

# ストラットアンドタイ方式による 複合ラーメン橋の設計・施工（浅見川橋）

## Design and Construction of a Composite Rigid Frame Bridge Using Strut-and-Tie Method (Asamigawa Bridge)

佐藤 徹\*<sup>1</sup> 安中順策\*<sup>2</sup> 鈴木敏弘\*<sup>3</sup> 坪井幹男\*<sup>4</sup> 山下久生\*<sup>5</sup> 市毛滋之\*<sup>6</sup>  
Toru SATO Junsaku ANNAKA Toshihiro SUZUKI Mikio TSUBOI Hisao YAMASHITA Shigeyuki ICHIGE

### Summary

The Asamigawa Bridge is a viaduct on the Joban expressway in Fukushima prefecture. This bridge consists of two types of bridges, a box-girder and a plate-girder. The plate-girder bridge is steel girder-RC pier composite rigid frame structure. The composite rigid frame structure of the Asamigawa Bridge was designed by a method called the strut-and-tie method that is based on the results of research that the authors had conducted. Also, a new construction method was used to construct the rigid joint connections using medium-fluidity concrete.

キーワード：複合ラーメン橋，ストラットアンドタイ方式，中流動コンクリート

### 1. はじめに

浅見川橋は、常磐自動車道の次期開通区間であるいわき四倉IC～広野（仮称）IC間に位置する、5径間連続鋼箱桁橋と7径間連続複合ラーメン鋼桁橋の2連からなる高架橋である（写真-1）。

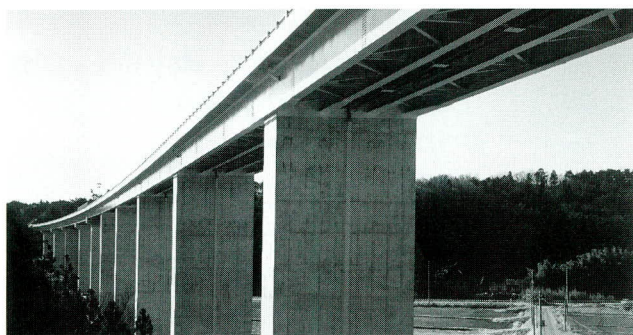
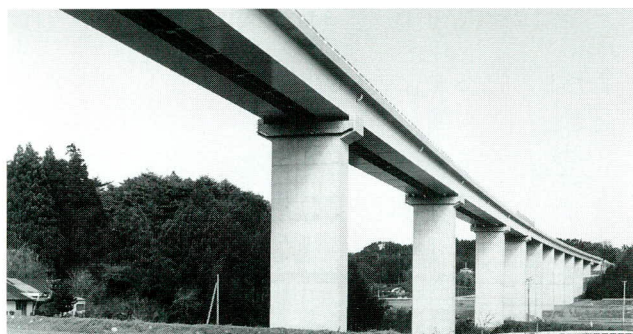


写真-1 浅見川橋

浅見川橋の複合ラーメン鋼桁橋の剛結部はスタッド方式による接合とは異なり、これまでの研究成果<sup>1), 2)</sup>を基にしたストラットアンドタイ (strut and tie) 方式と呼ぶ設計法にまとめ、これを適用している。本稿ではストラットアンドタイ方式による設計法の概要とともに、浅見川橋の複合ラーメン橋剛結部の設計と、剛結部のコンクリート施工を中心とした施工概要について報告する。

### 2. 橋梁概要

浅見川橋の橋梁諸元を表-1に、一般図を図-1に示す。

表-1 橋梁諸元

道路区分	第1種 第2級 B規格
橋梁形式	5径間連続鋼箱桁橋 (2主桁) 7径間連続複合ラーメン鋼桁橋 (4主桁)
設計荷重	B活荷重
橋 長	610.5 m
支 間 長	51.30+66.25+66.25+72.00+51.40 m 42.90+5×43.50+40.40 m
有効幅員	9.790 m
平面線形	R = 4000 m ～ クロソイド曲線区間
縦断勾配	-1.00 ～ 2.40 ～ 1.20 %
横断勾配	2.50 ～ 3.25 % (片勾配)
床 版	鉄筋コンクリート床版 (床版厚24 cm)

\*<sup>1</sup>技術本部技術開発部技術開発課課長代理

\*<sup>2</sup>技術本部工事部工事課課長

\*<sup>3</sup>技術本部工事部工事課

\*<sup>4</sup>宮地建設工業(株) 東京本店計画部マネージャー

\*<sup>5</sup>技術本部技術開発部技術開発課

\*<sup>6</sup>技術本部生産技術研究所

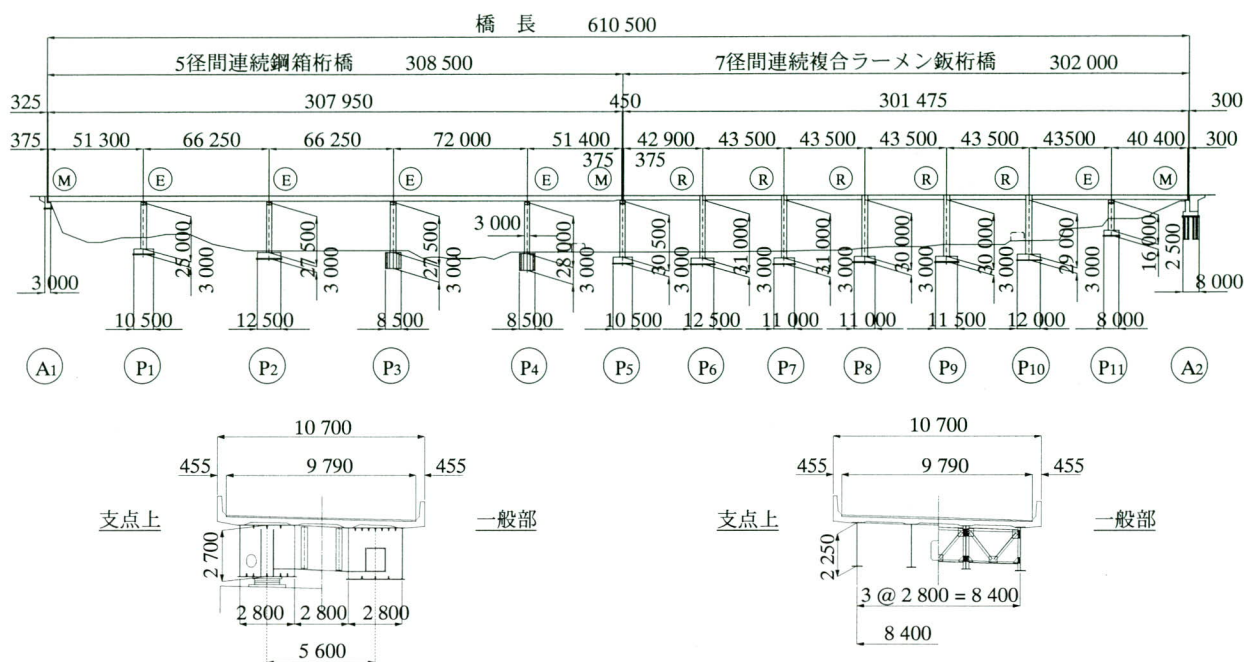


図-1 浅見川橋の一般図

### 3. 設計

#### (1) 設計法の概要

ストラットアンドタイ方式による複合ラーメン橋剛結部の設計法は、実験および解析により確認された力学的性状や実際の挙動を反映したもので、応力伝達機構をコンクリート構造のトラス理論<sup>3)</sup>に基づいてモデル化し、剛結部の耐荷力をせん断耐荷力として評価する考え方である。この方式では上部工への作用力は、基本的に鋼部材の支圧抵抗によって下部工へと伝達されると考えている。剛結部では主桁、横桁などの鋼部材がコンクリートを取り囲むことでコンクリートの回転および鋼とコンクリートとのずれが拘束されるため、せん断力・軸方向力は、鋼とコンクリートとの接触面から直接的に支圧応力として橋脚へ伝わる。また曲げモーメントは、鋼部材が回転による反力を受けることによって、剛結部内に対角方向の圧縮ストラットと引張タイを形成して釣り合い、圧縮力は鋼部材からの支圧応力として橋脚コンクリートへ伝達され、引張力は主桁ウェブのせん断抵抗によって剛結部内コンクリートへ、さらに主鉄筋の定着によって橋脚へと伝達される。以上のことから、このような耐荷メカニズムをストラットアンドタイ方式と呼んでいる(図-2)。このようにトラスモデルによる耐荷機構が形成される場合、耐荷力はせん断耐荷力として評価する方法が鋼-コンクリートサンドイッチ構造で示されているこ

とから<sup>4)</sup>、浅見川橋では剛結部の終局耐荷力を(1)式に示すように、圧縮ストラットである剛結部コンクリートの圧壊耐力と、引張タイである主桁ウェブのせん断降伏耐力との累加耐力として、終局断面力に対する照査を行うこととしている。

$$V_{ud} = V_{ucd} + V_{usd}$$

$$= 1.25\sqrt{f'_{cd}} \cdot b \cdot D \cdot \frac{1}{\gamma_{bc}} + D \cdot t_w \cdot f_{syd} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{\gamma_{bc}} \text{ (N)} \cdots (1)$$

ただし、 $V_{ucd} > V_{usd}$  である。

ここに、

- $f'_{cd}$  : コンクリートの圧縮強度  
 $= f'_{ck}$  (設計基準強度) /  $\gamma_c$  (材料係数 = 1.3)
- $b$  : 耐荷厚 (橋軸直角方向の奥行き)
- $D$  : 耐荷幅
- $t_w$  : 主桁ウェブ厚
- $f_{syd}$  : 鋼材の降伏強度  
 $= f_{yk}$  (基準降伏応力度) /  $\gamma_s$  (材料係数 = 1.05)
- $\gamma_{bc}$  : コンクリートの部材係数 = 1.3
- $\gamma_{bs}$  : 鋼の部材係数 = 1.15

なお引張タイの一部である橋脚の主鉄筋は、剛結部内への定着長を確保する必要がある。

設計計算では、剛結部コンクリートの耐荷幅を主桁フランジに接する幅 (中桁の場合はフランジ幅) と考えたことから、コンクリート耐荷力を確保するために主桁フランジ幅の拡幅を行っており、このことが本橋の剛結部の特徴的な形態となっている (図-3)。



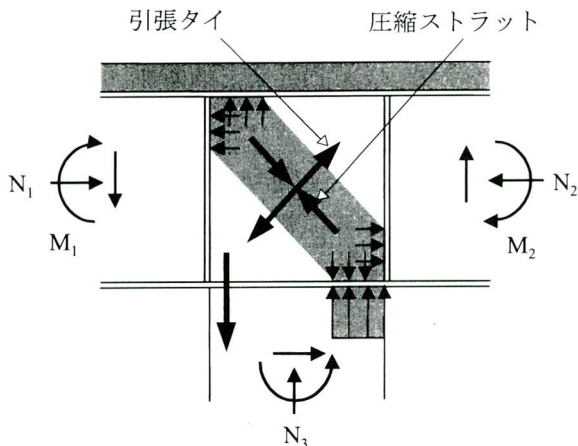


図-2 剛結部の耐荷機構

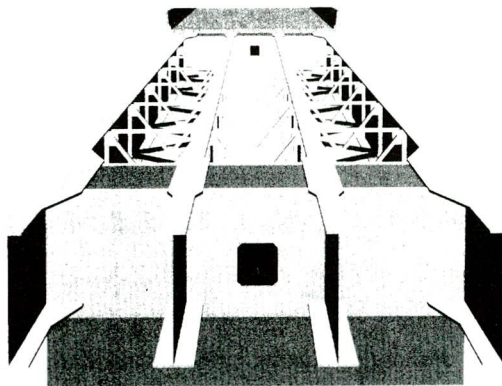


図-3 浅見川橋の剛結部構造イメージ

ストラットアンドタイ方式では、剛結部での鋼とコンクリート間の応力伝達は主に支圧によると考えているため、コンクリートは十分に充填され、鋼部材とコンクリートとは支圧応力を伝えられるよう十分に接触している必要がある。しかしながら主桁上下フランジの下面側などは、鉄筋の配置やフランジ幅の奥行きなどの構造的な問題に加え、ブリーディングやエアの残留など、コンクリートの材料または施工に起因する充填不良の恐れも予想される。したがって鋼部材の配置、充填コンクリートの品質性能に対しては十分留意する必要がある<sup>5)</sup>。このような問題点に対して浅見川橋では、流動化コンクリートを用いることで解決する方策を試みている<sup>6)</sup>。なお本橋でも、鋼部材とコンクリートとの接触面にはシアコネクタとしてスタッドを設けているが、これまでの方式のようにスタッドのせん断伝達機構による設計とは異なり、粗く疎らに配置している。これはスタッドを主たる応力伝達部材と考えていないためであり、スタッドには充填不良による機能低下を防ぎ、鋼とコンクリートとの接触面の付着を補う、あるいは付着力を付加するなど、円滑で効率的な応力伝達に貢献することを期待している。

## (2) 剛結部の設計

### 1) 設計断面力

ストラットアンドタイ方式による剛結部の設計は、終局限界状態における耐荷力を保証する設計法である。そのため剛結部の設計断面力は、耐震設計による断面力を用いている。なお本橋の耐震設計は、下部工は静的非線形解析を用いた地震時保有水平耐力法による照査、上部工は詳細設計を震度法 ( $kh = 0.2$ ) で行い、静的非線形解析により橋脚の降伏以前に主桁の降伏がないことを確認し、さらに非線形動的解析 (時刻歴応答) による照査を行っている。

本橋の設計断面力は安全側となるような配慮から、非線形動的解析による最大・最小応答断面力を用い、同時性を無視した最も不利な組合せを考慮した。非線形動的解析は4本の主桁を1本の梁にまとめた骨組構造モデルを用いて行っているため、各主桁毎の設計断面力は、常時の断面力比率に合わせて換算値を適用している。さらに設計断面力は、隅角部の力の釣合条件を基にせん断力に換算している。換算結果による1主桁当たりの設計断面力は、常時の支点上片側断面力と比較して約2倍の値となっている。剛結部に作用するせん断力を図-4に、せん断力の換算式を(2)式に示す。

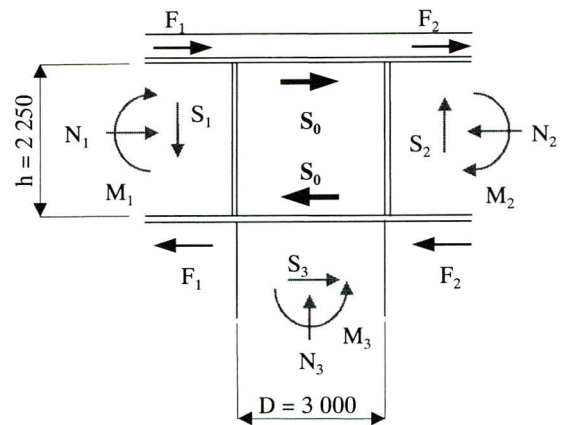


図-4 剛結部作用せん断力

$$F_1 = \frac{M_1}{h} + \frac{N_1}{2}, \quad F_2 = \frac{M_2}{h} + \frac{N_2}{2}$$

$$S_0 = F_1 + F_2 = \frac{(M_1 + M_2)}{h} + \frac{(N_1 + N_2)}{2} \quad (N) \quad \dots(2)$$

なお中桁では、換算断面力は非線形動的解析断面力の1主桁当たり平均断面力よりも小さくなるため、設計上は平均断面力を用いて照査を行っている。

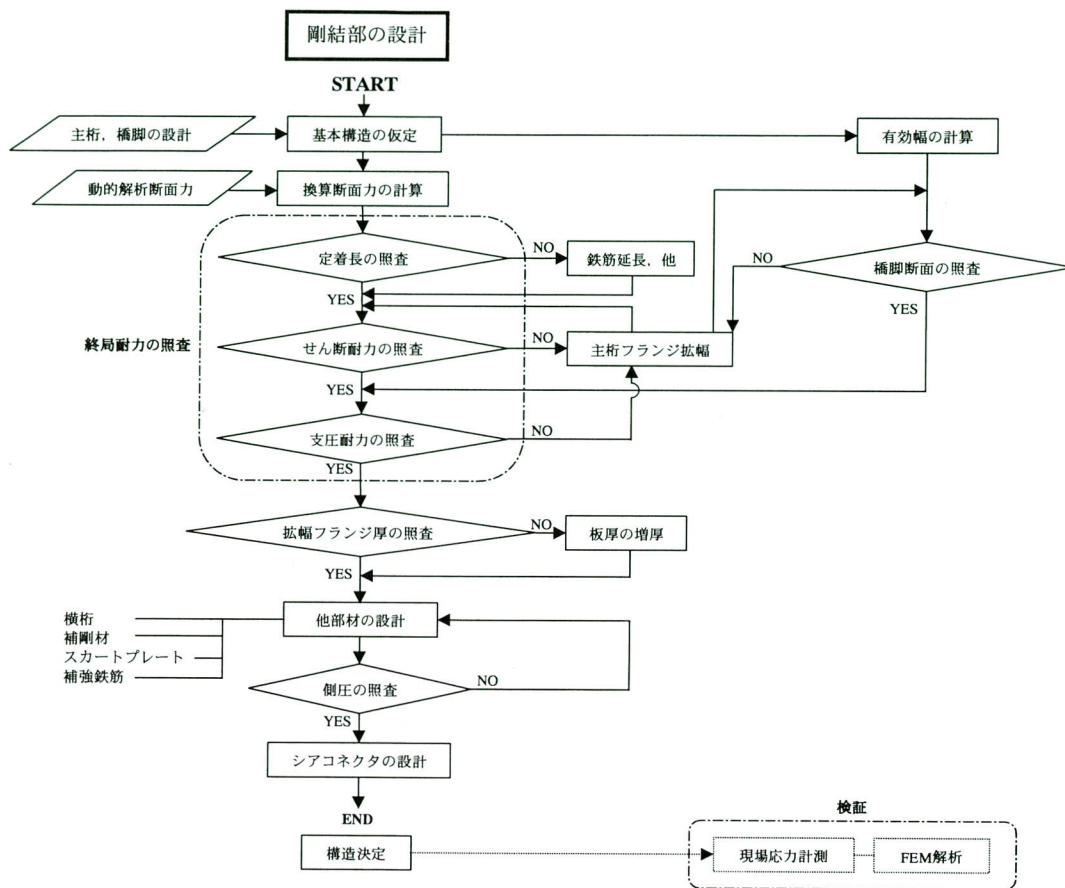


図-5 剛結部の設計フロー

## 2) 設計フロー

剛結部の設計フローを図-5に示す。

### 3) 終局耐力の照査

#### (a) 定着長の照査

剛結部に定着されるRC橋脚の主鉄筋は、引張タイとしての機能が満足されるよう十分な定着長を確保する必要がある。定着長は「日本道路公団 設計要領第二集、橋梁建設編、9章 複合構造」により計算し、照査を行った。

$$l_0 = \frac{\sigma_{si}}{4\tau_{0a}} \phi \leq l \quad \dots(3)$$

#### (b) せん断耐力の照査

剛結部は鋼とコンクリートの混合部材として、(1)式に示した耐力評価式を用いて、換算せん断力に対する安全性の照査を行った。

$$\frac{\gamma_1 S_0}{V_{ud}} \leq 1.0 \quad \dots(4)$$

ここに、 $\gamma_1$  : 構造物係数 = 1.1

$S_0$  : 設計せん断力 ((2)式参照)

$V_{ud}$  : 設計せん断耐力 ((1)式参照)

設計せん断耐力は、“コンクリートのせん断耐力 $V_{ucd}$  > 鋼のせん断耐力 $V_{usd}$ ”という条件を課しているが、これは鋼とコンクリートの耐力を累加するために、鋼の降伏後の耐力保持を考慮し、鋼部材を先行して降伏するような関係とするためである。浅見川橋では既往の実験におけるコンクリートの破壊性状を参考に、主桁フランジ幅を耐荷幅と考えている。したがってコンクリート耐力を増すために、主桁フランジの拡幅という構造的な対処を行っている。この耐荷幅に関しては横桁の効果を考慮し、評価方法を改めて検討したいと考えている。

#### (c) 支圧耐力の照査

剛結部で最も損傷または破壊の恐れがある位置が、主桁とRC橋脚との境界部であろうと思われる。特に主桁ウェブ直下では応力集中の可能性が考えられるため、支圧耐力の照査を行っている。

$$\frac{\gamma_i P_d}{P_{ud}} \leq 1.0 \quad \dots(5)$$

ここに、 $P_d$  : 応力集中を考慮した橋脚コンクリートの支圧力 (N)

$P_{ud}$  : 支圧耐力 (N)



## 4. 現場施工

### (1) 鋼桁の架設

7径間連続複合ラーメン鉄桁橋のうち剛結する橋脚はP6～P10の5脚で、剛結径間は4径間である。剛結部の主桁は、まず橋脚上に設置した架台により仮固定するが(写真-2)、剛結径間の鋼桁を全て連結した場合、温度変化による影響で架台を固定するアンカーボルトが許容応力度を超過してしまうため、剛結径間の両端であるP6橋脚とP10橋脚を先行して剛結し、その後、鋼桁を全径間架設する順序とした(図-6)。鋼桁の架設は、トラッ

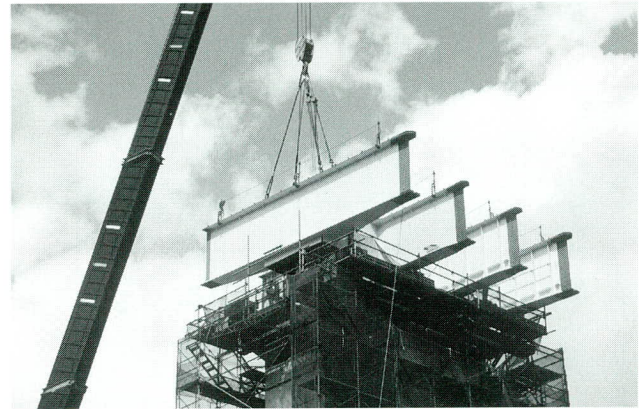


写真-2 剛結部の架設状況

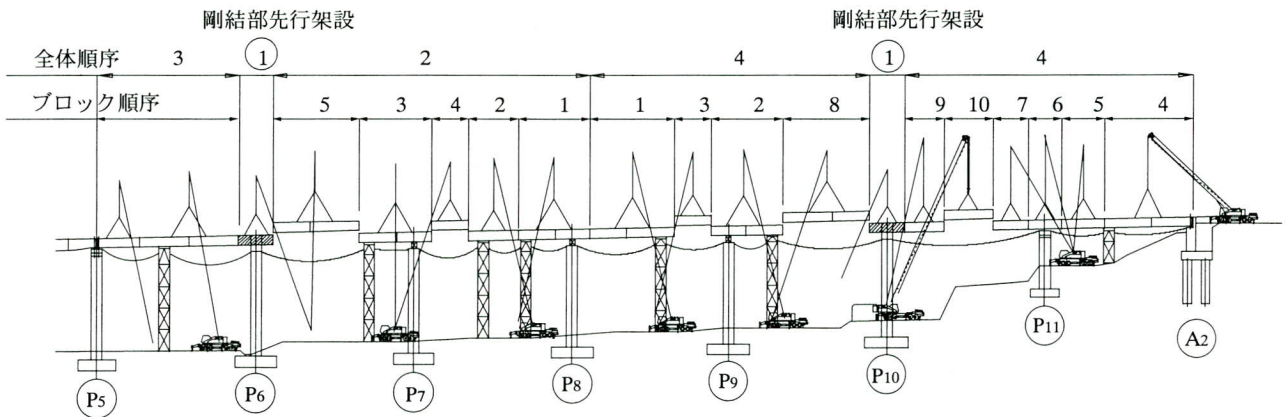


図-6 複合ラーメン橋架設順序

ククレーンベント工法により行っている。

### (2) 剛結部のコンクリート施工

#### 1) コンクリート施工試験

##### (a) 配合選定試験

剛結部コンクリートに要求される性能には、鋼桁とコンクリートとの一体性が保たれるための充填性・附着性、および鋼材が錯綜する箇所への流動性が特に要求される。これらを満足するためには高流動コンクリートを使用することが望ましいが、コンクリートの製造・品質管理が煩雑で高コストとなるなどの問題もある。そこで浅見川橋では、普通コンクリートと高流動コンクリートとの中間的な品質で、自己充填ではなく締固めを行うことで充填性と流動性が付与される、高流動コンクリートに準ずる流動化コンクリート(以下、中流動コンクリート<sup>7)</sup>)の適用を検討した。中流動コンクリートの仕様は、高性能AE減水剤、増粘剤、膨張材を使用し、スランプフロー45cmで設計基準強度を24N/mm<sup>2</sup>とする条件の基に、配合を決定するための配合選定試験を行った(写

真-3)。試験ではコンクリートの物性とともに入型供試体への充填性を確認しており、普通コンクリート(スランプ8cm、18cm)と高流動コンクリート(スランプフロー65cm)との比較検討により、中流動コンクリートの特性を評価している。配合選定試験の結果は次ページの表-2に示すとおり、締固めを併用する中流動コンクリートが最も適しているという結果が得られた。表-3に配合選定試験による決定した、本橋仕様の中流動コンクリートの配合を示す。



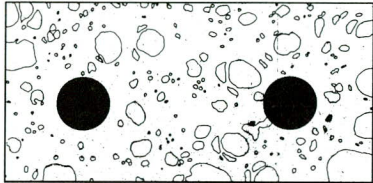
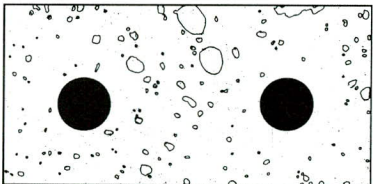
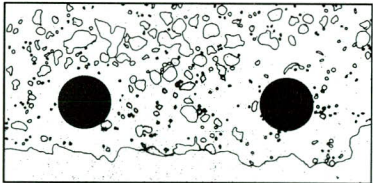
写真-3 配合選定試験

表-2 配合選定試験結果

(1) 物性試験

種別	スランブ (cm)	スランブ フロー (cm)	水セメント 比 (%)	圧縮強度 $\sigma_{28}$ (N/mm <sup>2</sup> )	ブリーディ ング率 (%)	沈降量 (mm)	物性の評価
普通コンクリート①	8	—	55	40.4	4.79	1.72	△
普通コンクリート②	18	—	55	33.9	6.00	1.76	△
			48	36.0	4.29	1.34	
中流動コンクリート	21	45	55	43.3	0.47	1.22	○
			48	45.1	0.00	0.92	
高流動コンクリート	—	65	55	38.3	0.00	1.37	○

(2) 充填性試験

種別	締固め	充填状況	充填結果 (気泡分布図)	充填性の評価
普通コンクリート①	有	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリートに流動性なく、振動締固めによって流動する。</li> <li>・打込み後、ブリーディング水の浮上が見られた。</li> </ul>		大きく深い気泡が多数あり △
普通コンクリート②	有	<ul style="list-style-type: none"> <li>・若干の流動性有り。</li> <li>・ブリーディングが多く、沈降が進行した。</li> </ul>	—	コンクリートがフランジ面に接触していない ×
中流動コンクリート	有	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無振動時にも流動性があり、振動締固めによって閉塞部でも流動することを確認した。</li> <li>・ブリーディングはほとんど無い。</li> </ul>		気泡が少なく良好 ○
高流動コンクリート	無 (自己充填)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリートの流動性は最も優れるが、締固めなしではコーナー部に気泡が残留する。</li> </ul>		未充填部と小さく浅い気泡が多数あり △

※水セメント比55%の場合、●は空気抜き孔 (60φ)

表-3 中流動コンクリートの配合

水セメント比 W / (C+E) (%)	細骨材率 s / a (%)	スランブ (cm)	スランブ フロー (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )			混和剤量 (kg/m <sup>3</sup> )	
					セメント C	膨張材 E	水 W	高性能 AE減水剤	増粘剤
55	48	21	45	4.5	288	30	175	(C+E)×1.5(%)	W×0.1(%)



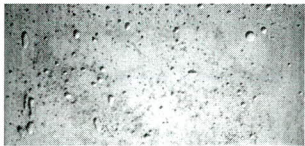
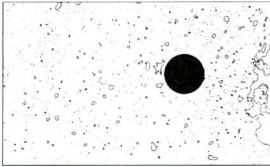

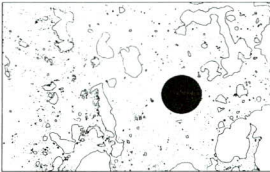
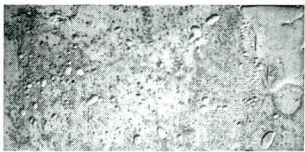
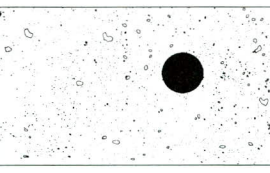

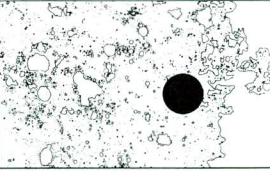
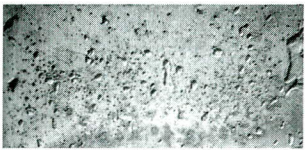
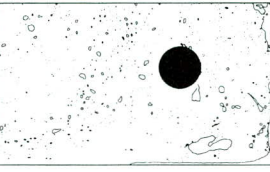
(b) 現場施工試験

配合選定試験の結果を基に、コンクリート配合を製造プラントでの試験練りによって修正し、品質管理が容易なスランブ21cmのコンクリートとして最終的な配合を決定した。このコンクリートを使用し、実際の施工を想定して剛結部の縮小モデル型枠供試体に充填する現場施工試験を実施した。試験目的は中流動コンクリートによる剛結部コンクリートの施工性を確認することにあることから、スランブロスなどコンクリート性状の変化が施工性・充填性に及ぼす影響を定量的に把握するために、スランブ15cm、18cm、21cmの3種類のコンクリートによる比較検討を行った。また、剛結部の構造的な対処方法も

合わせて確認するために、空気抜き構造の有無による違いにも着目した。コンクリートの充填性はフレッシュコンクリートの流動状況、およびコンクリート硬化後のフランジ裏面における空隙状況の観察結果から評価を行った。現場施工試験結果の一覧を表-4に示し、試験状況を次ページの写真-4に示す。

試験ではスランブ21cmのコンクリートで空気抜きを有する構造の作業性、充填性が最も良好であることから、実施工の仕様をスランブ21cmと決定した。また、スランブロスが起こった場合に充填性が低下するという傾向が見られたことから、実施工時の入念なスランブ管理を行う品質管理体制により対応することとした。

表-4 現場施工試験結果

No.	スランブ (cm)	下フランジ 空気抜き孔	充填結果 (気泡分布)		充填性の評価
			上フランジ (写真)	下フランジ (スケッチ)	
①	21	有			上フランジ： 比較的良好 ○
					下フランジ： 一部沈降気味 △
②	21	無			上フランジ： 大きな気泡が 一部に残留 △
					下フランジ： 大きな気泡が 全体に残留 ×
③	18	有			上フランジ： コーナー部に 充填不良 ×
					下フランジ： 比較的良好 ○
④	18	無			上フランジ： 微細な気泡が 無数に残留 △
					下フランジ： 気泡とともに 一部充填不良 ×
⑤	15	無			上フランジ： 気泡とともに 一部ひびわれ ×
					下フランジ： 大きな気泡が残留 △

※下フランジの●位置は、鉄筋貫通孔 (60φ)。





写真-4 現場施工試験状況

## 2) 現場施工

コンクリート施工試験の結果を受けて、浅見川橋の剛結部ではスランプ21cmの中流動コンクリートによる施工を行った。コンクリート打設は製造プラントからの出荷時、トラックアジテータからの荷卸しに加え、ポンプの筒先で採取したコンクリートでもスランプ管理を行い、コンクリート性状の変化を確認しながらの打込み作業とした。コンクリート運搬によるスランプロスは、運搬時間約30分で平均1.2cm、ポンプ圧送によるスランプロスは平均0.7cmであり、出荷時のスランプを管理目標値とすることで打込み時に良好な性状のコンクリートが得られている(図-7)。

主桁上フランジ側は、コンクリートをオーバーフローさせることが構造上困難であり、高低差によるヘッド圧を加えて充填を促進することが不可能であるため、充填状況の確認に対する懸念があった。ストラットアンドタイ方式は、コンクリートの充填性を保証することが剛結部の設計法と機能を満足させる上で不可欠の条件である。そのため未充填部分が残留しないように、工場製作の段階で剛結部のコーナーに沿って空気抜き用の樋を設けておき(写真-5)、最終的にはこの樋から無収縮モルタルを圧入することで充填性を確保している。

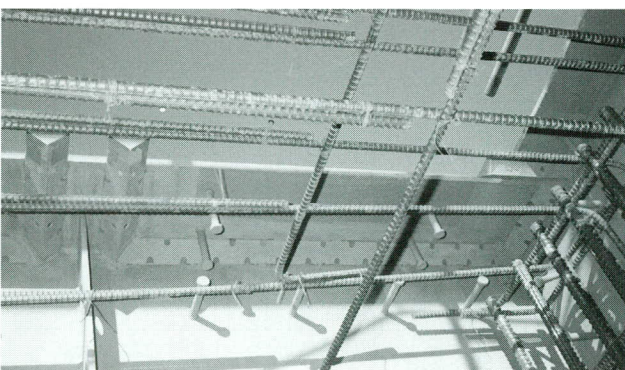


写真-5 コーナー部の空気抜き兼モルタル充填用樋

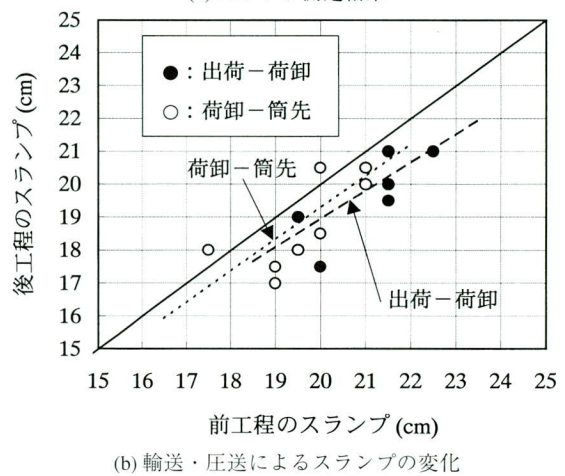
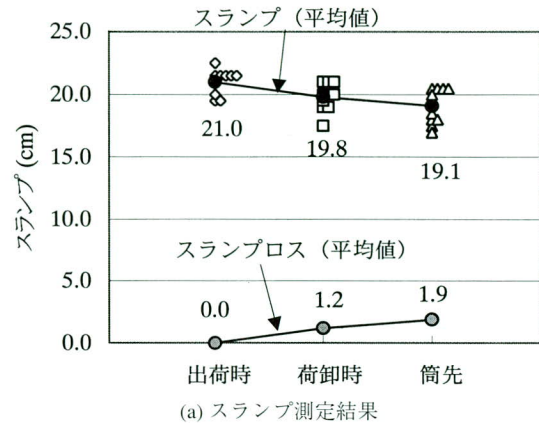


図-7 剛結部コンクリート・スランプ管理結果

中流動コンクリートは流動性と粘性とのバランスが微妙で、コンクリート性状の変化が施工性を左右する大きな要因となる。しかしながら、適切な管理下で実施する中流動コンクリートによる施工は、効率的な作業性で良好な充填性が保証できる優れた施工法であると思われる。今回の中流動コンクリートを用いた剛結部のコンクリート施工に関しては、全体的にはコンクリートの品質は概ね良好であり、比較的安定した施工ができた。写真-6に剛結部コンクリートの施工状況を示す。



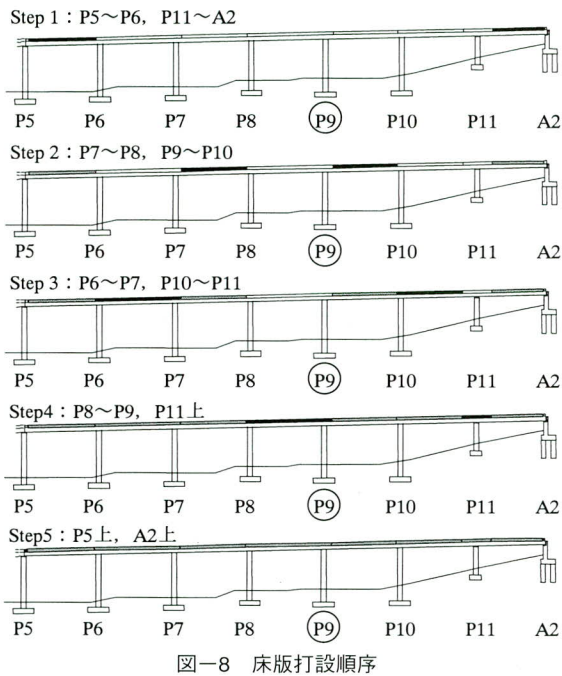
写真-6 剛結部コンクリート施工



## 5. 応力計測およびFEM解析

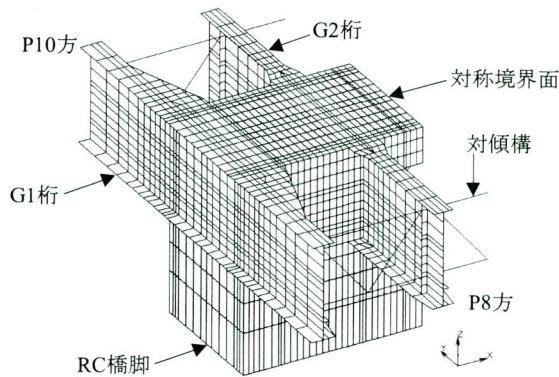
### (1) 応力計測要領

実橋でのストラットアンドタイの形成を確認する目的で、P9橋脚の剛結部において応力計測を実施した。応力計測時の荷重荷重は、RC床版施工時のコンクリート死荷重であり、床版打設順序(図-8)に従い、コンクリート打設による剛結部内主桁フランジ・ウェブ、横桁ウェブ、主鉄筋およびコンクリートのひずみ挙動を計測した。



### (2) FEM解析要領

P9剛結部を橋軸中心線上で対称とした1/2断面モデルを用いた3次元FEM解析<sup>8)</sup>により、実橋応力計測の検証を行った。解析モデルを図-9に示す。



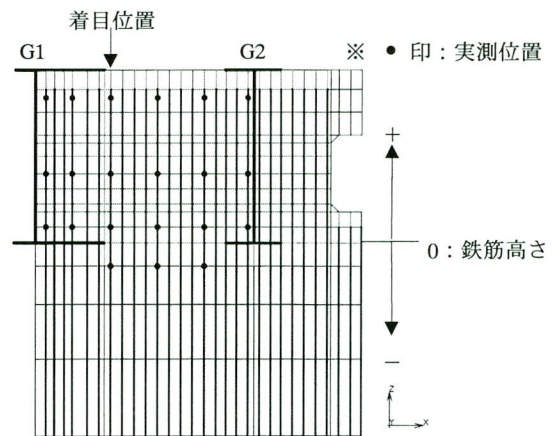
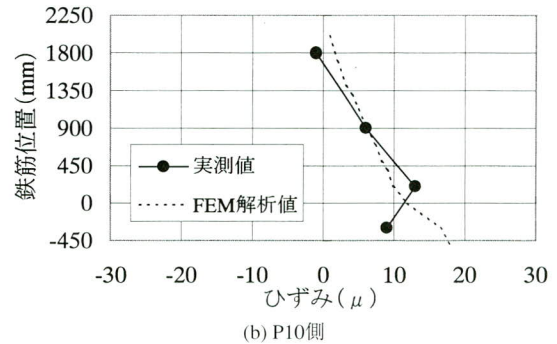
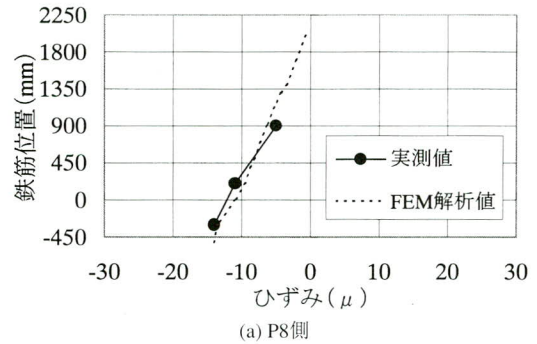
また解析における荷重は別途骨組構造解析を行い、床版打設計画に合わせた各荷重ステップの断面力を計算し、曲げモーメントおよびせん断力を節点集中荷重に換算して、解析モデルの主桁先端部に荷重している。

### (3) 応力計測およびFEM解析結果

計測および解析結果の例として、P9橋脚の隣接径間であるP8~P9径間のコンクリート打設時 (Step4) におけるひずみ分布を以下に示す。

#### 1) 主鉄筋のひずみ分布

主鉄筋軸ひずみの鉛直方向分布図を図-10に示す。主鉄筋ひずみは三角形分布の形状であり、計測値と解析値は概ね一致している。



2) 主桁フランジのひずみ分布

主桁フランジの橋軸方向ひずみ分布図を図-11に示す。

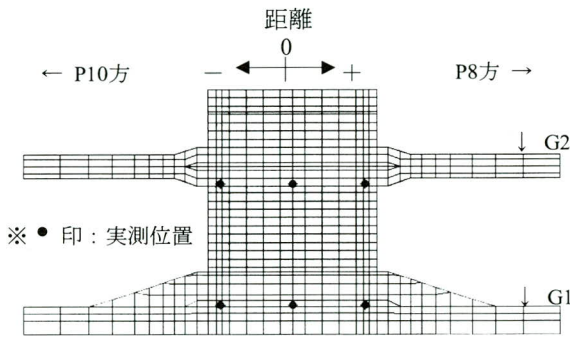
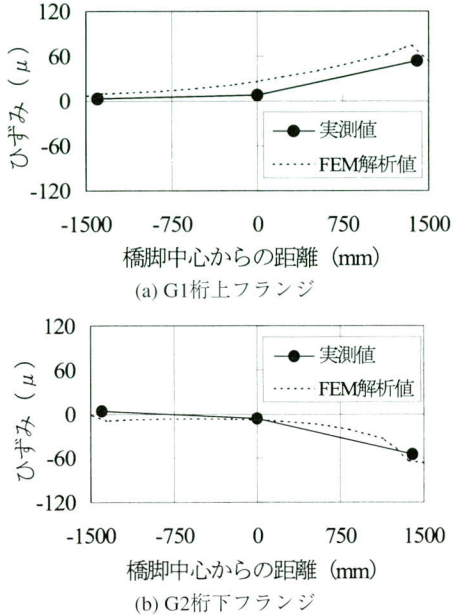


図-11 主桁フランジひずみ分布

3) 主桁ウェブの主ひずみ分布

主桁ウェブの主ひずみ分布図を図-12に示す。

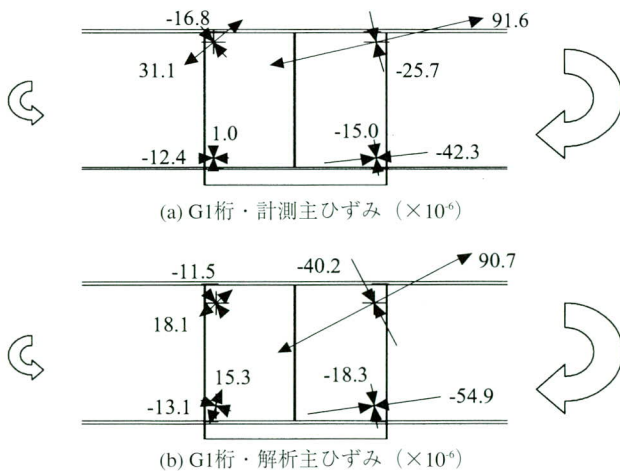


図-12 主桁ウェブ主ひずみ分布

4) 主ひずみコンター図

FEM解析結果から、剛結部コンクリートにおけるひずみ分布として、図-13(a)には3次元的な広がりコンター図、図-13(b)にはストラットとタイの形成状況を示す。

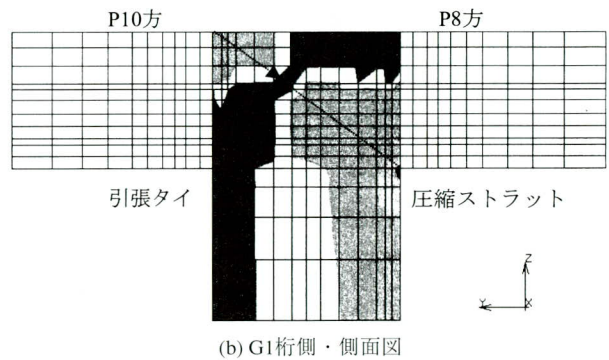
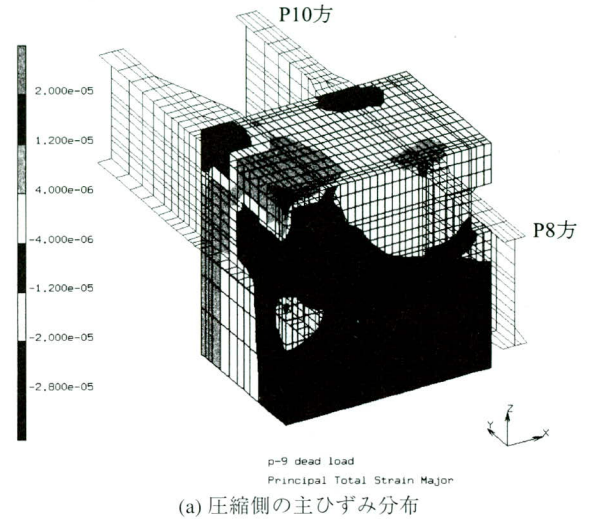


図-13 コンクリート要素主ひずみコンター図

この図によれば、コンクリートの引張領域は、大きな負曲げモーメントが作用しているP8方の上フランジ側コーナーから対角方向のP10方下フランジ側へ、斜め方向に分布している様子がわかる。同様に圧縮領域は、P10方の上フランジ側コーナーからP8方下フランジ側コーナーへ向かっての対角方向に分布している様子が見られる。このように引張タイと圧縮ストラットの形成がFEM解析では確認でき、さらに図-12に示した主桁ウェブの主ひずみ分布により、実測値と解析値が良く一致していることから、実橋においても圧縮ストラットと引張タイが形成されていると推定できる。また、鋼とコンクリートが付着していたとした解析と実験結果が整合していることにより、実橋のコンクリート施工においても、設計法を保証し剛結部の機能を満足するに十分なコンクリートの充填性が確保されており、施工上も不都合がなかったものと判断される。



## 6. まとめ

浅見川橋では、これまでに実施された載荷実験およびFEM解析等から得られた知見を応用し、ストラットアンドタイ方式と呼ぶ設計法にまとめ、詳細設計への適用を行った。この方式での応力伝達機構の妥当性は、実橋における応力計測を実施することで検証し、設計法の概念と実際の挙動が良く一致していることを確認できたことは大きな成果であると言える。この設計法の適用は初めてであるため、設計断面力に非線形動的解析による終局断面力を用いること、コンクリート耐荷幅を主桁フランジ幅と考えたことなど、安全側の評価を行っている。ストラットアンドタイ方式をより合理的で経済性も追求できる設計法として確立するためには、過度に安全側とはならないように配慮する必要があると、設計断面力の取り扱い、コンクリート耐荷幅の評価などは経済性に影響する解決すべき課題であることがわかった。なお、今回は多主桁橋への適用であったが、将来的には少数主桁橋への適用も十分可能であるとも考えている。

また、ストラットアンドタイ方式による剛結部設計法を保証するために、浅見川橋では中流動コンクリートによる剛結部のコンクリート施工を行った。中流動コンクリートを用いた施工は、普通コンクリートが多く使用されているこれまでの事例と比較した場合、経済性の面では若干のコストアップとなるものの、良好な充填性、ブリーディングの低減など品質および耐久性の観点も合わせて考慮すれば、十分コストに見合うものと考えている。ただし、中流動コンクリートの製造および施工に関しては、このコンクリートの特性を活用し、機能を十分に発揮させるためには適切な管理を要することもわかった。今後はより合理的な設計法の確立を目指し、設計上の課題を解明するための研究とともに、施工性・充填性を向上させるためのコンクリート仕様、孔の増設、主鉄筋と

鋼桁との取合いなどの構造細目の対処方法など、本橋の経験を生かした検討や施工要領の整備を行っていきたいと考えている。

本工事の設計・施工にあたり、監督・御指導をいただいた日本道路公団東北支社構造技術課、およびいわき工事事務所の皆様に深く感謝申し上げます。埼玉大学・町田篤彦教授には設計から施工に亘り、様々な問題に対して多大なる御助言をいただきました。また、(株)ポゾリス物産、(株)八洋コンサルタント、双葉住コン(株)の皆様には、コンクリート施工試験にご協力いただきました。ここに深く感謝の意を表します。

### <参考文献>

- 1) 佐藤, 清水, 太田, 町田: 複合ラーメン橋の接合部設計法に関する一提案, 構造工学論文集 Vol. 45A, 1999年3月
- 2) 長谷, 井ヶ瀬, 紫桃, 清水, 佐藤: 鋼桁-RC橋脚剛結部の応力伝達と耐荷機構に関する実験的研究, 構造工学論文集 Vol. 46A, 2000年3月
- 3) 田辺, 檜貝, 梅原, 二羽: コンクリート構造, 1985年6月, 朝倉書店
- 4) 土木学会: 鋼コンクリートサンドイッチ構造設計指針(案), 平成4年12月
- 5) 土木学会: 複合構造物設計・施工指針(案), 平成9年10月
- 6) 土木学会: 高性能AE減水剤を用いたコンクリートの施工指針(案), 平成5年7月
- 7) 末岡, 松本, 佐野, 清宮: 振動を受けた中流動コンクリートの基礎性状について, コンクリート工学年次報告集 Vol. 21, 1999年
- 8) 日本マーク株式会社: マークマニュアルK7  
2001. 10. 29 受付

### グラビア写真説明

#### 浅見川橋(鋼上部工)工事

浅見川橋は、三郷JCTを起点として太平洋沿岸を北上し、仙台市へと至る常磐自動車道のいわき四倉IC~広野(仮称)間に位置し、5径間連続箱桁と、7径間連続複合ラーメン鋼桁橋の2連から成る高架橋であり、鋼上部工と鉄筋コンクリート橋脚とを一体化した構造である。  
(宮本)

### 荒島高架橋

「安来道路」は中海新産業都市地域に指定されている松江市～米子市間の都市化による、一般国道9号の交通渋滞に対処するバイパスとして計画された。昭和62年に高規格幹線道路の計画決定に伴い、「安来道路」は西に続く「松江道路」とあわせて自動車専用道路として一体整備を図るよう計画変更されることとなった。

平成13年3月24日に「安来道路」は「松江道路」ともども全線開通され、一般国道9号の交通混雑の緩和はもとより、他の高速交通ネットワークとの連携によって地域間の時間距離短縮を図ることにより、地域経済の発展・活性化に寄与するものと期待されている。

(山根)

### 石狩川橋りょう

昭和9年暴れんぼう川石狩川に、難工事の末、札幌から沼田間を結ぶ、札沼線として初代石狩川橋りょうが完成しました。鉄道橋としては、道内1の橋長を有し、全国においても有数の橋長を誇ります。しかし、平成9年より石狩川の河川改修にともない、架替えとなり平成13年10月19日に無事、開通いたしました。2代目石狩川橋りょうは、橋長 1,064 m、主構高16mの雄姿を石狩川に映し出しています。

(齋木)

### 〔仮称〕丸ノ内ビルディング新築工事

東京駅丸の内側の通称[丸ビル]は、東京の名所の1つであった。柱、梁の建設資材が外国からの輸入であり、日本で最初の本格的なオフィスビルである事から、言ってみれば、日本のビル建築の原点であった。

その「丸ビル」が今回の新築により、高さ180 m、34階の超高層ビルに生まれ変わった。周囲の高層ビルからも抜きん出て威容を誇っている。このビルがここ丸の内地区で計画されている再開発計画の最初の事業であり、今後の「丸の内地区」を予測させるビルとも言える。SA440C材が20%を占め、高強度鋼に対する高い溶接技術が求められたが、綿密な協議、試験等の上、無事クリアする事ができた。

(西原)

### 電通新社屋建設プロジェクト（新本社オフィス棟）

新橋駅の東方、旧国鉄の貨物駅跡地である汐留開発地区A街区に偉容を誇る(株)電通の新社屋ビルです。汐留再開発地区は他にも多くの高層ビルが建設中です。

本工事は、平面形状の複雑さに加え、BOX柱に高性能590N級耐火鋼（SA440C-FR、板厚80mm）を用いたこと、メガブレースや曲げダンパーといった複雑な部材があったこと等で工場製作は困難を極めました。建方工程に間に合わせるため、工場中を喧騒に巻き込んだことが記憶に残ります。

(吉川)



### キャノン本社棟新築工事

東京都大田区下丸子の多摩川沿いに広大な建設地がある。ここに先端技術で世界に羽ばたく会社が「世界本社ビル」と銘打って、設計の段階から思い入れと熱意を込めて計画したビルである。SA440C材の使用、厚肉溶接等があり、製作上高い技術レベルで推移した。全面アルミカーテンウォールになっており、意匠に合わせてファスナーの種類と数の多かった事が思い出される。梁端部の水平リブの突合せ溶接では、パス間温度の管理と精度の確保に多大の留意をした。

多摩川沿いの見とおしの良いところにあり、遠くから見るとアルミの薄く柔らかなグレーの色が日の光に輝いているのが印象的である。

(西原)

### 〔仮称〕明治生命さいたま新都心ビル新築工事

旧国鉄大宮操車場跡地を今新生さいたま新都心と命名され、合同庁舎や、スポーツや音楽が楽しめるスーパーアリーナやその他幾つものビルが林立している。当ビルはスーパーアリーナの横に建てられたスマートなビルである。

当社施工範囲は超高層を支える土台部の施工であった。土台部は5階と6階を一体化したスーパートラス組みであり、上、下弦材をはじめ支柱、斜材、鉄板壁で構成されている。部材はSA440B、C材を使用し、板厚も60mm～80mmを使用し、BOX-800×800×80およびBH-1200×800×60×80が主な部材であった。

(平田)