

土木技術

10

2005

CIVIL ENGINEERING VOL.60・NO.10

連載第1回
現場からの
技術の発信

- 長瀬川橋床版工事 (福島県)
- 石炭灰・乾式吹付け工法
- 膨張性地山での坑口 (石川)
- 三森5号橋 (郡山湖南線)
- 仮締切工の遮水 (三重県)
- 大変位吸収システム
- 半没水型上部斜面埋用ケーソン (岩手県)
- 緊急浸水対策レインボープラン

ちょっと工夫した工事
擁壁設計講座・逆L型擁壁
技術士第二次・建設・論文



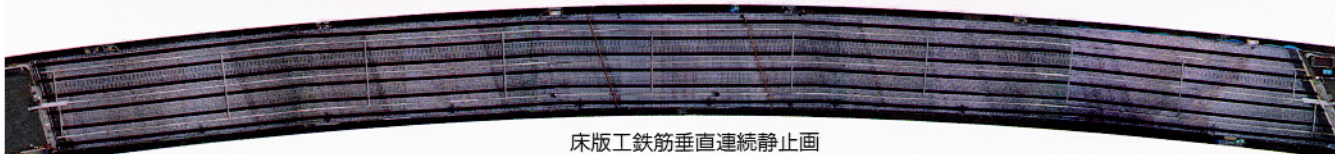
長瀬川橋から磐梯朝日国立公園・磐梯山を望む



長瀬川橋竣工



TTM工法による床版工鉄筋完了



床版工鉄筋垂直連続静止画

長瀬川橋床版工事

上 : (仮)長瀬川橋 (完成時)

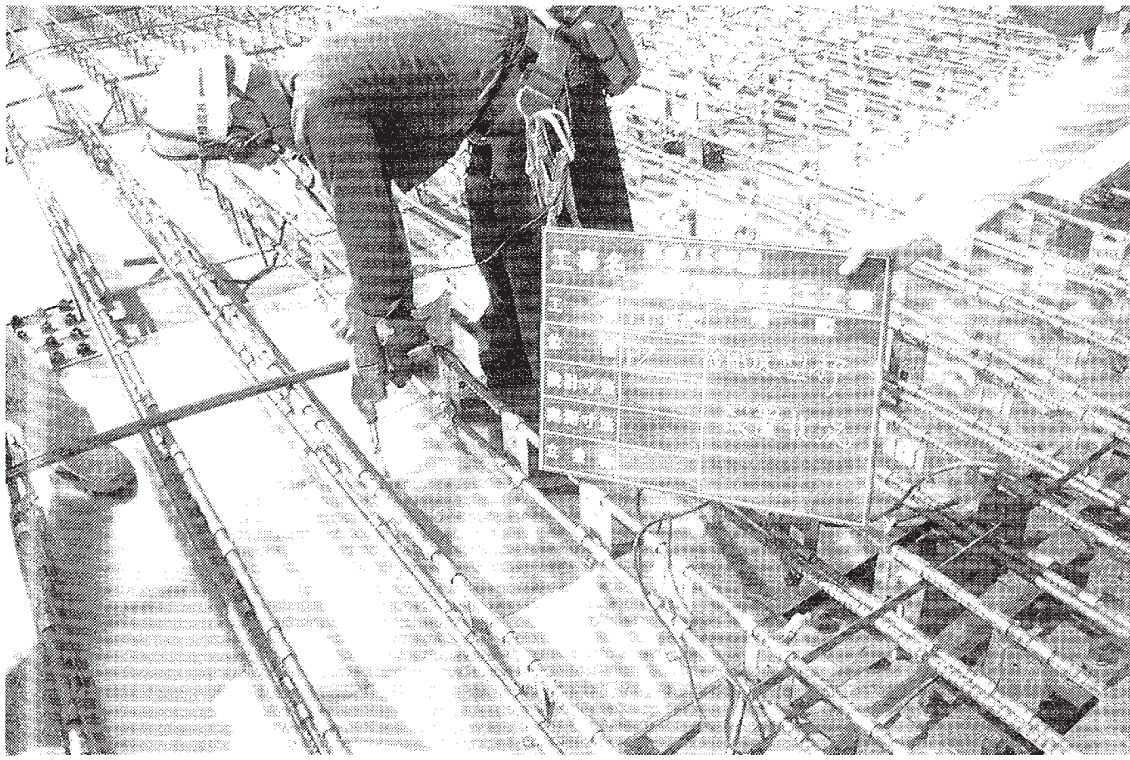
中左 : (仮)長瀬川橋 (完成時)

中右 : 床版工鉄筋完了

下 : 床版工鉄筋全景

会津土建株式会社

技術協力 : (株)エマキ・日本コンクリート技術(株)

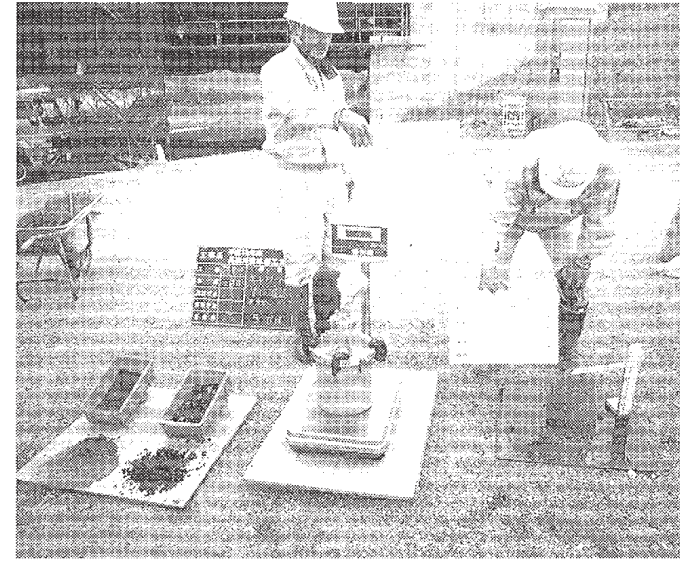
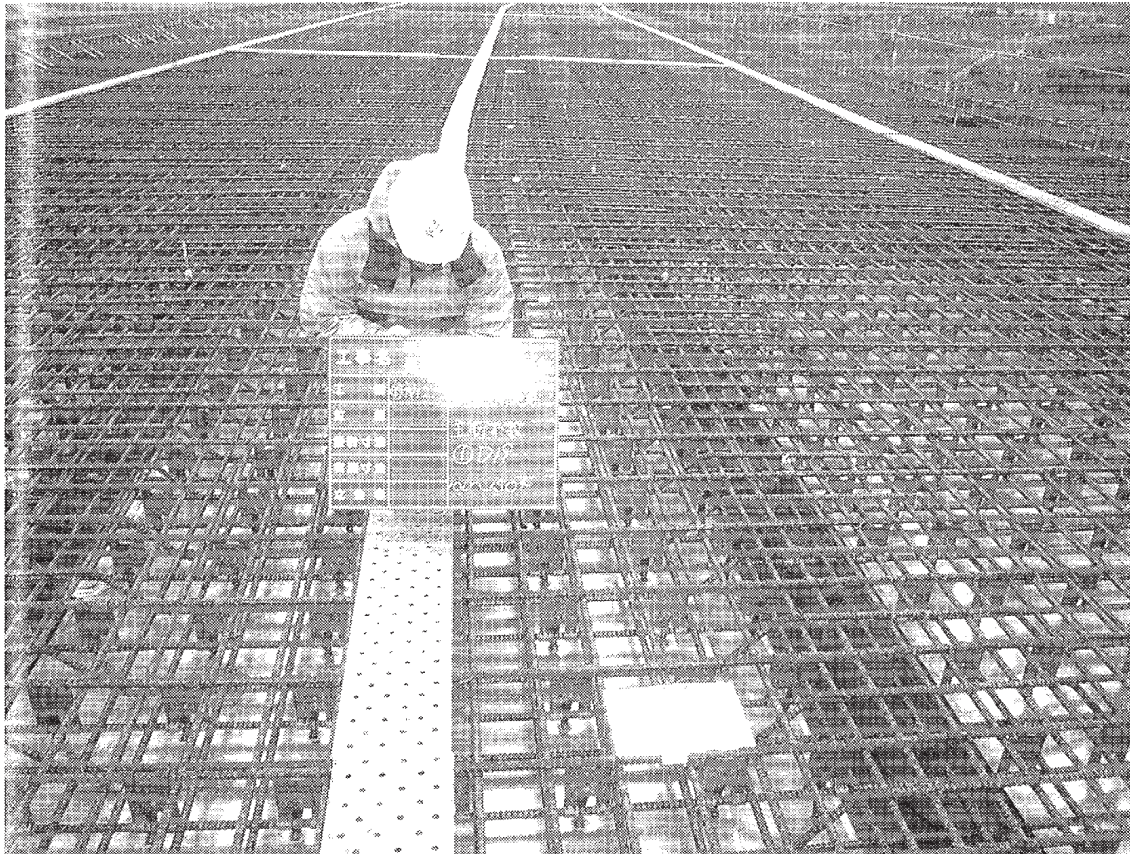


長瀬川橋床版工工事

(本文 21 頁参照)

◀鉄筋付鋼製床版連結

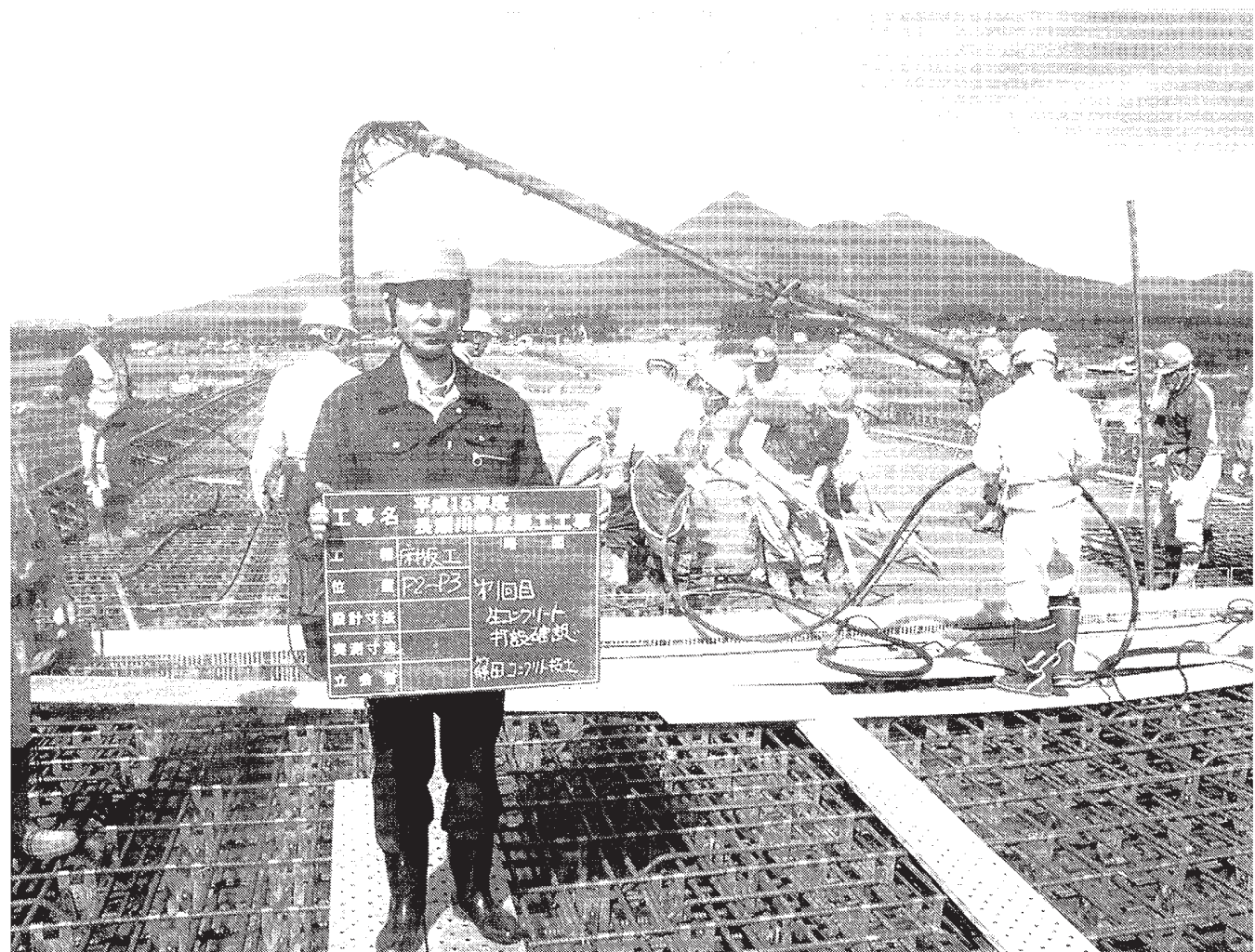
▼コンクリート受入検査



◀鉄筋組立完了

中央：日本コンクリート技術㈱社長 篠田佳男

▼コンクリート打設状況



▶連載：現場からの技術の発信（第1回-1）◀

長瀬川橋床版工工事

地域気象風土・特性を見据えた新工法， 品質管理，IT技術を駆使した施工管理

【平成17年度国土交通省東北地方整備局優良工事施工会社 局長表彰】

Ken'ichi Goto 後藤 健 一*

Hirokazu Watanabe 渡部 弘 和**

1. はじめに

福島県いわき市から新潟市までの本州を横断する一般国道49号243.3km(図-1)は、磐越自動車道と平行し、太平洋と日本海側を結ぶ物流・観光の基幹国道である。本国道では、磐梯朝日国立公園の観光交通による渋滞対策を目的とした「猪苗代拡幅事業延長7.3km」の整備を進めている。

本工事は、新設バイパス路線の重要構造物である長瀬川橋梁の床版工事である。施工箇所は、冬季、日本有数の豪雪地帯で、最低気温が



*

**

-11°Cを下回り地吹雪により視界数メートルとなる厳しい気象条件下にある。

本地域は、1年を通してスキー客や行楽客で賑わう観光地区でもあり、一般地区よりも供用開始後の交通量も多くなると推察される。

本地域気象条件下でのコンクリート構造物は、

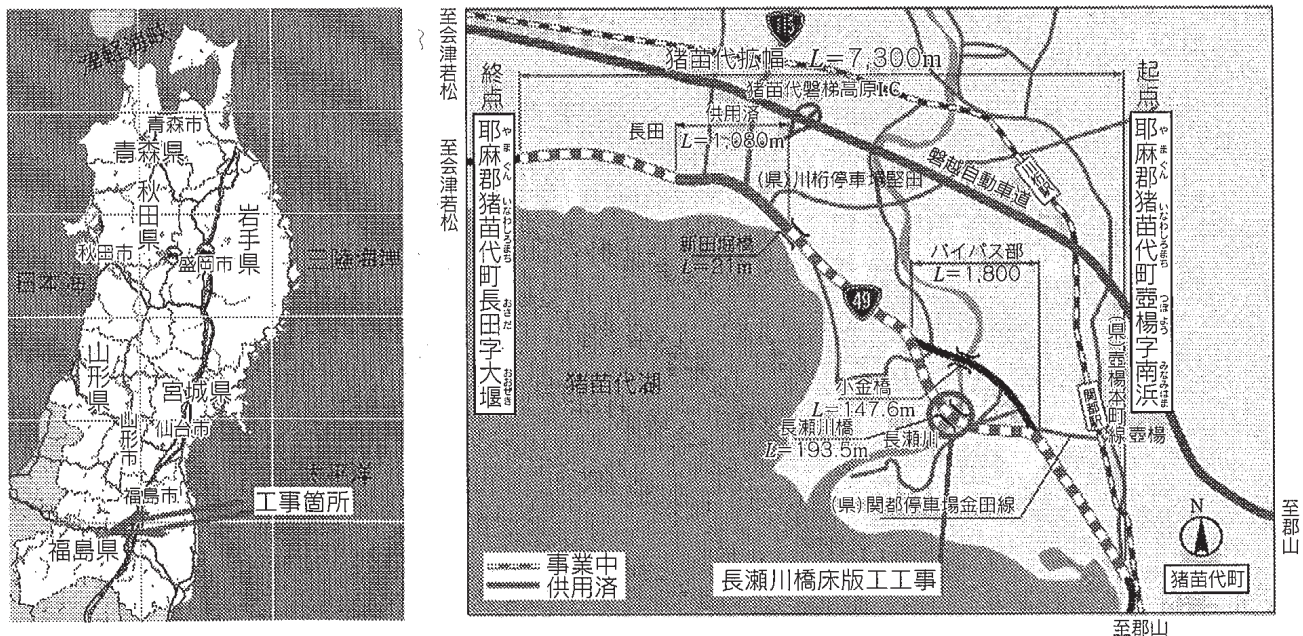


図-1 工事箇所位置

* 会津土建(株)現場代理人

** (同社) 監理技術者

凍結融解の繰返し作用にて経年劣化が進行する。特に、コンクリート床版は、外部からの水分補給や凍結防止剤の散布等から過酷な使用・環境条件下にある。

また、「公共工事品確法」施行を次年度に控えた工事であり、社会的要請事項であるライフサイクルコスト（LCC）の最適化、新設構造物の長寿命化が要求されている。以上の理由から、高品質コンクリートが求められ、施工プロセスごとの品質管理が重要な工事である。

しかし、工程を考えると、従来の木製型枠施工におけるコンクリート打設時期は、冬季とならざるを得ないが、冬季のコンクリート打設は、施工箇所気候を考えれば、難しい施工となる。また、安全施工はもとより磐梯朝日国立公園を目前とする地域での施工であることで、施工が及ぼす周辺環境影響対策を重視した工法を検討する必要があった。

本工事においては、高品質コンクリート構造物建設を目的とし、気象条件を考えた工期短縮と施工プロセスごとの品質管理の実践を計画し、工期短縮が可能であり、作業安全度アップおよび周辺環境に配慮した工法を採用することで、目的達成を図った。

本稿は、地方ゼネコンが、同じ地域で活動する視線で、施工箇所地域の気象風土・特性を見

据えた施工計画を策定し、目的達成に向けて実施した新工法、品質管理、IT技術を駆使して取組んだ施工・管理方法について述べるものである。

2. 工事箇所の特異性

1) 特有の気候

工事箇所は、標高 510 m、猪苗代湖畔付近で、冬季は通常、西風 5 m の雪氷を伴う強風が吹き、過去 3 年の冬期間平均最低気温は、氷点下を記録する寒冷地帯で、日本でも有数の豪雪地帯である。この気象条件下でのコンクリートの雪寒仮囲い養生は至難であり、かつ積雪時に、橋面の舗装施工は不可能である。

2) 交通観光が橋梁に及ぼす影響

一般国道 49 号猪苗代地区は、磐梯山・猪苗代等の観光地を通過し、休日や観光シーズンで交通混雑が著しい区間である（図-2）供用開始後の交通量が橋梁コンクリート等に及ぼす影響は、一般地区より増加すると考えられ、橋梁工事におけるコンクリートの品質管理が重要となる。

3. 工事の概要

橋梁上部工 5 径間連続非合成合板桁
RC 床版 $t=220$ mm

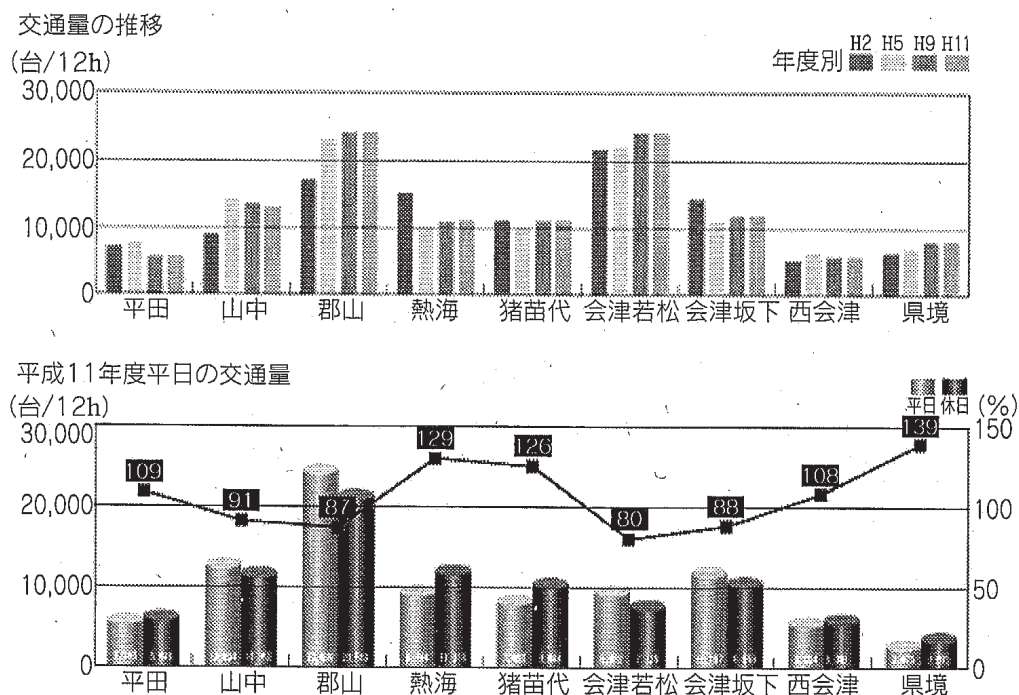


図-2 交通量の推移 (工事区間については、休日の交通量が増加している)

U長瀬川橋 全体一般図

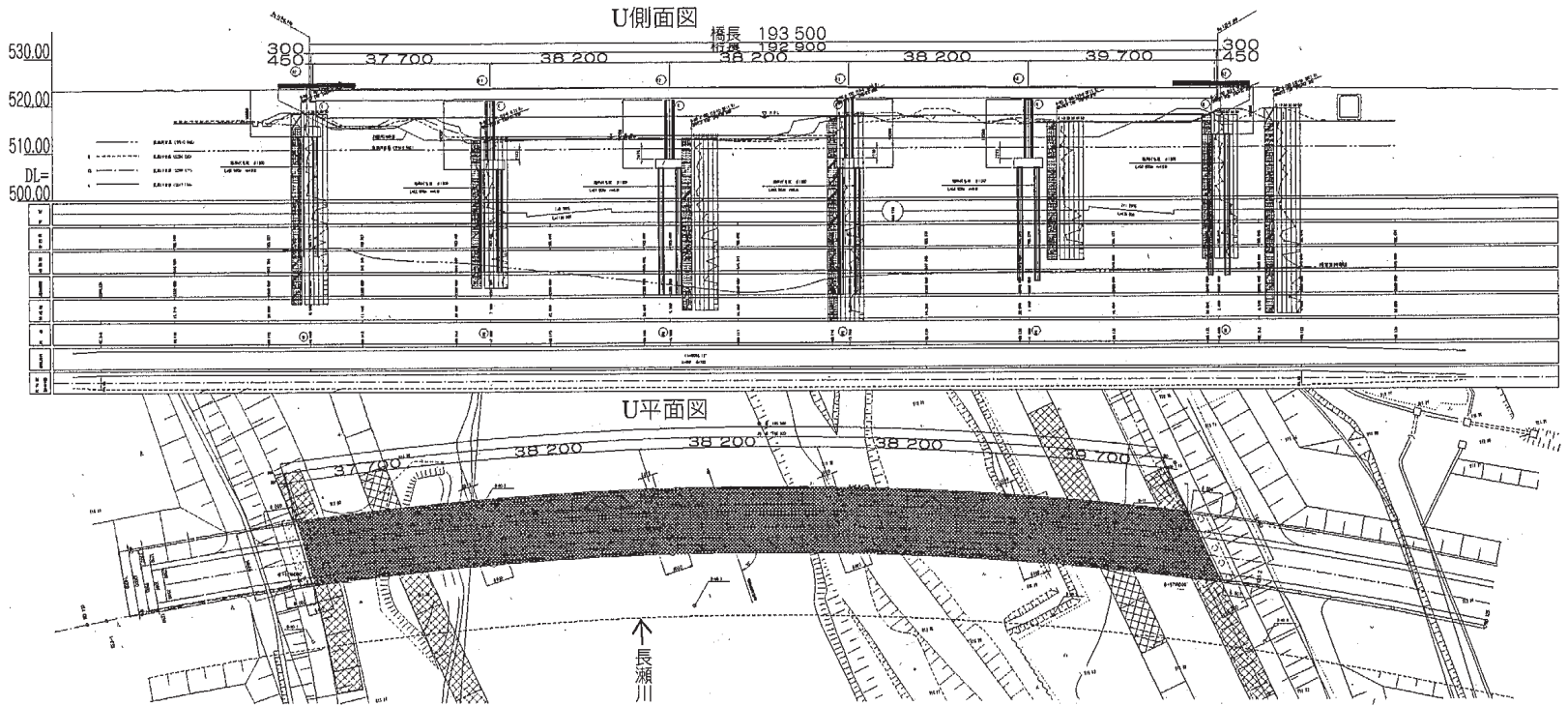


図-3 計画平面図

下り線新橋 $L=193.5\text{m}$, $W=14.0\text{m}$

床版工 コンクリート: 661m^3

鉄筋: 150.0t

橋梁付属物工

ゴム伸縮装置: 28.6m , 排水柵: 11カ所

スラブドレーン: 12カ所, 地覆工: 409m

舗装工 橋面防水: $1,870\text{m}^2$, 縁石: 190m

As舗装: $1,810\text{m}^2$ (歩道: 624m^2)

通信管路: 191m , 照明配管: 189m

工されてきたが、吊足場と床版の狭い間での型枠解体による高所作業における作業員の不安全状態と型枠等の残材処理およびコンクリート打設に伴い、セメントを含んだ水が施工下へ落下する等の課題があった。

本工事では、上記事項を回避するとともに、立地気象条件において、工期を確実に厳守し、施工安全・品質確保を目標に橋梁構造を変えずに施工方法のみを変更する工法を検討した。

2) 工法概要

本工事では、「品質を工程で絞り込む」を実現した。表-1は、従来工法を使用した場合の工程の概要を示したものである。型枠の設置、

4. 床版型枠新工法 (TTM 床版)

1) 工法検討

従来、鋼桁の床版は、木製型枠を使用して施

表-1 従来工法と新工法工程比較

【新工法による施工結果】

1. 工期短縮

鉄筋付鋼製型枠床版工法を採用し、床版工事を25%短縮でき、冬期施工を回避して、良好な施工ができた。

| | 7月 | | 8月 | | 9月 | | 10月 | | 11月 | | 12月 | | 1月 | | |
|------|----------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|--------------|------|-------|-------|-----|
| | 11~20 | 21~31 | 1~10 | 11~20 | 21~31 | 1~10 | 11~20 | 21~31 | 1~10 | 11~20 | 21~31 | 1~10 | 11~20 | 21~31 | |
| 在来工法 | 足場・支保計画届 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 足場設置・撤去 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 床版型枠 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 床版鉄筋 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 床版コンクリート | | | | | | | | | | | | | | |
| 新工法 | 組立図作成 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 工場製作 | | | | | | | | | | | | | | |
| | TTM設置 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 床版鉄筋 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 床版コンクリート | | | | | | | | | | | | | | |
| 参考 | 地覆・他 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 舗装・他 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 平均最低気温 | | | | | | | | 6℃ | 3℃ | 1℃ | -1℃ | -2℃ | -2℃ | -4℃ |
| | 最大風速 | | | | | | | | 3~6m | 4~7m | 4~9m | | | | |
| | 養生方法 | 散水養生 | | | | | | 保温養生 | | | 給熱養生期間(雪囲養生) | | | | |

8/23より鋼桁上部
工事完了引渡し

工期短縮日数

鉄筋の組立，コンクリートの打込み，型枠の脱型等一連の作業が110日，地覆コンクリートは12月以降の冬季にコンクリートを打込むことになる。

冬季コンクリートの品質は使用材料や打込み，養生等の施工技術では対応困難な気象条件の影響を受ける。設計条件を確実に満足することが，長寿命コンクリート構造物構築の基本となると考え，コンクリートの打込みを11月までに終了する工法の検討を行った結果，コスト的には，従来技術と比較して，少々割高となるが，工期短縮は絶対条件であるとの観点から，TTM床版工法（TTM工法 NETIS 登録：KT-050004（シェグ橋梁研究所開発））を採用した。本工法の概要を図-4に示す。

本工法は，床版をユニット化した技術で，設計図に基づき，鋼型枠と主鉄筋を配置し，工場にて床版パネルを製作するもので，橋梁上部工

の床版に適用される。足場・支保工と型枠工が不要であり，工期短縮可能な工法である。

本工法は，橋梁に鋼板が残る工法であるので，鋼板の重量分だけ死荷重が増加するため，構造の再計算を行い，当初設計の安全範囲内を確認して，発注者の了承を得た。

3) 安全作業と環境対策への取組み

10月の台風シーズン時に型枠設置を行ったが，鉄筋付けの型枠自体の重量があり型枠飛散防止策となり，橋台側から鋼型枠を設置するので，鋼型枠自体が足場となった。

また，型枠解体作業を必要とせず，作業員の高所作業の危険度が減少し，安全作業を行うことができた。

施工箇所が国立公園の目前であり，施工時の環境対策は，本工事における重要課題のひとつであり，以下の手法で行った。

新工法採用により，木製型枠を使用すること

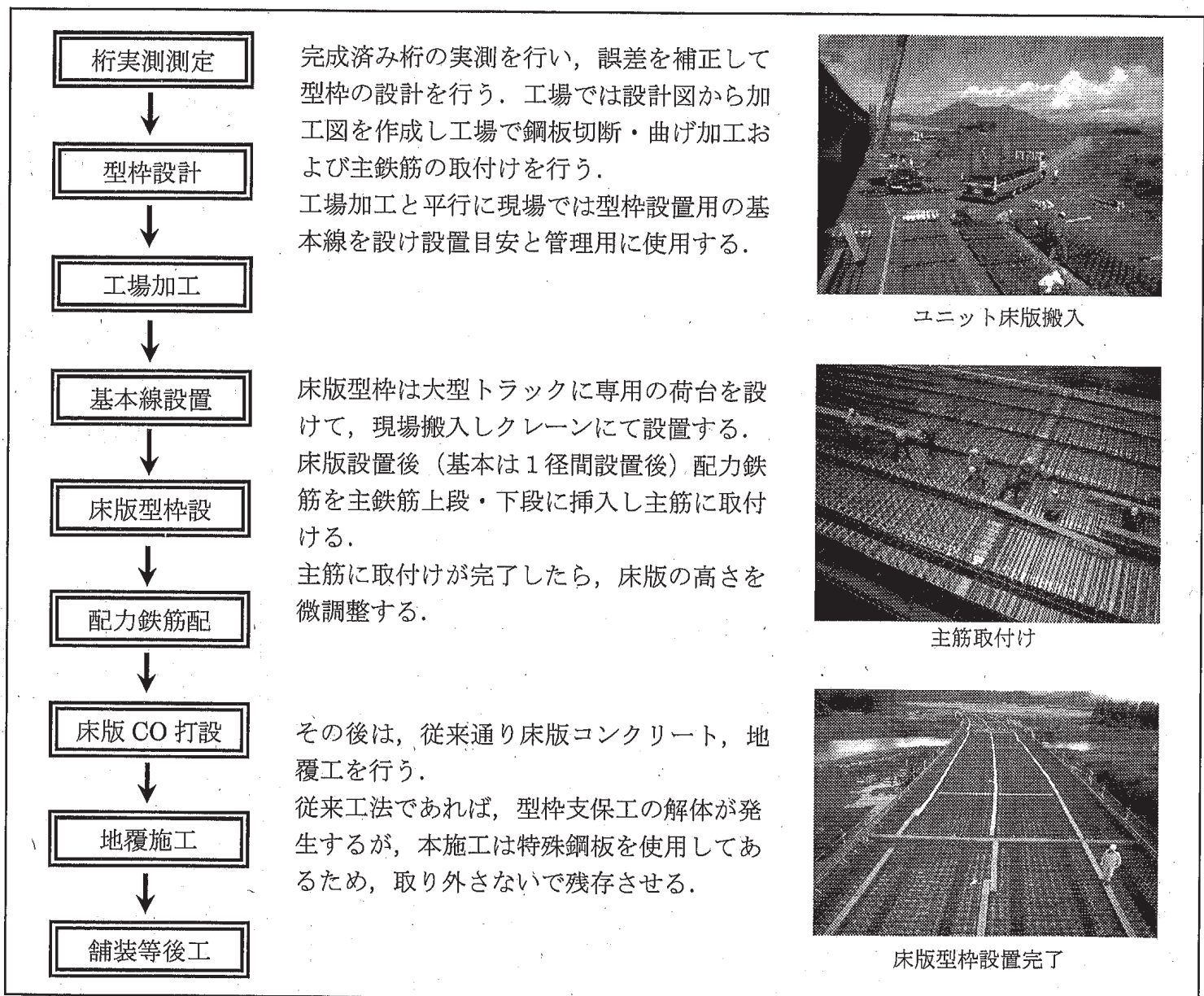


図-4 施工フロー

なく、木製残材を「ゼロ」とし、橋梁下の長瀬川へのセメントペースト水漏れを確実に防止した。周辺環境に悪影響を及ぼす部材のチェックや施工後残材の整理・回収を常に心がけ、きれいな現場の維持に最大限の努力を払った。その結果、施工による周辺環境への影響を最小限に抑えたと考える。

5. コンクリートの品質確認

コンクリートに関わる技術サポートや品質管理については、第三者機関である日本コンクリート技術(株)の協力を得た。 本床版工工事では、コンクリート工事の基本である生コンクリートの細骨材、粗骨材の品質確認には採取地の確認から行った。 高品質コンクリートの床版構築へのこだわりから、骨材調査を踏まえ使用骨材を一部変更した。

次に、床版工事の生命線、コンクリート打設スケジュールの決定である。リフト分割、打継目位置、コンクリート打設日等の最適スケジュールがある。コンクリートの打込みは10月7日～10月18日の間で、7リフトに分けて行った。この時期比較的季節は良好なもの、磐梯山から吹き降ろす寒風、1日の温度差が大きいことから、外気温と桁内温度差を確認しながら桁伸縮を測定し打設を実施した。品質管理取組みを表-2に示す。

また表面仕上げ剤使用のアドバイスを受けた。写真-1は、表面仕上げ剤フィニッシュコートを散布しコンクリートを打設している状況を示

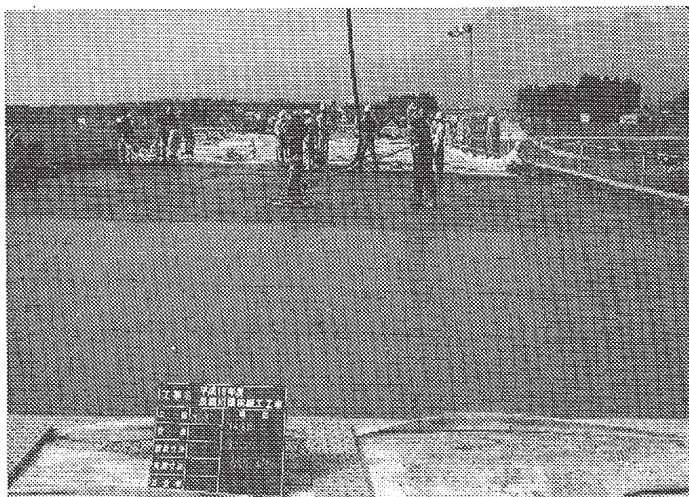


写真-1

す。

6. IT技術を活用した施工プロセス管理

1) 画像による品質保証と施工履歴管理

徹底した工程、安全、品質管理・保証を行うために、施工現場の状況を全て把握できる航空

表-2 品質管理に関する取組み

| 実施項目 | 実施内容 |
|-------------------|--|
| 生コン工場の品質確認 | 使用骨材の産地から生コンプラント骨材を各試験・確認し適切品を使用 |
| 試験練 | 確認した骨材にての試験練を実施 |
| 生コン工場の本練生コン品質確認 | 工場練生コンを0.5m ³ の箱に打込み、ワーカビリティを確認 |
| 最適コンクリート打設間隔日数の検討 | 各スパンの打込みにより打設済みスパンでのコンクリートへの影響力を計算し、できる限り間隔日数を短縮 |
| 打設作業の工夫 | 設計図と現況航空写真を合わせた計画図での、各作業員・機械の配置および作業量を作業前に説明し意見徴収しながら改善実施 |
| コンクリートの品質管理強化 | 試験専用の社員チームを編成し、生コン車全台数のエアー・スランプ試験に加え土研法によるW/C試験実施、また、土研法試験とW/Cミーターによる試験値結果差の確認 |
| コンクリートの養生 | 打設直後の乾燥予防に表面仕上げ効果もある膜養生剤を使用、また、当現場の河川は酸性濃度が高く使用不可能なため、生コン工場から購入した水を散水装置にて定期的に散水 |
| ひび割れ対策と温度管理 | 早朝と日中の温度差からの発生とコンクリートの沈下ひび割れを防止するため、温度差を少なくするため反自動散水で養生マットの乾燥を防止し、沈下ひび割れ防止には、重量のある金鍍仕上げ機械を利用したタンピング効果を利用 |
| 床版コンクリート仕上げ面の工夫 | クラック発生を確認しやすいように金コテ仕上げし、目視監視実施 |
| 計測による品質管理 | 外気温度・桁温度・桁内温度・コンクリート温度と同時に桁の伸縮量を各自動計測器にて行い変化の確認 |

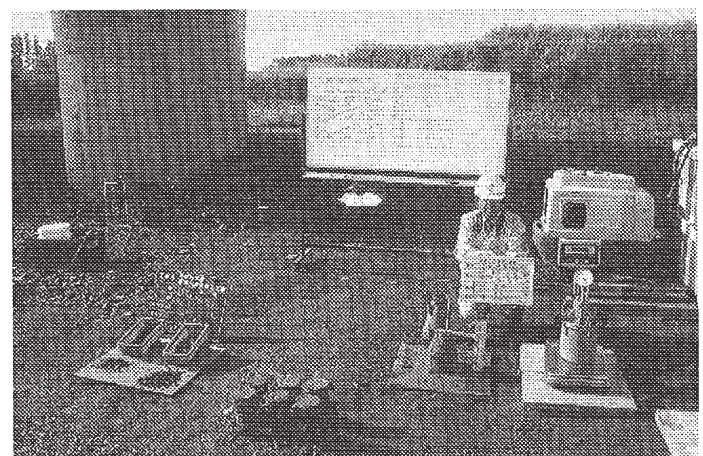


写真-2 生コン品質管理

画像を活用した。工種終了ごとに空撮を行い、画像と実測データ、平面図を比較することにより出来形、品質を確認し、次工程に移行するためのデータとして利用した。従来、次工程により埋設されてしまう構造物・部材等の品質保証データは部分的画像であったが、本施工においては、全体かつ部分を詳細に識別できる画像を用い品質保証と施工管理履歴データとして活用した。

なお、画像は(株)エマキのデジタル高精細航空垂直画像（航空連続画像作成技術 NETIS 登録：TH-010024）を採用した。

(a) 完成済み桁

施工前の受入れ検査として、完成済み桁の実測を行う。同時に、図化した航空画像を作成した。現地測量実測データと画像・平面図を比較・検討して設計精度を高めた（写真-3）。

画像により、現場の安全通路の位置・建設機械・車両の位置の表示等、作業員に「ビジュアル」に理解させる工夫を行うなど安全管理において有効活用することができた。

現場全員が、現場を撮影されるという意識が働き、自然と現場を整理・整頓をしようという動機付けができたという付加的な効果もあった（写真-4）。

(b) 床版鉄筋

床版鉄筋の全体配置を設計図と同時対比表示

する。本施工においては、配置鉄筋設計図と画像を対比、高精度と高精彩な画像により、床版鉄筋の詳細な部分まで識別可能であり、出来形と品質確認のデータとして利用、画像を施工プロセス管理に有効活用した（写真-5）。

(c) コンクリート床版・竣工

コンクリート床版の品質検証（目視できないコンクリート面）の手法として、熱赤外線画像を作成し解析を行った。同時に取得した可視画像で表面状況を参考とし、温度画像の解析による空洞化想定域を検証し、熱赤数値情報により変状度を計測するものである（熱赤外線差分画像解析については、専門家に依頼・実施した）。結果として、本コンクリート床版については、異常部位は抽出されなかった（写真-6, 7）。

2) 現場と本社と発注者をネットで結ぶ

現場の日々の施工状況および作業内容をインターネットシステム「CoCo 現場！」（自社開発）で結び現場・発注者・本社で現場情報の共有を行った（写真-8）。

毎日、本社関係各部所は、現場からの各種情報・施工状況画像をダイレクトに取得することにより的確な指示を出せ、発注者においては、現場の日常管理を閲覧できる等のメリットがある。本工事が無事故・無災害で終了できたことも本システムの一助があったと考える。

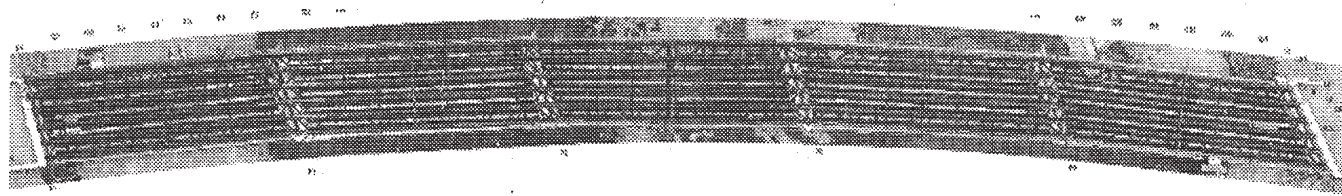


写真-3 完成済み桁全体画像

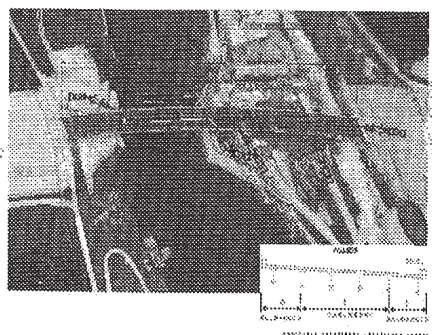


写真-4 現場で航空画像を現場で安全・工程計画に活用

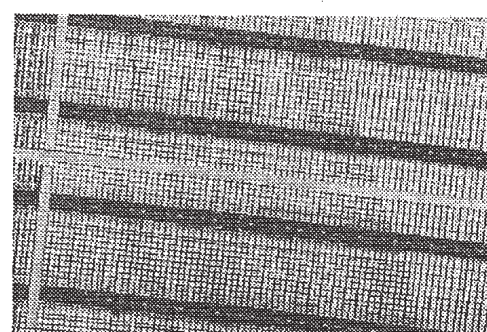


写真-5 鉄筋配置設計図に合致した床版鉄筋航空画像

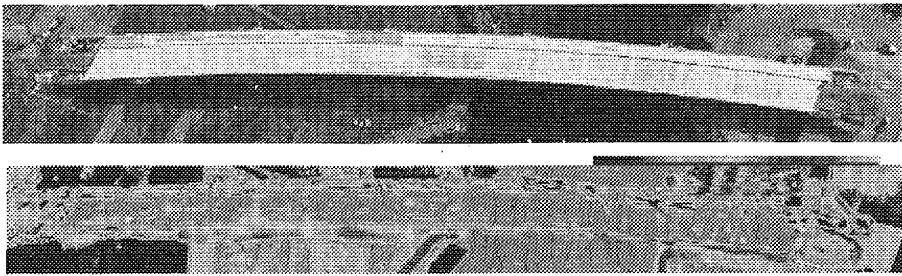


写真-6 コンクリート床版と熱赤画像

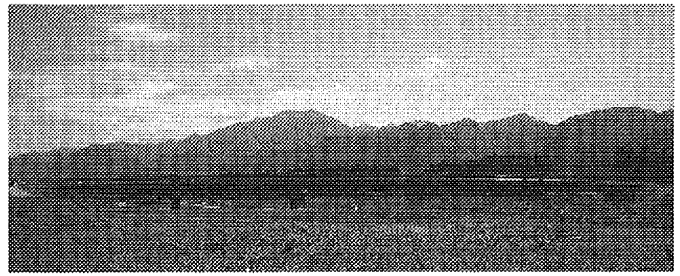


写真-7 竣工

7. まとめ

1) 施工に臨んで

床版工事において、TTM工法を採用することは、東北地域（積雪地帯）において初めての試みであった。それゆえ、メーカー工場見学・打合せ等、綿密な施工管理を計画、地域気象条件・特性を考慮し、慎重な施工を進めた。併せて、生コンプラントの材料検査を実施し、コンクリート打設計画の策定においては、打設スケジュール・気象条件を綿密精査することで品質の向上に取り組んだ。

2) 画像を利用した品質保証への試み

画像を前段で述べたように品質保証データのひとつとして活用した。画像は客観的データであり、実測などの数値情報と併用することで、設計平面図に対して施工が正しく行われたかなどの記録における正確性・客観性が向上すると考える。

画像を集約した施工履歴管理システムを作成、長瀬川橋の施工情報を電子・一元化した。今後の橋梁維持管理において、供用数年後に画像を作成すれば、初期値画像との比較により、客観的・数値的に変状変化を把握することが可能であるなど建築物ライフサイクルコストの最適化活動に寄与するツールとして活用可能ではないかと考える。

3) 先進的な取り組み

弊社は、技術を中心に質の高い建造物の構築

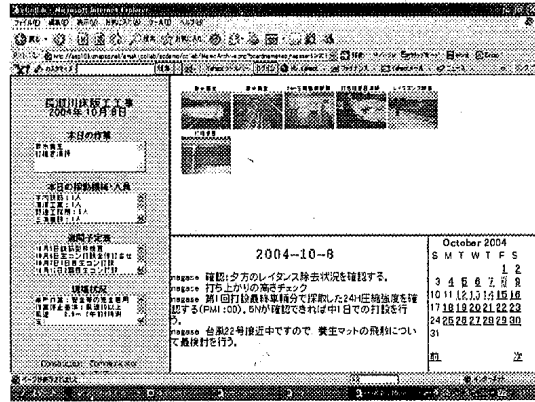


写真-8 情報共有システム

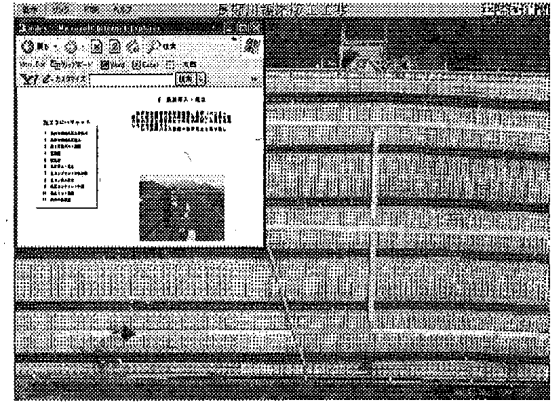


写真-9 工事履歴管理システム：床版画像と施工フロー

を方針としている。本床版工事は、前段で述べたように、新工法採用、第三者機関の活用、IT技術の活用と極めて先進的な取り組みを行った。設計品質を満足するだけでなく、IT技術による情報共有化、施工履歴の画像データ取得の効果として、現場の整理・整頓、安全性の向上へとつながった。

その結果として、工期内に周辺環境に影響を及ぼすことなく、無事故・無災害で所定の目的を果たして工事を終了し、平成17年度国土交通省東北地方整備局優良工事施工会社局長表彰の荣誉に浴すことができました。

これも、本工事にあたりご支援を頂いた関係各位の厚情の賜りものであると本誌上をお借りして、深く感謝いたします。

本稿の最後に、技術力は企業や地域において格差はなく、その企業や技術者の建造物に対する品質へのこだわり、チャレンジ精神があればこそ、地方ゼネコンであっても、大手企業に負けない技術を確立し、全国に発信することが可能であると強く思っていることを申し添えます。

(完)