランドマークになりえるようなデザインを基調としています。

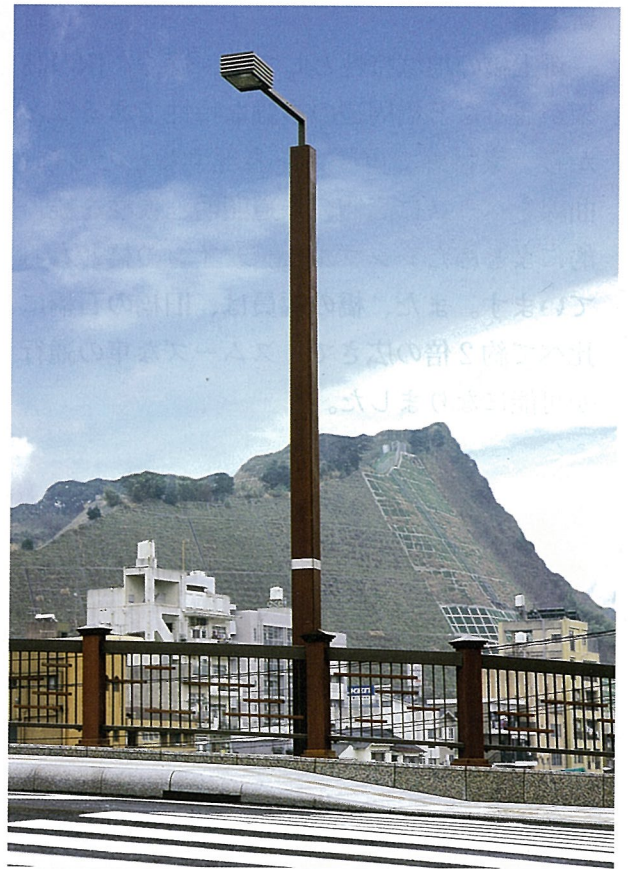
親柱の灯籠は桜島の溶岩で作製し、高欄、橋面は木（＝外材）の素材を使用してシンプルなデザインとなっています。

新上橋

新上橋の地域特性としては、近くをJRの高架が通るなど橋周辺の複雑な特性であることから、素材感で重厚さを表現するとともに、曲線をベースに高欄、歩道照明、親柱を统一的にまとめたシンプルなデザインの橋となっています。また、橋の幅員は、旧橋の石橋に比べて約2倍の広さで、スムーズな車の通行が可能になりました。



草牟田橋



旧草牟田橋は幅員 2 m の歩道橋でしたが、今回の架け替えで幅員が 15 m（車道 10 m 歩道 5 m）の橋となり、土地区画整理事業に伴い道路などの整備が進む原良永吉地区と国道 3 号を結ぶ重要な役割を持った橋となりました。

橋の特徴としては、高欄や照明灯に木を用いるなどして、周辺の住宅地景観と調和し、市民生活をやさしく支え暮らしを彩るデザインを基調としています。



玉江橋

玉江橋の建設事業は平成7年11月から始められ、平成9年12月の完成の運びになりました。

玉江橋は、本市の西部丘陵地の団地と国道3号を結ぶ重要な役割を持った橋であり、橋の幅員は、旧橋に比べ約5倍の広さになり、

歩行者や車両の通行がスムーズにできるようになりました。

橋の特徴としては、曲線を基調に親柱をクラシカルな照明灯で強調し、高欄に地元産の花棚石を用い、重厚で歴史的なイメージのデザインとなっています。



高欄：石を主体に鋳物を組み合わせ、アーチ形状を表現しました。



親柱：あたたかい重厚な品格を備えた薩摩焼を橋名板と照明灯の飾り枠に用いました。

明石海峡大橋完成記念特別座談会

世界最長スパンを有する本州四国連絡橋公団神戸・鳴門ルート^①の明石海峡大橋が、4月5日供用を開始した。明石海峡大橋の完成、供用は我が国の長大橋技術を集大成した瞬間であり、今迄にない巨大スケールの上部工事で蓄積された橋梁技術は、多岐多彩にわたる。

橋建協広報委員会では、超長大橋の集大成となった同大橋に携ったケーソンを含む上部工事施工会社の技術の代表者にお集まり頂き、実施設計・施工面で掘り下げて検討した事、そこで新しく開発した技術、将来のコスト縮減にむけての提案、現場での苦労話等を中心に語って頂いた。



〈座談会に出席して頂いた皆様〉

司 会

石野 健 三菱重工工事(株) 取締役社長

出席者 (五十音順 敬称略)

池田 正興 石川播磨重工業(株) 呉新宮工場 橋梁事業部 建設担当 部長
大西 悦郎 川崎重工業(株) 鉄構事業部 橋梁技術総括部 橋梁技術一部 課長
米山 徹 川田工業(株) 四国工場 橋梁部 橋梁技術第二課長
小林 芳洋 (株)神戸製鋼所 都市環境事業部 建設エンジニアリングセンター構造技術部 課長
杉田 卓男 新日本製鐵(株) エンジニアリング事業本部 部長
三並 哲治 住友重機械工業(株) 鉄構・機器事業本部 製造本部 横須賀工場 工場長
藤村 憲 日本鋼管工事(株) 取締役 橋梁・構造本部長
オノ平賢良 日立造船(株) 鉄構事業本部 建設本部 第一橋梁工事部 担当部長
若竹 隆 三井造船(株) 鉄構建設事業本部 建設工事部 工事担当部長
太田 武美 宮地建設工業(株) 鉄構建設事業本部 技術開発部長
尾下 里治 (株)横河ブリッジ 橋梁本部 技術部長



(石野架設委員長)

本日の司会を勤めさせていただきます、架設委員会の石野でございます。

今回、出席いただきました皆様方は、各JVの仕事に従事され、直接、工事にタッチされた方々ばかりでございます。

受注後、各担当工事の技術面において本四公団と一緒に検討された事を中心にお話しさせていただきたいと思います。

また、このメンバーのほとんどは、瀬戸大橋を経験された方も数多くおられますので、瀬戸大橋との対比も含めてお話しさせていただきたいと思います。

それでは順番としまして、現地工程順にお伺いしたいと思います。先づ、トップバッターとしまして、ケーソン工事でございますが、御存知のように、現地の据付工事はゼネコンJVが沈設の訓練等をやられまして、非常に高い精度で設置されたというふうに聞いております。しかし、そこに至る、ドック内での組み立てや、直径80mにわたる大型のケーソンをドック内から沈設訓練地点である小豆島沖まで曳航するという事も一大工事だったと思えますが、その辺につきまして、担当されました藤村さん、若竹さんをお願いします。

また、このメンバーのほとんどは、瀬戸大橋を経験された方も数多くおられますので、瀬戸大橋との対比も含めてお話しさせていただきたいと思います。



(藤村氏)

明石大橋は、私たちが瀬戸大橋で経験していなかった大きい、長い、高い、この事への技術の挑戦でなかったかと思うのです。

大きいとか、長いとか、高いとかいうものは今まで何でもなかったことが、解決しなければならぬ技術の大きな課題というものになってくるわけですが、私たちは、大変大きいという事で、我々が改良、開発をしなければならなかったことがありました。

ただ、瀬戸大橋では既に設置ケーソン工法はたしか11基だと思っておりますが施工しておりますし、基本的な工法はその延長であったと思っております。大きいということで、2、3の点について苦しかった事がありました。

基本的な計画は本四公団殿が、きちっと計画され進められていたわけですが、私たちが担当した分野以外では、支持地盤のサポートであるとか、ケーソン底部洗堀対策、特殊水中コンクリートの開発などは、すでに開発されておりました。

私たちが担当した分野で瀬戸大橋の経験と違ったのは、①ひとつは、瀬戸大橋は海上クレーンで共吊りをしたのを、やめたという事。②ケーソンの形状を丸くしたという事。③コンクリートの漏洩を防止する為に瀬戸大橋ではスポンジマットを使用していましたがそれをやめたと言う事でした。

目的は、非常に大きいものだから、あまり小細工せずに単純に仕事をしようという事で改善されたと思えます。

最大の課題は、艀装品だと思います。その中で最大の解決すべきシステムはケーソンを係留する為のウィンチシステムで、引き込み力400t、保持力1,000tという力が必要であり、係留索のワイヤー径は120mmもあり、瀬戸大橋の使用ウィンチシステムは、120tの引き込み力、76mmのワイヤーを使っていたのに比し大変大きなワイヤー径になり、保持力も大きくなってきたので、今までのドラムのウィンチでは係留索を、ドラムに巻き込んだ時に、めり込んでワイヤー損傷の原因になるので、リニアウィンチというドラムに巻くのではなく、グリップして引っぱるウィンチを採用した。

ここで、大きいという事での、思わぬ問題があった。120mmの係留索をグリップすることによって、強度が落ちてしまう。実験する

と1,000t保持で、1,000tまで保つのが800tで切れてしまった。

あわてて、グリップに対して強いロープを開発してもらったということがあった。これが一番重要なポイントであったと思う。

単純に早く合理的に、ケーソンを早く、さくに繋ぐため、クイックジョイントを開発した。クイックジョイントのアイデアはあったが、実物のものにはなっていないのを、具体化した。

その他の設備としては、係留で自分の位置を決める作業管理装置があった。瀬戸大橋のころは大変大きなコンピューターを積込んで大変だったが、コンピューター技術の発達でワークステーション方式で、非常に小さく、かつ能力が高く、以前より良い情報処理が出来た。

作る上では、18,000t、径80m、高さ65mと大きなもので、技術開発というよりも、作る工夫というところがあった。

丸い高い物を溶接でつないでいくと、だんだん上の方で、小さくなっていく、それをどの様にやるか。

径80mの円を65mまっすぐに立てるのはけっこう大変で、倒れてきたりして、苦労したなあと思っている。

本四公団さんが、事前に木目細かく計画していたので、それを基に作業できました。

大きいと言うことで、思わぬところに落とし穴があったと思っている。

(司会)

ありがとうございました。

私は、最初製作に主体が有るのではないかと思っていたが、やはり今回の係留の艀装品にウエイトが大きかったんだなあと、初めてその様な、ご苦労話をお聞きしました。

次に若竹さんに曳航を中心にお話しをお願いします。



(若竹氏)

藤村さんが話されたことと重複するかと思いますが、鋼ケーソン製作工事に取り組んで、私が感じ、感銘を受けたことは、本四公団さんの指導が、非常に的確であったということです。

備讃瀬戸の5P、7A鋼ケーソン設置での経験の上に立って、何が明石で必要か、課題は何なのかが、はっきりと打ち出されていたと思います。

今、藤村さんが言われた、リニアウインチの問題、クイックジョイントの問題。課題はこの二つだったと思います。一つは係留索が、備讃瀬戸の76mmに対して、明石は120mmであり、ドラムウインチでは、段落ちを起こした場合に、ワイヤロープに大きなダメージをうけ、大事故につながる。二つ目は、シンカー索とケーソン側の係留索との連結に、例えば、備讃瀬戸の5P鋼ケーソンでの施工に、非常に苦勞されたが、明石では時間がかかるし、危険を伴うこと。本四公団さんからは、明石はもっと環境が厳しい、その中で時間を短縮出来ないか、との話があった。

この件に関しては、計画段階で、当時アメリカで実績のあったリニアウインチを、国内の技術で開発すること。実際は、爪の掴むところは購入したが、油圧関係は全部国内の技術でものにした。もう一つのクイックジョイントは、本四公団さんから、深田サルベージさんの考案された脱着装置の素案を示され、これを本番に使えるよう設計・試作し、試験、実験で徹底検証し、解決した。

この二つが明石の設置を可能にしたと云っても過言ではないと思いますね。

勿論、ケーソン本体の構造、製作、大組立、艀装品、係留・沈設・作業管理の各システム、あるいは、出渠、曳航、総合試運転などは、

様々な検討がなされ、その都度一つ一つこれらをつぶしていき、着実に実行していったことも、成功には欠かせなかったことですがね。

我々JV構成各社も、備讃瀬戸での経験もあり、大型の海洋構造物も手掛けてきており、製作、大組立に対する設備能力や技術力で、又、艀装についても、その道のプロを駆使したので、私自身はあまり心配はしていなかった。

むしろ、工場外が如何にスムーズにやっていけるかで、したがって、印象は、そちらの方に強く残っています。

出渠、曳航、小豆島での係留、試運転には、私は、3Pで経験したのですが、多分、2Pの方々でも、緊張と不安を感じながらやられたのではないかと思います。

例えば、私の場合、玉野のドック「海洋」は、間口81mで、鋼ケーソンの径78mですから、曳き出すのに左右1.5mしか余裕がなかった。したがって、出渠には、ドックサイドに14台のウインチを配備し、曳船で慎重に曳き出した。それも満潮を目指し、早朝4時半から行い、簡単にすーと出ていった。勿論プロのやる仕事ですので、実際に曳き出し作業を行ったドックマスター以下の人達は、そんなの簡単だよと云うかもしれませんが、出たということで一安心しました。

この時期、瀬戸内海では濃霧が発生する恐れがあり、朝起きましたら、霧が出ており、これは大変だなあという状態でした。前日からの準備も万全で、出渠は1時間半位で完了し、引き続き曳航に取りかかりました。曳航船団は15隻で壮観でした。

曳航中、牛窓沖を11時頃通過しました。そこから濃霧になり、一時視界が悪く、全船が警笛を鳴らして曳航したが、レーダーのある船ばかりではないため、全員緊張の連続で前進しました。引き返したり、最寄りの漁港へ待避しようとしても、同じ危険があり、同乗の公団責任者の決断には敬服し、感謝の気持

ちが今でも残っています。

現地近くに17時30分に到着し、曳船による仮係留のあと、翌朝4時40分に曳船を再開し、7時30分に現地に到着、係留をおこないました。その時期瀬戸内海では、鯖漁の最盛期で、鯖漁の網は水深4m程度で浅く、鋼ケーソンの喫水は8mあり早朝の曳航には気を使いました。

各漁業組合には、事前に協力をお願いはしていたが、闇でやるのがあると言われました。

それから、係留、総合試運転が非常にうまくいった。私の場合は、小豆島の大角鼻西部で行ったのですが、確か3Pさんは東部だったと思います。2P鋼ケーソンJVさんから技術指導を受け、3P下部工JVさんに技術指導をし、12日間の短い期間で終わった。

その間、鋼ケーソンの沈設・浮上を喫水8mから12mまで繰り返し、短い期間で注排水ポンプ、リニアウインチ等の作動、性能を確認しました。係留にはクウィックジョイントを使用して、4時間で連結し、トラブルもなく完了しました。2P鋼ケーソンJVで一度経験されていたので、私の方はスムーズに総合試運転をすることができ、3P下部工JVさんへの引き渡し式の際は、ほっとした気持ちであった。

最後に、私は3P下部工JVの明石での沈設に立ち会いましたが、着底の一瞬、異常な緊張と静寂、次ぎにくる歓声の雰囲気は、今でも心に残っています。

2Pの曳航の時は、潮岬沖の潮流が非常に激しく、厳しい外洋だったので、瀬戸内海と違った面で苦勞されたのではないですか。

(司会)

そのへんは、藤村さんをお願いします。

(藤村氏)

天候をかなり見測っていたつもりだったが、あの気象条件ですと計算上は、留まっているのが精一杯の状況だった。

結局、待機も入れて10日以上掛った。確か

に、大きなタグ船で引けば、いいのではないかとの考えもあるが、まあ計画通りであった。(若竹氏)

外洋は、気象条件が激しく変わるので、計算上はいける、当日の朝出る時も良い、と思っても、難しい面がある。進めず待避し曳船を増やしたと聞いた。気象関係では先程の霧の話もあり、何が起こるか解らないということです。

(司会)

どうもありがとうございました。

今、お聞きしましたらやはり、クイックジョイントは、明石で新しく開発された技術の一番大きなものの一つと思っています。

瀬戸大橋で直径70mmぐらいのワイヤーを鳶さんが、ちょっと動かすだけで、非常に難渋しているのを見られて、本四公団の坂本さんが開発に着手されたと思っています。

この構造は、今、来島でやっている桁の吊り上げにも、そのアイデアが移行されています。

その意味でも明石で新しい技術を開発されたと思っています。

次に塔工事に移りたいと思います。

塔工事は、ご存じの様に、2P、3Pの2つのJVで担当した。

私自身も当時（平成元年に受注）現場代理人として参画させていただいた。

塔の形状が、2P・3Pでまったく同じということで、設計、製作、輸送、架設ともに、一つの事務所で完全に一緒になって検討を進めたということがありました。

そういう事で、両JVの代表という事で御発言をいただきたいと思っています。

まず、設計について、明石の塔の高さは、備讃より100mも高くそれに伴う色々な問題の中で、完成状態でも振動が予想されるという事は、受注時に判っていた。

受注後の検討として、やはり制振の検討が大きな課題であったと思っていますが、その辺

を大西さん色々とお話ししたいと思います。

(大西氏)



私、タワーの設計を担当いたしました大西でございます。

今、石野さんから御報告がありましたが、本橋の主塔の提案は瀬戸大橋と比べ、高さで1.6倍、重量では2.5倍の規模です。

大鳴門橋、瀬戸大橋で培った技術の集大成の上で明石大橋が開花したと思っています。そこで、先ず明石大橋は、過去に経験した橋梁と違う点は何か。規模の点は別として、主塔では吊橋完成時に設計風速以内で渦励振の発現が危惧されていたという事です。平成元年9月下旬に主塔工事の共同企業体の事務所を2P・3P合同で同一場所に開設した当初から、この問題への対応を設計の最重点課題の一つと位置付け取り組みました。

吊橋全体の構造解析・主塔の構造問題等静的な課題に対しては設計作業は進んで行くのですが、これらとうまく整合を計りつつ主塔の渦励振対策をどう対応していくかが一番の課題でございました。

公団さんも、この点を重視し風洞試験等を始め随分御検討をされていまして、例えば、主塔断面のコーナーを少しカットした隅切り断面を採用するとし、共同企業体に断面形状を提示されました。ところが、この処置で振動振幅を大幅に押さえる事ができ、随分効果は有るのですが、必ずしも許容される振幅までには抑えきれない事が公団さんの事前の検討で憂慮されており、制振装置等を設け安全の確保を計る方向での検討の指示がございました。当然、主塔の架設時も完成状態と構造系が異なり渦励振が発現する。これは長大吊橋の主塔工事では既に経験している事でもあります。橋梁完成時あるいは架設段階での対策をどう展開するか、色々なアイデアを出し

合い関係者でその一つ一つを議論し合いました。

先ず、橋梁完成時どうしようか。制振対策として、一つは今まで実績のあるチューンドマスダンパー (TMD) 案、もう一つは水を使ったチューンドリキッドダンパー (TLD) これはチューンドスロッシングダンパー (TSD) とも呼ばれていますがこの方法、これらの両者の併用案等の検討に入りました。これと並行して、主塔架設時はどうしようかと、両面から攻める事と致しました。

攻めるに当たっては渦励振発現の現象を正確に把握する必要があり、直ちに風洞試験に着手致しました。

我が国最大級の風洞設備を使用、1/86の弾性模型を使いました。試験の速報がどんどん届き、そのデータを分析しつつどうしようかと、例えば完成時では、制振装置をTMDとしたとき合計約200トンのウエイトが必要とされ、TLDですと0.5×1.0×0.5mの水槽を塔の中に約1300個配置しなければならない…。こういう試算結果となり、経済面・信頼面・メンテナンス面等公団さんと議論を重ね、装置のタイプとしてTMDを主体に考えようとの方向と致しました。

同じ様に塔架設時の問題は、架設工法と直接の関係があります。架設関係者の多大なご努力で、2P・3P共タワークレーンを使用しての架設工法にほぼ固まってきており、それをうまく利用する手は…、架設段階毎に構造系(振動数)が変わってくる。これに対応させてTMDの場合チューニングも要する。チューニングというのは構造物の固有振動数に合わせてTMDの振動数を調整する作業のことです。さらに塔の架設高さに応じての装置の盛り換えをどうする、どこに設置するか等々…設計・架設の関係者での議論が白熱しておりました。

その議論と並行して、完成時と同様に、

TMD・TLDの同調形式と、もう一つは、従来から使われているワイヤーとオイルダンパーを使った方法 (DW) や、塔とタワークレーン間に生じる変形の差を利用したスティダンパー方法 (SD) 等非同調式のアイデアも含めて、これを一つずつ同一条件で比較し形式の絞り込みを行いました。こうした議論を経て、塔架設時も制振装置としてTMDの採用を決定致しました。

架設時の塔は非常に振動数が低い、言い換えますと周期が長い。一般的にTMDは、時計の振り子と同じ様な機構でこれにダンパーが装着しているとご想像下さい。あのイメージを想像していただくと本塔の周期に合わせると振り子の長さが16mぐらい必要である。これは物理的に問題がある。これを折り込んだ多段式として16mの振り子長と同じ振動数を確保出来るTMDをJ Vとして提案しました。これをどこに置くか…、タワークレーンの昇降台を利用する案が架設部会から提案され直ちに具体的検討に着手。ところが、塔の制振対策の目鼻が付きかけた時、タワークレーン自身も振動する…これも振動制御が必要か…。町なかでのトラッククレーンを想像下さい。クレーンの後方部に大きな錘、カウンターウエイトがありますがタワークレーンにも同様の錘がございます。これの代わりにTMDをぶら下げてカウンターウエイトの代わりに出来ないか、そうすれば一石二鳥。様々なアイデアが提案されこれらをブラッシュアップしつつ具体化を図りました。当初漠然としていた主塔の制振対策の全体のシナリオがこの時点ではっきりして参りましたと言うのが今の当時の思いです。

シナリオがクリヤーになりつつある段階で、風洞試験の詳細データが次々に入ってきました。吊橋完成時は略風速30m/sで曲げ振動、そして略風速60m/s強で振り振動が起こることがわかり、これの振動を抑制するため

のTMDの規模はどうか具体的な実機の計画に着手。曲げ振動では約10tのおもりを有したTMDが8基必要で、振り振動では12基必要があるとの結論に至った訳でございます。むろんこの重量と台数は振動の制御に必要な諸元と塔内に配置するためのスペースデザインから決定しております。現在、2P・3P主塔ともそれぞれ20個の制振装置が塔内に設置されており、特定の風速と風向での条件で発現が予想される渦励振に対応するよう心構えていてくれていると思います。

制振装置を具体化する中で、どれくらいまで振動振幅を抑えるのか…、全くゼロにするわけにはいきませんので、また、架設作業中の振動の抑制の目安は…この問題については、吊橋完成時では主塔の各構造部分の安全性の評価から、曲げ振動では許容する振幅値を30cmとし、振れ振動では、15cmの許容振動振幅としました。この振幅の位置はタワーの高さHに対して0.7Hぐらいのところでの値です。一方、主塔の架設時にも当然の事ながら本体の安全性の評価からの条件に加え、架設用の機材がたくさんありますのでこれらに対する安全性の為の条件、また、作業員への配慮からの条件を考慮致しました。これは主塔架設時に一番低い風速、10m/s以下、8m/s～10m/sぐらいで曲げ振動の発現の可能性が有りまして、この状態では作業をしている場合もあり得る。これについてはISOの規格等を参考に、風速16m/s以下の風で起こりうる渦励振では加速度を50gal以下に、それから機材等の安全設計への配慮も忘れてはいけません。これは超高層のエレベーター規格を参考に許容加速度を設けました。先程、主塔架設時の制振装置（TMD）についてはタワークレーンに設置する方向としましたと申し上げましたが、吊橋完成時用として塔の中にTMDが設置されていますので、架設段階でも有効に使おうということにして、架設時専

用の装置を具体化して参りました。

また、完成時用のTMDは将来100年橋が供用している間、このTMDも活躍して頂かなければなりませんので、メンテナンス用のワークスペースの確保、万が一の部品の取り替えへの対応等公団さんと協議致し必要な処置を実施しております。例えば、これも公団さんと協議の上ご指示を受けたものですが、エレベーターはTMDを設けている箇所全て停止出来るようにしました。

TMDの品質保証に関しましては、先ずバネやオイルダンパーの単体試験はもちろん、バネを組み込んだ段階での自由振動試験、装置全体の性能確認のための強制振動試験と、さらに現地では主塔架設の段階で人力加振というか、主塔架設作業員の方、公団・JVの関係者の方総勢約80人を架設途中の塔頂部に、ところ狭しと配置頂いて、指揮者一括号令の元、総員力をあわせてイッチニ、イッチニと揺すりまして、TMDを作動させない場合、TMDを作動した時の振動の状態を計測、TMDの効果も現物で確認致しました。

そう言うことで、世界最大の主塔の耐風対策のシナリオをどうするのかと、設計当初からの最大の課題に対しまして、関係者全員の英知の結集と協力の基、本当に“合理的なシナリオが描けシナリオどおりに事が運べたな”と思っています。

現在明石大橋が開通、主塔の設計作業のピークは約8年前です、今は懐かしい思いのほうが強いです。

(司会)

ありがとうございました。確かタワーの設計検討の中に、タワーだけではなくて、ケーブルの架設途中の制振はどうだとか、補剛桁の架設途中ではどうだとか、そういう検討も含まれていたとおもうのですが。

(大西氏)

はい、吊橋完成時の主塔に風琴振動の発現

が予想されるということは、補剛桁も、ケーブルの架設時も当然風琴振動の発現が予想されるということでございます。瀬戸大橋までの本四の吊橋ではそういうことはなかったのですが、本橋の主塔工事以降の工事の架設条件を公団さんより頂き、キャットウォークのロープが1本張られる、数本張られる、あるいは床を架設した、それから次に主ケーブルを形成するストランドを1本張ったらどうなるか、10本張ったら、と言った具合に補剛桁の完成時まで、主塔の振動現象を解析的に追っかけました。補剛桁については当時は架設の方向が塔側から中央径間・側径間共架設するのか、中央径間は塔側から、側径間はアンカレイジ側から架設するのか工法も決まっていなかったと記憶しています。これも、公団さんから情報を頂きまして、膨大な本当に膨大な解析と検討を実施致しました。

そこで問題になりましたのが、キャットウォークの架設時でした。塔の独立時は構造系が明瞭ですが、キャットウォークが架設されると塔頂部の拘束度合いが変わる…このため振動の状態が敏感に変化する。これについてどうするかが議論の焦点になりました。TMDでそれを処理しようと考えますと、ケーブル工事の初期段階では毎日振動数を調整しなければならず、作業性などを考えた場合現実的ではありません。そこで、先程の塔架設時に活躍した16mの振り子の長さに相当する多段振り子型のTMDを、塔が完成した段階でタワークレンから塔頂部に移設、さらに、振動加速度を自動計測しこの結果をフィードバックし自動的に必要な制振制御を行う様アクティブコントロール機構を追加致しました。これは、低風速時の渦励振制御を意図したものです。もし、仮に万が一電源を喪失した時、アクティブ制御が出来なくなります。このときはパッシブの多段振り子型TMDとして作動します。そう言う意味からはセミア

クティブ型と申し上げたほうが適切かと思えます。このときにもどれだけの加速度まで振動が止められるか確認すると合わせて各構造部分の安全性に問題はないか検証しております。

塔工事の最終段階では公団・ケーブル関係者に制振装置の子守につき必要事項を申し送り引き継いで参りました。

(司会)

どうもいろいろご苦勞をお伺い致しまして、ありがとうございます。それでは次に製作についてでございますけれども、これも従来と変わった点と言いますと、一塔柱を数社で分担製作したことだとおもいます。製作精度につきましては従来から鉛直度1万分の1が関門以来の基準でございましたけれども、一塔柱を数社で造る場合の精度保持等について、いろいろご苦勞されたと思えますけれども、その辺り三並さんよろしくお願ひします。

(三並氏)



製作を担当しました三並でございます。明石大橋塔柱の製作面での特徴はいろいろあったのですが、大きな話として、今、司会からお話がありましたが、一塔5社JV、2P、3Pで10社の分割製作ということが一つの大きな特徴かとおもいます。もう一つは過去に類のない大断面の構造物を30段積み上げ、そのときの鉛直精度が1万分の1で、塔の高さが280m余りですから、3cmしか誤差が許されないという精度をどう実現していくかということではなかったかと思えます。まず精度管理をどうしていったかを話す前に少し大きき等についてお話しさせて頂きますと、橋軸方向が6.6mで、橋軸直角方向が一番下の方で14.8m、一番上に行きますと幅が10mまで狭まる断面になっています。高さ約10m程のブロックがそれぞれ3セルに分かれていたわ

けですが、重量は、3セル合わせた状態で、330tほどのブロックをいかに精度よく作っていくのかが製作部会で一番の課題でありました。

具体的な課題としては、分割製作時の累積精度管理をどうするか、でありました。従来は、一塔を1社で工場製作していたため、下段ブロックの状態を上段ブロックにフィードバックすることができましたが、架設工程の関係から、各社の製作がラップすることになりました。

下の工区が完了しないうちに、上の工区の製作が始まるということになります。このため、各ブロックの端面直角度、二段仮組時の芯ズレ量から、ガウスの誤差伝播論を用いて、各社各工区の管理目標値を設定しました。

塔全体としては、1工区を1ブロックとみなし、工区境で、この管理目標値以内になるよう、自社工区を製作していくことにしました。結果として、2P、3Pともに、工場製作段階で、5万分の1から6万分の1の精度となりました。

これは、公団さんのいろいろな、御指導の下で、構成会社、10社の過去のノウハウを集積できたこと、また分らないことは、施工試験・確認テストをして進めていったことによるものと思います。

このほか、ブロックの精度管理、300tブロックの工場内のハンドリング法、メタルタッチの確保など、いろいろありましたが、明石大橋主塔製作のポイントであった高精度、大きさ、重いという条件のもとで、高性能の主塔の製作ができたと思っています。

(司会)

それから瀬戸大橋の経験を明石大橋にどのように反映されたかをお聞きしたい。例えば、横置状態で部材がたわまないように支点管理を厳密にやったとか、立置検査を省略したとか、その辺をお願いしたい。

(三並氏)

先程、工場内のハンドリングの話をしてきましたが、従来ですと立てて部材検査をしてきましたが、これは自然な状態で部材検査をすることですが、今回は重量的に大きいということで、各社とも工場の設備的な面で全量、立置検査をすることは無理があったので、横置状態で部材検査を実施しております。この時支点の受け方によっては弾性変形のため、端面に傾きが生じます。支点のアンバランスを少なくする。言い換えれば、横置状態でいかに自然な状態で検査を受けるかが問題でした。

そこで設計部会に協力を頂いて、支点位置で色々と荷重条件を変えてみて、どれ位たわむものなのか、FEMで解析してもらい、1支点当り15%以内の誤差であればたわみとしてあまり影響がでないことが判ったので、横置状態で各支点のバラツキを15%以内になるように、管理して、部材検査をすることにしました。

実績的にいうと、各社5%位までに支点反力を調整して、部材検査を受けております。

(司会)

それと単品検査で計測方法は備讃から進歩したことはありますか。

(三並氏)

基本的には、従来備讃まで使われておりました機器類での計測をベースとしましたが、一部、従来法との比較を行った上で、三次元計測機の使用も行っております。また、従来法のトランシット、レベル等の精度アップや補助治具等により、部材計測については1/100mm単位まで読んでおります。

(司会)

ありがとうございます。次に架設についての話を聞きたいと思います。先程から設計については大西氏の話がありましたが、架設用のクレーンをクライミングクレーン（大

西氏発言のタワークレーン)に決定した訳ですが、架設途中での制振対策の件で、先程2JV一体でやったと云いましたが、非常に若い連中が互いに毎日、喧々囂々とコミュニケーションよく検討をやったと思っています。特に長大橋では設計、架設計画が完全に一体でやらないといけないと思った次第であります。その辺で苦勞された池田さんお願いします。



(池田氏)

2P主塔工事に参加いたしました池田であります。主塔工事は平成元年8月にご下命頂きまして、以降神戸に設計事務所をこまめ設計と現地部門が一体となって「設計・施工」の業務に取り組みました。

客先のご指導のもとで無事故・無災害で完成できたこと、いろいろな事が胸に残っております。当時のことを思い出すと「つわものどもが夢のあと」の感が致しております。

先ほどの藤村さんのお話し、明石主塔架設の特徴は「高い・大きい・重い」と言うことであります。

雑談になりますが、海上300mの高さの感覚がわからない。周囲に目標となる山なり建物が無い。受注直後、海上輸送ルート調査で本日の司会者石野さんと300mほどの当たりになるのかなと話しあった記憶があります。

瀬戸大橋に比べ100m高い、その100mに何が潜んでいるのかこれが当時の気持ちであります。

司会者のお話しにありましたとおり2JVが一つの設計事務所で一体となって「設計・架設計画」の業務に取り組んでおります。

設計・計画にあたっては過去の吊橋の設計・施工ノウハウ、経験と技術を生かしたこと、これがベースとなって無事故・無災害で工事が完成できたと言って良いと言えます。

架設計画にあたり、架設クレーン・制振装置の決定が基本でありました。JV構成10社から提案のあった機械・工法から定性的・定量的に総合評価し高さが工事の進捗につれ変化していくことから一番合理的なジブクライミングクレーンに制振装置を設備する工法で決定した次第であります。

施工計画では、私ごとで恐縮ですが常にこのことが胸にありました。瀬戸大橋計画時代に本四公団施工法検討委員会の幹事を勤めておりましたが、委員の方の二つのご発言、「計画にあたっては大きな見落としをするな、現場の知恵、鳶の知恵で解決できない問題を残すな」と「重工と専門のノウハウを集結せよ、特に重工会社のクレーンの技術を生かせ」であります。

このことを念頭にいれ計画に取り組んだ次第であります。

架設計画がきちんと出来た要因には、本四公団の「明石海峡大橋上部工架設機械設備安全指針」にあります。これは安全アセスメントと呼ばれているものであり、思想は二重安全ということであり、一つの装置が壊れてももう一つの装置でバックアップすることあります。すべての機械・設備はこの指針に基づき設計いたしました。

架設作業で一番神経を使ったのは、架設クレーンのせり上げでありました。指揮命令系統と役割分担を明確にし指揮者の号令のもとで迫り上げていきましたが最初の頃は異常音・水平度等に神経を注ぎ緊張感を持続させる作業でありました。

過去の主塔架設のノウハウを取り入れた例の一つとしてメタルタッチ要領があります。スプライスプレートと本体孔に0.5mm間隔差をつけて製作したことまた架設完了の主塔上端をジャッキで凹凸修正したことです。

最後に鉛直度の計測であります。塔高280mのため瀬戸大橋のような橋脚上からの

計測方法では無理があり、陸上からの距離測量により主塔の倒れを計測する方法を採用いたしました。

ところがある架設段階から計測結果が収斂してこなくなりこの原因を突き止めるまでに多大のエネルギーを費やしております。

原因は単純な事ですが、犯人は温度でありまして巨大構造物であるため高さ方向・断面方向とも鋼温が一定になる時が一瞬たりとも無いということでもあります。

まだ述べ足りないこともあります骨子の部分はこの辺で終わらせていただきます。

(司会)

ありがとうございました。今の話の中で施工前の計画は大切に、大きな工事で現場に入ると、工法の変更とか、計画の変更は非常に大きな手戻りとダメージ、安全性を損なうということです。先日、当社内で明石の工事反省会をしたが、やはり現場の人間に「どうだった」と聞くと「スムーズに行った。計画が良ければ、うまく行きます。」とのことでした。私もつくづくそう思います。

次はケーブル工事に移ります。皆さんご存知のようにケーブルのストランドの架設が終わりまして、スクイジング作業途中で、阪神淡路大震災が発生して苦勞されたと思いますが、不幸中の幸いとでもいいますか、架設途中の構造系としては最も安定した状態にあったのではないかと考えていますが、それにしても大変であった。その対応あるいは中央スパン2,000mということで、新材料を開発されたと聞いておりますが、その点について杉田さんお願いします。



(杉田氏)

ケーブルを架け終わりスクイジングの作業中で、最も安定した状態で、ものが壊れたり、又、ケーブルの品質を落とすよう

なダメージがなくてよかったと思っています。スパン2,000mでの地震によるキャットウォークの動きがどのようなものであったかわかりませんが、おそらく長周期の振動だったと思われます。その時点でキャットウォークの上にケーブルストランドの引出し用のローラーが置いてあったのですが、架けたケーブルストランドにローラーのフランジが刺さっていたりしたのもありました。地震時は未明で工事をしていないので、人がいなくて幸いでしたが、ローラーがある高さまで飛ばされていたことを考えますと、もし作業をしていたらどうなっただろうと思うとゾッとします。実害は無かったのですが、地盤が動きスパンが少し広がったことで、ケーブルのサグが上がったので桁のキャンバーを極力合わせる必要から、ハンガーロープを作っている途中であったので、計算をし直し、その分長くしたものもありました。その点では多少の手戻りはありました。先程御質問がありました材料についてですが、瀬戸大橋までは従来の160kg/mm²級のワイヤーを使っていましたが、明石大橋では180kg/mm²を使用しました。これは公団さんからの要請があり、開発したのですが、当初明石大橋のスパンが1,780mの時代に160kg/mm²のワイヤーではどうしても片側メインケーブルを2本にせざるを得ない。

実際、アメリカのベラザノ・ナロウズ橋は2本になっています。直径1mを超すケーブルが片側2本ということは、設計面においても、工事の面からも大変に不経済であることから、公団さんが提唱されて、少しでも強度の高いワイヤーを使いたいということで開発したものです。冶金学的事実はわかりませんが、端的に言って鉄の強度を上げるにはカーボンを増やせば理論上強くなるわけですが、カーボンを増やすと色々な弊害も出ます。例えばケーブルの品質に要求される柔軟

性とか粘りが確保できなくなり、つまり脆くなる現象が起こるのです。今までの160kg/mm²級のその他の性質を守って、なおかつ1割強上げるということで、この開発には色々な実験を含めまして大変長い時間がかかりました。

ある原素を添加して、強度を上げたということなのですけれども、やはり160k~180kのワイヤーの強度を上げるということは、非常に難しい。これは組成を変えるだけでは難しく、製鉄所での線材の圧延の段階から色々な品質管理を更に徹底的に細かくやっていかないと冷間加工して5mm前後のメッキ線にした場合に品質が保てないということで、開発に対する努力というものはかなりしたつもりです。

工事面については、後から話がでてくると思いますが、因島大橋以来ケーブル工事をずっとやらせて頂いて、色々な技術の蓄積といえますか、それから得られた技術のリファインといえますか、そういった形で対処して来ました。明石大橋で画期的な工法と言え、先ず、パイロットロープの渡海を、ヘリコプターを用いて行ったことです。

従来は、ワイヤーロープに浮きを付けて、潮流の安定した時間に、海面上を浮かして引き出したりとか、瀬戸大橋のように航路制限をした上で、クレーン船のシアーズの先端にパイロットロープの先端を掴んで空中を架け渡したりとか、そういった方法を用いてきた訳ですが、ヘリコプターでパイロットロープを渡海する案は非常に前からあって、昭和50年頃だったと思いますが、渡海工法の検討をした時に、山間部の送電線架設で使われているようなヘリコプターによる工法の提案がなされています。

ヘリコプターによる渡海というのは、潮流を気にしなくてよいということと、航路閉鎖もしなくてよい、あるいは、航路制限もしな

くてよいということで提案されたのですが、その当時、ヘリコプターも今度使ったような大型のヘリコプターというものが民間用にありませんでしたし、鋼製のワイヤーロープは重いですから、引き出そうとすると、ヘリコプターというのは、鉛直に持ち上げる力は大きくて今度使ったものは4トン近くあるのですが、前進する力というのは、鉛直方向の、水平分力といえますか、ローターの傾斜角の水平分力、 $\sin \theta$ で前進していく訳ですから非常に水平力が小さいということで、昭和50年当時、その案は時期尚早ということになったのです。その後軽くて強い新素材が世の中に出て来まして、今回はポリアラミド繊維を用いたのですが、鉄に比べて同じ強度であるならば、重量が1/5程度と軽いので、そのため水平に引張る力も1/5位で済むということで、今回実現したのです。

ただ、ヘリコプターとの連動作業になるので、実際には色々な開発実験を行いました。

基礎実験としては、操縦の面も含めてヘリコプターはどの位の力で安全に水平に引張っていけるのかという本当に基礎的な実験を箱根の斜面を利用して行いました。今度使用したヘリコプターは民間では今でも一番大型のものなのですが、大体水平力で700kg位は引張っててけるということを確認しました。それから神戸の六甲アイランドでクレーン船を2台、1,000m位のスパンを離して並べまして、そのクレーン船のシアーズを吊橋の主塔に見たてて何回か作業実験やりハーサルをやっています。

それは単に張り渡すということだけではなくて、機上班と地上班との連絡方法や繰り出し、それから受け取りの作業性の確認、習熟を行って実際に臨んだ訳です。

実はパイロットロープの渡海の当日、風向が悪い時間帯がありまして、追い風で引張っていくのは非常に不安定になる訳で向い風が

一番望ましいのですが、そういった意味で少々時間のずれや、引出し方向の変更がありましたけれども、お陰様で一日で全部の径間を渡海することができまして、スムーズに行えたと思っております。

(司会)

どうもありがとうございました。我々、外部から見ておりますとえらく簡単に渡るじゃないかと思うのですが、やはりその裏に色々な実験があり、ご苦労された跡が話を伺って、良くわかりました。

小林さん、実際のストランド等の架設で、瀬戸大橋よりも随分ピッチが上がったのではないかと感じておりますが、そのあたりとか、その他色々お伺いしたいのですが。

(小林氏)



工事開始時点に基本計画があったのですが、詳細を決めるために各種の実験工事を実施して工事を施工しています。

ケーブル工事は新技術の連続であったわけですが、その内の3点を紹介します。

1点目は、軽量化したキャットウォーク、従来キャットウォークの下側に設置していた耐風索を省略した空中作業足場です。

新形式を採用するにあたり、1/50模型の風洞試験により全体での発散振動が出ないことの確認をし、歩行による動的振動を制振するための実験を1/3部分模型で行なって制振方法を決めています。

ストームレスにすることでロープ架設張力を半減することができました。

2点目は、ハンガーロープの高防食化です。従来の構造は、撚り線ロープをケーブルバンドに鞍掛けして補剛桁を吊っていました。

撚り線ロープは曲げた部分の塗装が振動により割れ、補修塗装をしても水が中に入って、ロープが腐食し、最終的にはロープの取り替

えという問題がありました。

新形式では、斜張橋に使用される耐腐食性の高い被覆並行線ケーブルをハンガーロープに使ったものです。

並行線ケーブルは曲げられないためケーブルバンドの形をピンタイプに変えハンガーロープとケーブルバンドのジョイントはピンで繋ぐ構造としています。

従って、ケーブルバンドの形も従来と変わり、新しい形式のケーブルバンドの設計法の確立がまず大切でした。

従来と違った応力の流れ、ボルト軸力の変化が予想され、これらを実物大実験で把握し、FEM解析で検証して設計法を確立しています。

これによりメンテナンスフリーのケーブルバンド・ハンガーロープ構造を確立しています。

3点目は、主ケーブル防食システムです。

過去の国内吊橋を点検した結果、主ケーブルに錆の発生が見られ、水分が錆発生共通因子として考えられました。

今回のケーブル防食システムは、ケーブルの中を乾燥すれば錆が発生しないという観点から、ゴムでケーブル表面を密封し、その中に乾燥空気を送ってやるもので、世界で初めての技術です。

従来は、ワイヤラッピングの上に直接塗装をかけていましたが、防水が完全でなく、今回はワイヤラッピングの上に接着剤を塗り、ゴムラッピングして塗装する方法でケーブルを密閉しています。

乾燥方法は、空気を送り込む送気カバーと空気をケーブルの中から出す排気カバーを均等に配置し、ブロワーから各送気カバーに配管で乾燥空気を送り、ケーブル内を乾燥させるものです。

送気試験の結果では、主ケーブル内の乾燥に1年程度かかる設計だったんですが、半年で所定の湿度になりそうです。

施工の方ですが、平成3年7月に受注し、後期工事の完工は10年3月ですから6年半かかっています。

実質工事を始めたのは平成5年7月ですので58月を工事に要し、瀬戸大橋が38月ですから工期も非常に長くなっています。

工事の特色として、都市型の工事であり、また作業場所の直下に3航路があり物を落とさないとか騒音を出さないとかの注意が必要で、現場運営に気を使いました。

施工を進める上での話題として、スプレースタドルの架設にFCを使いますので、FC係留用にシンカーを設置します。

淡路側のシンカー設置は直下3航路が営業されて、その間をぬってシンカー設置を行なうというもので営業船に迷惑をかけないように実施するのに苦労しました。

舞子側のシンカー設置のときに、最後のシンカー、4基目の設置をする前日に姫路沖で鯨が出たという新聞報道があり、3基でいけるかどうか、把駐力計算をやり直して、3基でFCの係留が可能ということでシンカーの設置をやめています。

次に、キャットウォークロープの架設時にロープが振動して騒音が出て、住民の皆さんに非常にご迷惑をおかけしました。

騒音は、ロープが風で振動して、相互が当たることによって発生し、騒音を消すための手段が無いので、床組を架設する2ヶ月位待つて頂いたことがあります。

続いて、ストランドの架設ですが、現場で解き出すときに、過去の巻取法では、リールの中でストランドが緩んでしまい解き出しができないことが予想されました。

神戸第5防波堤で事前に実験をしまして、どの位の張力でリールにストランドを巻いておけばスムーズにできるか確認をしています。

現場では、最大日にストランド8本、750tを架設し、約4月半で架設を完了しています。

他に、ゴムラッピングですが、夏場の暑い時期に開始しました。

開始当初、昼休みにゴムを巻いた上に機械を置いて戻ってみると、機械の接触している部分のゴムが傷んでいました。

黒いゴムの表面温度を測ると約70℃に上がり、ゴムのせん断強度が約1/3に低下したのが原因でした。

ゴムの表面温度を下げるため、スポットクーラー、日除けを設置して施工をなんとか行ないました。

最後に、塔頂クレーンの撤去方法ですが、従来ですと補剛桁の上に大型の移動式クレーンを据えて塔頂クレーンを撤去していました。

明石の場合、届くクレーンはあるのですが、自重が2,000tもあり補剛桁・ハンガーロープが保たないということで、超高層ビルのクレーン解体法を採用しました。

解体クレーンを順次小さくして、最後は人力でクレーンを解体してエレベーターで搬出する方法です。

作業時期は冬場だったんですが予想以上にスムーズに解体作業を完了しています。

(司会)

どうもありがとうございました。目に見えない所で随分、色々な実験をやられたというようにお聞きして、表に出ているのはその最終結論であると、つくづく思う次第です。

次に最後の補剛桁に移りたいと思いますが、構造形式は瀬戸大橋と見た目非常によく似て、一緒なのですが、やはりスパンが2倍近くになっているというのが明石の特徴だと思いますけれど、まず設計につきまして、部材断面の決定の経緯ですとか、特に架設計画との関連性等について、尾下さんからお願いしたいと思います。

(尾下氏)

補剛桁の設計につきましては平成5年8月からスタートして、実は開通の直前まで設計



部会を存続して、いろいろな追加工事とか変更に伴って携わってきています。開通して正直いってほっとしたところですよ。

設計作業につきましては、公団さんから発注時の基本設計をいただきましてそれをもう一回解析から洗い直すというような作業で詳細設計を進めていきました。先ほど石野さんからも御指摘のありましたように、瀬戸大橋の最大支間長が1,100mですが今回は約2,000mということで支間長が大きくなった事で補剛桁の弦材の断面決定要因はかなり違ったものになりました。

架設初期では架設系で決まった部分もありましたが、ほとんどが風荷重によって決定されました。例えば、活荷重などの常時荷重による弦材軸力は800t程度ですが、風荷重による最大軸力は2,800tを超えるといった具合です。

風荷重が支配的であることから、弦材断面を出来るだけ小さくし、また、軽量化を図るためにHT780やHT690などの調質高張力鋼が用いられています。また、耐風安定性を増すために中央径間の補剛桁には鉛直スタビライザーが設けられています。

補剛桁の耐風安定性については、補剛桁の発注以前に公団さんの方で1/100縮尺の精巧な全体模型を用いた大規模な風洞試験を行い、詳細な検討がなされた結果が反映されています。

瀬戸大橋では最大支間長が1,000m程度の連続吊橋であったことと、鉄道荷重が載ったことで、風荷重以外にも活荷重や鉄道の疲労によって決まる箇所が多くありました。瀬戸大橋では鉄道の疲労設計に苦労しましたが、明石の場合は風荷重に対する設計で苦労した印象が強いです。

本四架橋の建設とともに、吊橋の解析法も

大きく変化しました。大鳴門橋では面内解析はたわみ理論、面外解析はモイセフの弾性分配法などの古典的な理論を用いていましたが、瀬戸大橋では補剛桁を棒や平面トラスでモデル化した変位法による有限変位解析が一般化し、明石では補剛桁を立体トラスモデルで忠実にモデル化した有限変位解析が行われました。明石の解析モデルの規模としては、節点数が約3,500、部材数が約8,500、自由度数が約2万という大規模なものでした。

特に、こうした立体モデルを用いて耐震解析や架設時の解析までも行ったことは、近年のコンピュータと解析技術の発達によるものです。

道路床組の最大の特徴は、走行性の向上と維持管理の低減を目的として、20径間連続鋼床版を採用したことです。補剛トラスの1パネル長は14m余りですから、20径間では280m以上の桁長があります。瀬戸大橋では6径間連続鋼床版で桁長が80m程度でしたから大きく進歩しています。

連続径間数を増すために、補剛桁の変形に追随して鋼床版が変形する重ね梁形式を採用しましたから、多くの検討が必要でした。まず、補剛桁の解析でも用いた立体トラスモデルを用いて補剛桁と鋼床版との相対的な挙動を解明し、支承や伸縮装置の設計を行っています。

この他に、鋼床版の疲労設計には、現時点での最新の研究成果が盛り込まれました。Uリブを用いた縦リブの現場継手部での増厚をなくしたのも、箱桁以外では明石が最初ですし、横リブのスカラップ形状の改善や、端支点のソールプレート部の改善など、いくつもの工夫がなされています。

次に架設との関わりですが、こうした長大橋の場合、まず、どこからどのようにして架けるかを決めないと設計も始まらないというのが実状です。補剛桁は逐次剛結工法により

面材架設されたのですが、側径間は橋台部から、中央径間は主塔部から架設されました。特に、架設初期には補剛桁に大きな曲げモーメントが生じ、弦材断面がこれで決まりますし、架設先端部の補剛桁には常に大きなせん断力が作用しますから、一つおきの斜材はすべて架設時で決まっています。

道路床組についても、架設時に補剛桁の上弦材が圧縮力によって大きく縮むのにもなると、縦桁の遊間が減少しますから、桁遊間や支承の遊間は架設時で多くが決定されています。

実際の架設時においても、補剛桁の変形と夏場の鋼床版の温度上昇とが重って桁遊間がわずかになった時もあり、緊張の連続でした。

以上補剛桁の設計につきまして印象的などを述べました。あと地震の影響につきましてはあとでお話させていただきます。

(司会)

どうもありがとうございました。やはり今のお話でも、長大橋になればなるほど設計と架設の密接性が大きいのではないかと思います。従って架設計画が先行しなければ決められないという要素も多かったときいております。

それでは次に製作の面ですが、これも瀬戸大橋時代に比べて改善点があったかと思いますがその辺につきまして米山さんの方からお願いします。



(米山氏)

先程尾下さんのお話にもありましたが、明石大橋は死荷重軽減のため、HT690、HT780が多用されている橋です。

このHT690、HT780は製作の面からいいますと大変扱いにくい材質であります。どういうことかと申しますと、特殊な合金元素がたくさん含まれており非常に磁化しやすい。磁

化すると何が悪いかというと、カド溶接時に残留磁気が多く残っているとアークがふれ、溶接の溶け込みが安定しないことがある。溶け込みの急変は欠陥となりますので磁化防止のためリフティングマグネットによるハンドリングを制限する必要があったとか、或いは、溶接時の入熱制限、層間温度管理がSM570に比べて格段に厳しい等の問題があったためです。

特に、予熱高温が100℃、溶接方法においては120℃の予熱が必要です。瀬戸大橋の時にも一部で部分的に使用されましたが、量としては多くありませんでした。そのため、まあ“ガマンして製作した”といえは語弊がありますが、そういう経緯もありました。しかし、今回は量も多いため、ミルメーカー各社さんに予熱温度を下げて問題のない材料を考えてもらいたいとお願いをしていました。

その結果、予熱温度を50℃まで低減できる材料が製造できるようになりまして今回それを採用しているわけです。予熱低減鋼には2種類あり、1つは低PCMタイプと呼ばれる鋼材、もう1つはCu析出(カッパーせきしゅつ)型と呼ばれるもので、このいずれを使うかというのは、補剛桁製作の20社で溶接施工試験を行い、最終的に公団さんの御了解を得て採用しております。

100℃が50℃に下がったことで、随分作業性としては良くなっておりますが、作業性以外にも、組み立てる時に局部的に部材を温めるために生ずるひずみの発生もおさえられたと思います。それと、予熱方法は、従来、電気ヒーターを使用していたんですが、高周波予熱装置というものが開発され今回使用されています。

原理としては電子レンジのようなもので、溶接機の先に高周波予熱装置を取付け、溶接直前にそこを温めながら溶接が出来るようになり、予熱装置もコンパクトになり、大いに

助かりました。予熱が50℃なればこそ出来たことだと思います。

また、従来は溶接機を電源としていたため、一溶接線まるまる温めるためコードだらけになるんですが、今回は、それもなくなり非常に助かりました。

それともう1つは、ハンガー定着方式が変わったことです。瀬戸大橋では支圧定着方式という方法だったんですが、今回は一部支圧定着方式で、大部分はピン定着方式が採用されております。

ピンにはハンガーケーブルの長さに応じて一方向ピンとユニバーサルピンの2種類があったわけなんですけど、これがあることによって、サイドプレートがピンを定着するためにのびており、従来の箱桁の組立が応用できないといった問題がございまして、今回は横組み立を行ないました。これは従来と組立手段が変わっているため、パイロットメンバーを作り、施工性を確認しながら製作に入ったという経緯がございまして。

それと、先程話が出ておりましたが、鋼床版の連続化により走行性を良くするということなんですけど、これは製作性からいうと逆に大変で、何が大変だったかといいますと、20径間のほぼ中央に固定点があり、10径間ずつ両端へ伸縮するようになっていて、先程の話にありましたように、10径間で140mという長い支間を一定の精度の中に入れる必要があるということです。当然、トラスとの整合性を計る必要があり、トラスの格点間隔を測った精度を鋼床版へ反映するとか、或いは鋼床版の精度をトラスへ反映するといった精度管理の方法を今回採用しております。

製作としては以上です。

(司会)

どうも有難うございました。

それでは架設の方におねがいたいのですが、全橋は4JVで分担されたということで、

吊橋全体の架設順序としては先程側径間はアンカレイジからということでお話ができましたが、もう一つはスパンが2,000mに近いということで、メインケーブルとトラスの間隔がせまい区間が長区間にわたってあったことにより、いろいろな特殊天びんを開発されたときいておりますが、その辺も含めて架設の方から太田さんをお願いいたします。



(太田氏)

補剛桁の現地工事は、ただ今司会者の方からお話があったとおり、全橋を4JVで分割担当しております。1JV5社構成で4JVで20社という大所帯であって、担当者としては工事を進めるにあたり大変心強く感じました。

まず、架設工法についてですが、基本工法については発注者側で事前検討で種々検討されていまして、決定された基本工法は、大鳴門橋・瀬戸大橋などで培われてきた日本では実績の多い2パネルの面材張り出し工法でした。ただ、明石海峡大橋はその規模において、また架橋を取り巻く環境においてこれらの橋とは異なるものがあり、明石特有の仕事を体験させてもらいました。かつてない長大スパンのため、経済性に加え工程面を考慮した諸計画だったといえます。そのような観点から張り出し架設の基地となる主塔部、橋台部は、それぞれ6パネル、8パネルの大ブロックのFCによる一括架設工法を採用しました。また、主塔部の大ブロックは、気象・海象の条件面から現地滞留日数を短縮するため、地組立て場から吊り曳航する架設を採用しています。また、全体工程を短縮するために大ブロックには出来得る限りの架設機材を搭載して架設しました。

面材工法の架設方向は、中央径間側は従来通りの主塔部から径間中央部へ、側径間側は

従来と異なった橋台側から主塔部に向かう順序としました。架設の手順としては、側径間の架設に特徴があったといえます。それは、架設時の桁勾配を小さく抑え作業の安全性を高めたことと、耐風安定性を高めるために橋台前方を開放しておいて最後に閉合させたことなどがあげられます。このため、従来の主塔部から両径間に張り出す架設方向の短所であった搬入部材の水切り・仮置きなどに使用する塔下のケーソン上と主塔部橋面上での部材送り出し作業において錯綜作業を避けられたことや、水切り日が他工区に制約を受けず実施できるなどのメリットを生み出しました。

次にスパン長が大きくなったことよって、本工事で新しく開発された架設機材ですが、まず「運搬台車」があげられます。

これは、橋上における部材の運搬距離が長くなる訳ですから、従来型の軌条台車だと軌条の敷設・撤去が架設サイクル日数や後施工となる鋼床版の溶接開始に大きく影響し、全体工程を左右する要因にもなります。したがって、経済性も含めた比較の結果、「無軌条のタイヤ式自走運搬台車」を採用し、施工の合理化を図りました。実施前には、鋼床版とタイヤにおける摩擦実験等を行い、走行抵抗の確認を行っています。

つぎに、への字天秤、上下天秤、コの字天秤といった「特殊な天秤」の開発があげられます。スパン長が大きくなることにより、メインケーブルと桁の間隔が狭いいわゆる短ハンガー部も多くなってきます。この部分の架設を従来の盛替架設で実施すると、グロス工程で約2カ月ぐらいの影響がでるために、これらの天秤設備の採用がなされたわけです。また、国際航路上での作業として安全面にも優れた架設法だったといえます。への字天秤、上下天秤は、模型を作成して架設一連作業の施工性や天秤の挙動等について実験し、性能

性を確認しました。

これらの天秤設備は、過去の長大橋においても工程短縮案として提案されてきましたが、架設クレーンの反力増にともなう桁の補強費が大との理由で採用されてこなかった経緯があったと思います。この工事で採用されたということは、いかに明石海峡大橋が長大スパンだったかというエピソードのひとつにあげられるのではないのでしょうか。

次に架設機材ではありませんが、長大スパンがために導入したのものとして、GPS（人工衛星を利用した測量システム）を用いた形状計測も本工事の特徴してあげられるかと思えます。従来の測量機器による計測作業では、気温の安定した短時間の中で完了することは困難なことより採用したのですが、思った以上に短時間での計測作業を行うことが出来ました。また、本計測システムで完成検査時のスパン測量にも使用し、リアルタイムで検査官に報告することが出来、好評でした。

施工管理上の一番の悩みは、他工事にもいえると思いますが高所によるところの風対策でした。発注側もこの様な認識をもたれていたため、工事完了まで気象情報の提供があったことは非常に助かりました。しかし、ここ一番という作業時は、民間の気象情報をも入手し、これらを加味して作業の可否決定を行うなど気を配りました。全ての大ブロック架設が完了したときは、ホッとしました。

また、長大スパンであるがうえに配慮していなければならないと反省させられたことがあります。それは、閉合後に発生したものでした。施工前には、閉合前の架設系や完成系について風洞実験がなされ、それぞれについて限界風速値が検証されていましたが、閉合後に行う付属物の取付や安全防護ネットの解体時には、検証されなかった架設系が発生することがわかって、それらの系を実験数値をもとに解析した結果、限界風速値が落ちるこ

とが判明し、その対策について作業手順等の変更が必要となったことでした。

(司会)

どうもありがとうございました。

尾下さんは、地震後の検討を補剛桁として、色々されたと思いますが、地震後の検討としてどのようなものが、あったのでしょうか？

簡単に説明頂きたいのですが……

(尾下氏)

まず兵庫県南部地震の大きさがどんなものであったのかを認識していただきたいのですが、今回の地震は、設計で想定していた入力地震動をはるかに超えるものでした。設計では、150km離れた紀伊半島沖でマグニチュード8.5クラス、最大加速度では290galを想定していましたが、今回の地震は3P直下でマグニチュード7.2というもので、最大加速度は700galで、2倍以上の強さの過酷なものでした。塔頂では推定で1,100galもの最大加速度が得られたようです。

橋梁本体には大きな損傷はありませんでしたが、地盤の移動によって中央径間が約80cm、淡路側側径間が約30cm伸びてしまいました。このために補剛桁を急遽伸ばす必要がありましたが、鋼床版桁はほとんど完成しており、補剛桁も一部製作が完了していました。補剛桁については、未製作の中央径間中央の2パネルを40cmづつ、淡路側端支点部の1パネルを34cmそれぞれ伸ばし、鋼床版桁は間詰め材を設けて対処しました。この他に、全体形状も大きく変化していましたから、最も応力超過が少なくなるようにバンド位置やハンガー長を調整するといった計算を繰り返し行いました。

地震発生後、約2ヶ月の短期間でこうした修正設計を完了し、その年の6月6日には補剛桁の第1回目の大ブロック架設を行っています。

工程に大きな支障を来さないで、こうし

た重要な検討が、短期間にできたということで、公団さんからも大変、感謝されました。

(司会)

どうもありがとうございました。

今回の地震の特色といいますと上下振動が、非常に大きかったのではないかと思います。その証拠としてタワーの基部の底板と第一節の袴板の部分が、実際には水平に磨れるんではなしに、1回浮き上がって落ちているという現象が塗装の傷跡から窺われたという事を聞いているのですが、アンカーボルトにはプレストレス500TON位を1本当たり入れたんです。あれが、瞬間的に浮んでいるという事は、どれ位の力が掛ったのか、今回の地震の大きさを思い知らされたわけでありませう。

次に明石海峡は、ご存知のとおり国際航路という事で1日に1,300隻~1,500隻という航行船舶があるという事を、聞いておりますが、日本でも海上交通の一番の難所だという事は言われておまして、作業船を無事に運航させると言う事は、大切な業務でありまして、公団でも情報管理室というものを置いて一元的に管理されたという事でございますが、我々も各JVとも運航管理者というものを専任させて、結果的に大きなトラブルもなく完了したわけではございますが、この裏には大変なご苦労があったと思っております。

運航管理者を代表して、オノ平さん何か裏話的なものでもあれば、お聞きしたいと思いますが。

(オノ平氏)



これまでの皆様方のお話は、技術面における様々な問題解決が中心でありましたが、警戒業務管理を行った者の一人としてお話したいと思います。

私は、2P主塔工事を施工計画段階から塔工事完成まで担当させていただき、現地乗り込

み時より警戒業務管理者の任務につきました。石野さんのご説明にもありましたように、明石海峡では、1日に1,500隻もの航行船舶があり、また直下には生活航路として3航路、そして最大潮流8ノットと言う非常に厳しい環境条件のもとで、航行船舶の安全を確保し、作業船等の運航と、海上保安部を始めとする諸官庁、諸団体との連帯交渉が警戒業務管理の仕事でありました。

上部工の現地工事としては、2P主塔が最初の工事と言うことで、それまで下部工の調査工事段階から築いてこられた安全運航に関する実績とノウハウを我々上部工がスムーズに引き継いで行くことが最大の任務でした。が、幸いにも本四公団、情報管理室を始めとして、下部工関係者の皆様方のご指導を頂いて大きなトラブルもなく業務を推進することができたと思っています。

それから、主塔工事を終えて既に5年経過していますから、その当時の苦労など、どこかに置き忘れてしまいましたが、立場上非常に多くの方々と仕事を共にすることができ、様々な経験をさせていただきました。そのことが今現在の仕事に随分と役立っているのではないかと感じています。

先程から、ケーソン、主塔、ケーブル、補剛桁とお話を伺って感じたことですが、吊橋の工事は、1つの表現をすれば駅伝工事、皆で「1本のたすき」を渡しながら完成させていくことがよくわかりました。安全の面でも下部工工事の500万時間無災害記録の後を受け、緊張のもと高さ300mの主塔工事に挑み、総労働時間555千時間無災害記録でケーブル工事にたすきを渡すことができました。その後完成まで順調にたすきリレーが行われ、死亡災害ゼロという大記録が達成されたことは、長大橋の架橋技術とともに世界に誇れる安全の技術だと思います。

最後に、今も心に残っている言葉を紹介し

たいと思います。

全国安全週間にちなんで募集した標語の1つで「気力・体力充実し、無事故で完成、世界の主塔」、そして荒天の先が読めずケーソンに渡り、あわよく垂水に帰港できた時のことで、情報管理室炭谷室長の言葉で「行け行けどんどんは誰にでもできる、ちょっと待ての勇気が大事」この二つは特に励まされた言葉でした。

(司会)

どうもありがとうございました。技術以外にも色々な事があったという話でございます。以上で一通り施工技術面でのお話を伺ったわけですが、今までちょっと話し忘れたとかこれだけはぜひ言っておきたいという様な事がございましたら順不同でどなたかございませんでしょうか。

(池田氏)

ひとつ申し忘れがあります。長期間工事での自然現象対応であります、風による振動と地震に対しての対策は十分でありましたがもう一つ忘れてはならないのが落雷であります。2P主塔では平成4年12月の真夜中に超大型の落雷を受けております。垂水の皆様の皆様が皆飛び起きたとのこと。安全指針に則り避雷針を設備しておりましたので大被害にいたっていないのですが大電流が流れたため電位差が発生し計器類に被害が生じております。この辺は通り一遍の計画であったと反省しております。

(司会)

それに類した事で例えば、淡路にラジオ関西の大きなアンテナがあって、誘導電流といいますか、それによって吊ワイヤーが帯電するわけですね。特にクレーンのワイヤーがそういう現象になって、それでクレーンのフックを色々プロテクトした。これは施工前から分かっておった話で、これはもう経験上対策をしておかなければ大変だよ、ということで

やったことがあるんですけど。

色々な自然現象が起こりますから、こういう話は今後の工事にもぜひ気を付けて頂きたい話だなあと思います。

(司会)

他にありますか。

(若竹氏)

鋼ケーソンでは、艀装品関係で、2P据付後に3P据付となりましたから、転用という問題が生じました。主な艀装品、例えばリニアウインチ、発電機、指令・運転室等は艀装架台に一括装備されていまして、この艀装架台約2,500tあるのですが、明石の西で受け渡されました。4,100t吊りクレーン船(海翔)の吊り運搬で無事玉野に運び、ドックで、大組立中の鋼ケーソンにそのまま搭載されました。注排水ポンプは再使用ということから、ポンプメーカーに持ち込み全数ボーリングを実施しました。注排水ポンプは、鋼ケーソンの二重隔壁16分割の各区画に注水ポンプ2台、排水ポンプ1台の計48台と万一の故障を想定して予備ポンプ2台合計50台からなっており、排水ポンプは、試運転時と、着底時の万一の位置調整に配備されたものであります。艀装関係で一番メインとなる作業管理システムは艀装架台の中央部に配置し、位置決めするために、艀装品関係のあらゆるデータが各センサーから入力され、ディスプレイ管理出来るようにされています。

(司会)

どうもありがとうございます。他にございますでしょうか？

(オノ平氏)

発電設備の話ですが、下部工施工時には資材台船上に発動発電機を設置しており、船舶上の設備として認識されていましたが、主塔工事ではケーソンの外周足場上に設置したため、陸上の設備として認識されました。これに伴って、通産省への自家用工作物の許可申

請とか、常用発電所の扱いとなりばい煙規制のため、県及び市の大気汚染防止法を遵守する必要がありました。また、貯油設備では消防法の適用も受けました。当初の計画が変更になり、我々にとっても初めての経験ということで法律・条例とかそして環境の問題とか色々勉強をいたしました。

(司会)

まあ、あれも最初海底ケーブルの施設計画があったんですけども、色々な事から自家発電でやるという事で、やりますと随分通産省の検査があったという事です。

(池田氏)

商業電力ですと安定しておりますが自家発電機ですと安定してないですから、架設クレーンの制御関係にちょっと手直ししたんです。

(司会)

他ございませんでしょうか。

(三並氏)

これは、桁工事さんも同じでしょうが、現地工事は一ヶ所で、意志疎通が比較的容易なんでしょうが、製作は当然JV各社の工場で行う訳ですから、JVで統一するということには、相当エネルギーが必要でした。例えば、各工場で使っている技術用語も今までは一塔をその工場でまとめる訳ですから問題はなかったのですが、今回は、解釈の違いによっては累積精度に影響がでてきます。この辺については何度も製作部会を開き、意志疎通を計りながら表現や用語の定義解釈を統一しながら製作に着手しました。お陰様で、この面でのトラブルもなく、お客様の指導のもと各工場の努力もあり、精度良く出来たと感謝しております。

(司会)

他にございませんか。

(大西氏)

先程から兵庫県南部地震の話がでておりま

したけど、私共の主塔工事は終わっておりまして、先程のオノ平さんの駅伝工事じゃないんですが、タスキはケーブル工事さんに渡っていました。私…家が明石海峡大橋からそんなに遠くないので地震は直接体感しております。その時何が起こったかと飛び起きたのですが、家族の無事を確認するや否や、直ちに明石海峡大橋を見に行きました。航空障害灯がピカピカと点滅していました。無事の姿を見て安堵したものです。それは1月17日6時半頃の事です。

(司会)

2Pでは、鹿島JVさんがおられまして、2Pの下部工からタワーに引き継ぐ時に下部工JVが、「盤石の基盤の上に堅固なタワーを」という言葉を書いた安全に関するバトンを作られて、それを順番に受け継いでいって完成した時にこういったものがあるが、これをどうしようかという話が補剛桁JVから出た。結局それは出した人に返さなければいけない、という事で、そのバトンの返還式をやろうと、そんなエピソードもございます。これは公団さんも立ち会われまして盛大にやりました。下部工JVさんもそういうものが最後まで確実に引継がれているとは思っておらず、非常に感激されておられました。そういう意味では、吊橋というのは、やはり先程から出ておりますけど、各JVが一体となって初めて出来るのだなという感を深くした訳でございます。

最後になりますけれども、ご存知の様に今後の海峡横断プロジェクトとして新聞に発表された新たな道路整備五箇年計画(案)の主要課題の中に新交通軸の形成で6つのプロジェクトが折り込まれた訳ですが、東京湾口道路、伊勢湾口道路、紀淡連絡道路、関門海峡道路、豊予海峡道路そして島原・天草・長島架橋となっておりますが、建設省等からのお話によりますと、コスト削減をどうやるか、極

端に言えばお金半分・工期半分でないと新プロジェクトには着工出来ないと言う意見もあります。我々は世界最大の吊橋をやった訳ですが、従来の工事の延長線上ということもありますが、やはり、発想の転換をしないと大きなコスト削減もできないと思います。今回参画された皆様方として、今後の改善意見なり、取り組み方針など将来のプロジェクトにつながるものがありましたら発言いただきたいと思います。

(杉田氏)

本四プロジェクトでは、因島大橋から明石海峡大橋まで工事实績を積み重ねると共に、我々施工者側としてもコスト削減には努力してきたつもりですし、それと共に必然的に発注者側の積算も、橋によって工事規模は違いますが、厳しくなってきたような気がします。ただ、今言われていることは、今迄の工事費の60~70%にしなければならないという事ですから、石野さんのおっしゃる通りで、今迄のコスト削減の延長線上ではとても対処しきれない問題で、あらゆる面での発想の転換が必要だという事を痛感する次第です。

つまり、今迄と同じような機能の構造物を、今迄と同じ基準で作ろうとしたのでは期待される程の大幅な削減はとてもじゃないけれど難しい。ですから、思い切って道路としてのサービスのレベルを変えてみたらどうだろうか。例えば、多少時間がかかるのを我慢して海峡部の橋の区間だけでも速度を落とす設計にすれば、幅員を狭める事が出来るかも知れないし、床版の構造も変わるかも知れない。その結果、鋼重を減らす事が出来て工費節減になるかも知れない訳です。又、将来どうなるか分からない現象に対しては、崩壊してしまったり、人命が失われたりしないようには対処しておいて、痛んだ部分は補修したり、取り替えたりすることにしておいてイニシャルコストを減らすとか。その様に都合良く行く

かどうか分かりませんが、そこまで踏み込んで行かないと、発想の転換にはならないだろうと思います。例が適当ではなかったかも知れませんが、やはりこの問題に対しては、我々も相当な覚悟で立ち向かって行かなければならないテーマだと思っています。

(司会)

どうもありがとうございます。

外国に比べて2割、3割高いという話が良いありますが、数字だけが一人歩きしていると言うか、官庁サイドでも土俵が違うのに一率に比べるのはおかしいのではないかという方もおられると思います。我々として、施工面で半分とは言いませんが思い切った提案をどんどんして行かなくてはならないと思います。

長時間に亘り貴重な話を頂きましてありがとうございます。長大橋というものは設計・製作・架設が一体となって検討して行かなければならない事が多く、今後の橋梁技術者は最近コンクリートを勉強しろと言われてますが、下部工も含めて広い知識を持たなければ秀れた技術者と言えないのではないかと思います。そう言う時代に来ています。

今日の貴重な話を若い橋梁技術者に申し送って今後のプロジェクトの参考になれば、座談会の意義も一段と増すのではないかと思います。本日は長時間本当にありがとうございました。



本州四国連絡橋の製作技術について

技術委員会 製作部会

1. はじめに

本四連絡橋は、昭和63年に兎島・坂出ルート、平成10年に神戸・鳴門ルートが開通した。また平成11年には尾道・今治ルートの開通が予定され、昭和45年7月の本州四国連絡橋公団（以下：本四公団）発足以来、四半世紀を経て、さしものビッグプロジェクトも終結が目の前となった。

本四連絡橋の大きな特徴は、吊橋9橋のほか、斜張橋、トラス橋、箱桁橋など合計19橋を数える長大橋梁群を建設することであり、高い設計、施工技術を必要とするものが数多くあった。本稿では、その中でも従来の橋梁にはなかったいくつかの製作技術の概要について述べる。

2. 道路・鉄道併用トラスの製作

2. 1 トラスの製作

従来、トラス弦材のかど継手は、単にフランジとウェブのつじ合わせ継手にすぎないと考えられており、疲れ強さはあまり問題となっていなかった。ところが昭和52年以降、本四公団が実施した調質高張力鋼を用いた大型疲労試験で、当初予期しなかった格点部以外の部分溶け込みかど溶接部、ダイヤフラムのコーナー部から疲労亀裂が発生した。かど溶接部では、ルート部に発生したブローホールおよび溶接金属の垂れ込みがその起因となった亀裂が発生し、その防止のため、大鳴門橋以降、「鋼橋等製作基準」の他に、特記事項

として以下のような内容が追加された。

- ① 切断面の酸化皮膜、ドラグラインおよびプライマを完全に除去することにより、ルート部のブローホールを防止すること。
- ② 溶着金属の垂れ込みを防止するために、仮付け後のルートギャップを0.5mm以下にすること。
- ③ 滑らかな溶込み線を確認するために、仮付け溶接を再溶融すること。
- ④ 上記①～③を同時に満足する方法として、仮付けと仮付けの間を溶接する（シーリング溶接）方法があること。
- ⑤ ガスバーナ予熱は結露等から望ましくない（電気ヒータが望ましい）こと。

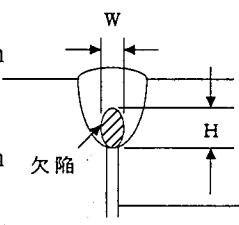
また、表-1に示す要求品質が規定された。

これらの特記事項および要求事項は、従来の製作技術水準に比べると、かなりレベルの高いものであった。これに対し、製作各社は上述の要求品質および施工要求を満足するため、各種実験を繰り返し、最終的に大型パイロットメンバーを製作して、表-2に示す管理項目について、その施工方法、管理要領を確立し、実施工に臨んだ。表-3に管理要領の例を示す。

2. 2 トラス弦材かど継手の非破壊検査

表-1に示すように、ルートブローホールの許容寸法は特A部材では1.5mmと微小なものであり、従来の非破壊検査では検出不可能であるので、AUT(自動超音波探傷試験)によ

表-1 要求品質

材質	部位	応力範囲 許容応力範囲	要求品質
調質鋼	弦材・垂直材・主横トラス 及び支点近傍の斜材	特A部材 $0.7 \leq \delta r / \delta f a^B$ あるいは $0.85 \leq \delta r / \delta f a^C$	1. かど溶接におけるルート部および一般部のブローホールの許容寸法 特A部材 $W \leq 1.5 \text{ mm}$ $H \leq 4 \text{ mm}$ A、B部材 $W \leq 3.0 \text{ mm}$ $H \leq 6 \text{ mm}$ 
		A部材 $0.5 \leq \delta r / \delta f a^B < 0.7$ あるいは $0.6 \leq \delta r / \delta f a^C < 0.85$	
		B部材 $\delta r / \delta f a^B < 0.5$ あるいは $\delta r / \delta f a^C < 0.6$	
非調質鋼	弦材	N-B部 $0.85 \leq \delta r / \delta f a^C$	1. リブ十字溶接の止端フランク角 $\theta \geq 120^\circ$

a) : $\delta f a^B$ 、 $\delta f a^C$ はそれぞれかど溶接、リブ十字の許容応力範囲

b) : W、Hは自動超音波探傷により判断する。

W：ブローホールの幅（短径）、H：ブローホールのもど厚方向の長さ（長径）

c) : W、Hが許容値を満足しない場合は、その部分をガウジング後に補修溶接しなければならない。

d) : θ はリブ十字溶接の止端のフランク角で、右図に示す θ ゲージで管理し、これを満足しない場合はその部分をグラインダで仕上げること。

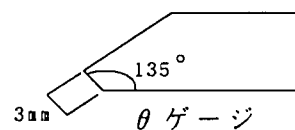


表-2 主構トラス品質管理項目

要求品質 (代用特性)	品質保証対象	管理項目 (統一管理基準)
疲労を考慮して調質高張力鋼かど継手のルート部は健全でなければならない。 ①ルート部の完全溶融 (仮付けビード等の完全溶融) ②ルート部の微小欠陥の防止 ③融合線の滑らかさ	部分溶込みかど継手のルート部の完全溶融	①開先形状 ②溶接方法 ③溶接材料 ④溶接条件 ⑤ワイヤ角度 ⑥初層ワイヤ狙い位置 ⑦ならい装置 ⑧仮付け・シーリング溶接 ⑨電流電圧安定化 ⑩連続溶接
	部分溶込み微小欠陥の防止 ・開先部下地処理 ・シーリング溶接 (ルート部への異物混入)	①開先加工 (落込みフランジ) ②ウェブかど継手部のプライマ除去
	ルートギャップ0 指向	①鋼板の小波 ②板継ぎ角変形 ③落込みフランジのはめ込み代
	ダイヤフラムすみ肉溶接	①ダイヤフラム形状 ②脚長 ③積層法 ④予熱 ⑤止端の滑らかさの管理 ⑥ビード外観
疲労を考慮して応力直角方向のダイヤフラム等のすみ肉溶接のビードは止端が滑らかでなければならない。	ダイヤフラムすみ肉溶接	①ダイヤフラム形状 ②脚長 ③積層法 ④予熱 ⑤止端の滑らかさの管理 ⑥ビード外観

表-3 主構トラス弦材管理要領

溶接内容	管理項目	特A	A	B	N-B
かど溶接	ルートギャップ	0.3mm以下			0.5mm以下
	シーリングビード	有り			
	酸化皮膜の除去	全線除去			
	仮付工の資格	専任作業員			
	溶接工の資格	専任作業員			
	予熱方法	電気ヒータ			
	超音波探傷	全線実施	溶接線の20%を実施		なし
リブ十字の溶接 (応力直角方向)	溶接工の資格	ダイヤフラム等の溶接工技量試験※1合格者			
	溶接方法	止端形状が滑らかになる溶接棒 (止端改良棒) を使用し、棒継ぎ部はグラインダで仕上げる。溶接後θゲージで確認する。			
リブ十字の溶接 (応力方向)	溶接工の資格	JIS有資格者			
	溶接方法	ビード端部をグラインダで仕上げる。すみ肉溶接の場合、端部より100mmの範囲は完全溶込みとする。			

※1：本州四国連絡橋公団特有の試験で、トラス弦材を想定した拘束試験体の中で中間ダイヤフラムの廻し溶接、端ダイヤフラムのコーナー部の溶接を対象とする技量試験。

り検査を行った。これは新たに開発されたもので、超音波を集束させた複数のポイントフォーカス型の探触子を用い、自動走査により所定の位置を探傷し、欠陥の位置および溶込み線を自動記録させるものである。

実施工では、表-3に示すように、特A部材はかど溶接部の全線、AおよびB部材はかど溶接部の20%に対し検査を実施し、要求品質を満足していることを確認した。

図-1に5つの探触子を用いてトラス弦材かど継手部を探傷したAUTの例を示す。この装置は5つの探触子の内2つは斜角探触子、3つは垂直探触子で、前者がルート部の欠陥を、後者がルート部近傍、ルート線の状態、およびのど厚中央部を受け持ち探傷している。

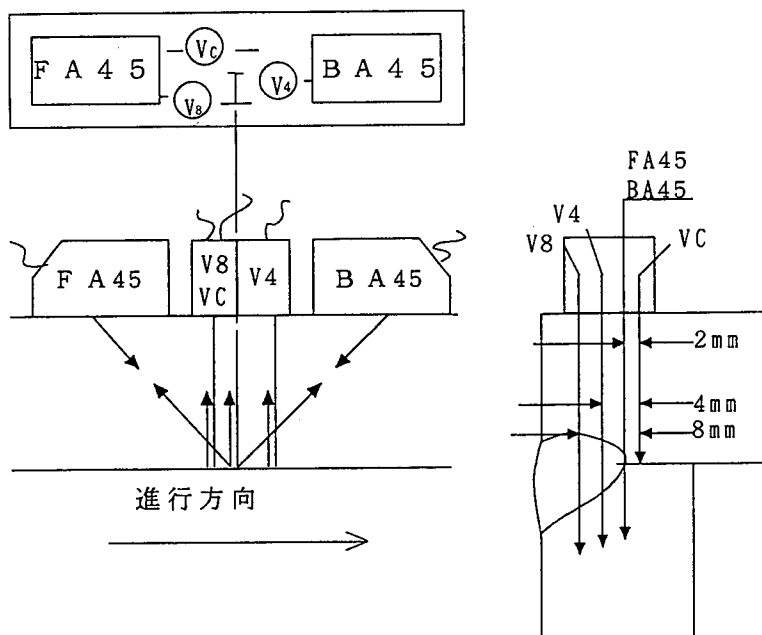
3. 吊橋の塔製作

(塔柱製作における精度確保)

吊橋の塔柱はケーブルからの巨大な荷重を塔頂で受け、塔基部でアンカーボルトを介して橋脚に荷重を伝達するように設計されている。このため、塔を鉛直に架設することが最も重要になる。

また、部材端面取合い精度（メタルタッチ率）が塔の鉛直精度を支配する大きな要素となるため、本四公団では表-4に示すような要求品質を定めている。

3セルから構成される複雑な大断面を有する塔柱ブロックにおいて、上記の要求品質を満足し、かつ架設作業を容易に行うためには、ブロック端面を機械切削し、ブロック継手部平面を高精度に仕上げる必要が生じた。製作



探触子記号	目的	探触子種類	形式
BA45	ルート部欠陥検出 (後退)	ポイントフォーカス型 (斜角 45°)	5Z15S70A45
V4	ルート部近傍欠陥検出	ポイントフォーカス型 (垂直)	5Z10S200N
VC	ルート線検出	ポイントフォーカス型 (垂直)	10T10S100N
V8	一般部欠陥検出	ポイントフォーカス型 (垂直)	5Z10N
FA45	ルート部欠陥検出 (前進)	ポイントフォーカス型 (斜角 45°)	5Z15S70A45

図-1 自動超音波探傷装置 (AUT)

検査項目		精度
両端面の軸に対する直角度		1 / 10, 000
上下ブロックの間隙		≤ 0.2 mm
メタルタッチ率	塔柱	50% (40 μ 隙間ゲージの停止率が50%以上)
	リブ	25%
部材長		1 mm / 部材
断面辺長		2 mm
断面对角長		3 mm

表-4 塔柱部材の精度

は各工場で幾分異なるが、まずフランジ、ウェブなどのパネル組立を行い、寸法精度を確認した後、中セル、外セルごとにブロック組立を行った。続いて3セルを一体化して、上と下の端面が平行になるように機械切削を行った。

また、品質および製作精度を確保するために、次のことを実施した。

- ① 鋼材の板厚（公差のばらつき）、平坦度を管理した。
- ② 先に製作したブロックの溶接ひずみおよび収縮量を計測し、次のブロックに考慮した。
- ③ 断面寸法の精度を確保するために、ダイヤフラムは4周機械切削した。
- ④ 溶接による変形防止のため、左右の溶接線を同時に施工した。またSM570の極厚板、拘束度の高い継手などについては、溶接施工試験を実施して、施工方法の確認を行った。
- ⑤ 端面切削に使用する切削機を定期的に点検し、機械精度の管理をした。
- ⑥ 塔柱の高さおよび鉛直度は、立置き検査、横組検査結果を累積管理することによって調整した。

以下、この中でも特に重要な作業である、端面切削、芯だしの要領と仮組立における精度検証方法について述べる。

3. 1 芯だし・切削作業の基本方針

端面切削は、鉛直度確保およびメタルタッチ確保の他、全ての精度確保を目的として以下の基本方針により作業を行った。

- ① 部材の温度管理の徹底（温度影響の少ない芯だし・切削作業環境の確保）
 - a) 強制空気対流による芯だし・切削建家内気温の平準化
 - b) 仕上げ計測、仕上げ芯だしにおける夜間作業の徹底
- ② 切削機の精度調整
 - a) 工事着手前の整備の充実と定期的点検整備の徹底
- ③ 芯だし・切削時の部材変形防止（自重によるたわみの最小化）
 - a) ブロック受け台位置の固定（主板、ダイヤフラム直下支持の徹底）
 - b) 受け点の反力差が15%以内の反力管理
- ④ 極厚鋼板の切削代の確保
 - a) 底板：35mm（仕上がり板厚：180mm）
 - b) 頂板：23mm（仕上がり板厚：52mm）
- ⑤ 切削中の振動（だぶり）防止及び不等沈下防止対策の実施
 - a) 拘束材による縦リブ相互の拘束
 - b) 定盤の補強、支持台設置面積の拡大による集中荷重の防止

c) 切削中のブロック状態の確認（ダイヤルゲージの取り付けと常時計測による補正）

⑥ ブロックの固定

a) 固定用、基準用座（工作座）の仮設置と切削完了後の除去

⑦ 機械加工仕上げ面のかえり処理の徹底

a) やすり、砥石による手仕上げの実施

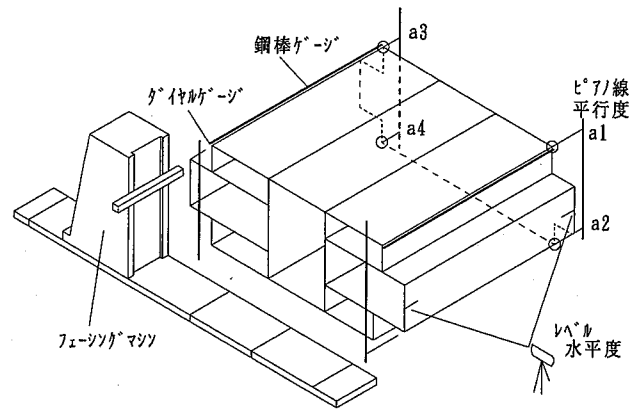


図-2 端面切削要領

3.2 端面切削手順

軸芯に対する直角度及び上下となる両端面の平行度確保のため以下の手順で実施した。

(図-2 参照)

① ブロックの据え付け

② 芯だし

③ 下面荒切削（数回）

④ 芯だし確認、微調整

⑤ 下面仕上げ切削（数回）

⑥ 平面度計測

(切削機械主軸に着けたダイヤルゲージによる)

⑦ 180° 振り廻し

⑧ 据付け、芯だし

⑨ 上面荒切削（数回）

⑩ 上下切削面の平行度計測

(ピアノ線と棒マイクロメーターによる)

⑪ 芯だし微調整

⑫ 上面仕上げ切削（数回）

⑬ 上下切削仕上げ面の平行度、全長及び切削面の平面度計測

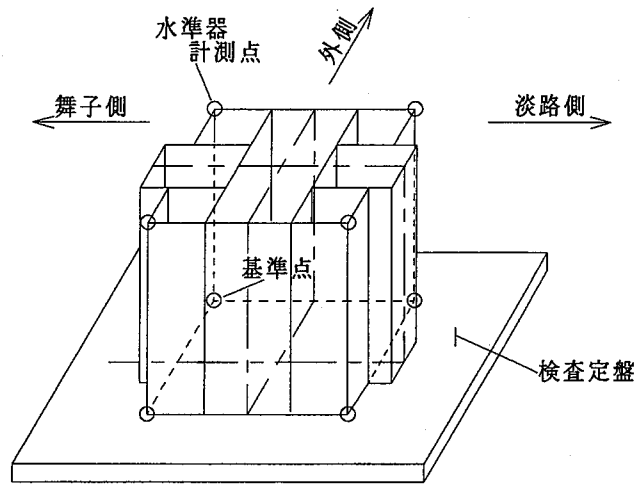


図-3 塔柱水平度計測

3.3 塔柱ブロック検査

塔柱ブロックは端面切削完了後、部材精度及び切削精度確認のため、水平定盤（検査定盤）上に立て置きし、トランシット、水準器、隙見ゲージおよび工場検査テープ等により寸法計測を行った。

① ブロック面の直角度（図-3 参照）

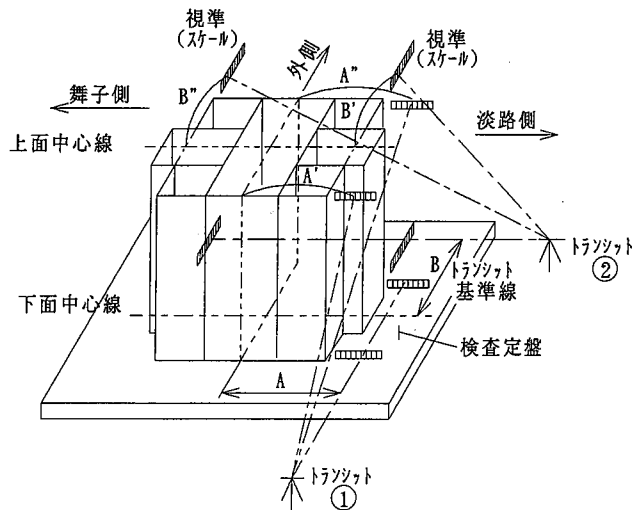


図-4 塔柱鉛直度とねじれの計測

- a) 下端面の直角度：検査定盤の水平度を確認して、検査定盤と塔柱下面の4コーナーを隙見ゲージで計測した。
 - b) 上端面の直角度：壁板の交点（○印部の4点）のうち1箇所を0基準点とし、水準器により水平度の計測を行なった。
 - c) 水準器の読みとトランシットによる軸芯のずれを補正し、各面の出入差を算出し、辺長で除して端面直角度とした。
- ② ブロック鉛直度及びねじれ（図-4参照）
- a) トランシット①のように相対する2面の下部中心線からの距離を計測し軸芯のずれを読みとり、求められた計測値に水準器の差を加算して実際の鉛直度を算出した。
 - b) トランシット②でも同様な方法で行い、それぞれの軸芯ずれを求め、ねじれの判定を行なった。

3. 4 塔柱2段仮組立検査

部材検査の完了した塔柱ブロックは、横置き状態で塔柱継ぎ手部の精度確認を目的として隣接するブロックを2段ずつ連結して仮組立を行った。仮組立は屋内の強固で十分な地耐力を有する地盤上で行い、支持点は切削と同様、主板、ダイヤフラム直下とし、自重によるたわみ、表面温度差による変形の影響を受けないように環境を考慮して行った。

図-5に塔柱2段仮組立の計測要領を示すが、メタルタッチ部の確認、全長、角折及び芯ずれ、添接部の目違い、高力ボルト孔の貫通率・停止率を確認するものである。

- ① メタルタッチ部の確認については、0.04mmの隙見ゲージの停止をもって密着と判断した。
- ② 角折れ及び芯ずれは、トランシットとレベルで計測し、許容値との比較を行い、架設後の品質の保証を行った。

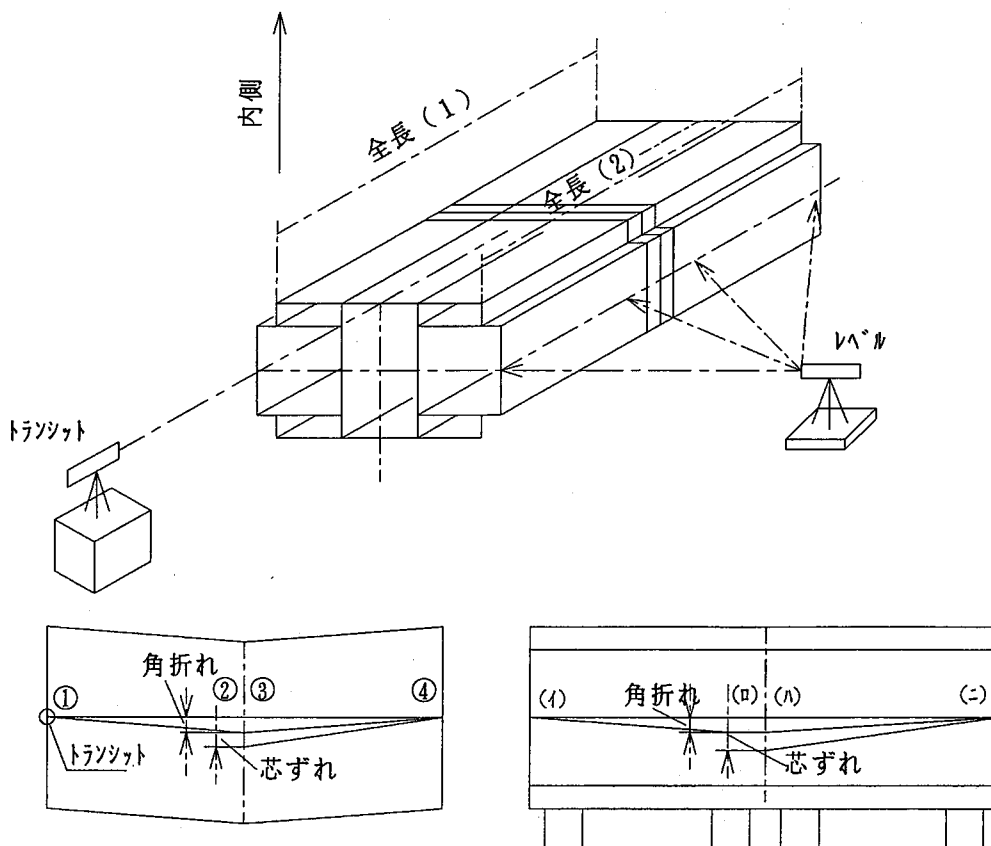


図-5 塔柱2段仮組立の計測要領

表-5 仮組立寸法許容差

計測項目		許容差
メタルタッチ部の確認	ウエブ及びフランジ	スキマ：最大0.2mm（密着度50%以上を確保する）
	縦リブ	スキマ：最大0.2mm（密着度25%以上を確保する）
全長		$\pm 1 \times N$ mm N：ブロック数
角折れ		± 1 mm
芯ずれ		± 2 mm
添接部の目違い		2mm以下
高力ボルト孔の貫通率、停止率		貫通率：25φ 100%
		停止率：27φ 80%以上

4. 予熱低減型高張力鋼を用いたトラスの製作（明石海峡大橋）

本四公団の鋼橋等製作基準（以下：製作基準）の予熱基準においては、HT780鋼は溶接の低温割れ防止のために100℃以上の予熱が規定されている。100℃以上熱を長さ28.4mの部材に対して確実にを行うためには、電気ヒータで部材全線にわたって約1時間、左右同時に加熱を行う必要があり、設備や工程および安全性の面等で多くの問題点があり、以前から橋梁メーカ各社より、予熱を50℃程度に低減したいという要望があった。これに対応して明石大橋の製作に先立ち、高炉メーカ各社から、上記問題点の解決となる予熱低減型高張力鋼（HT690、HT780）が開発された。この鋼の製造方法としては、

- ① B（ボロン）添加をゼロにすること、およびC量を低減し、代わりには約1%のCu（銅）の添加によって強度の低下を補う方法。
- ② 溶接割れ感受組成P_{cm}を下げる方法の2つで、いずれも所定の機械的強度を保証し、予熱温度を50℃まで下げることができるものである。

施工各社は、この新しい鋼材の妥当性と実施施工時の予熱温度の確定のため、実施前に溶接性試験及び溶接施工試験を実施し、使用

上問題がないことを確認した。

以下、その試験内容と結果の例を示す。

(1) 溶接性試験

実施工の溶接開始前の予熱温度を決めるために、斜めY形溶接割れ試験と溶接熱影響部最高硬さ試験を実施した。

(2) 溶接施工試験

実施工を想定して突合わせ継手、かど継手（部分溶け込み、すみ肉）を作り、溶接材料との組み合わせで所定の強度が得られるかどうかを確認した。

(3) 試験結果

以上の試験結果を踏まえ、予熱低減型高張力鋼を使用する場合の実施工への対応は以下の通りとした。

- 1) 予熱温度…ガスシールドアーク溶接：室温（予熱なし）
被覆アーク溶接：50℃以上
サブマージャーク溶接：50℃以上

2) 溶接材料

全断面溶け込み溶接は母材と同級の強度のものを、それ以外はSM570級のものを使用した。なお仮付溶接はガスシールドアーク溶接を使用することを原則としたが、狭隘部で使用し難い箇所はSM490級の低水素系溶接棒とした。

5. 軸圧縮力を考慮した鋼床版の製作

本四連絡橋の長大橋には死荷重を軽減するために鋼床版が採用されている。長大斜張橋となる多々羅大橋にも扁平な鋼床版箱桁が用いられている。斜張橋の鋼床版には、ケーブル張力の水平分力が、圧縮力として常時作用した状態で、輪荷重が繰返し載荷される。このため軸圧縮力に配慮した設計がされており、製作時に部材断面を構成するトラフリブの溶込み量と、その溶接後の歪みに厳しい要求があった。

(1) トラフリブの溶接

使用する板厚 8 mm のトラフリブに対し、6.0mm の溶込み量を確保する要求があり、施工各社は施工試験で溶接条件を設定し、その

条件に基づき施工した。

この溶接条件ではビード形状は凸形になる傾向であるが、溶込みを重視する条件とした。実施工では管理シートに溶接条件を記録し、施工条件の安定をはかった。表-6 に溶接条件の例を示す。

(2) 初期不歪の管理

鋼床版の橋軸方向の初期不歪を 1/1000 以下とする要求があり、トラフリブのパネル溶接後、1/1000 以下に歪み矯正を行った。また、部材検査時に上フランジ側は図-6 の位置を、下フランジ側は図-7 の位置を横リブ間約 2.5 m で、トラフリブを挟み斜め方向に平坦度を測定し、規定値以下であることを確認した。

表-6 トラフリブ溶接条件

開先角度	開先深さ	電流	電圧	速度	入熱量	溶込み量
45°	5.0mm	330A	35V	45cm/分	15.4KJ	6.3mm

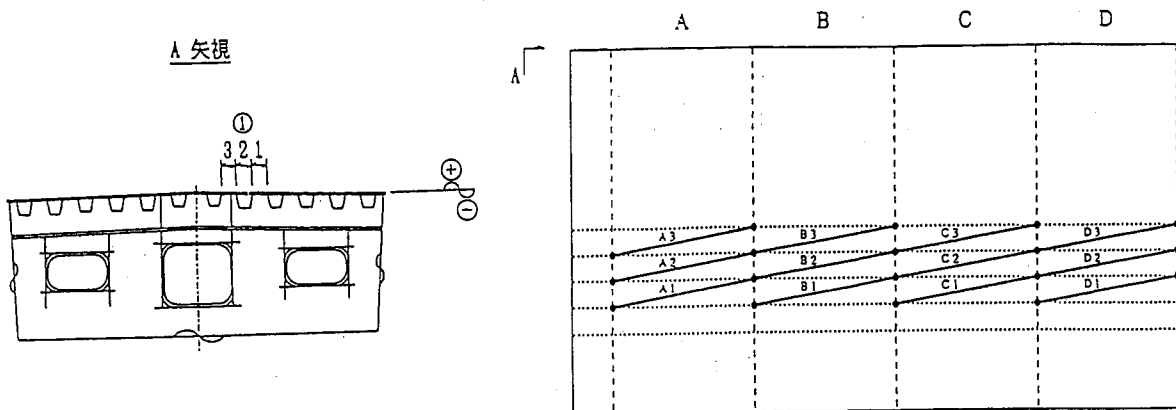


図-6 上フランジ側初期歪測定位置

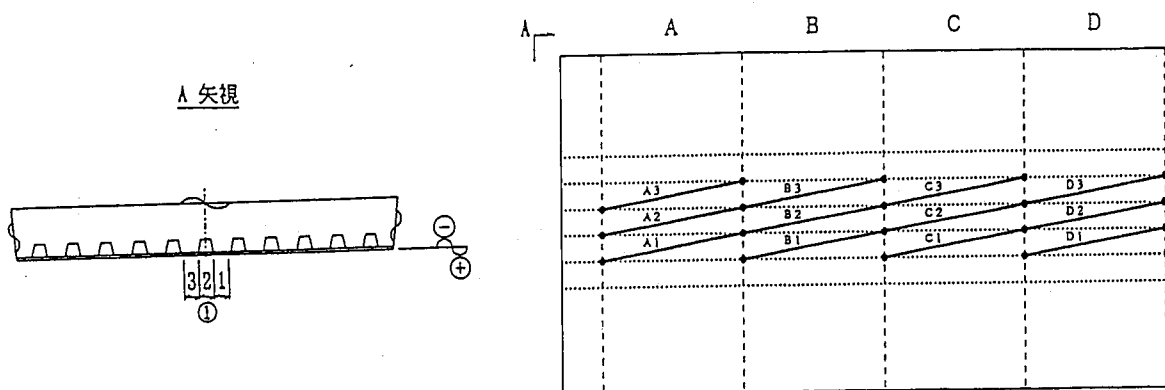


図-7 下フランジ側初期歪測定位置



支承の取替え

維持補修委員会 補修施工第1部会

1. まえがき

近年支承の取替え工事が非常に多くなった。取替えの理由としては

- 1) 支承の主体機能の劣化。
- 2) ノージョイント化工事等における支承剛度の変更（鋼製支承からゴム支承へ変更）
- 3) 地震等による破損。
- 4) 耐震対策により剛な鋼製支承から衝撃を吸収するゴム支承へ変更。

の様なものが主体である。

今回はこの中で特に最近多くなった支承板支承（BP沓）のゴム沓への取替え工事を主体に施工概要を述べる。

2. 支承部の変状

支承は橋梁上部工より伝達される荷重を確実に下部構造に伝える接点構造物である。

また、上部構造の伸縮・回転・衝撃等の挙動を円滑に逃す役割を持った重要な構造物である。

近年、急速な交通形態の変化や経年変化によって、二次部材や支承に様々な損傷が生じている。特に、支承は狭隘な橋台・橋脚上に設置されており目にふれることが少ない。そのため、点検がしづらく外観だけでは機能損傷が判断しにくく、機能障害が発生したまま放置されている場合がある。

支承の損傷が放置されると、橋梁本体や下部工へ損傷が波及し、橋梁としての機能が損われて危険な状態となる。

以下に代表的な損傷事例を示す。

(1) 沓座の損傷

図-1に示すように可動沓の滑り機能不良による摩擦抵抗の増大や下部構造の滑動により、支承が前面へ押出され、下沓が浮上るように回転変形している。

(2) 橋台・橋脚の縁かけ

図-2に示すように（1）と同様に支承が押出され、橋台・橋脚の縁端不足より下部工コンクリートがかけ落ち、支承がはみ出している。

(3) ベアリングプレートの損傷

ベアリングプレートの滑り面への漏水による錆付きやゴミの侵入、経年変化による摩耗等により滑りや回転機能の低下が起り、ベアリングプレートのはみ出しや割れに至るケースがある。（図-3）

(4) ソールプレート部の疲労亀裂

幹線道路等で交通量の多い橋梁では、支承回転機能の低下によりソールプレートと主桁との溶接部に疲労亀裂が発生することがある。（図-4）

(5) その他の損傷

先に述べた諸要因により、アンカーボルトの浮上がりや沓本体の割れ、腐食等も発生している。

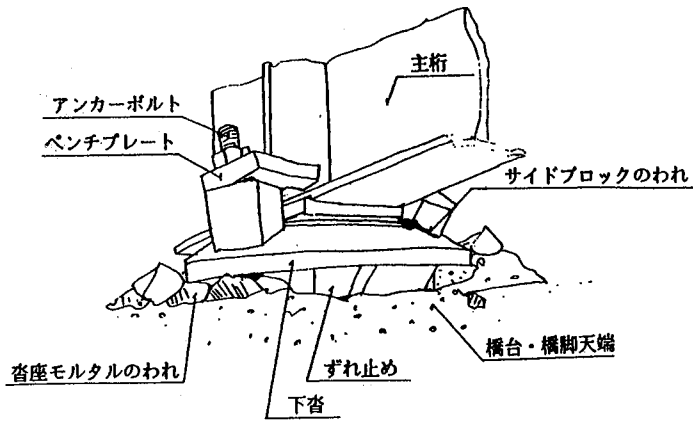


図-1 沓座の損傷

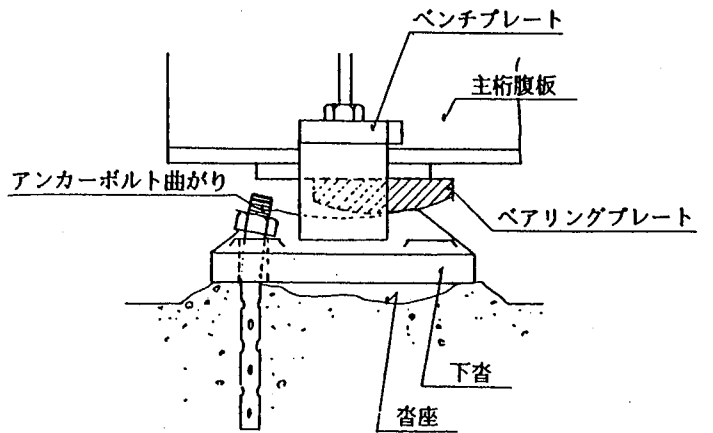


図-3 ベアリングプレートのはみ出し

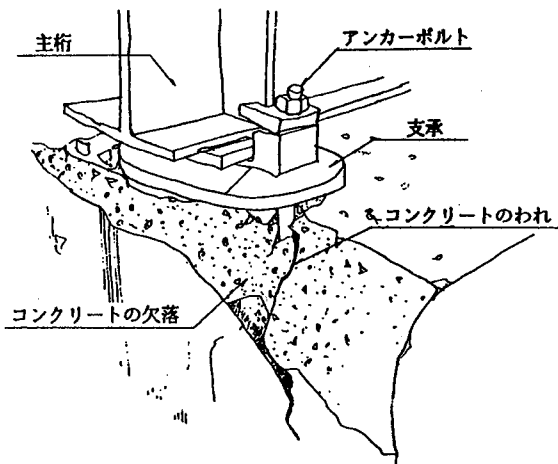


図-2 橋台・橋脚の縁かけ

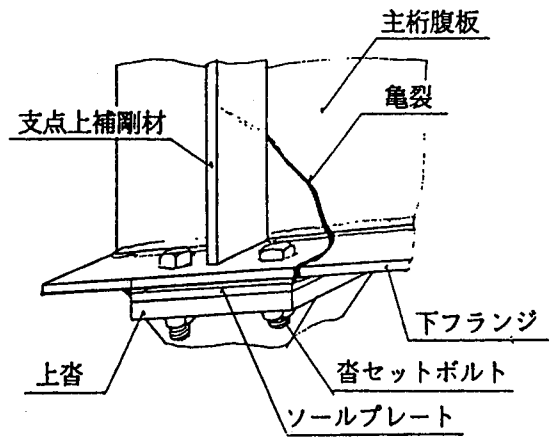


図-4 ソールプレート部の疲労亀裂

3. 支承の取替え

既設沓の取替えは一般的には供用下で実施される。また、新設工事と違って施工条件も悪く、既設構造物に合わせるという補修工事特有の状況がある。以下に取替え工事における主要工種について概要を記述する。

3-1. 調査工

補修工事においては既設構造物の形状や作業環境の考慮が大切で、支承取替え工事においては特に以下の事項について調査する。

- ・ 支承部取付け部主桁の傾き・勾配。
- ・ 主桁仮受け方法選定のための支承周辺の空間・環境。
- ・ 沓座はつり方法、はつり殻処理方法。
- ・ 既設沓の抜取り、新設沓の挿入方法。

3-2. 仮受工

補修工事開始に当ってはまず始めに橋体の仮受作業がある。仮受方法は現場の条件、橋梁形式によっていろいろな工法が実施されていたが、近年支承補修用ジャッキの開発もあり支承全面で橋体を直接受ける「主桁直受け工法」が主流になってきている。

- ・ 油圧ジャッキと主桁仮受台を組合わせた「組合わせジャッキ工法」。(写真-1参照)
- ・ H形鋼と組合わせジャッキを併用した「鞍掛工法」。(図-5参照)
- ・ 支承取替え用に開発された「特殊ジャッキ工法」。

等が一般的工法であり、現場状況により使い分けている。

3-3. コンクリートはつり工

支承取替え工事においてはコンクリートはつり作業の難易が施工費に大きく影響する。特に1主箱桁のように沓上が広く占有されている場合や、ゴム沓のように支承高の低い場合は、ブレーカーによるはつりでは作業効率が悪く特殊工法の採用を検討しなければならない。



写真-1 組合せジャッキによる仮受

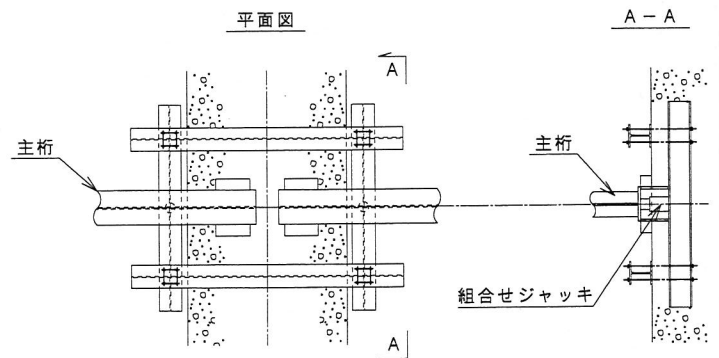


図-5 直受による鞍懸工法

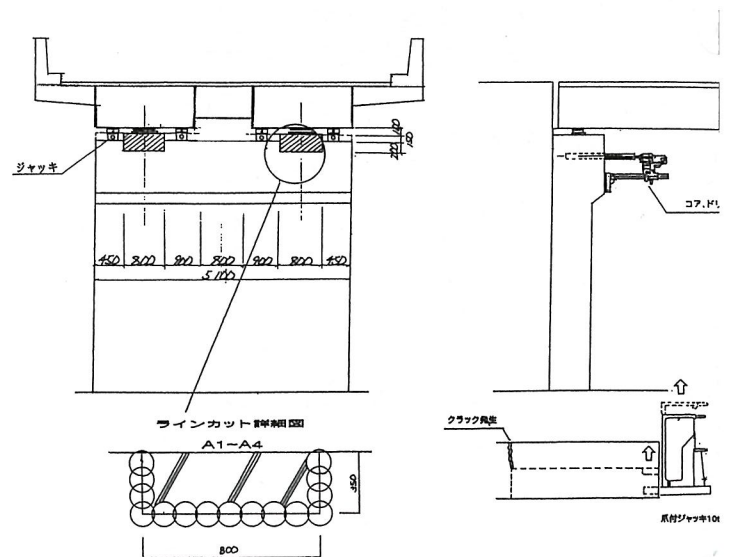


図-6 コアドリルによるはつり

3. 支承の取替え

既設沓の取替えは一般的には供用下で実施される。また、新設工事と違って施工条件も悪く、既設構造物に合わせるという補修工事特有の状況がある。以下に取替え工事における主要工種について概要を記述する。

3-1. 調査工

補修工事においては既設構造物の形状や作業環境の考慮が大切で、支承受替え工事においては特に以下の事項について調査する。

- ・ 支承部取付け部主桁の傾き・勾配。
- ・ 主桁仮受け方法選定のための支承周辺の空間・環境。
- ・ 沓座はつり方法、はつり殻処理方法。
- ・ 既設沓の抜取り、新設沓の挿入方法。

3-2. 仮受工

補修工事開始に当ってはまず始めに橋体の仮受作業がある。仮受方法は現場の条件、橋梁形式によっていろいろな工法が実施されていたが、近年支承補修用ジャッキの開発もあり支承全面で橋体を直接受ける「主桁直受け工法」が主流になってきている。

- ・ 油圧ジャッキと主桁仮受台を組合わせた「組合わせジャッキ工法」。(写真-1参照)
- ・ H形鋼と組合わせジャッキを併用した「鞍掛工法」。(図-5参照)
- ・ 支承受替え用に開発された「特殊ジャッキ工法」。

等が一般的工法であり、現場状況により使い分けている。

3-3. コンクリートはつり工

支承受替え工事においてはコンクリートはつり作業の難易が施工費に大きく影響する。特に1主箱桁のように沓上が広く占有されている場合や、ゴム沓のように支承高の低い場合は、ブレイカーによるはつりでは作業効率が悪く特殊工法の採用を検討しなければならない。



写真-1 組合せジャッキによる仮受

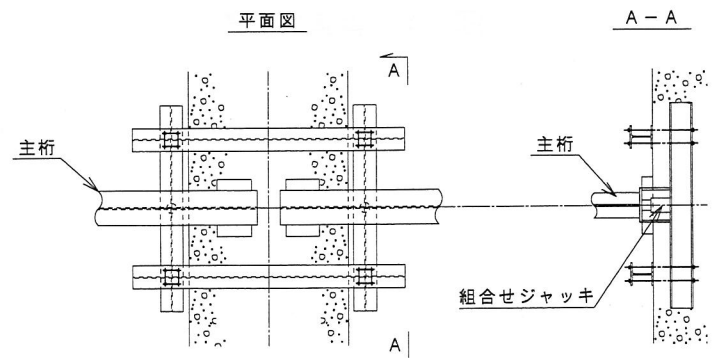


図-5 直受による鞍懸工法

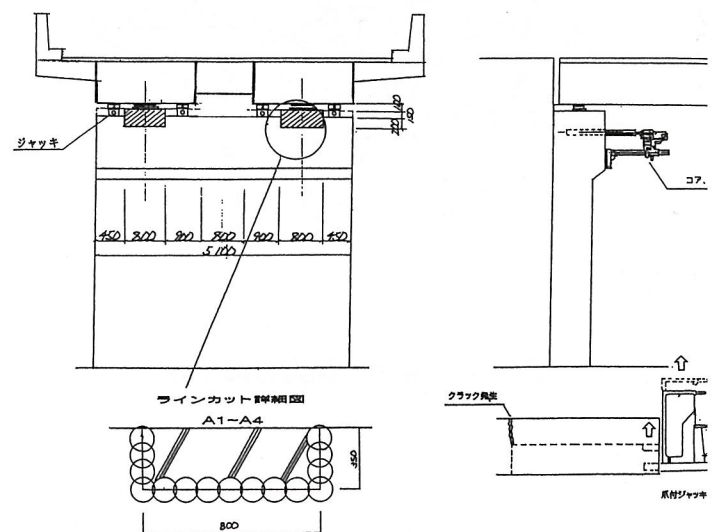


図-6 コアドリルによるはつり

3. 支承の取替え

既設沓の取替えは一般的には供用下で実施される。また、新設工事と違って施工条件も悪く、既設構造物に合わせるという補修工事特有の状況がある。以下に取替え工事における主要工種について概要を記述する。

3-1. 調査工

補修工事においては既設構造物の形状や作業環境の考慮が大切で、支承取替え工事においては特に以下の事項について調査する。

- ・ 支承部取付け部主桁の傾き・勾配。
- ・ 主桁仮受け方法選定のための支承周辺の空間・環境。
- ・ 沓座はつり方法、はつり殻処理方法。
- ・ 既設沓の抜取り、新設沓の挿入方法。

3-2. 仮受工

補修工事開始に当ってはまず始めに橋体の仮受作業がある。仮受方法は現場の条件、橋梁形式によっていろいろな工法が実施されていたが、近年支承補修用ジャッキの開発もあり支承全面で橋体を直接受ける「主桁直受け工法」が主流になってきている。

- ・ 油圧ジャッキと主桁仮受台を組合わせた「組合わせジャッキ工法」。(写真-1参照)
- ・ H形鋼と組合わせジャッキを併用した「鞍掛工法」。(図-5参照)
- ・ 支承取替え用に開発された「特殊ジャッキ工法」。

等が一般的工法であり、現場状況により使い分けている。

3-3. コンクリートはつり工

支承取替え工事においてはコンクリートはつり作業の難易が施工費に大きく影響する。特に1主箱桁のように沓上が広く占有されている場合や、ゴム沓のように支承高の低い場合は、ブレイカーによるはつりでは作業効率が悪く特殊工法の採用を検討しなければならない。



写真-1 組合せジャッキによる仮受

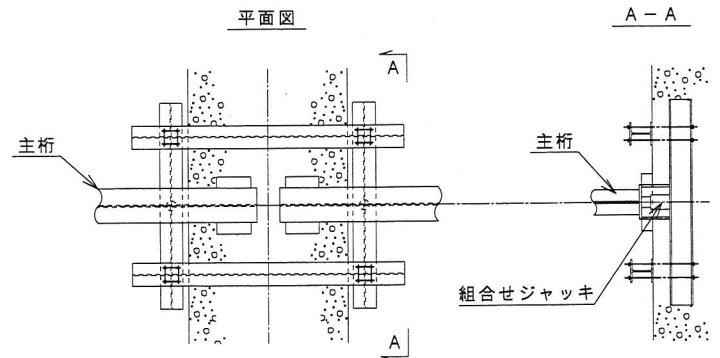


図-5 直受による鞍懸工法

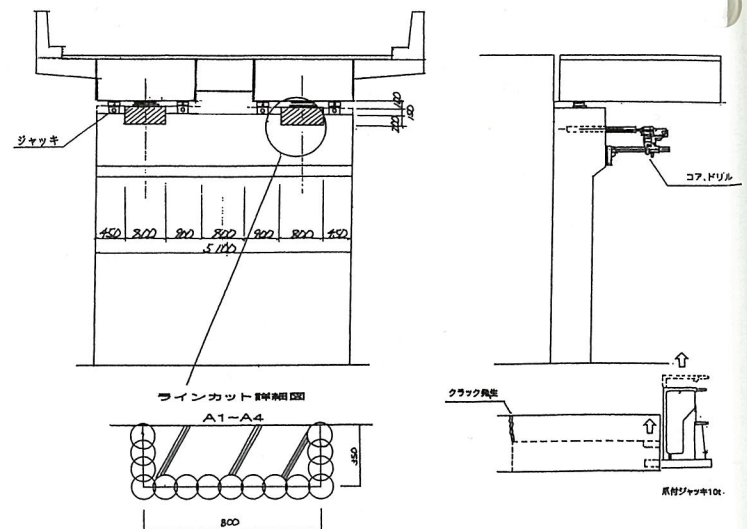


図-6 コアドリルによるはつり

(1) コアドリルによるはつり

この工法ははつり取る面に沿ってコアボーリングし、沓座モルタルを切断する工法である。騒音や粉塵が出ないので夜間しか作業できない場所や特に環境問題に配慮しなければならない場所に適している。(図-6)

(2) ワイヤソーによるはつり

この工法はダイヤモンド砥粒の焼結ビーズを一定間隔に配置して、ワイヤロープで結合したワイヤソーを旋回させて沓座モルタルを切断する。コアドリル工法と同様に特に環境問題に配慮が必要な場所に適している。

(図-7)

(3) ウォータージェットによるはつり

この工法は2500kg f / cm²位の高圧水を使用してはつる工法である。コアドリル工法やワイヤソー工法は鉄筋やアンカーボルトも切断してしまうがこの工法はコンクリートのみを撤去することが出来る。特徴としては切断時に使用する水の回収設備、はつり殻と高圧水の飛散防止対策、騒音対策等が必要である。

(図-8)

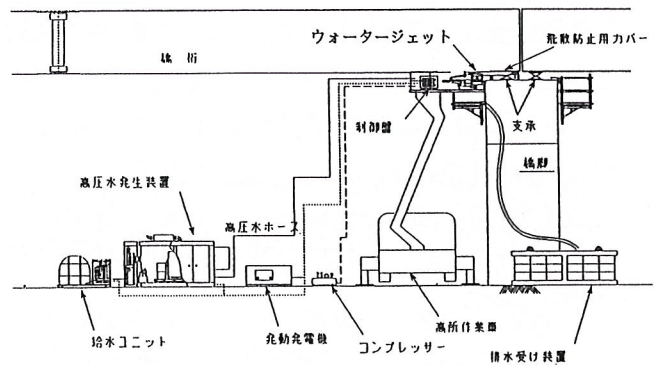


図-8 ウォータージェット施工図



写真-2 沓座はつり

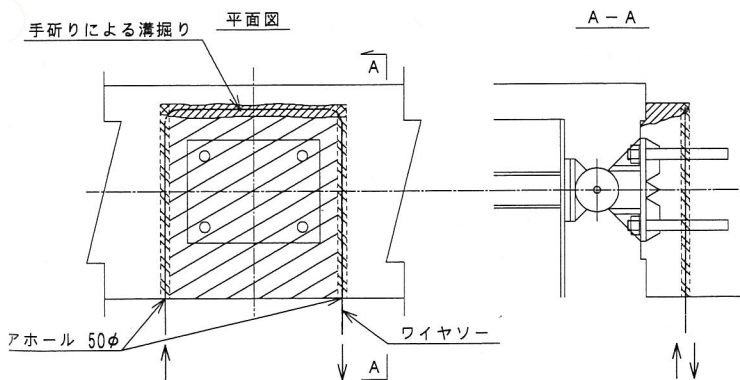


図-7 ワイヤソーによるはつり

4. 工事費

よく補修工事は採算性が悪いと言う声を聞く。その原因としては以下のような事項が考えられる。

- ・新設工事に比較して現場の不確定要素が多く、それを事前に積算に反映することが難しい。
- ・詳細な現場調査・計測なしで設計し、施工時に変更になり手待ち・手戻りが生じる。
- ・施工数量が少ない割に材料の種類が多くロスが多い。
- ・作業工種が多く労務者のロスが多い。
- ・積算基準が少なく新設工事の歩掛かりを流用する。

補修工事における公表歩掛かりとしては「建設省土木工事積算基準」には“支承取替工”と“現場溶接鋼桁補強工”“床版補強工”“プレキャスト床版設置工”等があり、日本機械化協会編「橋梁架設工事の積算」には“補修用足場工”“支承取替工”“高力ボルト取替工”“補修溶接工”“床版取替工”“落橋防止装置工”がある。また、市場単価としては経済調査会編「土木施工単価」も設定されている。

但し、これらの歩掛かりはある標準的な施工方法を設定して作成されているので、施工条件や施工数量が大きく違う場合は個別に「積上げ積算」を実施しなければならない。

補修委員会としては客先に対して、積上げ積算の協力を実施しているので利用していただきたい。

支承取替え工事については最近ゴム支承への取替えが多くなった。補修委員会としては毎年独自に各種の施工歩掛かり関係の実態調査を実施している。以下に調査データの一部を参考として添付する。(図-9、図-10)

参考文献

建設省土木工事積算基準 平成10年度版

橋梁架設工事の積算 平成10年度版

((財)日本建設機械化協会)

支承部補修・補強工事の手引

(日本橋梁建設協会)

鋼橋の損傷の実体と補修、補強改造の事例

(日本橋梁建設協会)

鋼橋補修補強マニュアル

((財)道路保全センター)

橋梁補修工事実体調査表

(日本橋梁建設協会 補修委員会)

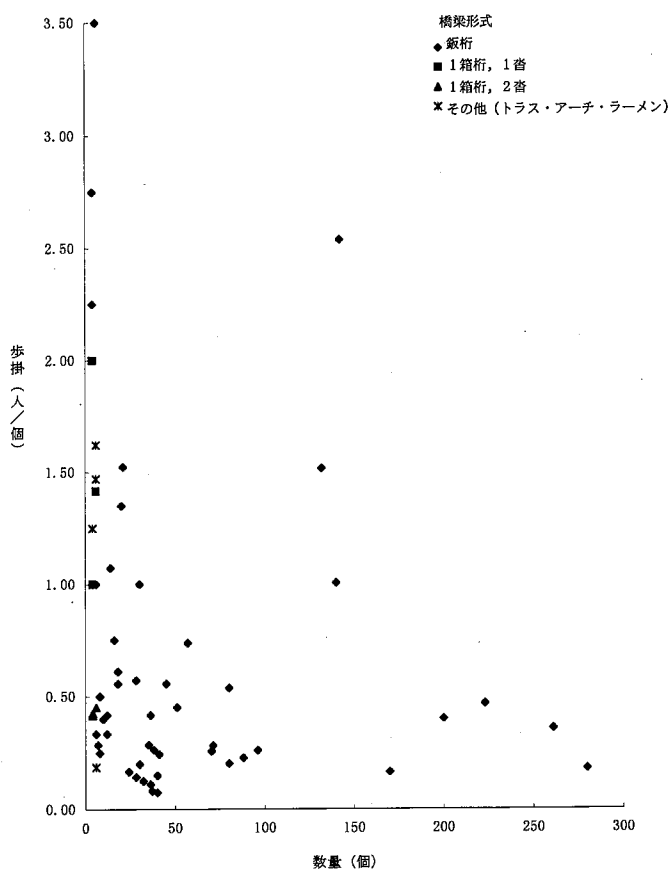


図-9 平成4年～8年度調査工

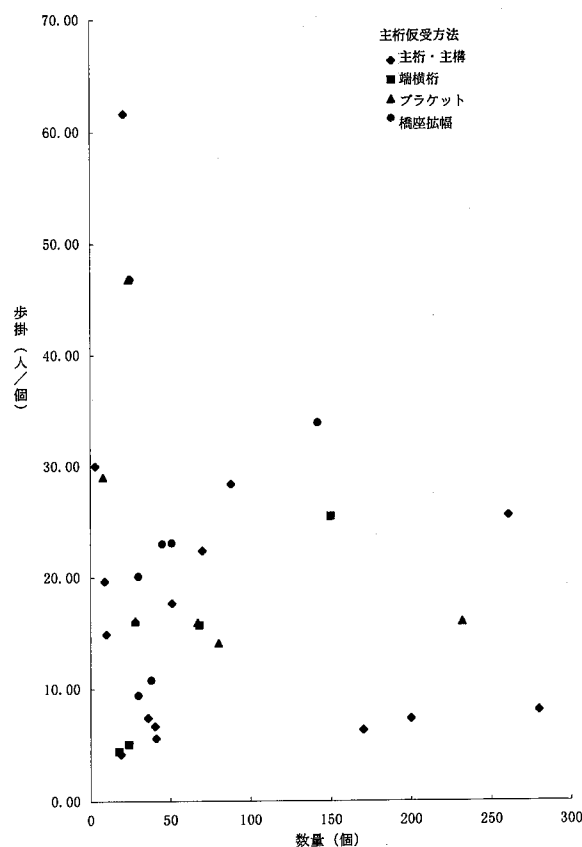


図-10 平成6年～8年度ゴム支承取替

橋梁維持管理費の縮減に向けて

(関東技術事務所からの便り)

建設省関東地方建設局関東技術事務所 建設専門官

河田寛行

1. はじめに

関東技術事務所は、関東地建管内各工事事務所、管理事務所等の業務執行をサポートする機関として、業務執行上に生じた技術的課題に対しての技術開発業務、舗装の路面性状調査・水質に関する調査等の維持管理に必要な試験調査業務の実施、新技術の活用普及、技術的情報の収集・提供による技術的支援、災害復旧用備蓄資機材の運用管理等を行っています。

橋梁に関する業務としては、橋梁の維持管理に関する業務として10年ごとの定期点検、塗装の長寿命化のための調査等を行っています。

2. 関東地建管内の橋梁の現況

現在、関東地方建設局管内の橋梁数としては、約1900橋（うち15m以上の橋梁が1200橋）を管理していますが、車両の大型化や交通量の増加等により一部の橋梁に於いて損傷が生じてきています。また、我が国の国際化にあわせて平成10年から施行される25t車のフリー走行による荷重の増加等は、道路橋がさらに過酷な条件下に置かれることとなります。

一般に橋梁の損傷は、昭和39年度に制定された道路橋示方書で設計された橋梁の場合、床版厚が現在の基準より小さく、剛性が低いことやたわみに関する許容値の緩和などの影響により、架設後約20年程度から床版の損傷だけでなく、鋼橋部材の疲労損傷が発見される事例が多いといわれています。

管内の橋梁を架設年度別に見ると、昭和30年代から昭和50年代の我が国経済の高度成長期に整備が行われた橋梁が全体の50%と、大きな山を形成し、この時期に急激な整備が行われたことを表しています。架設後の経過年数は、昭和30年代から50年代に架設した橋梁が、40年から20年を経過し、それ以前の橋梁とあわせると架設後20年以上経過した橋梁は、全体の70%以上となっており、今後鋼橋の疲労損傷の増加が予想されます。

これらに対応し、維持補修業務の急激な負担増となることなく、補修費を最小として橋梁本来の機能を維持してゆく、橋梁の維持補修計画と補修・補強手法が求められています。

3. 関東技術事務所の取り組み

組み合わせ構造物である橋梁補修・補強工法の選定に当たっては、橋梁全体を考慮した原因の解明と、対策が必要となります。特に鋼橋の疲労損傷については、一般的な静的耐荷力に対する常識が通用しないケースが多く、補強のために部材の断面積を増やしても疲労強度が上がるとは限らず、現場溶接を用いて直したところが新たな疲労の弱点となり、むしろ補強前より疲労強度が低下することも起こるなど、一旦疲労損傷が生じてしまうとその原因を明らかにし、適切な補修補強対策を立てる必要があります。疲労損傷の原因は、一次応力と二次応力によるものがありますが、損傷の大部分が部材同士の交差部

や、細部構造に発生しており、二次応力に起因して生じる現状にあります。この二次応力による疲労損傷については、ディテールを工夫し、応力の伝達をスムーズにする伝達構造への変更、橋梁全体の剛性を高めて、局所的な変形や応力を軽減させるなどの対策を検討することが必要で、このような対策を立案するためには、経験に基づくディテールの選択など専門的知識と経験ある判断と、データの蓄積とそのフィードバックが必要となります。

このような課題に対応するため、関東技術事務所としては、平成9年度から、今までの橋梁定期点検を行うだけでなく、補修、補強が必要な橋梁について、土木研究所橋梁研究室長を中心に、学識経験者、民間橋梁技術者

などの専門技術者から構成した、「橋梁補修・補強検討会」を設置して損傷箇所の補修対策だけでなく、橋梁全体のバランスを考慮した、橋梁の長寿命化のための補強工法の立案を行うとともに、橋梁の損傷状態、補修結果等のデータを蓄積するためのデータベースの開発、損傷の程度を考慮した効率的な点検方法等の検討を行っています。

いうまでもなく橋梁は、重要な社会資本として将来にわたって良好なサービスレベルを維持していくことが求められています。関東技術事務所としては、これら、橋梁の長寿命化のための補修補強検討、効率的な点検計画に基づく橋梁点検と、データベース化による維持管理情報の支援により、橋梁維持管理費の縮減に寄与していきたい。



「オイルショックは神風」

—明石海峡大橋完成に想う

遠藤 武夫

98年4月5日 ‘ついに’ 明石海峡大橋が完成、供用開始した。

本四架橋のターゲットであり、「夢の架け橋」と言われてきた大橋が、夢から現実のものとなり、その全容を現した。本工事着手時に示した工期どおりに、重大事故0で完成した。直接関与した一人として、心から快哉を叫ばずにはおられない。

95年1月17日の阪神淡路大震災にも耐え、世界一となったこの吊り橋、震災後、日一日と桁を延ばし始め、対岸に渡ろうとしていった姿は、復興の足取りのシンボルとして、関係者に力強いエールを送ったに違いない。まだ街の復興は8割程度であると言われている今日、大橋が一足先に完成し、関連のアクセス道路と同時に供用開始したことは、地域の活性化を促す大きな力となり、街の完全復興に一層の弾みをつけることになるだろう。さらに、全国幹線道路網と結び付き、ネットワークが構築されたことで、今後、この一大資産の有効活用が重要な課題となり、また、その成否が次期海峡横断プロジェクトの推進に影響を与えることにもなる。

ともあれ、明石が完成した。・・・が、ひるがえって、明石完成までの道程をみると、当初、誰が今の姿を想定し得たであろうかと思われてならない。67年の土木学会の報告書では、中央支間長1500mがひとつの限界とも考えられ、支間長1515mの吊り橋で海峡を渡る計画が示されていたが、70年7月本四公団が発足し、73年に認可を受けた当初の工事实施計画では、その後の調査結果を踏まえて1780mの支間長を持つ道路鉄道併用吊り橋の計画となっていた。しかし、この計画でも、とくに、海中基礎と長大支間の上部工の設計・施工に、新たな技術開発が求められており、諸工種の施工法や工程は想定の域にあったように思われる。勿論その時点では、日本の産・学・官の叡智を集め、議論をし検討を重ねた成果であり、ベストの計画であったことは言うまでもない。ただ、架橋地点の諸条件、自然条件や社会的制約条件の把握が充分でなかった時点での判断であり、材料、施工機械、作業船舶などについても、開発にまつところがあり、即実施というには解決すべき課題が残されていたものであった。この工事实施計画によれば、73年度3ルート同時着工、85年度完成の工程計画であった。

歴史、過ぎ去った後からの‘れば’‘たら’は言うべくもないことではあるが、もし、あの時、‘この計画’通りに、当時の‘日本の元気’を持って進んでいったとしたら、どんな明石海峡大橋が出来あがっていたであろうか？ 計画工程通りに工事が進み、世界一の記録を13年も早く達成し得たであろうか？「あの時」というのは、73年11月25日3ルート同時着工の起工式を挙げようとしていた「時」のことである。第四次中東戦争の勃発により生じたオイルショックという経済恐慌が起きた時のことで、時の政府は総需要抑制策の一環の目玉として、本四架橋の工事着手の延期を採った。公団発足以降、工事実施計画の認可まで、とんとん拍子に進んできた手続きに基づいて、記念切手、記念たばこ、記念タオルなど、起工を祝う品々も出来上がって、まさに起工式を挙げようとしていた時に中止、延期となったのである。この凍結の期間がどの位続くのかは分らなかったが、この猶予の時間は天の恵みともいえる時間になった。もっとも、公団の外からは、「本四公団は、サラリーマンの桃源郷」と揶揄され、週刊誌にネタを提供する羽目にもなり、対外的には何もしない、何も出来ない公団ではあったが、公団内部では真剣に設計・施工法についての議論がかわされ、現地での調査・試験も続けられ、設計・施工法の見直しが重ねられた。

この時間的猶予が、とんとん拍子に進んだ事務手続に「内容」が追い付く時間を与えてくれた。そして、75年8月、今度は、総需要抑制策で後退した景気の刺激策として本四架橋の工事再開が採りあげられ、「当面の建設方針」が打ち出された。いわゆる1ルート3橋方式による段階的事業の実施である。

オイルショックの引き起こした風波は、架橋工事の熟度を高める時間を与えてくれ、当面の建設方針でうたわれた逐次着工の方針は、先行橋梁の技術的経験を後行橋梁に生かし、特殊技能工の回転を円滑にする効果を生み出す一方、急速に進んだエレクトロニクス技術を受けて大きく進歩した工業技術力の成果を、設計・施工に採り入れることを可能にした。

以降、一步一步着実に工事が進められ、その経験の蓄積が、明石への挑戦を可能にする力を蓄えさせてくれたのである。また、この間に進んだ国鉄の財政難が、四国新幹線計画を不透明にさせ、明石を道路単独橋へと変更する気運を生むことになった。指示を受けた公団は、道路単独橋の可能性調査を実施、単独橋として可能性ありとの報告書を提出した。一方、この道路単独橋調査の過程で、認可計画の1780m案に対して、2000m級の橋梁計画案が生まれた。2000m級の橋梁案は、海中橋脚位置を明石海峡の最強潮流帯を避けた海域に、アンカレイジ位置を汀線部に選定することを可能にし、工事海域も本航路を侵さずに設定でき、工事の安全性、確実性を高める利点をもつ案となった。さらに、道路単独橋案は、大橋取付陸上部の生活環境面に対する対策を容易にし、明石海峡大橋の実現を促す要因ともなった。

「オイルショックは神風」であった所以である。

丁度10年前の88年4月10日、瀬戸大橋が完成、四国は本州と陸続きになった。86年7月に第一建

設局長として赴任した私は、明石の本工事着手のための環境条件づくりに汗を流し、設計施工法の詰めを行っていたが、瀬戸大橋完成の翌月、5月1日に本工事に着手することが出来た。以来10年、明石を進める立場から、後半は、見守る立場に変わったが、この10年は、密度の濃い、収穫の多い10年であった。事業再開時に12年の予定工期を10年とされてスタートした明石海峡大橋、まさに走りながら考え、考えながら走った10年であった。とどまることや失敗が許されない緊張の連続のなかで、本当に「良くやった」と思う。明石で生み出された多くの技術的成果の内容は、他に譲るとして、このような成果を生み出した源は、ことにあたって、前例を踏まえつつも、絶えず改善を求め、可能性があれば取り組んでいった積極性にあったと思う。そして、「もの」が目の前にあり、求められる具体の要求を定めて、それを満足させるために、議論をし、実験をし、必要ならば試験施工をも行って、本工事に採用することが、技術を確実に進展させる力となったと痛感した。机上の議論だけではなかなか進むものではない。明石を越える技術の進展のためにも「次のプロジェクト」の発進が望まれてやまない。

日本鋼管(株)総合エンジニアリング事業部顧問

京都、大阪の歴史的橋梁調査

日本の橋幹事会

1. まえがき

日本の橋幹事会では(社)土木学会鋼構造委員会歴史的鋼橋調査小委員会(委員長:小西純一信州大学助教授)との調査・研究の交流を続けている。具体的には双方の委員・幹事による歴史的橋梁の合同調査であり、平成9年は5月に「秩父地方の橋梁」を対象に調査を行った。平成10年は3月に「京都、大阪の歴史的橋梁」について合同調査を行ったので以下にその概要を報告する。調査メンバーは表-1に示す。なお表のメンバー以外に、(株)かんこうの新島氏には1日目のご案内をいただき、2日間調査に同行され、またNKKの松村氏が2日目の調査に参加された。なお本報告書の橋梁に関するデータは歴史的鋼橋調査小委員会で用意された資料によっている。また橋のさらに詳しい内容については参考文献を参照されたい。

2. 調査工程

3月8日(日):午後1時に京都駅に集合しタクシーと電車を乗り継いで調査を行った。この日調査した橋梁を下記に示す。

- ・上賀茂神社:橋殿、玉橋、片岡橋(いずれも重文)
- ・市原橋(1914年、RCアーチ)
- ・二ノ瀬橋(1912年、SRCトラス)
- ・河合橋(1939年、プレートガーダー)
- ・賀茂大橋(1931年、プレートガーダー)
- ・東福寺:臥雲橋、偃月橋(重文)、通天橋、

三門前石橋

- ・観月橋(1936年、プレートガーダー)
- ・近鉄澱川橋梁(1928年、プラット分格トラス)
- ・京橋、旧伏見港界限

表-1 調査メンバー

土木学会:歴史的鋼橋調査小委員会	
小西 純一	委員長:信州大学工学部
贅田 秀世	東日本旅客鉄道株式会社
中川 浩一	流通経済大学
中村 一史	東京都立大学土木工学科
平原 勲	東京エンジニアリング(株)
藤井 郁夫	(株)東京鉄骨橋梁
増渕 文男	関東学院大学土木工学科
松村 博	(財)大阪市都市工学情報センター
村尾 裕二	東京都建設局
山本 哲	(株)横河ブリッジ
橋建協:日本の橋幹事会	
伊藤 博章	川田工業(株)
三浦 章三郎	三菱重工業(株)
森安 宏	石川島播磨重工業(株)

3月9日(月):午前8時にホテルロビーに集合し、JR京橋駅付近の橋梁を調査したあと、地下鉄で鶴見緑地駅まで行きチャーターバスによる調査をスタートした。

- ・緑地西橋（旧心齋橋：1873年下路ボーストリングトラス）、雪鯨橋
- ・城東貨物線淀川橋梁（赤川鉄橋：1929年）
- ・東海道本線上淀川橋梁（1901年、トラスその他）
- ・浜中津橋（1935年ポニーワーレントラス）
- ・十三大橋(1932年)
- ・本町橋（1913年2ヒンジアーチ）
- ・大阪港施設および港内橋梁視察（大阪市広報船「夢咲」から）
阪神公団大阪湾岸線橋梁群、港大橋、天保山大橋、南港大橋、此花大橋、かもめ大橋、なみはや大橋、新木津川大橋、夢洲舞洲連絡橋（工事中）等
- ・大阪環状線木津川橋梁、大浪橋、昭和橋
調査終了後地下鉄淀屋橋駅で解散した。

3. 調査橋梁

調査した前記橋の内主なものを以下に記す。

3.1 上賀茂神社の橋：橋殿、玉橋、片岡橋

調査当日は大変良い天気にも恵まれ、また大安吉日ということもあって結婚式を終えた若いカップルに迎えられるような形で調査は始まった。上賀茂神社の境内に三つの重要文化財の橋がある。いずれも境内を流れる小川

（櫓の小川と呼ばれている）に架けられているが、橋殿と片岡橋は屋根付き橋である。境内のほとんどの建築物と同じように式年遷宮が行われた寛永5年（1628年）の築造とされる。

・橋殿は別名舞殿と呼ばれているように、橋というよりも舞台という感じの建築物で、桧皮葺で入り母屋造りの大きな屋根がのせられている。毎年5月15日に行われる京都三大祭りの一つ葵祭りの社頭の儀という重要な儀式の舞台となる。（写真-1）

・玉橋は楼門の前にあり、朱塗りの高欄のついた反りのある美しい橋である。橋の外側には黒地に白で剣巴文が描かれている（写真-2）。普段はしめ縄が張られ一般の人は渡れない。祭礼時に幣物を供え神の意を伝える神官が渡る。

・片岡橋は上賀茂神社の摂社の1つである片岡神社の拝殿のすぐ横に玉橋と並んで架けられており、大きな唐破風を持つ桧皮葺の屋根を持った小さな橋である。普段でも一般の人の通行が出来る。

3.2 市原橋：鉄骨コンクリート固定アーチ橋 L=32.2m, B=3.6m

左京区静市で鞍馬川を跨いで架かっている



写真一 1 橋殿



写真一 2 玉橋剣巴文

固定アーチ橋である。鉄筋コンクリート構造が本格的に橋に適用される先駆けとなった1912年（明治45年）完成の、歴史的な橋である。車道は隣に新橋が架けられたが、歩道として現在も使用されている。ただ一部中の鉄骨が錆びコンクリートが剥げ落ちており、何らかの補修をする必要がある。

3.3 ニノ瀬橋：鉄骨コンクリート上路ワーレントラスL=15m、B=3.29m

市原橋から少し上流に1914年（大正3年）に完成した鉄骨コンクリート製の上路ワーレントラスのニノ瀬橋が架かっている。この橋は道路改良工事で新橋が架けられたため現在はまったく使われておらず、錆びた鉄骨がところどころむき出しになっており荒れるがままになっている。市原橋ともども技術史的に貴重な橋であり手当てが望まれる。（写真-3）（「鉄の橋百選」参照）

3.4 河合橋、賀茂大橋：ゲルバー式プレートガーダー橋

ニノ瀬橋の調査を終わり、叡山電鉄でニノ瀬駅から出町柳駅まで戻ってきた。この出町柳駅の近くに河合橋と賀茂大橋が架かっている。

- ・河合橋は高野川にかかる3径間のゲルバー式プレートガーダー橋で1939年3月完成した。（L=59.6m）
- ・賀茂大橋は河合橋の下流で、鴨川と高野川が合流する地点に架かっている鴨川で最長の橋である。現在の橋は1931年に完成した橋長153m、幅員22.1mの8径間の鋼桁橋である。流水部の4径間はゲルバー式、両側は単純桁である。高欄は石造りで所々に灯籠風の飾灯のある日本調のデザインの橋梁である。（写真-4）この橋のすぐ上流には、飛び石が川の中に作られており遊び場になっている。川を渡る橋の原点となるものである。（写真-5）



写真—4 賀茂大橋



写真—3 二の瀬橋



写真—5 賀茂川の飛び石

3.5 東福寺の橋：臥雲橋^{がうんぎょう}、通天橋^{えんげつきょう}、偃月橋、三門前石橋

出町柳駅から京阪電鉄に乗り換えて東福寺駅まで行き、寺の中にある橋を調査した。京都五山の一つで、紅葉の名所としても有名な東福寺の境内には3つの屋根付きの木橋（廊橋）がある。

・庫裡の東側にある偃月橋は、慶長8年（1603年）に再建されたもので昭和42年に重要文化財に指定されている。（写真-6、写真-7）臥雲橋は相当古くから架けられていたようだが年代ははっきりしない。偃月橋より一回り大きくした同じ構造の橋である。

この臥雲橋から眺められる通天橋は東福寺の境内にある深い溪谷洗玉澗に架かる橋の中でもっとも規模の大きいものである。これらの橋は伽藍の中心部と谷をはさんで広がる多くの堂宇をむすぶものであるが、通天橋は1380年創架とされる。現在の橋は、前の橋が昭和34年9月の伊勢湾台風によって倒壊したものを昭和36年に建てかえたもので橋脚部分は鉄筋コンクリート造りとなっている。（写真-8）

3.6 観月橋：ゲルバー式プレートガーダー橋 $L=7@25.5m$, $B=8m+2@1.5m$

現在の観月橋の架かっている地点は、豊臣

秀吉の時代から交通の要衝として重要視されてきた。幕末の鳥羽・伏見の戦い（1867年）で焼け落ちて通行不能になり、明治6年に復旧されるまでは豊後橋と呼ばれていたが、復旧後観月橋と呼ばれるようになった。明治41年に上・下部とも鉄製となり、昭和11年



写真一七 偃月橋



写真一六 偃月橋



写真一八 通天橋

(1936年)国道の整備に伴って近代的な橋梁に架け替えられた。この橋は国道24号にあたり交通量の増大によって昭和50年(1975年)には京阪電車の上を超えて新観月橋が架けられた。本橋は側道橋があるため下にいかなければそんなに古い橋とは思えない。

3.7 近鉄澁川橋梁：複線下路プラット分格トラス（ペンシルヴァニアトラス）

1928年（昭和3年）に竣工した、いまだに単純トラスの鉄道橋としては最大の支間（164.6m）を誇る橋梁である。

重量1839トン、鋼材の83%はベスレヘムスチール社製。もともとはプレートガーダーの計画であったのが軍の関係で1スパンで渡らざるを得なくなる等難問が続出する中で、実質6ヶ月半で竣工に持ち込んだと言われているが、いくら突貫工事を強いられたとはいえ

コンピュータの無い時代に信じられないような早さであり、当時の技術者達の技術力と努力は驚嘆に値する。夕闇迫る時間になったが、橋のもとに立ち宇治川に架かるこの橋を眺めると短期日にこの橋を作り上げた先達の偉大さを感じざるを得ない。（写真-9）（「鉄の橋百選」参照）

澁川橋梁の調査の後、松村氏の案内で伏見の酒蔵、坂本竜馬の常宿であった寺田屋、京橋、そして現在の状況からはその昔、新式の外輪船等が入港していたとはとても思えない伏見港等京都の玄関口として繁栄していた跡地を見学し、京阪電車で中書島駅から宿舎のある大阪の京橋へと向かった。



写真—9 近鉄澁川橋梁（松村氏提供）

3.8 緑地西橋（旧心齋橋）：新桁橋 L=29.5m、B=8.0m、（旧心齋橋L=36.13m）

緑地西橋として荷重を支える橋は桁橋であるが、その両脇に独立して主構だけ架け渡されているのが旧心齋橋である。明治に入り大阪では次々と鉄の橋が架けられた。心齋橋は明治6年（1873年）にドイツから輸入されたボーストリングトラス形式の橋梁で、現存する日本最古の鉄の橋として貴重な文化遺産である。橋のもとには、ここに落ち着くまで、境川橋、新千船橋、すずかけ橋といくども身の置き所を変えていった経緯が記された銘板が立てられている。（写真-10）（「鉄の橋百選」参照）

3.9 雪鯨橋：1757年 L=6m、B=3m

阪急京都線上新庄駅近くの瑞光寺の境内に、欄干が鯨の骨で造られた小さな石橋がかっている。親柱には雪鯨橋と銘されており、別名「くじら橋」として有名である。50年毎に取り替えるということであるが、相当風化が進んでいる。鯨の骨の入手の問題、酸性雨等の自然環境の問題もあり、この名物橋をいつまでも存続させるのは大変な努力が必要と思われる。（写真-11）



写真一11雪鯨橋



写真一10
緑地西橋（旧心齋橋）

3.10 東海道本線上淀川橋梁

東海道本線は大阪駅の近辺で淀川を2度渡る。新大阪—大阪間にある上流側の橋を上淀川橋梁とよび、大阪—塚本間の下流側の橋を下淀川橋梁と呼んでいる。上淀川橋梁には上り線用と、貨物線用の複線プラットトラス橋と、下り線用のプレートガーダー橋がある。上り線に利用されているプラットトラスは、1901年（明治34年）に使用開始されたアメリカ製の古い橋である。この古い橋がいまだに現役として最新式の列車を毎日通し、過酷な任務を果たしている事は驚きであり又大きな感激でもある。乗客のほとんどはそういう歴史も知らずにこの橋を渡っている。（写真-12）（鉄の橋百選参照）

3.11 浜中津橋：ポニーワーレントラス

$L=33.234\text{m}$ 、 $B=4.5\text{m}$

鋼タイドアーチの十三大橋の左岸側にある長柄運河（現在は水は無い）にかかる浜中津橋は、わが国最初の鉄道用鉄桁として明治7年（1874年）開通の大阪—神戸間に使用されたトラス橋を再転用したもので、最古の鉄道用鉄桁として貴重な桁である。主構両端は支間を延ばすために三角形の延長部が取り付けられているが主構そのものは原形のままである。（写真-13）（「鉄の橋百選」参照）

3.12 本町橋：上路2ヒンジアーチ $L=46.5$

m 、 $B=15.0\text{m}+2@3.28\text{m}$

本町通りが東横堀川を跨ぐ地点に架けられ

写真—12

東海道線上淀川橋梁



写真—13

浜中津橋



写真—14
本町橋

写真—15
大阪環状線木津川橋梁



写真—16
大浪橋



ている本町橋は、大阪市内で現役最古の鋼橋であると同時に全国的にも現役最古の鋼アーチ橋である。本町橋の歴史は古いが、現在の橋は大正2年(1913年)に架け替えられたもので、橋脚はルネサンス風のデザインが特徴の重厚な構造の橋である。(写真-14) (鉄の橋百選参照)

3.13 大阪港内橋梁

午後から大阪市の広報船「夢咲」に乗船し大阪港内の施設及び橋梁を視察した。視察したルートには世界的なクラスの橋梁から先駆けとなった橋梁等多種多様な橋が架かっており、橋梁技術者の意気を感じられる地域でもある。主な橋梁は次の通りである。

- ・港大橋：中央径間510mの世界第3位のゲルバートラス橋。斜張橋の出現で橋梁史上最後の長大ゲルバートラス橋になるとと思われる歴史的な橋。
- ・此花大橋：中央径間300mの世界でも珍しいモノケーブル自旋式吊橋。
- ・かもめ大橋：マルチケーブル斜張橋の先駆けとなった中央径間240mの斜張橋。
- ・天保山大橋：阪神公団湾岸線の中央径間350mのマルチケーブル斜張橋。
- ・新木津川大橋：中央径間305mのバランスドアーチ。アーチ橋としては日本屈指の規模である。
- ・なみはや大橋：中央径間250mを有する日本最大級の3径間連続鋼床版曲線箱桁橋。

3.14 大阪環状線木津川橋梁：複線ダブルワーレントラス L=106m

大阪環状線の大正駅ホームの天王寺側の端部にすぐ接して木津川に架かる本橋は、昭和3年(1928年)に大阪臨港線時代に建設されたものである。この橋と同一設計で少し橋長の短い岩崎運河橋もこの近くに架かっている。端柱が鉛直に立っているため雄大さと歴史を感じさせる橋でもある。(写真-15) (「鉄

の橋百選」参照)

3.15 大浪橋：下路ブレースドリブタイドアーチ L=81.5m, B=17m+2@4.25m

大正区と浪速区をむすぶ新橋ということで区名の一字ずつを取って大浪橋と命名され、木津川筋で戦前架けられた橋として最下流にある本橋は昭和12年(1937年)に完成した。(写真-16)

4. あとがき

今回の調査は鋼橋だけでなく、歴史的に意義のある橋梁も含まれており、個人ではなかなか訪れる事がむずかしい橋梁も多々あり、大変有意義な調査であった。小西委員長を始め土木学会委員会の皆様には大変お世話になりありがとうございました。特に松村氏には、いろいろな事前準備と、また調査橋梁の歴史について懇切丁寧な解説をしていただき大変勉強になりました。また大阪市建設局の丸山氏および港湾局の入江氏には大阪港の案内をいただきありがとうございました。誌面を借りまして関係者の皆様に厚く御礼を申し上げます。今後とも鋼橋の発展に努力していきたいと思っております。

(文責：森安 宏)

参考文献：

1. 成瀬輝男編：「鉄の橋百選」、東京堂出版 1994年
2. 歴史的鋼橋集覧第一集：(社)土木学会 歴史的鋼橋調査小委員会 平成8年
3. 日本の橋(増訂版)：(社)日本橋梁建設協会、朝倉書店 平成6年
4. 松村博：「京の橋ものがたり」、松籟社、平成6年
5. 松村博：「大阪の橋」、松籟社、昭和62年
6. わたしたちの大阪港：(社)大阪港振興協会発行パンフレット

和琴洋才

〈プロフィール〉

小学生から琴を始め、現在は生田流師範格。和服を着て演奏する香織さんは、さぞ素敵でしょう。

そんな古風な面があるかと思えば、高校卒業後、御両親への必死の説得が実り、カナダへ留学。大自然に囲まれて過した一年間は、とても貴重な体験でした。海外は、カナダ以外にもイギリス・フランス・スペインそして香港と旅してきましたが、将来は是非オーストラリアへ行ってみたいと思っています。

その積極性で、仕事も熱心にこなし、営業事務のみならず入札まで対応します。「仕事の結果が橋となり、残っていくことは感動的です。」結婚しても仕事を続けていきたいと考えていますが、それは自分で事業を興こしたお父様と、その仕事を手伝いながら家庭を守ってきたお母様の姿を見て育ち、心から尊敬しているからです。

忙しい毎日の中で、最も心を安ませてくれるのは「グッチ」…といってもブランドではなく愛犬の名前。自らトリミングまでしてあげるそうです。

〈理想の男性像〉

ユーモアのセンスが有り、男らしい人。芸能人なら唐沢寿明さん

〈上司コメント〉

年齢的には新人類の範疇に入る彼女ですが、ご両親の薫陶よろしきを得て頗る常識的且つ素直に育てられた女性です。

明るくはきはきとした物言い、それでいて出すぎたところのないチャーミングな女性だけに、周囲が放ってはおかないでしょう。「実は、私…」と切り出されるのが一番の心配です。

〈編集室メモ〉

日本伝統的な琴が特技かと思えば、海外経験も豊富そして何より御両親を愛し、動物好きな明るく気取りの無い女性でした。



木戸 ^{かおり} 香織さん

(株)名村造船所鉄構事業部営業総括部
血液型……B型
星 座……蟹座

職 場 の 華

大島 好いとう!

〈プロフィール〉

周囲7km、島民の殆んどが知り合いという平島で生まれ、高校から大島へ移られました。平島の同級生6人の内、美奈さん以外はすべて県外就職。そんな中で「愛する地元で育ち、素晴らしい設備の工場で、誇りを持って働けることがうれしいです。」入社から3年間生産設計を担当し、自分が携わった橋が完成すると、休日に見て回るのがとても楽しみです。控え目な性格ながら、“おくんち”(長崎の言葉でお祭り)になると心が浮き立ってしまいます。町おこしのイベントにも積極的に参加。江戸時代、捕鯨が盛んだった頃行われていた「野芝居」が昨年復活。600人の観衆の前で、主人公の妻を演じました。

美奈さん、実はかなりのビール好き。そんな美奈さんに朗報が…。今年から発売された大島の地ビールタンクの前でハイポーズ、が掲載の写真です。

〈理想の男性像〉

やはり男性には、引っ張って欲しいタイプです。

〈上司コメント〉

設計業務を3年経験し、今の職場では庶務・経理の事務及び管理を安心して任せております。OA機器によく通じ、パソコンは我々の先生にもなっているくらいです。何より、社内外の行事には活発に参加し「地域と共に」を標榜すると当社の一員としてピッタリの存在です。誰にでもオープンで友達も多く皆から「ミナチャン」と親しまれている明るい女性です。

〈編集室メモ〉

長崎大島という風光明媚な所で育まれた純粋で健康的な美しい笑顔が大変素敵でした。



田辺 ^{みな} 美奈さん

(株)大島造船所鉄構部計画課
血液型……A型
星 座……さそり座

「瀬戸の新鮮な魚で一杯」

四国事務所 諸隈 成幸

四国事務所は四国4県（香川、徳島、高知、愛媛）を活動範囲として、総勢10名の幹事で広報活動をおこなっています。特徴的な技術講習会としては今年で9年目となる四国の建設コンサルタント協会、PC建協との合同の講習会があります。今年からは新しい鋼橋の誕生を積極的にPRし、幹事全員で頑張っていきたいと思います。

さて、今年の四国の最大の話は4月5日に開通した明石海峡大橋により本州と結ぶ新しいルートが出来たことです。満10年となった瀬戸大橋ルート、来春開通する今治、尾道ルートと併せて本四3ルートの時代の到来が間近になりました。四国内の高速道路も順調に伸び、それぞれが特徴的で魅力ある歴史と風土をもつ4つの国の時間的距離がますます短くなっています。4県とも美味しい料理に恵まれています。今回は高松での幹事会の後など幹事が良く通うお店を紹介します。

そのお店の名前は「まる家」と言い、高松の飲食街の中心となるトキワ新町という所に

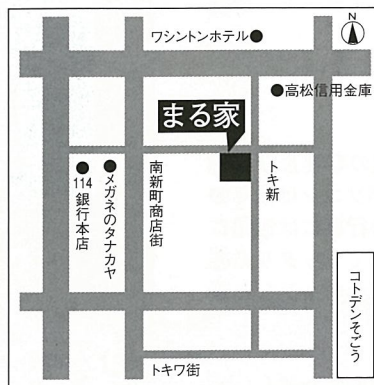
位置する純和風の居酒屋です。このお店のモットーは、その日のネタはその日のうちに売り切ることで、朝、市場で仕入れたばかりの瀬戸の魚介類の日替わりは、大半が午後9時過ぎには品切れしてしまいます。その他にも、玉子5個を使った「出し巻き」(480円)は、味・ボリュームともに一番の人気メニューで、一人では食べきれないほどです。

お店の雰囲気も魅力で、異なる三つのフロアがあり、一階はオープンキッチンのカウンター席、二階は小グループに最適のテーブル席、三階は26名まで可能な座敷席があります。

コース料理も一人2,500円（要予約）より、予算に応じて旬の素材を使った家庭的な味の大皿料理から料理長のおまかせ料理までと、とても居酒屋とは思えないくらいの対応をしてくれます。普通に食べて、飲んでも一人3,000円～5,000円程度で充分満足できます。

是非一度、出張に来られた際には瀬戸の料理を楽しんでみてはいかがでしょうか？

きっとご満足頂けるのでは…。



「まる家」

高松市瓦町2丁目1番地12
 TEL 0878-37-6111
 FAX 0878-63-5551
 営業時間/PM5:00~PM11:00
 定休日/日曜日



— 「新潟のへぎそば」一度召しあがれ? —

北陸事務所 嶋崎 正幸

北陸事務所は北陸三県（新潟・富山・石川）を担当地区として、総勢11名の幹事で活動しています。各県単位に3班に構成し、技術講習会や意見交換会等の広報活動に奔走しています。

当事務所の特徴としては、幹事のほとんどが東京駐在のため、月1回の幹事会での意志疎通が非常に大切なことです。日頃、中々頭もあわせられないので、各班の活動については電話やFAXでのやり取りが主になり、幹事会でバックアップすることになります。

また、地域特徴として日本海沿岸に沿って長く続き、冬季は日本海の荒波が海岸線の道路まで寄せるところも多く、冬の日本海の荒々しさが顔を覗かせます。その反面、北陸は「食の文化」とでも言うべき新鮮な海の幸をはじめとする種類の食べ物が豊富にそろっています。

特に新潟は全国的にも有名な米・酒はもちろんですが、お薦めなのが「そば」なのです。「へぎそば」といって新潟ではこの看板があちこちで目につきます。新潟の「へぎそば」は

繋ぎに特徴があって、海草を繋ぎに使用しているため、普通の「そば」より緑色しています。(店によって多少異なる)

名前の由来は「へぎ」という入れ物（ざるの大きいものに一口サイズに盛られている）から来ているとのことである。

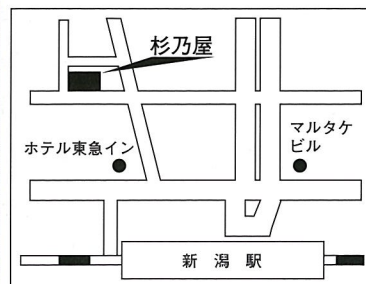
食べても「つるっ」とした喉ごしで一味違う「そば」が食べられます。

今回ご紹介するところの「杉乃屋」さんもそのうちの一つです。新潟駅から歩いて3分ぐらいのところ、ホテル東急インの裏側になります。このお店も「へぎそば」を売り物としている店です。ただし、「そば」に限らずメニューは豊富で田舎料理（のっぺ汁）から寿司、てんぷら等何でも品揃えするところがまたうれしいのです。

昼は「へぎそば」に天ぷらを添えて食べ、夜は田舎料理に舌鼓を打って、うまい冷酒と一緒に日本海の幸を存分に楽しんではいかがですか。

予算は5,000円ぐらいで、お薦めは「杉乃屋セット」(2,800円) 駅から近いこともあってか、たまに有名人をみかけることも?

新幹線の時間に合わせて立ち寄ってみては…。



「杉乃屋」駅前店

新潟市弁天1-3-3
電話 025-245-7878
営業時間 11:30~14:00
17:30~22:00
(年中無休)

協会にゆーす

役員の変替について

平成10年7月3日に開催された第212回理事会において、長谷川鏞一副会長・理事（横河ブリッジ）、落合理事（住友重機械工業）の辞任にともない、定款第12条第3項の規定に基づき次の方々が後任の理事に選任され、同日付けにて就任した。

理事 原田康夫氏（横河ブリッジ）
理事 大谷孝彦氏（住友重機械工業）

役職役員の変任について

平成10年7月3日開催された第212回理事会において、長谷川鏞一副会長の辞任にともない、定款第12条第4項の規定に基づき次の方を後任の副会長に選任し、同日付けにて就任した。

副会長・理事 原田康夫氏（横河ブリッジ）

災害時即応体制ガイドラインの策定

橋梁は道路の中でも特に重要な機能と役割を持っている。

阪神・淡路大震災では橋梁も大規模な損壊・損傷を受け、人命救助や生活物資の緊急輸送に多大の影響があった。市民の生活確保や経済活用の回復等には早急な災害復旧作業が求められるところである。

災害時における当協会の社会的使命を認識

し、平成9年11月21日付けにて当協会の「災害時即応体制ガイドライン」を策定した。

このガイドラインは、大規模な災害が発生した時に当協会及び会員各社が各関係機関に対する緊急の支援・協力と迅速な復旧活動等を如何に対処するかを示すものである。

なお、災害対策本部の設置については各関係機関からの要請があれば、即時に設置することになった。

『長大橋と耐風設計の将来展望に関する国際セミナー』開催の協賛

長大橋梁の海峡架橋技術と耐風設計との融和は明石海峡大橋の完成で技術的には完成したといわれている。現在の技術がまだ最善では無いとする自己評価と広く海外の技術者の意見を求める国際セミナーの開催が宮田横浜国立大学教授他の学術研究者により下記の通り実施した。

当協会もセミナー開催の趣旨に協賛し、また諸外国からも多数の学術研究者が参加して有意義にセミナーは終了した。

（開催期日）自 平成10年3月2日
至 平成10年3月5日

（場 所）神戸国際交流会館
（ポートアイランド）

『産業技術の歩みと未来を考える交流会議』への入会

産業技術歴史展は、平成9年8月8日から28日まで、パシフィコ横浜を会場に戦後の技術発展をテーマに産業技術歴史展実行委員会が主催、建設省、通産省、科学技術庁他の後援で実施された。

土木工学関係では当協会が明石海峡大橋を出展、社団法人日本土木工業協会が東京アク

アラインを出展したが、誰にでも分かる土木工学として好評であった。

出展団体が産業技術の継承活動を行うべき、また産業歴史展を踏まえて今後も幅広く活発に技術に関する啓蒙活動に取り組むべきとの意見が多くあり、交流会議の場を通じて行うことになり、当協会も参画することになった。

財団法人全国建設研修センターの「鋼橋講座」に講師を派遣

昭和36年4月、全国知事会から政府に対して「技術部門の研修実施について」との要望があり、全国知事会の出資により財団法人全国建設研修センターが設立され、地方庁の技術職員の研修を拡充することになった。

その後、さらに民間測量技術者、コンサルタント会社の技術者の研修も行うようになっていくが、昭和47年には建設省研修審議委員会がこの当該センターが実施する研修のうちの行政研修を「建設大学校が行う研修を補完するもの」と位置づけている。

平成10年度の研修は、4月6日から各部門別に研修が開始され、翌年3月5日に研修が終了するように計画されている。

当該センターは、平成10年度技術研修から新たに「鋼橋講座」が開設することになり、当協会から講師を派遣することにした。

『資料：日本の道路』を4団体で発刊

21世紀を目前に、経済・社会をとりまく環境は大きく変化しつつあり、早急に対応が求められている。あらゆる活動の基礎である社会資本の充実が必要であるが、中でも日本の道路は質・量共に決して十分ではありません。

平成10年度から、新たな道路整備五箇年計画がスタートしたが、重要なことはこの計画が着実に推進されることにあります。

この時期にあたり、道路に関する社団法人日本土木工業協会、社団法人日本道路建設業協会、社団法人日本橋梁建設協会、社団法人プレストレスト・コンクリート建設業協会の4団体が建設省道路局と建設広報協議会のご協力を得てカラーグラフ『資料：日本の道路』を平成10年3月に発刊した。

川鉄テクノコンストラクション株式会社が入会し会員会社が70社に

平成10年3月13日に開催された第210回理事会において、川鉄テクノコンストラクション株式会社（取締役社長金澤淳氏）の入会が承認された。

当該会社の入会により、当協会の会員数は70社となった。

建設CALCに関する特別委員会の設置

建設省では、公共工事にCALCの概念を導入し、組織また事業所間で情報の交換、共有、連携等を図り、建設費コストの縮減、品質の確保・向上、事業執行の効率化等を目指すことを決定した。

平成9年7月に建設省、社団法人建設コンサルタント協会、当協会の3者が「第1回建設CALC3者連絡会」を開催し、発注者、設計、施工の共通基盤の整備、標準ルール、情報化の及ぼす変化の予測、その対応等について調査・研究等を実施することになった。

当協会は、広報委員会に建設CALC検討ワーキンググループを組織して調査・研究に着手した。このグループは鋼橋の設計から施工

までのトータルコストの縮減と品質確保に関する調査・研究の結果を平成10年3月に「建設CALCALSに関する検討報告書」として纏めた。

建設省は、2004年には建設CALCALSの実施を目標としているため、当協会もより適切に対応するために各常設委員会から委員が参画する『建設CALCALSに関する特別委員会』を平成10年4月7日に発足させた。

第7回優秀施工者建設大臣表彰 について

平成10年5月29日、建設省本省において瓦建設大臣から、次の方々が栄えある優秀施工者として顕彰されました。

大石隆雄氏（日本車輛製造株式会社）
西野誠一氏（トピー工業株式会社）
濱田博美氏（株式会社栗本鐵工所）

中央要望の実施

平成10年5月19日に武井会長、長谷川副会長、澤井副会長、伊東専務理事他が建設省に伴事務次官、橋本技監他を訪問して、次の要旨の要望を行った。

尚、瓦建設大臣はご不在のため大臣宛の要望書を提出した。

(要望の要旨)

- ・平成10年度補正予算の早期成立と道路事業費の大幅な追加をお願いしたい。
- ・平成10年度よりスタートした「新たな道路整備5箇年計画」の完全達成のための予算の確保を図られたい。
- ・道路特定財源制度の堅持及び一般財源の大幅な投入をお願いしたい。
- ・公共工事のコスト縮減のための施策を推進するとともに、当協会が建設コスト縮減と

品質確保等を目的に取り組んでいる「新しい鋼橋の誕生」の実施に当たっては特段のご指導をお願いしたい。

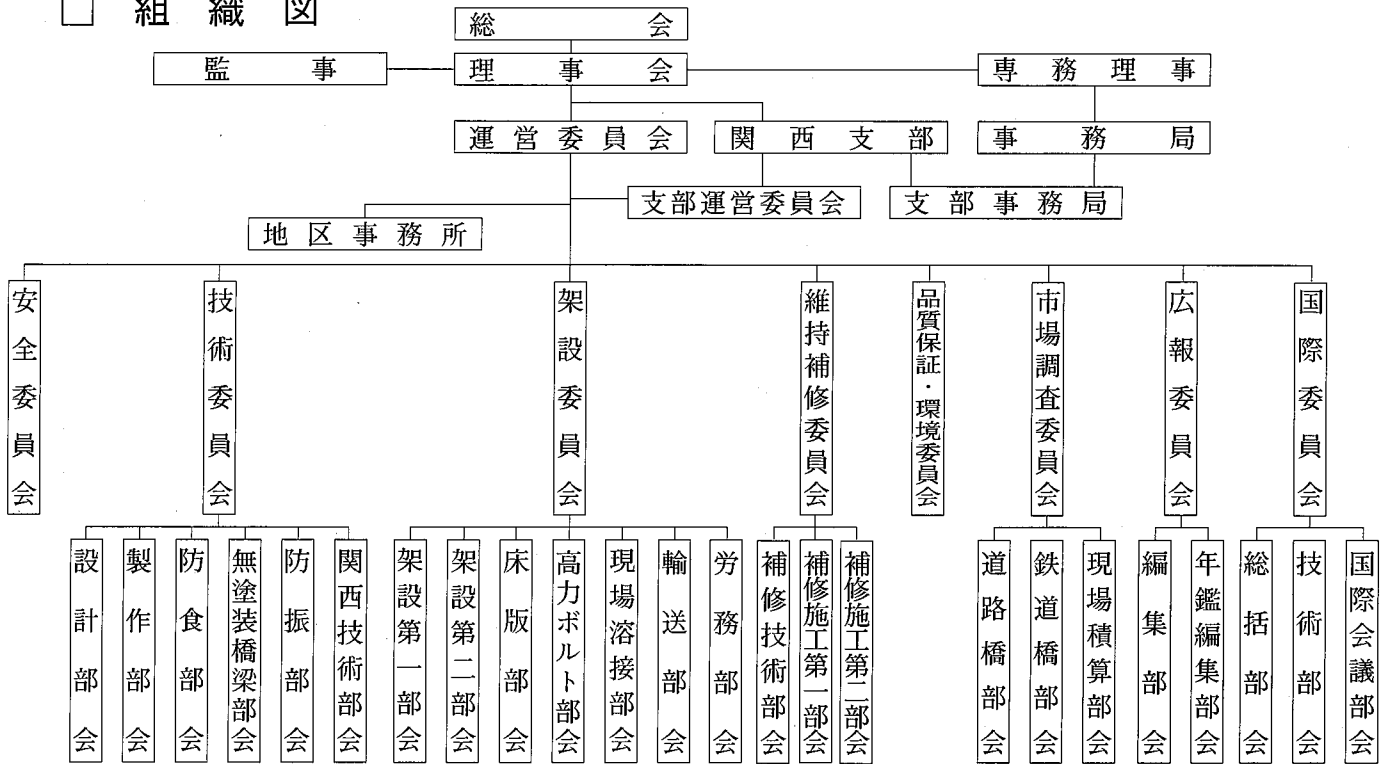
- ・ISO9000 シリーズを公共工事に適用する施策の推進をお願いしたい。

建設省への要望に引き続き、自民党本部に加藤幹事長、野中幹事長代理、愛知総務副会長、小杉政務調査会長を訪問して、同様の要望を行った。

以上

協会の組織・名簿

□ 組織図



□ 役員

会長	武井俊文	石川島播磨重工業株式会社	取締役社長
副会長	澤井廣之	株式会社宮地鐵工所	取締役社長
副会長	原田康夫	株式会社横河ブリッジ	取締役社長
専務理事	伊東仁史	社団法人日本橋梁建設協会	
理事	伊藤繁多	川崎重工業株式会社	常務取締役社長
理事	赤松谷惟孝	川田工業株式会社	取締役社長
理事	大瀧上賢一	駒井鉄工株式会社	取締役社長
理事	齋藤木大	住友重機械工業株式会社	取締役社長
理事	植木大昭	瀧上工業株式会社	取締役社長
理事	横井利哲	トピー工業株式会社	常務取締役社長
理事	毛小丸	日本鋼管株式会社	常務取締役社長
理事	高加今石	日立造船株式会社	常務取締役社長
理事	藤成	松尾橋梁株式会社	常務取締役社長
理事	石沢	三井造船株式会社	常務取締役社長
理事		三菱重工業株式会社	常務取締役社長
理事		横河工事株式会社	取締役社長
理事		高田機工株式会社	取締役社長
理事		日本車輛製造株式会社	常務取締役

□ 委員会
運営委員会

委員長 児玉光弘 (石川島播磨)
副委員長 岡村正弘 (宮地鐵工所)
〃 後藤直容 (横河ブリッジ)
委員 岡本晃 (川田工業)
〃 安倉浩 (駒井鉄工)
〃 井爪慶和 (高田機工)
〃 大塚幸治 (東京鐵骨橋梁)
〃 新井雅敏 (トピー工業)
〃 曾田弘道 (日本鋼管)
〃 井元昭彦 (日立造船)
〃 石川正博 (三菱重工業)

安全委員会

委員長 嶋津正志 (川重工事)
副委員長 岸川秩世 (松尾橋梁)
幹事委員 虎石龍彦 (新日本製鐵)
〃 小林勝彦 (日本鋼管工事)
委員 中村和夫 (石川島機械鉄構EG)
〃 小西淳祐 (エイチイーシー)
〃 望月將地 (片山ストラテック)
〃 小泉茂男 (川田工業)
〃 中野定雄 (栗鉄工事)
〃 柴原英正 (駒井鉄工)
〃 稲垣健二 (住重鐵構工事)
〃 橋本銀三 (高田機工)
〃 遠山宏 (瀧上建設興業)
〃 篠田義秋 (東日工事)
〃 二木憲男 (トピー工業)
〃 山道哲也 (日本橋梁)
〃 三品武志 (日本車輛製造)
〃 津野泰千 (三井造船鉄構)
〃 高木二三義 (三菱重工工事)
〃 深瀬崇志 (宮地建設工業)
〃 浦畑敏一 (横河工事)

技術委員会

委員長 高崎一郎 (宮地鐵工所)
副委員長 下瀬健雄 (石川島播磨)

設計部会

部会長 大森邦雄 (横河ブリッジ)
副部会長 安本孝 (宮地鐵工所)
委員 米山昌彦 (石川島播磨)
〃 石原靖弘 (片山ストラテック)
〃 森本千秋 (川崎重工業)
〃 吉川宏史 (川崎製鉄)
〃 渡辺滉 (川田工業)
〃 星尾司 (栗本鐵工所)
〃 稲村和彦 (駒井鉄工)
〃 竹内修治 (酒井鉄工所)
〃 利守尚久 (サクラダ)
〃 勝俣徹 (佐藤鉄工)
〃 和田三夫 (住友重機械工業)
〃 宝角正明 (高田機工)
〃 藤澤利彦 (瀧上工業)
〃 藤田良雄 (東京鐵骨橋梁)
〃 田中俊明 (トピー工業)
〃 武野優 (巴コーポレーション)
〃 酒井徹 (日本橋梁)
〃 高久達将 (日本鋼管)
〃 小澤一誠 (日本車輛製造)
〃 常松修一 (日本鉄塔工業)
〃 大宮司尚 (春本鐵工)
〃 田中六郎 (日立造船)
〃 石橋和美 (松尾橋梁)
〃 成田和由 (三井造船)
〃 富田昇 (三菱重工業)
〃 尾下里治 (横河ブリッジ)

製作部会

部会長 杉崎守 (石川島播磨)
委員 本田雅仁 (石川島播磨)
〃 村田幸隆 (片山ストラテック)
〃 伊藤敦 (川崎重工業)
〃 片岡章悟 (川田工業)
〃 武田祐司 (栗本鐵工所)
〃 庄山修 (駒井鉄工)
〃 押山和徳 (サクラダ)
〃 加藤誠一 (住友重機械工業)
〃 小澤克郎 (高田機工)
〃 水野清明 (瀧上工業)
〃 柳沼安俊 (東京鐵骨橋梁)

委員 毛利良介 (日本橋梁)
 “ 四方淳夫 (日本鋼管)
 “ 緒方和彦 (日立造船)
 “ 笹井知弘 (松尾橋梁)
 “ 荒木映世 (三井造船)
 “ 藤山憲二 (三菱重工業)
 “ 森下統一 (宮地鐵工所)
 “ 高橋勝久 (横河ブリッジ)

防食部会

部長 斉藤良算 (日本鋼管)
 副部長 瀬下次朗 (日本鉄塔工業)
 委員 中山岳史 (石川島播磨)
 “ 松田一正 (片山ストラテック)
 “ 服部英樹 (川崎重工業)
 “ 小笠原照夫 (川田工業)
 “ 佐藤了一 (栗本鐵工所)
 “ 三木芳昶 (酒井鐵工所)
 “ 山口勝義 (サクラダ)
 “ 小嶋哲治 (瀧上工業)
 “ 香丸能輝 (東京鐵骨橋梁)
 “ 津崎俊吾 (日本橋梁)
 “ 高橋昌克 (日本鋼管)
 “ 米沢清 (東日本鉄工)
 “ 荒行郎 (松尾橋梁)
 “ 平野晃 (三菱重工業)
 “ 中塚勲夫 (大島造船所)
 “ 小高直 (横河ブリッジ)

無塗装橋梁部会

部長 加納勇 (日本鋼管)
 委員 笠井武雄 (石川島播磨)
 “ 金野千代美 (川田工業)
 “ 渡部鐘多朗 (サクラダ)
 “ 七浦恒康 (新日本製鐵)
 “ 碓山晴久 (東京鐵骨橋梁)
 “ 須賀昌隆 (日本鋼管)
 “ 山井俊介 (日立造船)
 “ 明田啓史 (松尾橋梁)
 “ 大崎博之 (三菱重工業)
 “ 鈴木義孝 (宮地鐵工所)
 “ 山本哲 (横河ブリッジ)

防振部会

部長 清田鍊次 (横河ブリッジ)
 委員 森内昭 (石川島播磨)
 “ 酒井洋典 (川崎重工業)
 “ 伊藤博章 (川田工業)
 “ 細見雅生 (駒井鉄工)
 “ 宮崎正男 (住友重機械工業)
 “ 山田靖則 (高田機工)
 “ 入部孝夫 (東京鐵骨橋梁)
 “ 中村公信 (日本鋼管)
 “ 富本信 (春本鐵工)
 “ 植田利夫 (日立造船)
 “ 大畑和夫 (松尾橋梁)
 “ 井上浩男 (三井造船)
 “ 猫本善続 (三菱重工業)

関西技術部会

部長 熊谷篤司 (日立造船)
 委員 井上義博 (松尾橋梁)
 “ 石原重信 (川崎重工業)
 “ 寺西功 (栗本鐵工所)
 “ 吉村文達 (駒井鉄工)
 “ 松本忠国 (高田機工)
 “ 酒井徹 (日本橋梁)
 “ 渡辺誠一 (春本鐵工)
 “ 加地健一 (三菱重工業)
 “ 峰嘉彦 (横河ブリッジ)

架設委員会

委員長 石野健 (三菱重工工事)
 副委員長 矢部明 (三井造船)

架設第1部会

部長 寺井和夫 (川田工業)
 委員 小池照久 (石川島播磨)
 “ 板脇道雄 (川崎製鐵)
 “ 渡部恒雄 (川重工事)
 “ 田嶋米昭 (駒井鉄工)
 “ 森田仁 (サクラダ)
 “ 佐竹貴宏 (新日本製鐵)
 “ 三井康男 (住重鐵構工事)
 “ 左合玄一 (瀧上工業)
 “ 五月女康一 (東京鐵骨橋梁)

委員 山崎隆夫 (トピー工業)
 " 赤祖父秀樹 (日本車輛製造)
 " 萩原輝夫 (日本鋼管工事)
 " 相笠睦男 (春本鐵工)
 " 小島章三郎 (日立造船)
 " 木下 潔 (松尾エンジニアリング)
 " 萩生田 弘 (三井造船鐵構)
 " 鈴木 清 (三菱重工工事)
 " 菅井 衛 (宮地建設工業)
 " 中 省 司 (宮地鐵工所)
 " 上原 修 (横河工事)
 " 市川克巳 (巴コーポレーション)

架設第2部会

部会長 谷川和夫 (横河工事)
 副部会長 山田正年 (川重工事)
 委員 澤 光 俊 (石川島播磨)
 " 今井 力 (エイチイーシー)
 " 濱田和美 (片山ストラテック)
 " 縄田俊文 (川田工業)
 " 相川 弘 (栗本鐵工所)
 " 木村 正 (駒井鐵工)
 " 上山武彦 (酒井鐵工所)
 " 向井秀一 (住重鐵構工事)
 " 定兼雅義 (高田機工)
 " 徳ヶ崎利則 (瀧上工業)
 " 山本平治 (日本橋梁)
 " 秀川 均 (日本鋼管工事)
 " 石川雅由 (日本車輛製造)
 " 山下廣志 (春本鐵工)
 " 前田 治 (松尾エンジニアリング)
 " 小川 清 (三井造船鐵構)
 " 石井宏昌 (三菱重工工事)
 " 松本泰成 (宮地建設工業)

床版部会

部会長 鳥海右近 (日本鋼管工事)
 委員 花岡善郎 (石川島播磨)
 " 西村達二 (エイチイーシー)
 " 松本憲治 (川重工事)
 " 横山仁規 (川田工業)
 " 林 達 郎 (住重鐵構工事)
 " 小池常彦 (瀧上建設興業)

委員 雨森健一 (巴コーポレーション)
 " 美濃武志 (日本橋梁)
 " 竹中裕文 (春本鐵工)
 " 菱沼健一郎 (松尾エンジニアリング)
 " 井上義博 (松尾橋梁)
 " 竹内 廣 (三井造船)
 " 長谷川宣宏 (宮地建設工業)
 " 佐藤光儀 (日本鋼管工事)
 " 金子鉄男 (横河工事)

高力ボルト部会

部会長 滝沢伸二 (横河ブリッジ)
 副部会長 阿部幸長 (三菱重工工事)
 委員 小山 正 (石川島播磨)
 " 湯藤尚人 (エイチイーシー)
 " 黒田岩男 (駒井鐵工)
 " 塚脇 透 (東京鐵骨橋梁)
 " 沢田寛幸 (日本鋼管)
 " 更谷正行 (松尾エンジニアリング)
 " 山浦忠彰 (三井造船鐵構)
 " 宮崎好永 (宮地鐵工所)
 " 山崎正直 (横河工事)

現場溶接部会

部会長 夏目光尋 (横河工事)
 委員 江浪信道 (石川島播磨)
 " 藤平正一郎 (片山ストラテック)
 " 一井延朗 (川田工業)
 " 高橋宣男 (サクラダ)
 " 松本修治 (瀧上工業)
 " 田中雅人 (東京鐵骨橋梁)
 " 江端末春 (日本橋梁)
 " 伊與木純一 (日本鋼管)
 " 木藤幸一郎 (松尾橋梁)
 " 鷺見泰彦 (三井造船)
 " 百瀬敏彦 (宮地鐵工所)
 " 高橋芳樹 (横河工事)
 " 松本淳司 (春本鐵工)

輸送部会

部会長 鈴木勝之 (三菱重工業)
 副部会長 新保節雄 (松尾橋梁)
 委員 籠田 彰 (石川島播磨)

委員 水野博人 (川崎重工業)
 “ 山本進 (川田工業)
 “ 平川一郎 (駒井鉄工)
 “ 筒井哲二 (瀧上工業)
 “ 吉井慶紀 (東京鐵骨橋梁)
 “ 広瀬継義 (日本鋼管)
 “ 荒井邦男 (三井造船)
 “ 平田英孝 (宮地鐵工所)
 “ 植草一彦 (横河ブリッジ)
 “ 宮崎崇 (サクラダ)

労務部会

部長 田中正明 (川重工事)
 委員 森進 (石川島機械鉄構EG)
 “ 杉田武俊 (エイチイーシー)
 “ 藤木修 (川田工業)
 “ 福田長司郎 (駒井鉄工)
 “ 橋本銀三 (高田機工)
 “ 飯島一裕 (瀧上建設興業)
 “ 有村恒徳 (東京鐵骨橋梁)
 “ 久門英之 (トピー工業)
 “ 小池芳彦 (宮地建設工業)
 “ 昼間峰雄 (横河工事)
 “ 大竹重忠 (松尾エンジニアリング)

維持補修委員会

委員長 野田清人 (横河メンテック)

補修施工第1部会

部長 雨宮富昭 (松尾エンジニアリング)
 副部長 川奈辺弘泰 (三菱重工工事)
 委員 鳥塚徹 (エイチイーシー)
 “ 石田五郎 (川重工事)
 “ 島辺政秀 (川田建設)
 “ 恒遠恭一 (栗鉄工事)
 “ 中原敏夫 (駒井エンジニアリング)
 “ 多和田幸雄 (瀧上建設興業)
 “ 橘義則 (東日工事)
 “ 本間省吾 (トピー建設)
 “ 乾俊夫 (日本鋼管工事)
 “ 平井政宏 (松尾エンジニアリング)
 “ 佐々木信男 (三井造船鉄構)

補修施工第2部会

部長 畑中繁夫 (エイチイーシー)
 副部長 西宮剛志 (松尾エンジニアリング)
 委員 村上織啓 (イスミック)
 “ 城戸一郎 (片山ストラテック)
 “ 今岡英三 (川重工事)
 “ 樋口雅善 (川田建設)
 “ 安田卓見 (栗鉄工事)
 “ 藪下勲 (駒井エンジニアリング)
 “ 田中正 (住重鐵構工事)
 “ 渡辺康磨 (高田機工)
 “ 杉江怜 (瀧上建設興業)
 “ 木下秀勝 (トピー工業)
 “ 福神正俊 (日本橋梁エンジニアリング)
 “ 中野末孝 (日本鋼管工事)
 “ 牧秋朗 (春本鐵工)
 “ 柴田隆夫 (三井造船鉄構)
 “ 西島勝臣 (三菱重工工事)
 “ 松本泰成 (宮地建設工業)
 “ 羽子岡爾朗 (横河メンテック)

補修技術部会

部長 妹尾義隆 (横河メンテック)
 副部長 滑川拓男 (住重鐵構工事)
 委員 石井光宏 (イスミック)
 “ 神野正弘 (片山ストラテック)
 “ 古川満男 (川崎重工業)
 “ 本間順 (駒井鉄工)
 “ 板橋壮吉 (高田機工)
 “ 林幸司 (瀧上工業)
 “ 寺尾幸子 (トピー工業)
 “ 谷岸淳一 (春本鐵工)
 “ 林兼生 (宮地建設工業)

品質保証・環境委員会

委員長 野村国勝 (川田工業)
 副委員長 森安宏 (石川島播磨)
 委員 大熊雄二 (川崎重工業)
 “ 水口康仁 (川田工業)
 “ 平石昌親 (栗本鐵工所)
 “ 小澤克郎 (高田機工)
 “ 吉田一真 (トピー工業)
 “ 藤本巧宏 (日本橋梁)

委員 有ヶ谷 正 喜 (日本鋼管)
 “ 安 田 稔 彦 (日本車輛製造)
 “ 石 本 憲 司 (日本鉄塔工業)
 “ 桜 井 勝 好 (日立造船)
 “ 斎 藤 洋 一 (松尾橋梁)
 “ 荒 木 映 世 (三井造船)
 “ 高 橋 徹 (三菱重工業)
 “ 長 尾 美 広 (宮地鐵工所)
 “ 宮 島 主 計 (横河ブリッジ)

市場調査委員会

委員長 河 合 勉 (川田工業)
 副委員長 鷗 澤 満 (サクラダ)

道路橋部会

部会長 福 田 龍之介 (三井造船)
 副部会長 泉 亨 (宮地鐵工所)
 委員 後 藤 邦 昭 (石川島播磨)
 “ 下 岡 博 文 (川崎重工業)
 “ 須 澤 雅 人 (川田工業)
 “ 山 本 隆 (栗本鐵工所)
 “ 鈴 木 健 司 (駒井鉄工)
 “ 原 田 勉 (住友重機械工業)
 “ 川 俣 孝 明 (高田機工)
 “ 松 井 正 男 (瀧上工業)
 “ 小枝橋 隆 訓 (東京鐵骨橋梁)
 “ 山 口 雅 史 (日本橋梁)
 “ 石 田 真 也 (日本鋼管)
 “ 信 岡 憲 爾 (日本車輛製造)
 “ 長 尾 吉 彦 (日立造船)
 “ 福 永 秀 幸 (松尾橋梁)
 “ 藤 原 雅 貫 (三井造船)
 “ 岡 子 利 幸 (三菱重工業)
 “ 阿久津 利 己 (宮地鐵工所)
 “ 栗 原 一 也 (横河ブリッジ)

鉄道橋部会

部会長 米 持 國 夫 (横河ブリッジ)
 委員 横 手 義 則 (石川島播磨)
 “ 合 原 貞 俊 (川崎重工業)
 “ 鷲 見 浩 二 (川田工業)
 “ 松 尾 秀 男 (駒井鉄工)
 “ 中 島 克 己 (サクラダ)

委員 中 村 正 次 (松尾橋梁)
 “ 横 田 昌 夫 (宮地鐵工所)
 “ 梅 津 広 一 (東京鐵骨橋梁)

現場積算部会

会長 桑 本 勝 彦 (三井造船)
 副部会長 河 野 岩 男 (松尾橋梁)
 “ 安 土 仁 (宮地建設工業)
 委員 松 橋 弘 幸 (石川島播磨)
 “ 杉 本 喜 一 (エイチイーシー)
 “ 福 沢 秀 雄 (川崎重工業)
 “ 子 吉 信 幸 (川田工業)
 “ 河 野 泰 享 (栗本鐵工所)
 “ 野 上 美記男 (駒井鉄工)
 “ 吉 野 孝 (サクラダ)
 “ 三 井 康 男 (住重鐵構工事)
 “ 落 合 昇 (日本鋼管工事)
 “ 藤ヶ崎 政 次 (松尾橋梁)
 “ 大 下 嘉 道 (三井造船)
 “ 阿 部 幸 長 (三菱重工工事)
 “ 松 井 純 (横河工事)
 “ 青 沼 映 (横河工事)

広報委員会

委員長 村 松 政 彦 (石川島播磨)
 副委員長 大 浦 昭 (宮地鐵工所)
 “ 出 嶋 慶 司 (横河ブリッジ)
 委員 清 水 賢 一 (川田工業)
 “ 郡 山 寛 (駒井鉄工)
 “ 寺 坂 雅 宏 (高田機工)
 “ 波多江 詔 生 (東京鐵骨橋梁)
 “ 五十畑 弘 (日本鋼管)
 “ 坂 井 正 裕 (日立造船)
 “ 細 川 健 二 (三菱重工業)

編集部会

部会長 清 宮 正 美 (石川島播磨)
 副部会長 廣 川 亮 吾 (横河ブリッジ)
 委員 岡 田 敏 成 (川田工業)
 “ 平 尾 好 康 (駒井鉄工)
 “ 中 村 昌 義 (サクラダ)
 “ 君 島 直 樹 (東京鐵骨橋梁)
 “ 藤 沢 健 二 (トピー工業)

委員 中澤一郎 (日本鋼管)
" 牧野年 (日本車輛製造)
" 三條均 (松尾橋梁)
" 関野宏明 (三菱重工業)
" 大河原邦男 (宮地鐵工所)

年鑑編集部会

部会長 設楽正次 (日本橋梁)
副部会長 杉浦義雄 (東京鐵骨橋梁)
委員 浅川幸雄 (石川島播磨)
" 小林文彦 (川崎重工業)
" 池田守 (川田工業)
" 橋本雅弘 (駒井鉄工)
" 古澤一樹 (瀧上工業)
" 国立謙治 (日本鋼管)
" 外山聡 (日本車輛製造)
" 東後泉 (三井造船)
" 河野正治 (三菱重工業)
" 中村佐吉 (宮地鐵工所)
" 原仁文 (横河ブリッジ)

国際委員会

委員長 下瀬健雄 (石川島播磨)

総括部会

部会長 伊藤宏昭 (川崎重工業)
委員 吉川有二 (石川島播磨)
" 阿久津政俊 (川田工業)
" 吉田健二 (日本鋼管)
" 高橋久 (松尾橋梁)
" 浅井信司 (新日本製鐵)
" 小林淳 (三菱重工業)

技術部会

部会長 和田三夫 (住友重機械工業)
委員 荒木映世 (三井造船)
" 宮崎好永 (宮地鐵工所)
" 黒岩隆 (横河ブリッジ)
" 酒井徹 (日本橋梁)
" 相笠睦男 (春本鐵工)
" 宮川勉 (住重鐵構工事)

国際会議部会

部会長 高田和彦 (横河ブリッジ)
委員 鈴木政直 (石川島播磨)
" 枝元勝哉 (川田工業)
" 井上雅仁 (日本鋼管)
" 上平悟 (三菱重工業)
" 能登宥愿 (宮地鐵工所)

関 西 支 部

□ 役 員

支 部 長	赤 松	惟 央	駒 井	鉄 工	株 式 会 社	取 締 役 会 長
副 支 部 長	安 藤	武 郎	高 田	機 工	株 式 会 社	取 締 役 社 長
副 支 部 長	稲 森	徹 夫	三 菱	重 工 業	株 式 会 社	取 締 役 関 西 支 社 長
支 部 監 事	横 井	勉 夫	日 立	造 船	株 式 会 社	常 務 取 締 役
支 部 監 事	谷 川	寛 寛	株 式 会 社	横 河	ブリッジ	取 締 役 大 阪 支 店 長

運 営 委 員 会

委 員 長	安 食	浩	(駒 井 鉄 工)
委 員	高 瀬	守 雄	(川 崎 重 工 業)
”	大 吉	千 城	(栗 本 鐵 工 所)
”	村 上	毅	(日 本 橋 梁)
”	宮 本	正 彦	(松 尾 橋 梁)
”	山 上	哲 示	(三 菱 重 工 業)

平成10年度地区事務所所長・副所長・幹事一覧表

関東事務所 〒104-0061

東京都中央区銀座2-2-18

(鉄骨橋梁会館)

TEL 03-3561-5225

FAX 03-3561-5235

◎	石	播	堤	幸	夫
○	宮	地	玉	野	正典
○	三	菱	辻	広	登
	川	重	前	田	正美
	川	田	高	木	正己
	鋼	管	森	谷	正彦
	駒	井	本	郷	智
	サクラダ		宮	本	彰
	住	重	中	野	誠
	瀧	上	山	本	敏哉
	東	骨	野	村	光博
	松	尾	田	久保	勉
	横	河	折	笠	尚

北海道事務所 〒060-0002

札幌市中央区北2条西4-1

(三井ビル)

TEL 011-232-0249

FAX 011-251-5795

◎	横	河	松	本	哲二
○	石	播	菊	地	祐宏
○	東	骨	浜		正吉
	川	重	山	本	和庸
	川	田	室	橋	秀生
	鋼	管	原	田	弘明
	駒	井	山	崎	恒幸
	函	館	小	野	豊勝
	松	尾	吉	泉	聡志
	宮	地	後	藤	征男
	三	菱	田	澤	和宗

近畿事務所 〒550-0005

大阪市西区西本町1-8-2

(三晃ビル)

TEL 06-533-3238

FAX 06-535-5086

◎	駒	井	鷺	尾	修一
○	高	田	中	村	治郎
○	川	重	丸	山	仁司
	石	播	笠	木	治弥
	川	田	宮	本	篤志
	東	骨	塚	本	慎一
	日	橋	片	山	正人
	春	本	田野	岡	貞雄
	日	立	清	貞	正浩
	松	尾	広	田	完二
	三	菱	橋	本	龍一
	宮	地	鳥	越	敏郎
	横	河	藤	井	優次

東北事務所 〒980-0087

仙台市青葉区五橋1-4-24

(ライオンズビル五橋701)

TEL 022-262-4855

FAX 022-262-4855

◎	宮	地	中	山	忠啓
○	日	立	牧		俊光
○	横	河	兵	藤	進一
	石	播	林		一彦
	川	重	緑	川	瑞彦
	川	田	相	馬	恒男
	鋼	管	前	島	明
	駒	井	佐々	木	源太郎
	東	骨	石	川	博
	松	尾	神	林	吉治
	三	菱	福	井	英二

北 陸 事 務 所 〒950-0087

新潟市東大通1-3-1

(新潟帝石ビル)

TEL 025-244-8641

FAX 025-244-2566

◎ 鋼 管 嶋 崎 正 幸
 ○ 川 田 飯 田 正 夫
 ○ 松 尾 前 田 研 一
 石 播 鶴 島 憲
 駒 井 佐 藤 浄
 東 骨 山 崎 繁
 トピー 有 馬 攻
 日 車 塩 野 弘
 三 菱 大 川 太 郎
 宮 地 中 村 佐 吉
 横 河 宮 本 英 典

中 部 事 務 所 〒450-0003

名古屋市中区錦2-14-21

(丸山ニッセイビル)

TEL 052-586-8286

FAX 052-586-8286

◎ 川 田 星 谷 光 信
 ○ 鋼 管 鶴 田 典 士
 ○ 三 菱 永 田 光
 石 播 新 田 良 文
 川 重 山 本 康 二
 駒 井 長 間 靖 夫
 高 田 安 達 嘉 文
 瀧 上 澤 田 正 弘
 東 骨 家 田 荔
 トピー 鈴 木 美 征
 松 尾 松 尾 越
 宮 地 須 賀 一
 横 河 吉 川 昇

中 国 事 務 所 〒730-0051

広島市中区大手町2-11-10

(NHK広島放送センタービル)

TEL 082-542-3133

FAX 052-542-3133

◎ 三 菱 国 実 昭 義
 ○ 高 田 中 堀 俊 昭

○ 東 骨 井 上 哲 二
 石 播 桑 野 百 合 夫
 川 重 大 森 忠 興
 川 田 岩 崎 謙 介
 鋼 管 出 原 剛 至
 駒 井 岡 野 和 夫
 日 立 五 十 嵐 房 男
 松 尾 田 村 寿 一
 宮 地 藤 原 正 美
 横 河 本 間 義 人

四 国 事 務 所 〒760-0023

香川県高松市寿町1-1-12

(東京生命ビル6F)

TEL 0878-23-3220

FAX 0878-23-3220

◎ 住 重 諸 隈 成 幸
 ○ 川 重 越 智 強
 ○ 日 立 氏 原 文 雄
 石 播 辺 見 達
 川 田 西 山 茂 樹
 松 尾 中 島 洋 三
 三 井 黒 川 正 博
 三 菱 小 田 雅 則
 宮 地 山 根 貞 幸
 横 河 長 船 松 芳

九 州 ・ 沖 縄 事 務 所 〒810-0001

福岡市中央区天神4-1-18

(サンビル)

TEL 092-722-2508

FAX 092-722-2508

◎ 東 骨 今 村 幸 義
 ○ 駒 井 浜 砂 貞 夫
 ○ 横 河 深 江 和 良
 石 播 舞 和 明
 川 重 前 田 勇 治
 川 田 森 勇
 日 立 大 山 恭 幸
 松 尾 近 藤 淳 一
 三 井 天 野 功 一
 三 菱 川 森 武 夫
 宮 地 田 中 輝

事務局職員名簿

(本 部)

(関 西 支 部)

事務局 長 酒 井 克 美
 調査1部 部長 渡 邊 諏 榮 雄
 調査1部 課長 松 永 勝 治
 調査2部 部長 山 岡 勝 義
 業務部 次長 澤 田 勝
 事務員 宇 野 波 子
 同 磯 野 文 子
 調査員 武 石 和 夫
 同 上 田 貞

事務局 長 堀 江 昭
 事務員 藤 田 浩 子
 同 喜 多 幸 代

出 版 物 ご 案 内

- ▽鋼橋架設等工事における足場工防護工数量計算書
 - ・平成2年3月発行
 - ・B5判/23頁
- ▽現場安全管理の手引き
 - ・平成6年4月発行
 - ・A4判/90頁
- ▽鋼橋架設現場に必要な安全衛生法等
 - ・平成5年3月発行
 - ・B5判/160頁
- ▽デザインデータブック
 - ・平成5年3月発行
 - ・A4判/209頁
 - ・鋼橋の計画、設計に必要な資料並びに使用材料の諸元を集め、示方書の図表化を図ることにより技術資料として実務者必携の書である。
- ▽鋼橋の概要（講習会テキストNo.1）
 - ・平成6年3月改訂
 - ・A4判/80頁
- ▽景観マニュアル1995（橋と景観）
 - ・平成7年3月発行
 - ・A4判/70頁
- ▽合成桁の設計例と解説（講習会テキストNo.2）
 - ・平成7年4月改訂
 - ・A4判/156頁
- ▽鋼橋の計画（講習会テキストNo.3）
 - ・昭和63年10月発行
 - ・A4判/134頁
- ▽A活荷重・B活荷重による鋼橋の解析（講習会テキストNo.8）
 - ・平成7年3月発行
 - ・A4判/111頁
- ▽鋼橋補修工事安全管理の手引き
 - ・平成8年9月発行
 - ・A4判/70頁
- ▽鋼橋の設計と施工（講習会テキストNo.4）
 - ・平成3年2月発行
 - ・A4判/177頁
- ▽鋼橋付属物の設計手引き（講習会テキストNo.5）
 - ・平成3年10月発行
 - ・A4判/207頁
- ▽鋼橋の施工にかかわる鋼材の知識（講習会テキストNo.6）
 - ・平成5年12月発行
 - ・A4判/174頁
- ▽鋼橋の製作（講習会テキストNo.7）
 - ・平成6年12月発行
 - ・A4判/34頁
- ▽A活荷重・B活荷重による鋼橋の解析
 - ・平成7年3月発行
 - ・A4判/110頁
- ▽鋼橋伸縮装置設計の手引き
 - ・平成8年2月発行
 - ・A4判/56頁
- ▽鋼橋防食のQ & A
 - ・平成6年6月発行
 - ・A4判/35頁
- ▽アクリルシリコン樹脂塗料の鋼橋への適用性に関する検討
 - ・平成7年3月発行
 - ・A4判/64頁
- ▽鋼橋の付着塩分管理マニュアル
 - ・平成4年12月発行
 - ・A4判/39頁
- ▽橋梁技術者のための塗装ガイドブック
 - ・平成8年6月発行（改訂版）
 - ・A4判/115頁
- ▽無塗装橋梁の手引き
 - ・平成3年3月発行
 - ・A4判/89頁

- ▽トルシア形高力ボルト設計・施工ガイドブック
 - ・平成3年10月発行
 - ・A4判/151頁
- ▽高力ボルト施工マニュアル
 - ・平成5年3月発行
 - ・A4判/53頁
- ▽高力ボルトの遅れ破壊と対策
 - ・平成2年3月発行
 - ・A4判/27頁
- ▽床版工事設計施工の手引き
 - ・平成8年3月改訂
 - ・B5判/207頁
 - ・床版工事の設計から施工までの一貫した手引書として、豊富な工事経験を基に作成したもの。
- ▽床版工法選定マニュアル(案)
 - ・平成4年2月発行
 - ・A4判/63頁
- ▽既存床版工法調査書
 - ・平成元年10月発行
 - ・A4判/99頁
- ▽鉄筋コンクリート系プレキャスト床版設計・施工の手引き(案)
 - ・平成7年1月発行
 - ・A4判/64頁
- ▽プレストレストコンクリート系プレキャスト床版設計・施工の手引き(案)
 - ・平成7年1月発行
 - ・A4判/64頁
- ▽I形鋼格子床版設計・施工の手引き(案)
 - ・平成7年1月発行
 - ・A4判/49頁
- ▽取替え鋼床版設計・施工の手引き(案)
 - ・平成7年3月発行
 - ・A4判/37頁
- ▽輸送マニュアル(陸上編)
 - ・平成8年8月改訂
 - ・A4判/77頁
- ▽輸送マニュアルハンドブック(陸上編)
 - ・平成5年5月発行
 - ・B6判/31頁
- ▽輸送マニュアル(海上編)
 - ・平成5年12月発行
 - ・A4判/110頁
- ▽輸送マニュアルハンドブック(海上編)
 - ・平成6年12月発行
 - ・B6判/30頁
- ▽鋼橋のQ & A
 - ・平成5年12月発行
 - ・B5判/7編1組
 - ・鋼橋架設についての質問集と解答集の2編からなり、解答集は(架設・安全・高力ボルト・現場溶接・床版・補修)に分けてあります。
- ▽鋼橋の架設に関する新技術
 - ・平成6年8月発行
 - ・A4判/165頁
- ▽鋼橋架設工事施工条件明示のためのガイドブック
 - ・平成5年2月発行
 - ・B5判/24頁
- ▽鋼橋海上(水上)架設工事マニュアル(積算編)
 - ・平成6年5月発行
 - ・A4判/156頁
- ▽鋼橋海上(水上)架設工事マニュアル(技術編)
 - ・平成4年10月発行
 - ・A4判/215頁
- ▽鋼橋の現場溶接
 - ・平成5年3月発行
 - ・A4判/51頁
- ▽鋼道路橋点検マニュアル写真及び判定事例集
 - ・平成7年5月発行
 - ・A4判/83頁、19頁、2冊分

▽鋼橋補修工事施工条件明示ガイドブック

- ・平成6年12月発行
- ・A4判／48頁

▽鋼橋の点検・補修・補強に関する新技術・新工法

- ・平成7年7月発行
- ・A4判／47頁

▽橋梁年鑑（昭和54年～平成2年版）

- ・昭和47年～63年度完工の鋼橋
- *売り切れしました。

▽橋梁年鑑（平成3年版）

- ・平成元年度内完工の鋼橋
- ・B5判／234頁

▽橋梁年鑑（平成4年版）

- ・平成2年度内完工の鋼橋
- ・B5判／241頁

▽橋梁年鑑（平成5年版）

- ・平成3年度内完工の鋼橋
- ・B5判／258頁
- *売り切れしました。

▽橋梁年鑑（平成6年版）

- ・平成4年度内完工の鋼橋
- ・B5判／259頁

▽橋梁年鑑（平成7年版）

- ・平成5年度内完工の鋼橋
- ・B5判／253頁

▽橋梁年鑑（平成8年版）

- ・平成6年度内完工の鋼橋
- ・B5判／251頁

▽橋梁年鑑（平成9年版）

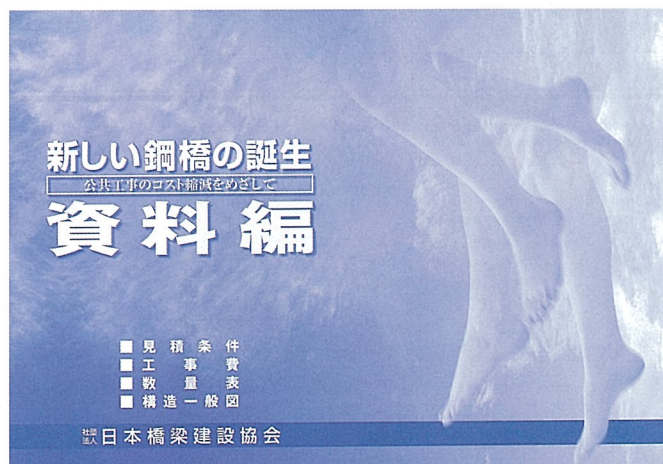
- ・平成7年度内完工の鋼橋
- ・B5判／239頁

「新しい鋼橋の誕生」

新パンフレットの御紹介

昨年10月の運営委員会において、鋼橋の現状を鑑み、また公共事業のコスト縮減という大命題に答えるべき橋建協としての姿勢を示す新しい鋼橋のパンフレットを作るワーキンググループを発足させることになりました。

昨年10月から作業をはじめ、今年2月末に印刷にかけるという非常に短時間での作業でしたが、各委員の精力的な働きにより新年度からの広報活動に間に合わせる事ができました。



表紙は21世紀への飛躍をイメージしています。

【概要】

このパンフレットは従来の鋼橋から脱皮し、合理化することによりコスト縮減を図ることを目標としています。

橋も道路の一部です。安全で経済的な路面を提供する事が求められます。このことから、「壊れない床版とそれを支える鋼桁」をいかに合理化するかがこのパンフレットに流れるテーマとなっています。

まだ不十分な点は多々あります。鋼橋が少しでも伸びればと思い一石を投じました。

「虹橋」表紙の絵募集

当協会会報「虹橋」の表紙の絵を会員から募集いたします。奮ってご応募下さい。

募集要項

1. 油絵、水彩画、クレパス画。鋼橋を素材として会報・虹橋に相応しいもの。
2. 大きさ F4号縦（但し表紙はA4判程度）
3. 応募資格 橋建協・会員会社の社員又はその家族に限る。
4. 締切り 平成10年10月末日必着
5. 送り先 （社）日本橋梁建設協会事務局
「表紙絵募集係」宛
6. ご応募いただきました方には薄謝を差し上げます。
7. 審査員 広報委員会委員
8. 応募作品の著作権は、社団法人日本橋梁建設協会に所属し、作品は返却しない。

~~~~~ 編 集 後 記 ~~~~~

サッカーワールドカップ、初陣の日本は予選リーグの突破はできませんでしたが、2002年の日韓共同開催に向けて貴重な経験を積む事ができました。決定力不足をいかに克服するかが大きな課題です。世界に通用する若手世代の成長が期待されます。

今回の虹橋は相次いで完成した長大橋のなかで、明石海峡大橋を中心に編集致しました。世界に冠たる明石海峡大橋も大鳴門大橋、瀬戸大橋の経験を積み上げて開花したものと思います。さすが、世紀の長大橋だけに取りまとめきれない程の膨大な情報や資料に圧倒されてしまいましたが、今年度の完成を境に「長大橋プロジェクト」がほとんど姿を消してしまうのは寂しい限りです。

景気低迷の中、建設業界には厳しい時代が続いていますが、少しでも明るい話題を提供すべく「虹橋」の編纂に取り組んでゆきたいと考えております。皆様の今後益々のご支援を賜りますようお願い申し上げます。

(広報委員会)



①明石海峡大橋

発注者：本州四国連絡橋公団 第一建設局
形式：3径間2ヒンジ補剛トラス吊橋
橋長：3,911m
幅員：35.5m
鋼重：約132,000t（主塔、補剛桁）
所在地：兵庫県神戸市～兵庫県津名郡淡路町

●神戸淡路鳴門自動車道の中核として完成した、支間長1,991mを誇る世界最大の吊橋です。橋の完成により神戸～徳島間が約80分短縮され1時間40分で行けるようになりました。

写真提供：本州四国連絡橋公団



▲②白鳥大橋

竣工：平成10年（開通）
 発注者：北海道開発局 室蘭開発建設部
 形式：3径間2ヒンジ補剛吊橋
 橋長：1,380m
 支間割：330m+720m+330m
 有効幅員：2 @6.75m
 鋼重：18,800t（主塔、補剛桁）
 所在地：北海道室蘭市

●北海道の特定重要港湾である室蘭港の湾口部に架かる本橋は東日本最大の長大吊り橋で、箱桁形式としては本州四国連絡橋の大島大橋を凌いで国内最大の支間長を誇っています。補剛桁の架設は全ヒンジ工法、スイング架設工法を国内で初めて採用しました。

③東京湾アクアライン（橋梁部）

発注者：東京湾横断道路株式会社
 形式：鋼床版連続箱桁橋、鋼製橋脚
 橋長：4,384.4m
 幅員：22.9m
 鋼重：73,100t
 所在地：千葉県木更津市中島沖合い

●東京湾アクアラインは、東京湾中央部を横断する延長約15kmの有料道路です。この道路の開通により、都心部や周辺部の交通混雑の緩和に大きな役割を果たすだけでなく、産業活動の向上に大きく寄与することが期待されます。尚、58号で紹介した写真が反転印刷でした事をお詫び申し上げますと共に再度掲載致します。

写真提供：東京湾横断道路株式会社





▲④牛深ハイヤ橋

発注者：熊本県

形式：7径間連続鋼床版曲線箱桁橋

橋長：883m

幅員：16m

鋼重：5,960t

所在地：熊本県牛深市牛深町崎町

- 牛深の繊細な自然のスケールに調和するよう静的で単純というコンセプトで設計されました。歩行者のみでなく、車からも美しい風景を楽しむ目的で高低分離された歩車道となっております。ライトアップされた夜は、昼とは風貌を異にした天草の魅力を映し出しています。

⑤中安徳地区高架橋

発注者：九州地方建設局

形式：3径間連続鈹桁*3連、4径間連続鈹桁

橋長：281m（本線部）、90m（ONランプ）

120m（OFランプ）。

幅員：10.5m

鋼重：774t

所在地：長崎県島原市鎌田町～中安徳町

- 平成三年の雲仙普賢岳の噴火に伴う災害、土石流に対して安全な構造の高架橋道路として建設されました。島原市から深江町までの4.6kmの内の水無川に近い部分を施工しています。





▲⑥細越橋

発注者：福島県
 形式：上路式ローゼ橋
 橋長：67.5m
 幅員：14.5m
 鋼重：267t

所在地：福島県南会津郡伊南村大字大桃地内

●尾瀬ヶ原入り口に位置し、秋の紅葉時には風景に溶け込む橋梁です。伊南川の谷が深い為、ケーブルエレクション斜吊り工法で架設されました。

⑦姫川第六発電所堰堤管理橋

発注者：黒部川電力株式会社
 形式：(パイプ構造)アーチ橋
 橋長：34.0m
 幅員：1.8m
 鋼重：30t

所在地：新潟県糸魚川市山之坊地内

●新潟・長野県境にほど近いR148号線沿いの姫川に位置する発電所堰堤の管理橋で、姫川溪谷の景観・眺望に配慮して北アルプスの山並をイメージするパイプ構造になっています。又、保守面から垂鉛メッキ仕様を採用されました。





▲⑧是政橋

発注者：東京都
 形式：3径間連続斜張橋
 橋長：401m
 幅員：12.5m
 鋼重：4,240t

●多摩川中流部に位置し、近隣の住民の生活に重要な役割りを果たしてきましたが、近年は交通渋滞がひどくなった為、旧橋の上流に新たに斜張橋を架設しました。

⑨新里美橋

発注者：茨城県
 形式：単純鉸桁＋3径間連続中路式ローゼ＋単純鉸桁
 橋長：235m
 幅員：9.75m
 鋼重：1,280t

所在地：茨城県久慈郡里美村大字上深荻

●県道36号線（主要地方道日立山方線）の改築工事で、里川を渡り国道349号線の脇に架かります。林間部にあり、景観を考慮した中路式ローゼです。





▲⑩京成押上線荒川橋梁

発注者：京成電鉄株式会社

形式：単純下路トラス橋7連

橋長：461m

幅員：複線（9m700）

鋼重：2,907t

所在地：東京都墨田区～葛飾区

（京成押上線八広～四ッ木間）

●京成押上線高架工事に伴い架替えられ、細い直線で構成される安定した三角形要素からなる構造形式は、開放感あふれる河川景観を損なうことなくモニュメントとしての存在を感じさせています。

⑪小田瀬大橋

発注者：秋田県

形式：3径間連続V脚ラーメン橋

橋長：225m

幅員：12m

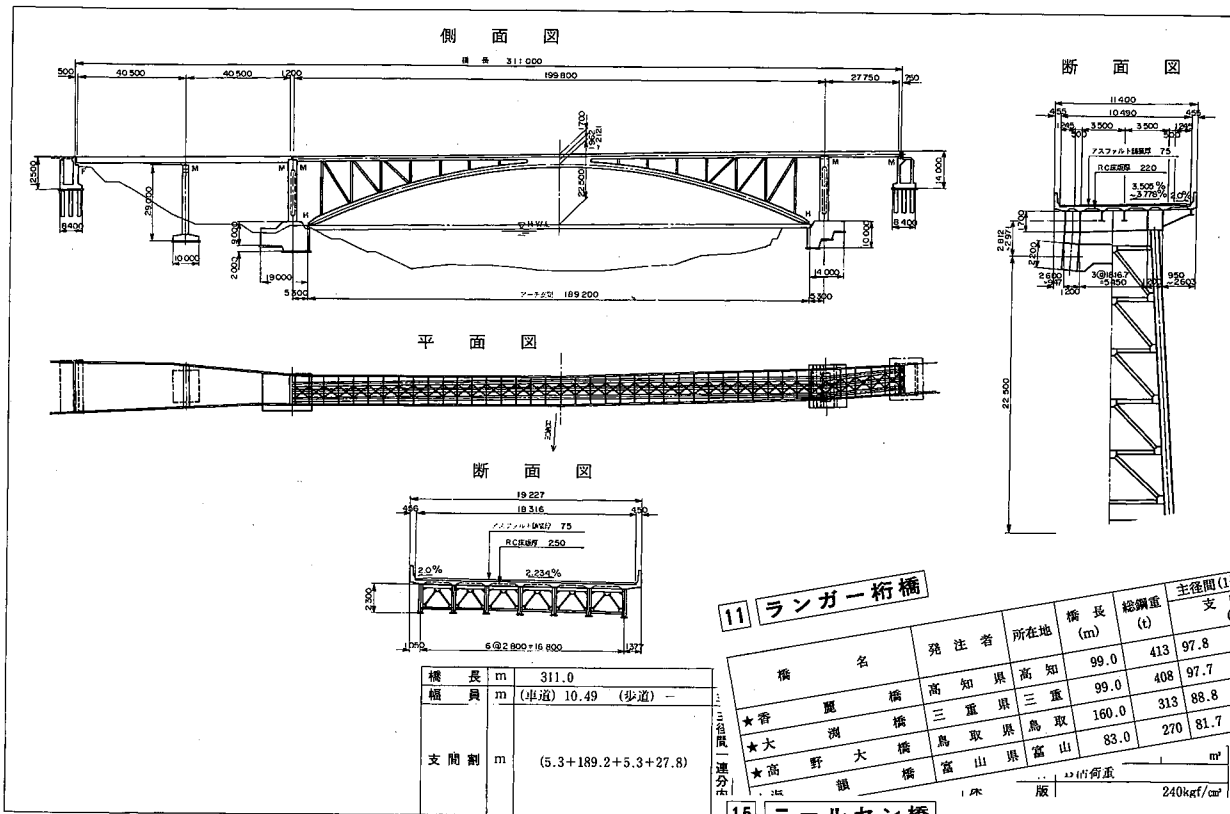
鋼重：755t

所在地：秋田県北秋田郡上小阿仁村南沢

●県央と県北を結ぶ重要路線である一般国道285号南沢バイパスの危険箇所解消のために建設されました。V形の鋼橋脚が特徴的で鋼材は耐候性鋼材を使用しております。



橋梁年鑑



11 ランガー桁橋

橋名	発注者	所在地	橋長 (m)	総鋼重 (t)	主径間(1連分)内訳 支間割 (m)
★香 麗 橋	高知県	高知	99.0	413	97.8
★大 洲 橋	三重県	三重	99.0	408	97.7
★大 洲 橋	鳥取県	鳥取	160.0	313	88.8
★高野大橋	富山県	富山	83.0	270	81.7

15 ニールセン橋

橋名	発注者	所在地	橋長 (m)	総鋼重 (t)	主径間(1連分)内訳 支間割 (m)
★宇井大橋	奈良県	奈良	198.0	1,175	196.2
★香貫大橋	沼津市	静岡	172.0	1,543	169.3
★シビチャリ5号橋	室蘭開建	北海道	144.0	725	142.6
★屋島橋	長野県	長野	770.5	3,273	125.8
★あゆみ橋	厚木市	神奈川	236.0	1,570	116.5
★松原大橋	栃木県	栃木	694.0	1,923	102.3

◎写真・図集 149橋

◎資料編 680橋

◎平成8年度内完工分を型式別に分類して掲載

(注) 図版等は、9年版の見本です。

平成10年9月末発刊予定

□ B 5 判 247頁

□ 編集・発行 社団法人 日本橋梁建設協会

お申し込みは

社団法人 日本橋梁建設協会
事務局へ

虹橋 No.59 平成10年秋季 (非売品)
編 集・広 報 委 員 会
発 行 人・酒 井 克 美
発 行 所・社団法人日本橋梁建設協会
〒104-0061東京都中央区銀座2丁目2番18号
鉄骨橋梁会館1階
TEL (03) (3561) 5225
FAX (03) (3561) 5235
URL <http://jasbc.webcity.ne.jp/>

関 西 支 部・
〒550-0005大阪市西区西本町1丁目8番2号
三晃ビル5階
TEL (06) (533) 3238・3980
FAX (06) (535) 5086