

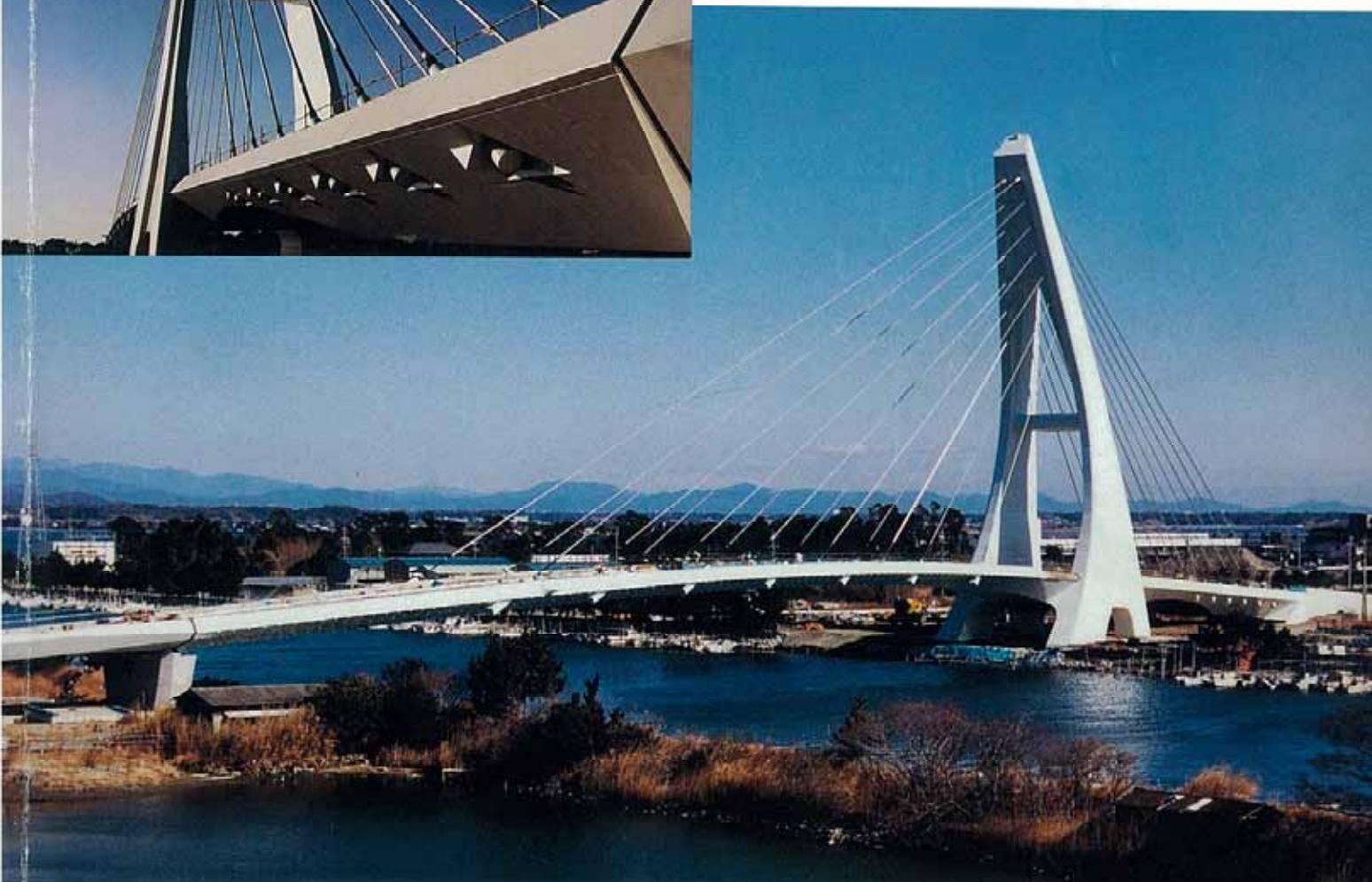
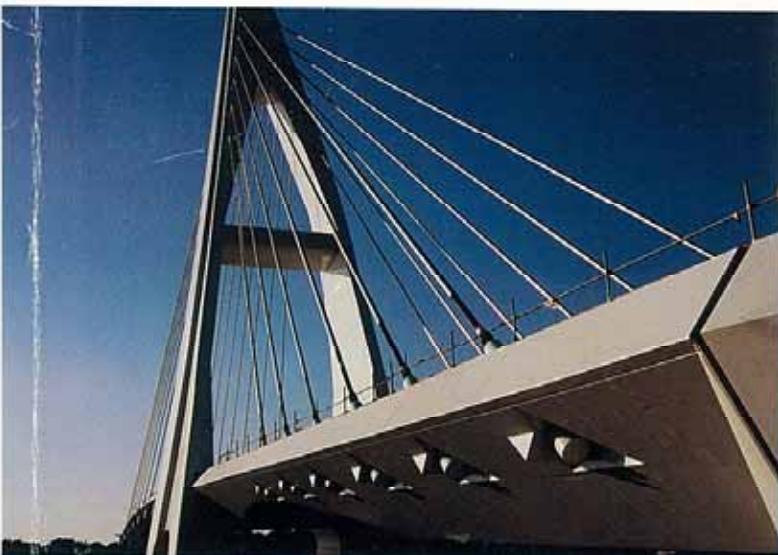
# 橋梁

VOLUME 32  
NUMBER 2 1996  
BRIDGE ENGINEERING

2

特集 橋梁“新三役”96年そろい踏み その心・技・体

連載特集 転換期を迎えるコンサルタント（株）ニュージェック



浜名湖 サンマリンブリッジ

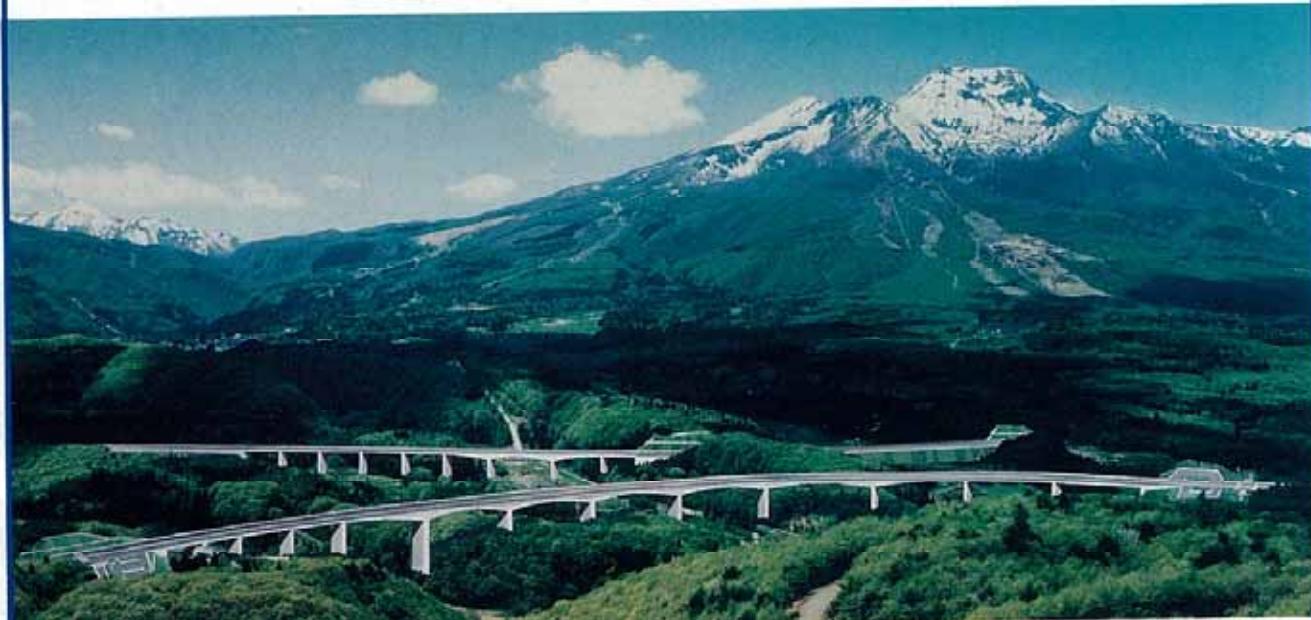


浜名湖競艇企業団

開発コンサルタント株式会社

妙高・黒姫

# 高原に輝く気品



信 越 大 橋(仮称)：長野県～新潟県

PC 7径間連続箱桁橋(主橋部)

橋 長：902m

主橋部スパン：69.0m+5@100.0m+69.0m

手前が信越大橋

## 業務内容

道路、橋梁、都市開発、建築、上下水道、トンネルに関する調査、設計、施工管理、構造物の診断、補修設計、リゾート開発に関する都市計画・施設の設計

## 設計技術者募集

勤務地：

東京・大宮・仙台

大阪・福岡

お問合わせ：

TEL 03-3343-1011

本社・管理部/黒野・川崎

## 一建設コンサルタント一



# 新構造技術株式会社

代表取締役社長 工博 森元峯夫

本 社	〒160	東京都新宿区西新宿六丁目3番1号(新宿アーランド・ウイング)	TEL (03)3343-1011(代表)
東京支店	〒136	東京都江東区亀戸1-42-20(住友不動産亀戸ビル)	TEL (03)5626-1701(代表)
北関東支店	〒331	埼玉県大宮市桜木町1丁目11番1号(カナガワビル)	TEL (048)642-9841(代表)
北陸支店	〒950	新潟県新潟市弁天3丁目2番3号(ニッセイ新潟駅前ビル)	TEL (025)249-6901(代表)
東北支店	〒980	宮城県仙台市青葉区上杉5丁目3番地47号(上杉オオウラビル)	TEL (022)225-5881(代表)
大阪支店	〒541	大阪府大阪市中央区南本町4丁目5番7号(東亞ビル)	TEL (06)282-1281(代表)
九州支店	〒812	福岡県福岡市博多区博多駅中央街8丁目36番地(博多ビル)	TEL (092)451-4281(代表)
埼玉事務所	〒350-13	埼玉県狭山市入間川2-1-17(天竜ビル)	TEL (0429)54-7841(代表)
長崎事務所	〒850	長崎県長崎市元船町3-1(長崎農協ビル)	TEL (0958)20-6571(代表)
南九州事務所	〒890	鹿児島県鹿児島市上之園町18番地10号	TEL (0992)57-5075(代表)
営業所		盛岡・山形・茨城・千葉・横浜・山梨・長野・静岡・名古屋・岡山・山陰・佐世保・宮崎	

信 越

妙高高原と  
黒姫高原を  
直接結ぶ



支承の据え付け作業



凍てつく朝は“つらら落し”作業が始まる



P6の巨大支承

大 橋

立春の陽光に輝く信越大橋(仮称)

## 巨大支承の大“技”が光る

P 6 の張り出し施工

豪雨と豪雪  
挑む男達のロマン



コンクリート打設前のブロック施工

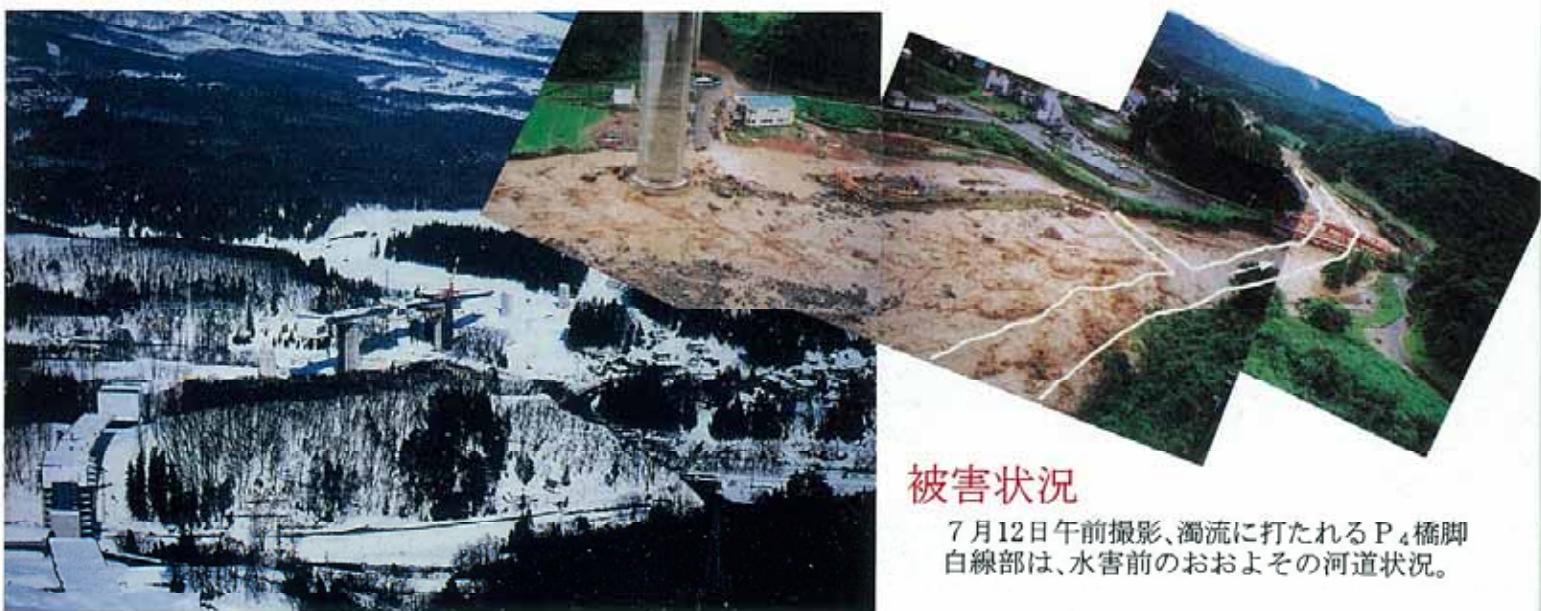


iin 鹿島

住友建設株式会社

## 特集：橋梁“新三役”96年そろい踏み その心・技・体

▼長野県側から見た全景

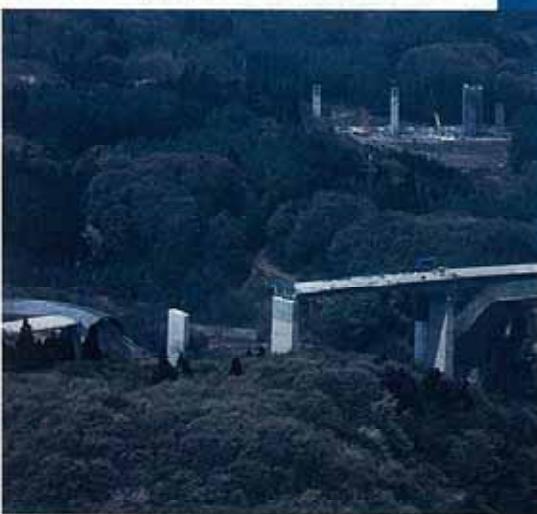


### 被害状況

7月12日午前撮影、渦流に打たれるP<sub>4</sub>橋脚  
白線部は、水害前のおおよその河道状況。

## 信 越 大 橋 大自然の驚異が舞台

► P<sub>3</sub>、P<sub>4</sub>からの張出し施工  
がほぼ完了▼P<sub>7</sub>より張出し  
施工中



株富士ピー・エス

福岡市中央区天神 2-12-1 〒810

TEL. 092-721-3481(代)

昭和コンクリート工業株

岐阜市名徳町10番地(杉山ビル) 〒500

TEL. 058-265-5151

日本高圧コンクリート株

札幌市中央区南2条西3丁目(札幌南拓銀ビル) 〒060

TEL. 011-241-7108(代)

大成建設株

東京都新宿区西新宿1-25-1(新宿センタービル) 〒163-06

TEL. 03-5381-5010

特集：橋梁“新三役”96年そろい踏み その心・技・体

# 信越国境のハイテク長大橋梁 信越大橋(仮称)の設計と工事報告

建設省北陸地方建設局  
道路部道路工事課構造係長  
山下 信雄

## はじめに

新潟県は日本海のほぼ中央に位置し、南北に長く雪も多いが、日本有数の穀倉地帯となっている。大陸に近いこともあり早くから大陸との交易も行われている。信越大橋(仮称)の架かる一般国道18号は、昔から「北国街道」として親しまれており、現在では北陸と首都圏を結び本州を横断する主要幹線道路で、産業、経済の発展に大きな役割を果たしている(図-1)。

本橋の架かる新潟県と長野県の県境は、日本でも有数な豪雪地帯でありながらヘアピンカーブと急勾配の連続に加え、沿道には家屋が連なり、除雪余裕幅も確保されていないため、冬期においてしばしば通行困難となっていた。それらを解消するために妙高野尻バイパス(L=4km)が計画され、本橋は、そのうち県境の急峻部約1kmを越えるものとなっている。また、この地域は、上信越高原国立公園に隣接しており温泉や野尻湖などの観光資源も豊富で、春の芽吹き、夏の涼、秋の紅葉、そして冬は雄大なスキーゾーンとして人気



図-1 位置図

がある。このような恵まれた自然環境内に建設されることから、周辺環境と調和する設計を行っている。

平成3年10月より基礎工に着手し、現在は上部工の施工を行っている。主橋部のPC7径間連続箱桁橋(69m+5@100m+69m=638m)は、PC橋における一連続桁単位の桁長としては完成時日本一の規模となる(写真-1, 2)。

写真-1



写真-2



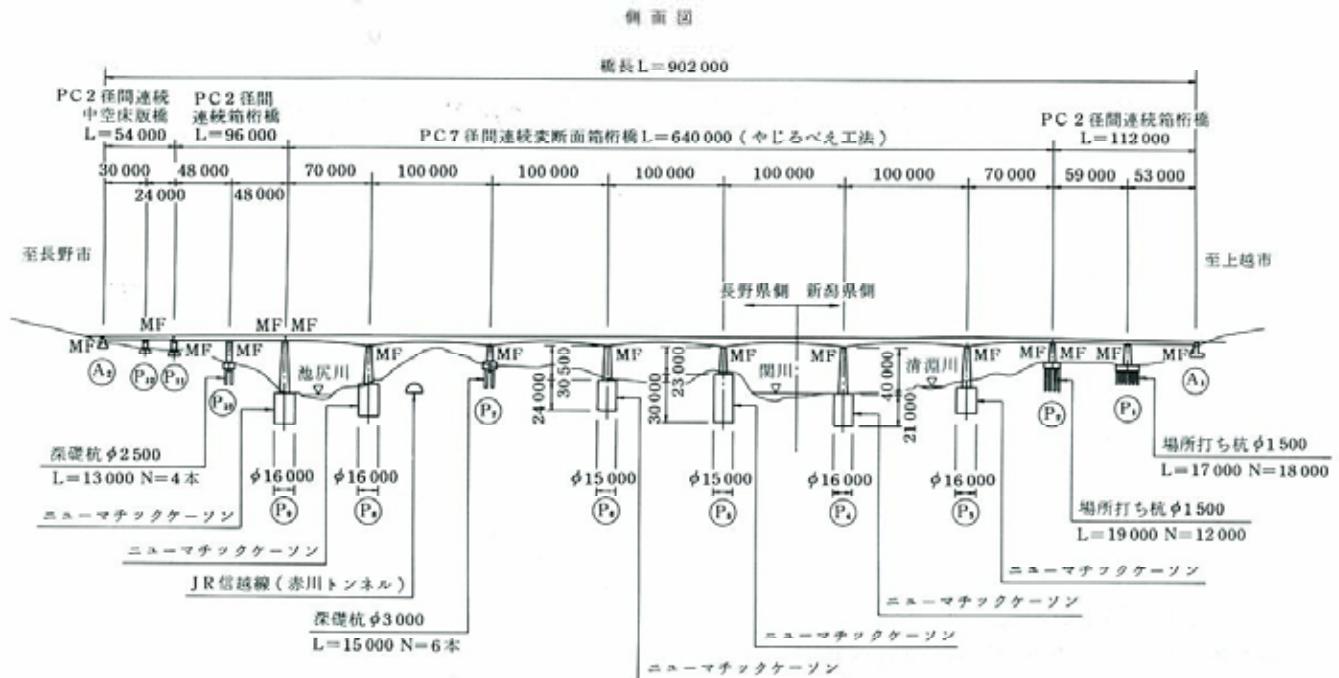


図-2 構造図

## 1 信越大橋の概要

### [1] 橋梁諸元

道路規格：第3種2級（C地域）2車線

設計速度：60km/h

設計荷重：B活荷重

橋長：902m

横断勾配：i=2.185%~3.000%片勾配

縦断勾配：i=2.7566%~0.300%

曲線半径：R=600m

支間：PC 2径間連続箱桁橋 52.25m+58.25m

PC 7径間連続箱桁橋 69m+5@100m+69m

PC 2径間連続箱桁橋 47.25m+47.15m

PC 2径間連続中空床版橋 23.5m+29.4m

有効幅員：W=2.5+1.25+2@3.5+1.25+2.5=14.5m

下部構造：逆T式橋台（A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>）

壁式中空橋脚（P<sub>1</sub>~P<sub>10</sub>）

壁式橋脚（P<sub>11</sub>, P<sub>12</sub>）

基礎型式：直接基礎（A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, P<sub>11</sub>, P<sub>12</sub>）

場所打杭（P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>）

深基礎杭（P<sub>7</sub>, P<sub>10</sub>）

ニューマチックケーション（P<sub>3</sub>~P<sub>6</sub>, P<sub>8</sub>, P<sub>9</sub>）

（図-2, 3）

### [2] 地形・地質の概要

妙高野尻バイパスは、妙高山（2,454m）、黒姫山（2,053m）の東山麓の裾野に位置し、一帯は火碎流や火山灰土、泥流堆積物が複雑に厚く堆積した丘陵地形を形成している。その山並みを関川が北東に流れ、池尻川、白田切川、太田切川等と合流して日本海にそいでいる。

地層は、第三紀の泥岩、砂岩凝灰岩の互層を基盤とし、第三紀末期から第四紀に至る妙高黒姫火山が形成する泥流層、火碎流層とローム土で形成されている。また泥流、火碎流には、一枚の洪積砂礫層が介在し、地表面にはいたるところに段丘面が存在している。

設計上の支持層は、高被圧水を有している洪積砂礫層および大きな転石を多数混入している火碎流層を除きN値50以上の火碎流層、泥流層を支持地盤とした。

洪積砂礫層での湧水は、流量で300l/min以上、水頭は地上9m以上に達した（地質調査時）。中間層は、粘性土を主体とし、巨礫、大転石を多く混入する相層不均一な地盤であり局部的にはN値の落込む所もあるが、平均N値としては30以上の地盤となっている（図-4）。

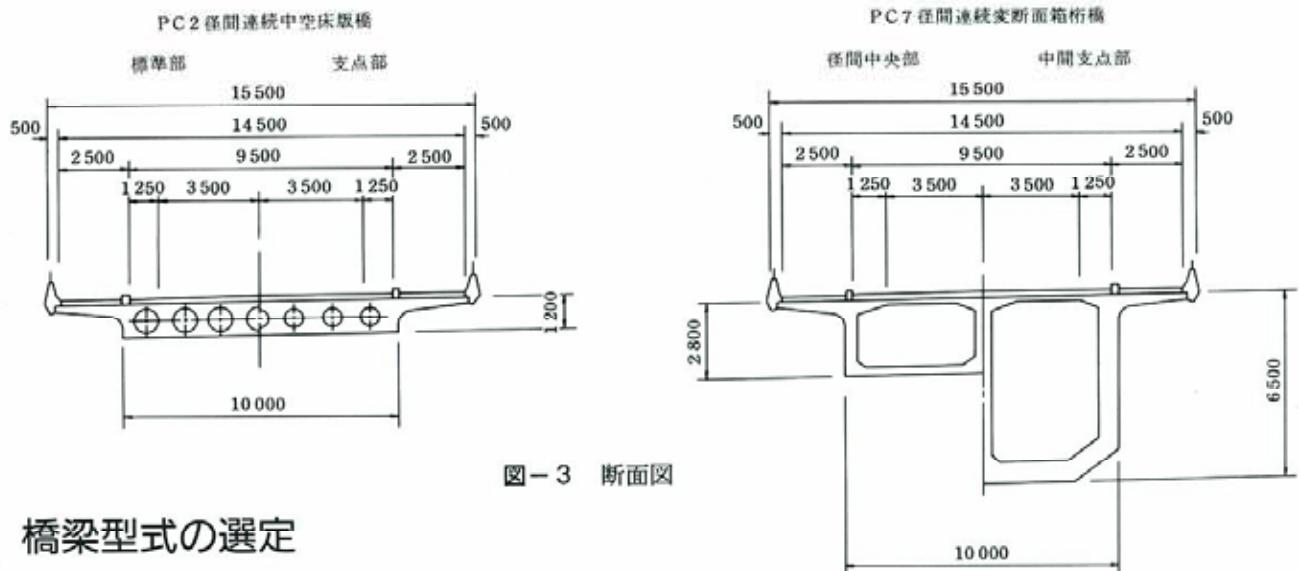


図-3 断面図

## 2 橋梁型式の選定

耐震性、走行性の向上を目的に可能な限り多径間化することを基本方針にし、上信越高原国立公園に隣接して建設されるため周辺への配慮を行い、交差物件としては河川、電力導水路、JRトンネル、現国道18号があり、急峻な地形や複雑な地質条件も重なることから、苦慮しながら橋脚設置可能位置を選択し、上部工の構造および施工上問題のないスパン長と、連続径間数から橋梁型式を選定した。

### [1] 上部構造

前記諸条件および、橋の高さと支間長のバランスを考慮し、経済的で将来の維持管理がし易く凍結しにくい等の理由により中央径間部は、PC連続箱桁橋（変断面）側径間部は、PC連続箱桁橋（等断面）とPC連続中空床版橋とした。

### [2] 下部構造

地質の複雑さや高被圧地下水、大きな転石が多く、



現国道に近接し斜面上に設置しなければならない橋脚もあり、それらを配慮して基礎型式や施工方法を選定した。

中央径間部については、 $P_7$ を除き $P_3 \sim P_9$ までは次の理由により、ニューマッチクケーソン工法を採用した。

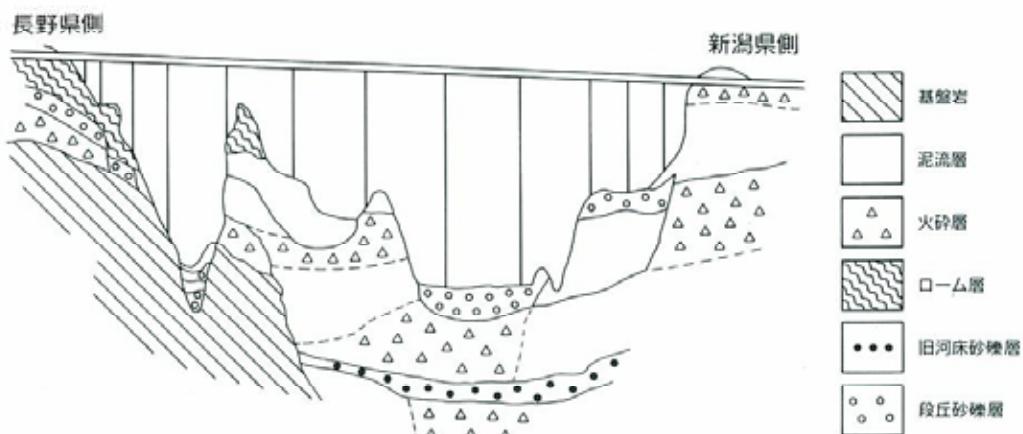


図-4 地層縦断図

- ・高被圧水層があり、地下水が多い。
- ・支持層が深く、大転石や障害物が混入している。
- ・施工の確実性が高い。

他の径間部については橋脚規模も小さい為経済性等を考慮し場所打杭工法（一部直接基礎）採用した。

### [3] 周辺環境への配慮

周辺環境への配慮にあたっては、次の点に留意した。

- ・奇抜な形や色をさける。
- ・橋の高さと支間長のバランスをとる。
- ・橋桁は直線と曲線の組み合わせで柔らかさをだす。
- ・橋脚は太陽光線の当たり方によって陰影が生まれ、スマートに見えたり、見る角度によって形が色々変化して見えることから角に大きめの面取りを行う。
- ・安全性と周辺の展望を考慮し、コンクリートの壁高欄と鋼製高欄の組み合わせとする。

- ・変位を拘束しないこととした。
- ・支承バネの経年変化と基礎バネのバラツキを考慮した固有周期を算定し、安全となる設計水平震度を用いた。
- ・長大橋、曲線橋、不等橋脚、混合基礎であること等から動的解析（応答スペクトル法）による安全性の確認を行った。
- ・桁の弾性変形、クリープ、乾燥収縮の吸収方法として、あらかじめ工場にて逆方向への予備変形を与える方法を採用した。
- ・支承の経年劣化を考慮して、支承バネ値を-15%と+25%に変化させた場合で、固有周期を算定した。



写真-3

表-1

橋脚 移動量(mm)	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>	P <sub>9</sub>
常時収縮量	→157.52	→121.46	→ 57.88	→ 33.10	← 30.24	← 59.86	←120.62	←158.55
温度補正量	→ 23.04	→ 19.18	→ 28.18	→ 1.38	← 7.52	← 16.42	← 25.32	← 17.94
収縮合計	→180.56	→140.64	→ 86.06	→ 34.48	← 37.76	← 76.82	←145.94	←176.49
予備せん断量	←181.00	←141.00	← 86.00	← 34.00	→ 38.00	→ 76.00	→146.00	→176.00

表-2

橋脚No.	支承反力 (tf)	ゴム支承寸法(mm) 橋軸方向*橋軸直角方向*厚さ	ゴム支承1個の せん断バネ(tf/cm)	横方向水平力 (地震時)(tf)	橋軸直角方向水平力 (地震時)(tf)
P <sub>2</sub>	567	900*1,000*228	6.02	233	233
P <sub>3</sub>	3,058	2,300*1,800*187	37.31	881	1,020
P <sub>4</sub>	3,067	2,300*1,800*169	42.52	885	1,092
P <sub>5</sub>	3,080	2,300*1,800*231	28.72	922	956
P <sub>6</sub>	3,107	2,300*1,800*216	31.16	906	994
P <sub>7</sub>	3,056	2,300*1,800*240	27.42	965	965
P <sub>8</sub>	3,068	2,300*1,800*202	33.44	1,003	1,086
P <sub>9</sub>	567	900*1,000*202	6.96	231	234

## [2] 下部構造

- ・設計土質定数の設定に際しては、各定数が設計結果に与える影響を十分に把握したうえで、経済性に配慮しつつ安全サイドに設定した。
- ・高さのある橋脚であるため、あらかじめ施工ロットを設定し鉄筋の継手位置を決め、施工性に配慮した。

## 4 ゴム支承による 大規模反力分散方式の採用について

本橋主橋部は、前記のように長大PC橋であることから、常時の変形すなわちプレストレス、クリープ、乾燥収縮、温度変化等による変形をいかに吸収し、橋脚に作用する水平力を小さくするか、これと同時に地震時の桁の慣性力をいかに各橋脚に分散させることと、周辺環境への調和がポイントとなった。

そこで、施工実績、景観性および構造性等の検討を行い、主橋部の橋脚すべてを同形状とすることでき、橋脚の均一性および統一性が図られるゴム支承を用いた反力分散方式を採用した。

### [1] ゴム支承を用いた反力分散方式の主な特徴

- ・常時の変形に対しては、あらかじめ逆方向に変形（予備変形）させることで、常時変形による水平力を逃がすことができる。
- ・地震力に対しては、橋全体をゴムで柔らかく支持し長周期化を図るとともに、各橋脚に作用する地震時水平力をほぼ均等に分散し、桁の変位を支承部の一

表-3

基礎形式		規格・寸法
ニューマチックケーソン	P <sub>3</sub>	Φ 16.0m · l = 19.0m
	P <sub>4</sub>	Φ 16.0m · l = 21.0m
	P <sub>5</sub>	Φ 16.0m · l = 30.0m
	P <sub>6</sub>	Φ 16.0m · l = 24.0m
	P <sub>8</sub>	Φ 16.0m · l = 26.0m
	P <sub>9</sub>	Φ 16.0m · l = 21.5m
場所打杭	P <sub>1</sub>	Φ 1.5m · l = 17.0m · n = 18本
	P <sub>2</sub>	Φ 1.5m · l = 19.0m · n = 18本
深礎杭	P <sub>7</sub>	Φ 3.0m · l = 15.0m · n = 6本
	P <sub>10</sub>	Φ 2.5m · l = 13.0m · n = 4本
直接基礎	A <sub>1</sub>	
	A <sub>2</sub>	
	P <sub>11</sub>	
	P <sub>12</sub>	

箇所に集中させることにより、地震動を吸収し耐震性の向上が図れる構造系である。

- ・桁の水平力は、「基礎+橋脚+支承」系の合成バネで各橋脚に分散するが、これらのうち物性が明確でかつ柔らかな支承のバネへの依存度が極めて大きい（全体の約95%）ことから反力分散率に対する信頼性が高い。

## [2] 信越大橋における支承構造

ゴム支承の大きさおよび支承反力は、現在日本一であり曲線橋に対応した全方向（橋軸および橋軸直角方向）に水平力を分散させている。また、片持架設時の仮固定を兼用できるため、水平ストッパーが不要になり施工性も良好であった（写真-3、表-1、2）。

## 5 信越大橋の施工概要

### [1] 基礎工

基礎型式、規格、寸法を表-3に示す。主橋部で採用したニューマチックケーソン工法による基礎工は、最大掘削深30m最大径16mであった。坑内掘削では掘削面の転石による凹凸が大きいため、天井走行式ショベル0.1~0.15m<sup>3</sup>を用いたが転石処理には、大きさにより次の破碎方法を使い分けた（写真-4）。

- ・せりや（くさび）
- ・形状記憶合金
- ・静的破碎
- ・火薬

中でも、形状記憶合金による破碎は、場所に制限されない、退避の必要が無い、施工が早い（1分程度で効果ができる）、繰り返し使用できる等の特徴があり、



写真-4

表-4

下部工形式	規格・寸法
逆T式橋台	A <sub>1</sub> :h=12.0m A <sub>2</sub> :h=10.0m
中空柱式	P <sub>1</sub> :h=24.0m P <sub>2</sub> :h=22.9m P <sub>3</sub> :h=37.0m P <sub>4</sub> :h=40.0m P <sub>5</sub> :h=23.0m P <sub>6</sub> :h=30.5m P <sub>7</sub> :h=21.0m P <sub>8</sub> :h=34.0m P <sub>9</sub> :h=45.5m P <sub>10</sub> :h=23.0m
柱式	P <sub>11</sub> :h=12.5m P <sub>12</sub> :h=13.0m

安全性および施工性に優位であった。なお、転石の大きさは最大で6m程度のものもあった。

P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>橋脚では、高被圧地下水と鉄分水の処理に苦慮した。多量の湧水は大口径ウェルポイントで強制排水し、鉄分5.5mg/lの処理は、大気中の酸素を活用した「気曝酸化方法」で処理し水産用基準値の1.0mg/l以下まで下げ安全に河川へ放流した。

## [2] 橋台・橋脚工

橋台、橋脚の形状、規格、寸法を表-4に示す。

橋脚の平均高さは約30mで、その安全性と施工性の確保が最優先とし施工には、足場と型枠が一体化し、安全性にも優れ、施工性にも特に問題の無いスライド足場を採用した(写真-5)。また、スライド足場は、工期短縮にも効果があった。

30mを超える橋脚の主鉄筋にはD51を採用したが、その組立て精度と作業性の向上のために鉄筋組立て定規を使用しました(写真-6)。D51の継手方法はガス圧接を使用したが、1橋脚あたり継手箇所数は最大1,623箇所となるため、天候にも左右され苦慮したが、品質は所定の基準を満足する結果であった。

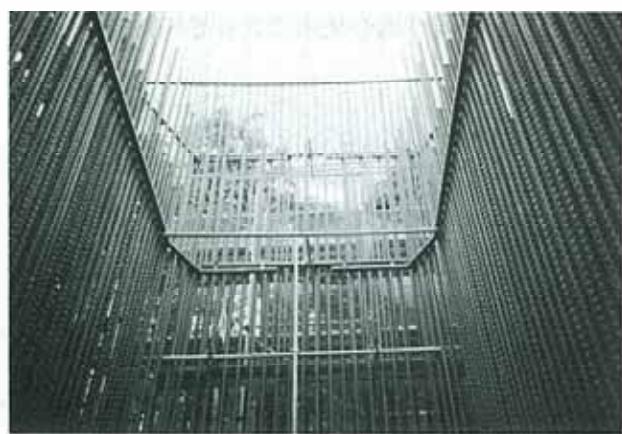


写真-6

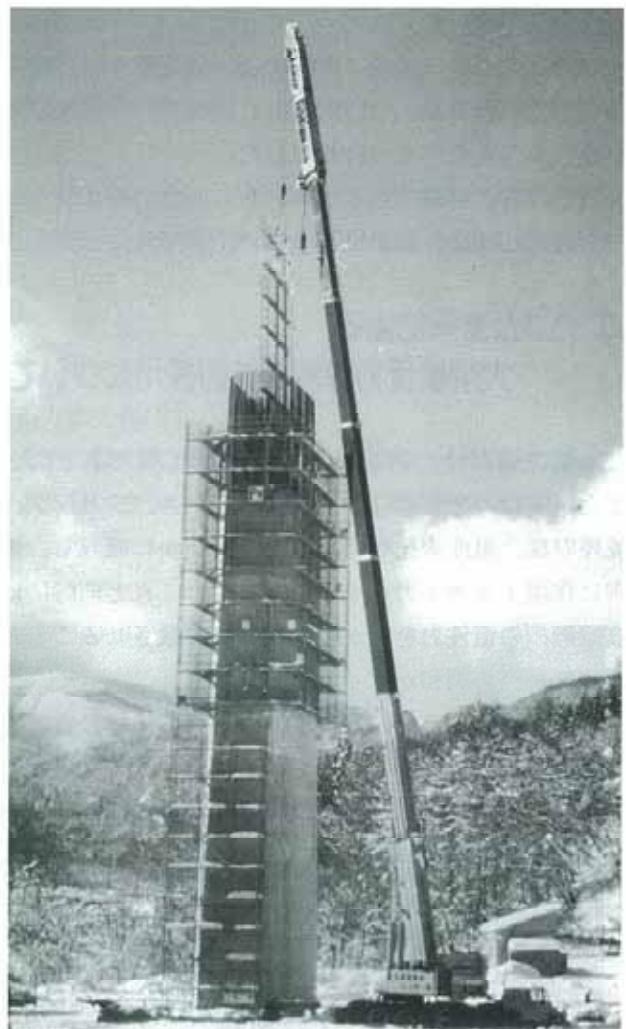


写真-5

## [3] 上部工

主橋部(PC7径間連続箱桁橋69m+5@100m+69m)の中央径間部(2@100m)および側径間部(PC2径間連続箱桁橋52.25m+58.25m)は現在施工中である。主橋部は、場所打片持架設工法(FCC工法)により施工中で、現場は豪雪地域でもありかつ、雪質が重いため、トラベラーの部材補強や改良を行い通年施工に対処している(写真-7)。なお、主橋部の長野県側と新潟県側の2径間半(L=219m)については、先の7.11水害の影響も克服し、平成7年10月に完成した。



写真-7

## おわりに

主橋部は、平成8年夏にPC7径間連続箱桁橋（変断面）として閉合する予定となっている。

施工中の側径間部も平成8年秋に完成の予定であり、残りの側径間部(PC2径間連続箱桁橋47.25m+47.15m)については沢が深く、通常の支保工方式での架設ができないため架設工法について検討中であるが、平成7年度中に着手する予定となっている。

信越大橋の完成により、冬期の通行障害が解消し、地域の益々の発展がなされることを期待しつつ、一日も早い完成に向け努力してまいりたいと思います。なお、現場に近接して施工状況を説明するインフォメーションセンター（仮設）も設置いたしており、お近くにおいでの方に立ち寄っていただければ幸いに存じます。

## 座談会 支承の大“技”信越大橋



### 【出席者】

北陸地建高田工事事務所新井国道出張所所長

大石 清氏

新構造技術開発土木設計部部長

岡戸 三夫氏

住友建設㈱信越大橋工事事務所所長

杉田 圭司氏

鹿島建設㈱信越大橋工事事務所所長

中村 公好氏

㈱ビービーエム常務取締役

合田 裕一氏

【司会】 本誌編集長 佐藤 徹

信越国境に、背中合わせに広がる黒姫高原と妙高高原。この二つの高原を直接繋ぐ信越大橋の架設工事が、厳冬期を突いて最盛期に入った。記録的な集中豪雨に見舞われた昨年の夏は、何と、河岸の工事事務所や民家までが流失する思わぬ災害が発生した。この冬の豪雪も、工事関係者には気になる厳しい気象条件だ。信越大橋は両高原の間に深く切り込んだ関川を、大スパンで飛び越える。地質学上は、日本列島を南北に二分する地溝帯上に位置するそのため、世界最大のゴム資を設置する話題のハイテク橋梁だ。もちろん姿も形もピューティー。北国街道最大の難所を地図から消し去る利便性ばかりか、水害から命を守ってくれた恩人として、工事関係者は地元住民から感謝されていた。

### 志願した童心の夢

司会 北国街道一帯は古来、様々な文化交流や戦乱などが記録されています。歴史が巨木の年輪のように、街道筋のあちこちに刻み込まれているような土地柄でしょうか。

大石 信越大橋の現場近くには、かつて関川関所が置かれていて、北陸や越後と江戸を結ぶ交通の要衝になっていました。この北国街道は別名・加賀街道と呼ばれていたそうです。加賀百万石の前田家を始め、多くの大名が参勤交代で行き來したほか、佐渡金山で産出した金や銀を、江戸に運ぶ重要な道筋でした。現在の国道18号です。

中村 私は信州中野市の出身で、子供の頃から海水浴などでこの道を通ってきました。峠が険で、恐ろしい道路と言うイメージが強く残っていました。ですから橋が

受注できたら、どうしても私にやらせて欲しいと志願しました。念願がかなって、こうした素晴らしい巡り合せに心から感謝しています。

司会 上信越国立公園域内の風光明媚な土地柄だけに、信越大橋建設に際する煩わしい問題も多かったことでしょうね。設計面での配慮についても、色々と思い出深



大石 清氏

いことがあったのではないでしょうか。

大石 この現場は見るもの、聞くことのすべてが目新しく感じました。景観への配慮が強く求められましたし、豪雪地帯ですから設計の段階から雪を念頭においた施工を考えました。一年半前に、この現場に来ましたが、当時、ペーパーで知り得たことが、目の前でどんどんできていくことに興奮気味です。優秀な施工業者さんに恵まれましたので、私の方は仕事の段取りが巧くいくように気をつけています。

## 反力分散、信越大橋で確信

岡戸 私は予備設計の時から関係させていただきました。当時の担当官であった高田工事事務所の坂上計画係長が積極的なポリシーをお持ちで『できるだけ多径間で渡りたい。しかも、耐震性や景観性に優れた橋にしたい。しかし、構造的にはあまり無理はしたくない』といった希望を出してくださいました。私は從来からゴム支承の優れた特性に着眼し、積極的に多径間の反力分散橋を提案してきました。そこで担当官の希望に添うのはこれしかないと確信しました。ただ3,000tを超す大反力を耐える支承が製作できるのか、あるいは設計上期待した性能が得られるのか、が一番の心配事でした。メーカーとも協議を重ねながら、これならいけるという感触をつかんだ段階で、現形式を提案させていただきました。思い出といえば、この間の支承メーカーと担当官とのやりとりや、検討を通じて自信を深めていった過程が懐かしく思い出されます。

司会 旧道が人の歩幅で通る道だとしたら、この大橋は急峻な谷を巨人が大股で跨いでいくようです。これだけでも大変な迫力です。ダイナミックな構造物の絵を書く



岡戸 三夫氏

側も、建設する側も真剣勝負ですね。

岡戸 桁長はPC橋としては、わが国最大級になりますが、スパンや橋脚高については実績もあり、不安感は抱きませんでした。しかし、カーブ橋であること、橋脚高や基礎形式がそれぞれ異なることによる、いろいろの問題点をクリアしていかなければなりません。この点が技術的に苦労したところであり、慎重にならざるを得なかつたところです。余談ですが、当初はラーメン構造も検討したんですよ。ところが固定支間長が長いことや、橋脚高や基礎形式が異なることから構造的に困難であることが判りました。

## 二つの高原を結ぶ“虹の橋”

大石 ここでは黒姫高原と妙高高原ですが、二つの高原を一辺に結んでしまう橋は他に聞いたことがありません。線形もそれはダイナミックです。

杉田 場所柄、景観にマッチするように景観設計されているので、施工業者としても忠実に表現できるように仕上げるよう心掛けています。また施工中でも、見る人の心が和むようにイメージアップを行ないながら、施工を進めています。

だいぶ寒くなりましたが、あと一ヵ月ぐらい頑張ると目鼻がたってくる。7社の業者が分担する工事であり、すぐ上流にも高速道路の橋が並行して建設されており、それぞれが比較されてプレッシャーを感じながらやっています。

中村 信越大橋はカーブ橋で、変断面が続いたり、大きなハンチがあたりします。景観設計に凝ると、われわれ施工業者には条件が厳しくなりますね。



杉田 圭司氏



中村 公好氏

司会 ところで世界最大のゴム沓が話題になっていますが…。

合田 海外のゴム支承をすべて調査したわけではないので、平面寸法の面ではNo.1であるといえるかは不明です。海外では古くから、ゴム支承を建築や原子力構造物の基礎などの大型コンクリート構造物に、積極的に採用してきたという歴史があります。しかしながら信越大橋の支承は $2,300 \times 1,800 \times 240\text{mm}$ 、完成重量23t、支承反力3,110tfで、少なくとも橋梁の耐震設計の重要な構造部材として設計・製作・性能確認をし、組み込まれたゴム支承としては世界初、世界最大のゴム支承であるといえます。関連して付け加えさせてもらいますと、昨年12月に秋田県・蟹沢大橋に $2,250 \times 1,900 \times 191\text{mm}$ 、完成重量18.5t、支承反力3,220tfを納入いたしました。支承反力では信越大橋を抜きましたが、ゴム支承の大きさという点では今でも信越大橋が世界一です。

## 四畳半で家2軒？

司会 そんなに大きいと、据え付け工事も一苦労じゃないですか。

杉田 本来ならクレーンでポンと持ち上げればいいのですが、やはり23tは重すぎて、自走クレーンではできません。そこで160tクレーンを橋脚のそばに組み立てて、持ち上げました。

中村 シューレットを分解できるならいいんですが、それができませんからね(笑)。この橋は見学者がかなり多いのです。一般の人にシューの説明をしても判りませんので、四畳半ぐらいの大きさのシューで1～2建の家が建つんですよと話しますと驚いて帰ります。

司会 阪神大震災以来、耐震構造が注目を集めています。しかし、それにどんな思想からこのような巨大な支承が生まれたのでしょうか。また開発に関するトピックスも教えてください。

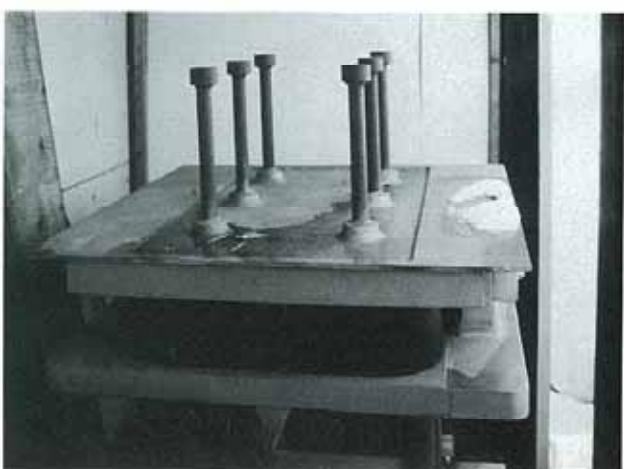
岡戸 ゴム支承による反力分散を行なう場合、設計上最も重要なことは、設定した水平ペネがいかなる使用条件下でも安定して得られるかどうかということです。これについては、昭和47年にリング沓が始めて開発され、施工された近畿地盤の宿院高架橋以来、多数の実績と実証実験の積み重ねの結果、徐々に大型化し信頼性を得てきています。そこで、信越大橋でもこれらの実績の延長と考えて、使用に踏み切りました。

合田 弊社のゴム支承、特に耐震設計である水平反力分散は、建設省と切り放せない関係にあり、弊社の創設に関わる重要な出来事でもあります。つまり先程、岡戸部長のお話にもありました宿院高架橋の建設に当たった、昭和48年当時では考えられないような、400tfのゴム支承を使用しました。当時は一般的に80tf程度が限界だったと聞いております。そして、さらに水平力分散を計画した中で、支承の開発および支承を含む機構、施工の一部を受け持たせていただいたことが信越大橋の水平反力分散支承につながっています。従って会社創設以来、国内では常にゴム支承の大型化・特殊な橋梁への対応・ゴム支承の用途開発等の先頭を走って参りました。

## 性能確認試験いち早く導入

司会 支承の大型化には、社内でどのような対応をされたのですか。

合田 信越大橋の計画が始まった昭和63年頃に東京湾横





断道路、本州四国連絡橋公団の斜張橋の多々羅大橋等の大型プロジェクトが多数あり、支承反力2,000tf以上になることが予想されていました。それまで耐震設計の中で重要でありながら見落とされていた、性能確認試験を積極的に実施し、理論値と近似した性能のゴム支承を供給することがこれから支承メーカーのあるべき姿と考え、大型支承に対応する圧縮せん断試験機の導入をはかりました。それ以外では、過去に例を見ない大型の予備せん断型支承ということもあり、せん断治具、輸送時の梱包、施工時の予備せん断解放装置、ジャッキ等で全く新しい方法を考案し、製作いたしました。

大石 宿院高架橋でゴム支承が使われた1~2年後に、北陸地建でもこれを使い始めました。結構、耐震構造に対する取り組みは早かったんですよ。新構造技術さんにとっても、ビービーエムさんにとっても問題があると飛んできてくれます。責任感があるし、連携プレーも巧い。信越大橋では予備せん断をいつ解放するかが重要なことです。

司会 連携プレーの良さを、皆さん納得されておられますね。さて、信越大橋は土木関係者が一様に注目する工事ですが、それだけに気苦労が絶えない日々の連続だったと思われます。たとえばコンクリート打設や豪雪地帯ならではの対策など具体的な苦労話、笑うに笑えぬ話があつたら何でも教えてください。

## 上から見た下部工の苦労

杉田 信越大橋の苦労話としては、上部工より下部工のほうが大変だったと思います。それは、この地域が妙高火山群であり、地質がかなり乱れています。大きな転石

がいたる所で出現しますから、掘削を開始し転石に直面して始めて、施工方法を考えるような状態であったのではないかと察します。それに対して上部工は、このような地形にあった架設工法で計画されており、問題点や苦労した事は通常の範囲内ということでしょう。強いて上げるとすると、①景観に配慮した設計になっているため、桁側面と底面との交点にハンチがついており、型枠・鉄筋の組立に苦労したこと。②柱頭部・脚頭部はマスコンクリートとなるため、硬化熱によるヒビ割れが発生することが考えられ、構造物の数値的解析を行ない、早強セメントから普通セメントに変更した。また、先の施工者においては、コンクリート打設時にポンプ圧送の高さおよび配管延長が長くなり、圧送不能が懸念された。そこで高性能AE減水剤使用のコンクリートに変更、施工したこと。③通年施工であり、施工場所も日本有数の豪雪地帯にあるため、冬期の橋面上の除雪や作業車の屋根の除雪に苦労している。また橋から下がる“つらら”的落下は危険を伴うため管理に苦労したこと。などでしょう。



合田 裕一氏

司会 北国では屋根から落ちてきた“つらら”が、頭に突き刺さる事故が時々起こります。先がかなり鋭く、凶器ですよね。

中村 雪の重みでワーゲンの屋根が押し潰されて、補強が必要になったり、防水シートが強風に剥られてハラハラしたり色々あります。とりわけ昨年の夏は豪雨で土手がどんどん削られて、危うく流されるところでした。私の事務所でもこの当たりまで抉られたら資料や貴重品など、事務所から持ちだそうと身構えていました。

司会 岡戸部長のところはいかがでしたか。

岡戸 関川は左岸と右岸で土質が違います。下部工は杭(エクセル工法)、深基礎杭、直接基礎、ニューマチックケーソンとすべてを使いました。とりわけP6、P8のケーソンは実際の地盤が設計時の想定地盤と異なり苦労しました。それから景観について一言いわせてもらいますと、当時、景観といいますと何か飾り付けをしなければいけないとか、見栄えのする構造を採用したいと思う人が多数いました。信越大橋では余分なものをそぎ落とした「シンプル イズ ベスト」の考え方を、地元の方々に理解していただくのに特に苦労しました。この橋の景観は、平面曲線を活かした全体的なプロポーションを大切にした、ダイナミックな構造美を協調したつもりです。

## 『命の恩人』は現場の所長

司会 さて、大石所長にはここに出席されていない工区の話題についてもご紹介ください。

大石 何といっても昨年の7月11日に発生した豪雨には驚きました。午前中は近くでトンネルの開通式があったのですが、その時は雨らしい雨は降っていませんでした。午後になってバケツをひっくり返したような雨になり、川が増水したことで日本高圧コンクリートさんの事務所が、近くの民家ともども流されました。その直前に身の危険を感じた小堤所長(現本社土木部長)が、住民に声をかけて、一緒に避難しました。その後に、流されたものですから、地元の人達は小堤さんは命の恩人だと感謝しています。下部工では形状記憶合金を使った静的破碎を実施、また伏流水が多いのも悩みの種でした。赤茶けた酸欠水でしたからそのまま川に流せないので、霧

状に噴霧して流しました。上部工では橋脚が24~45mと高く、コンクリート打設時の配管延長も最大、100mを超えるため、夏場のポンプ圧送に懸念がありました。そこで先程のお話のとおり、高性能AE減水剤使用のコンクリートを使用しましたが、平成6年度の夏は配合設計を変える一歩手前までありました。この他、主ケーブルの緊張ジャッキが約250kgと重く、緊張作業および段取り替えに苦労したり、ゴム支承の運搬用サドルが通常のものに比べて大きいため、回送時には新たにサドルの運搬費用が必要になりましたことが印象に残っています。

司会 これは驚きました。大自然の恐ろしさは常に身近なところに潜んでいるものです。最後に、支承メーカーである㈱ビービーエムの地震に強い橋づくりに取り組むメーカーとしての決意と、今後の戦略についてお話ください。

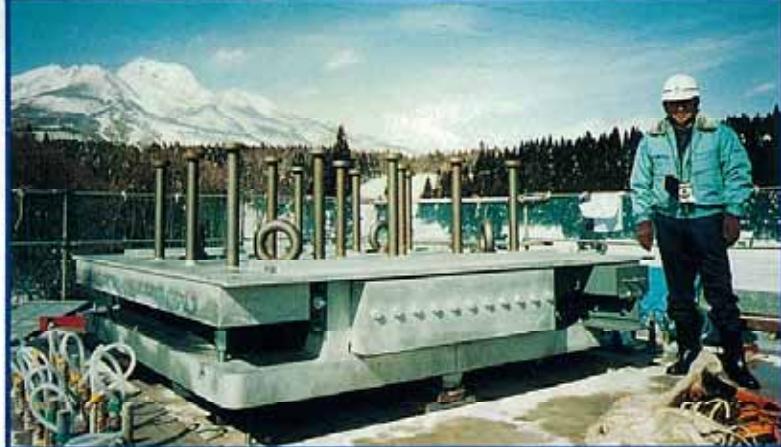
合田 地震から一年が経ち、これからが本当の意味での復旧、新たな耐震設計の始まりであると考えております。弊社のPRとなりますと、昭和48年に宿院高架橋で日本初のゴム支承を使った耐震設計橋梁に採用されてから、これまで1,200橋の採用数を数えます。昨年の阪神淡路大震災において、弊社のゴム支承が採用されていた耐震橋梁143橋が震災地域にありましたが、そのいずれも支承・橋脚・基礎等に大きな損傷を受けなかったことが調査報告によって明らかとなり、今まで進んできた方向が正しかったということをあらためて実感いたしました。この実情を判断いたしますと、弊社の水平反力分散支承は、震災に耐えた数少ない支承ということよりも耐震性、耐久性、耐候性、製品の安定性、コスト面で今後の耐震・免震設計の目的を十分に果たせると考えております。これらのレベルアップをはかるため、数年前より研究開発しております免震ゴム支承の設計・製造・販売を開始いたしました。さらにこの免震ゴム支承の耐久性等を引き上げ、安心して使用できるような安定した性能を持つ免震支承の開発も現在、進行中です。これからも従来の常識にとらわれず、に様々な開発に取り組み、日本で最初に耐震ゴム支承を開発したメーカーの名に恥じぬように努力して参る所存でございます。

司会 時間も、スペースもそろそろ無くなつたようでございます。本日はお忙しいところ、誠に有難うございました。

(文中敬称略)

# 信 越 大 橋 (仮称)

世界最大水平反力分散ゴム支承を採用



PC7径間連続箱桁橋 橋長 640m  
施主 建設省北陸地方建設局高田工事事務所

全方向全脚分散耐震ゴム支承  
リング沓サイズ2300×1800×240mm

## WE SUPPORT THE BRIDGE

当社の国内最大級の圧縮せん断試験機により性能を確認されたゴム支承は、阪神大震災においても被災地区143橋において損傷ゼロを記録し、その後も全国で数多くの橋梁にご採用いただいております。

しなやかに地震に耐える 水平反力分散沓のパイオニア

**MGB** 株式会社 ビービーエム

代表取締役社長 合田 恵二郎

本社 〒103 東京都中央区八重洲一丁目5番3号 不二ビル5階  
電話 03-3273-4181(代) FAX 03-3273-4180