

## SPC 構造による三郷浄水場の施工

——原水ポンプ所，送水ポンプ所の上家——

田 辺 恵 三\*

### 1. はじめに

東京都の最大の浄水場施設として、将来、1日当りの最大結水能力を 220 万 m<sup>3</sup> (当初は 55 万 m<sup>3</sup>) に設定したこの施設は、現在も工事が続行されている。この建設地は、関東平野でも、東京低地区に属する沖積平野で、大宮台地と常総台地との間の古利根川を中心として発達した低地帯に位置している (図-1)。本稿は、この軟弱地盤上に建設される三郷浄水場の施設のうち、原水ポンプ所と送水ポンプ所に適用されている SPC 構造による架構工法について述べたものである。原水ポンプ所は、沈砂池からの川の水を、ポンプ加圧により水位を上げる施設であり、送水ポンプ所は、沈澱池から汙過池に行き水質検査をされた飲料水を、ポンプ加圧により各給水所へ送る施設である。SPC 構造は、広義には鉄骨 (S) とプレストレストコンクリート (PC) との多種多様な複合、合成構造の総称とされている。本工事では、プレキャスト大梁端部仕口部に H 形鋼を埋設した SPC 大梁と鉄骨柱とのジョイント方法を、高力ボルト接合としたことにより、鉄骨造と同様の急速施工を可能としている。また柱、ジョイント部分および DC 床版上の現場打ちコンクリートの硬化後、2 次の連続ケーブルでプレストレス導入を行い、合成構造とし、靱性の高い SPC ラーメン構造を形成している。

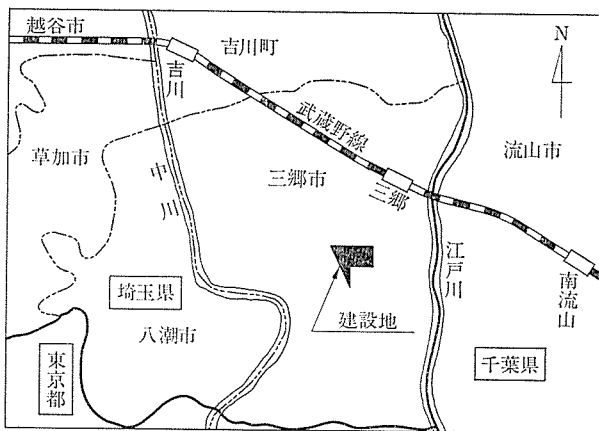


図-1

\* 黒沢建設 (株) 設計部長

### 2. 概 要

#### 2.1 工事概要

工事名称：三郷浄水場築造第 3 号工事

原水ポンプ所，送水ポンプ所

工事場所：埼玉県三郷市彦江 3 丁目

設計：東京都水道局，日新設計 (株)

施工：大成建設 (株)・清水建設 (株) JV

SPC 施工：黒沢建設 (株)

建物概要：

原水ポンプ所

延床面積：21 005.6 m<sup>2</sup>

建築面積：3 396 m<sup>2</sup>

階数：地下 1 階，地上 2 階建

構造：RC 造 (地下壁)，SRC 造 (柱および桁行大梁)，SPC 構造 (スパン方向大梁)，床は DT 床版

送水ポンプ所

延床面積：29 365.6 m<sup>2</sup>

建築面積：3 032.9 m<sup>2</sup>

階数：地下 2 階，地上 3 階建

構造：RC 造 (地下壁)，SRC 造 (柱および桁行大梁)，SPC 構造 (スパン方向大梁)，床は DT 床版

#### 2.2 構造概要

埼玉県三郷市の軟弱地盤上に建設される浄水場の原水ポンプ所は、地下 21.4 m，地上 12.2 m，平面の大きさが約 140 m×70 m の規模で、送水ポンプ所は、地下 25 m，地上 15 m，平面の大きさが約 160 m×60 m の規模である (図-2)。設計震度は、地上部および地下構造物とも、同一に 0.3 を採用しているため、基礎は鋼管杭 (φ=609.6，t=9~16) を使用し、杭頭固定にし、GL-45 m の砂礫層に支持させている。圧力渠，ポンプ室を形成している地下部は、ポンプ，クレーン等設置のため、地下空間を大きく必要とし、さらに常時および地震時の土水圧を受けることなどから、鉄筋コンクリート構造による版構造としている (図-3)。地上部分は、オープンラーメン構造として、柱および桁行大梁は、鉄骨鉄筋コンクリート構造 (SRC 造) としている。特に、

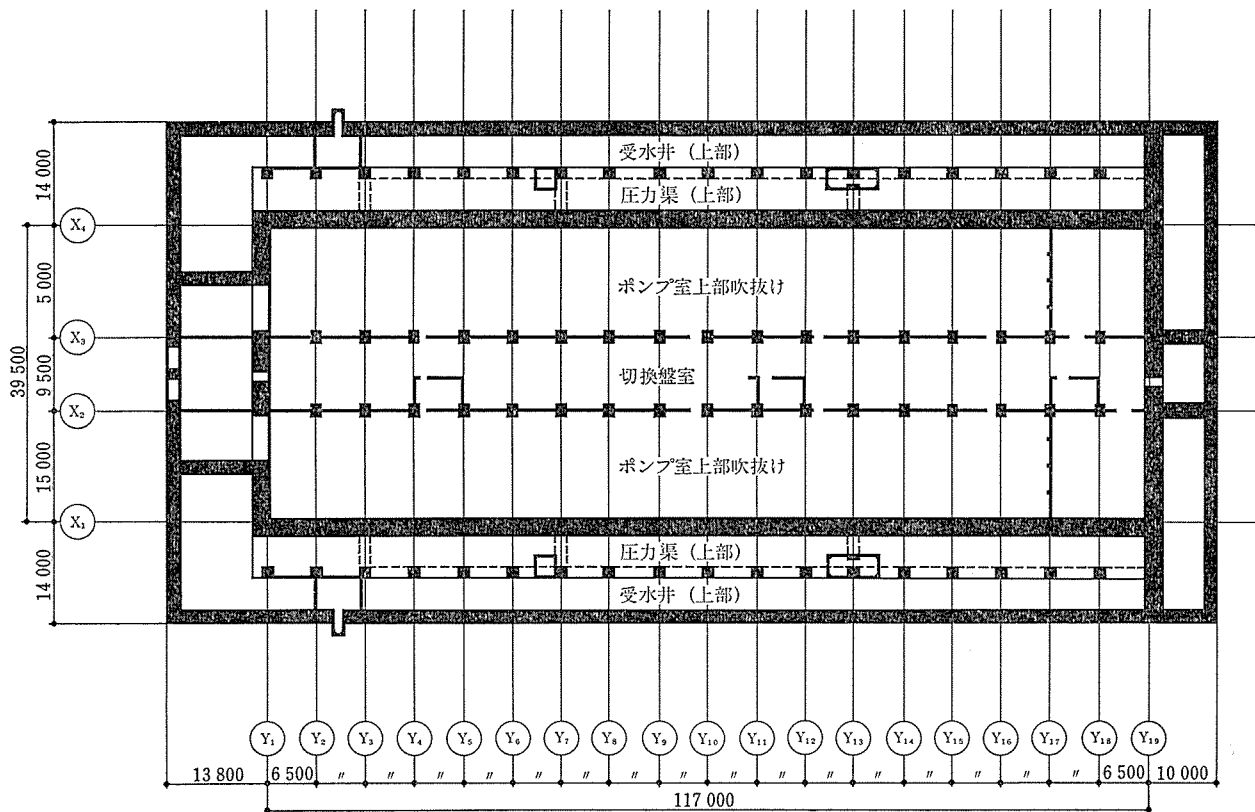


図-2 地下中1階平面図 (原水ポンプ所)

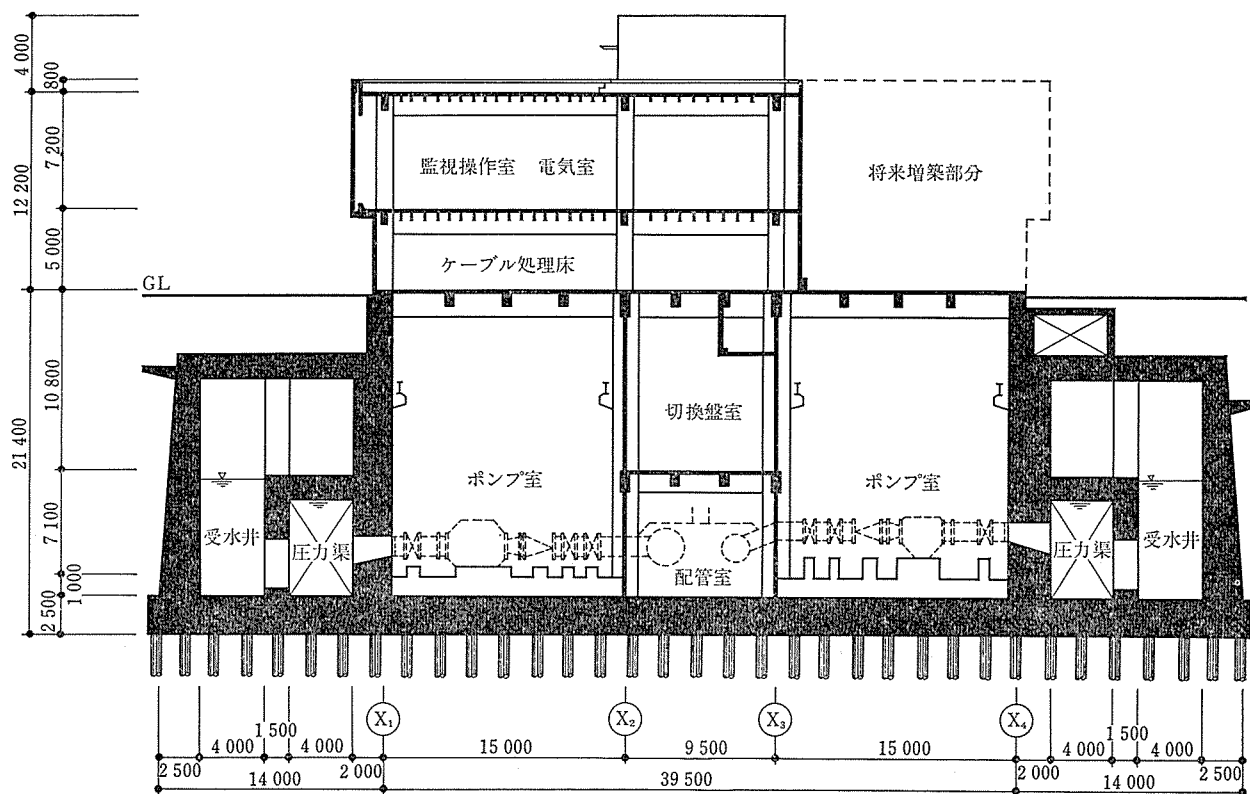


図-3 原水ポンプ所断面図

表-1 上家における構造形式の比較検討リスト

比較要素	A) 現場打ちSRC造	B) 現場打ちPC造	C) 現場打ちSRC造+プレキャスト床版のみプレキャスト部材とし、他はすべて現場打ちRC造	D) プレキャストSPC造
構造上の安全性	良い	良い	梁丈がA, Dに比べて1.2倍	良い
乾燥収縮クラックの発生	建物の全長 143m もあり可能性大	可能性大	A, Bより少ない	クラック発生は生じない
長スパンの曲げひび割れ	可能性あり	生じない	可能性あり	生じない
コンクリート強度	210 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>	210 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>
工場製作の有無	なし	なし	DT床版あり	DT床版, スパン方向SPC大梁あり
コンクリートの品質, 精度	難しい	難しい	良い	最も良い
現場労務員数	多い	多い	少ない	最も少ない
仮設支保工	大変	大変	良い	最も良い
施工管理, 安全管理	大変	大変	良い	最も良い
設備機器の設置スピード	遅い	遅い	遅い	最も早い
タワークレーン	5基必要	5基必要	2期で可能	2期で可能
工期	21か月 (工程的に不可)	21か月 (工程的に不可)	18か月	16.5か月
工程管理	不安定要素が多い	不安定要素が多い	A, Bよりやや少ない	最も正解にできる
タワークレーンの損料	6.4%	6.4%	3.3%	3.0%
全体工事費の比率	99.9%	92.9%	108.2%	100%

スパン方向は、大スパン ( $l=15.0\text{m}$ )、耐荷重性 ( $1\text{t}/\text{m}^2$ )、耐震性、施工性、工期等の条件を満たした鉄骨鉄筋プレストレストコンクリート構造 (SPC 構造) を採用している (表-1)。床は、工場生産による DT 床版上に、さらに、現場打ち鉄筋コンクリートの増打ちを行って、合成床版にし (図-4)、SPC 大梁と床版が有効な合成T形梁とし (図-5)、プレストレストコンクリート構造を最大限に活かして、終局設計を行っている (図-6、図-7)。

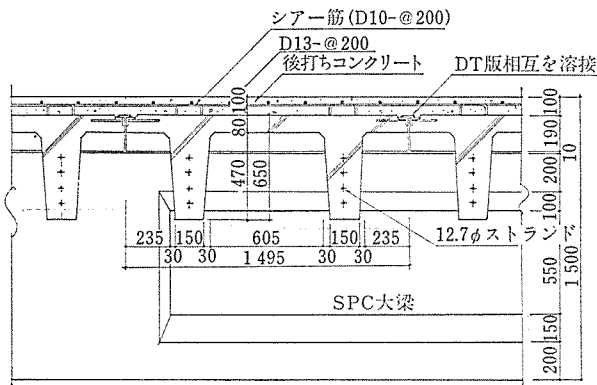


図-4 DT 床版断面図

### 2.3 ポンプ所の施工

鋼管杭は、中掘り工法で行って、鋼管杭頭に鉄筋を溶接して底盤にアンカーしている。底盤のコンクリート打設方法は、ブロック分けごとに一段打ちとした。底盤および地下壁は、厚さが  $1.5\text{m}\sim 3.5\text{m}$  と非常に厚く、温度ひび割れ等に対処すべく、マスコンクリート仕様で施工を行った。1階スラブコンクリートを打設し、地下部分の躯体工事完了後、地上部の鉄骨建方を行い、プレキャスト SPC 構造大梁のジョイントを行った。それか

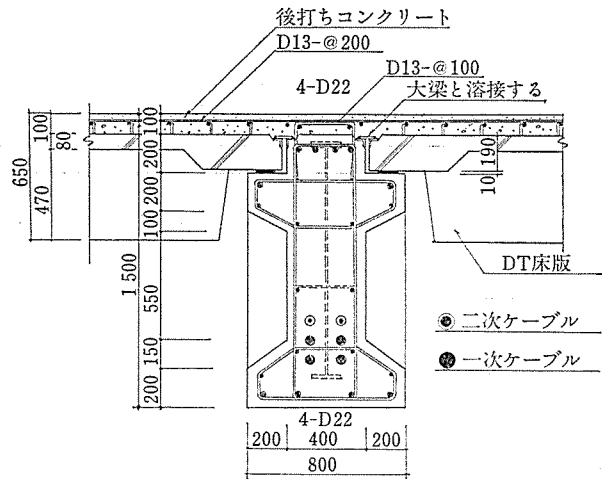


図-5 SPC 大梁中央断面図

ら、プレキャスト DT 床版を載せ、柱、桁行大梁、仕口部分、床上部に現場打ちコンクリートの打設を行って一体ラーメン構造にするため、連続ケーブルによるプレストレス導入を行っている。

### 2.4 SPC 構造による架構概要

柱鉄骨および桁行方向鉄骨フレームの建方完了後に、この鉄骨天端にレールを取付けて、電動式走行クレーンをセットする。予め工場で作製したプレキャスト SPC 大梁を仮置き用ブラケットに仮置きし、走行クレーンから吊下げられた異形鋼棒に、この部材を取付ける。この電動式走行クレーンにより、所定の位置まで水平移動させてのち垂直方向にジャッキアップし、柱仕口部と SPC 大梁端部のジョイント用鉄骨仕口部をハイテンションボルト接合でジョイントさせる (写真-1)。この SPC 構造大梁のアゴ部にクレーンでプレキャスト DT 床版を載せてから、柱とジョイント部の配筋を行い、さらにこ

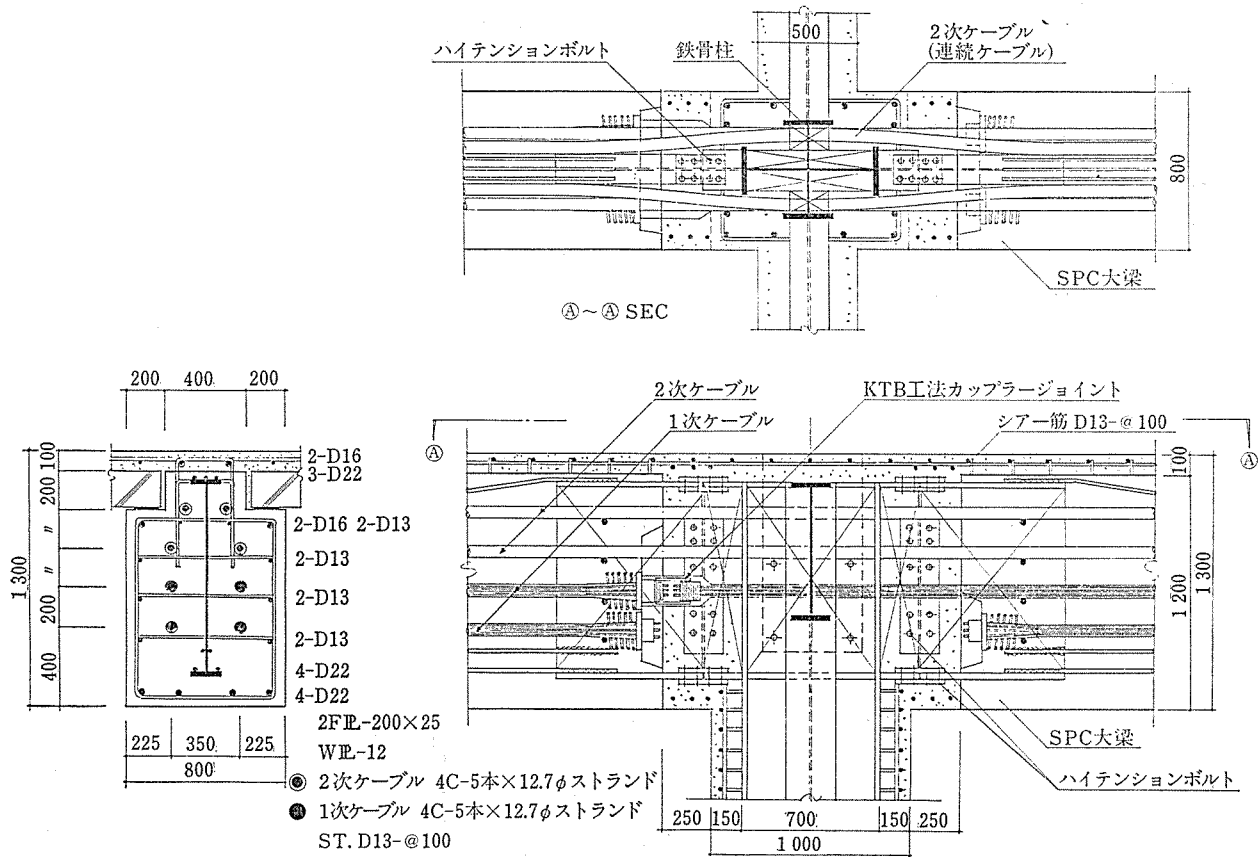


図-6 SPC 構造大梁仕口詳細図

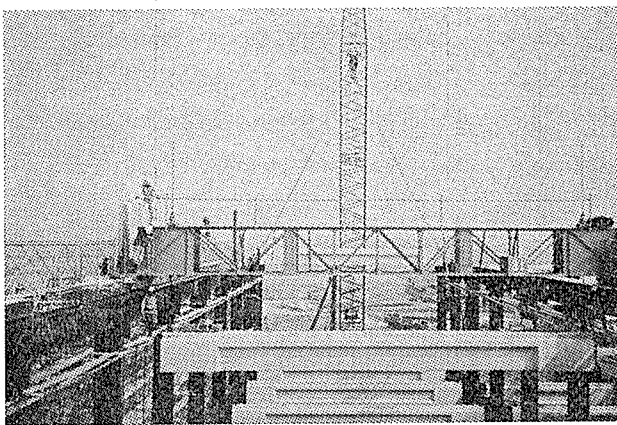


写真-1

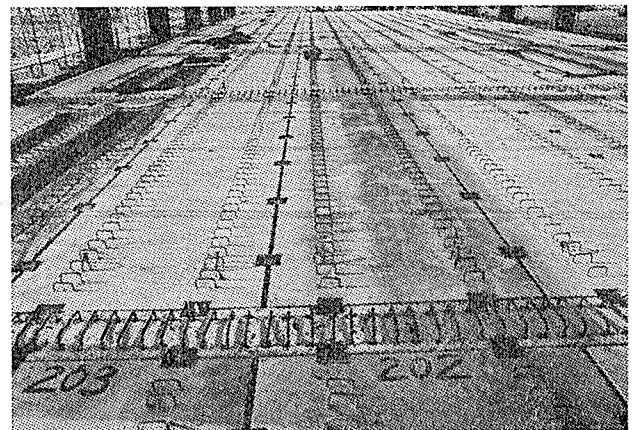


写真-2

の DT 版上に D13-@200 ピッチの配筋をして、コンクリート強度  $F_c = 350 \text{ kg/cm}^2$  の現場打ちコンクリートを打設した。ここでは、合成床版、合成T形梁とするため、SPC大梁、DT 床版にはシアース筋を施している（写真-2）。これまでの躯体自重による応力に対しては、工場製作時において、一次ケーブルのプレストレス導入で耐えられるように設計している。この一次ケーブルの一部は、大梁端部の終局耐力をあげるため、KTB 工法による定着体を使用し、カップラージョイントし、連続ケ

ーブルとしている（写真-3, 4）。また、その他の SPC 大梁部材に、予め貫通されている連続ケーブルダクト内には、二次ケーブルを挿入して、所定の導入時コンクリート強度 ( $300 \text{ kg/cm}^2$ ) を確認してから架構全体を連続ケーブルのプレストレス導入により完全に一体化し、ラーメン構造を形成している（写真-5）。

### 3. プレキャスト SPC 構造の施工

SPC 大梁、DT 床版、外壁カーテンウォールの部材

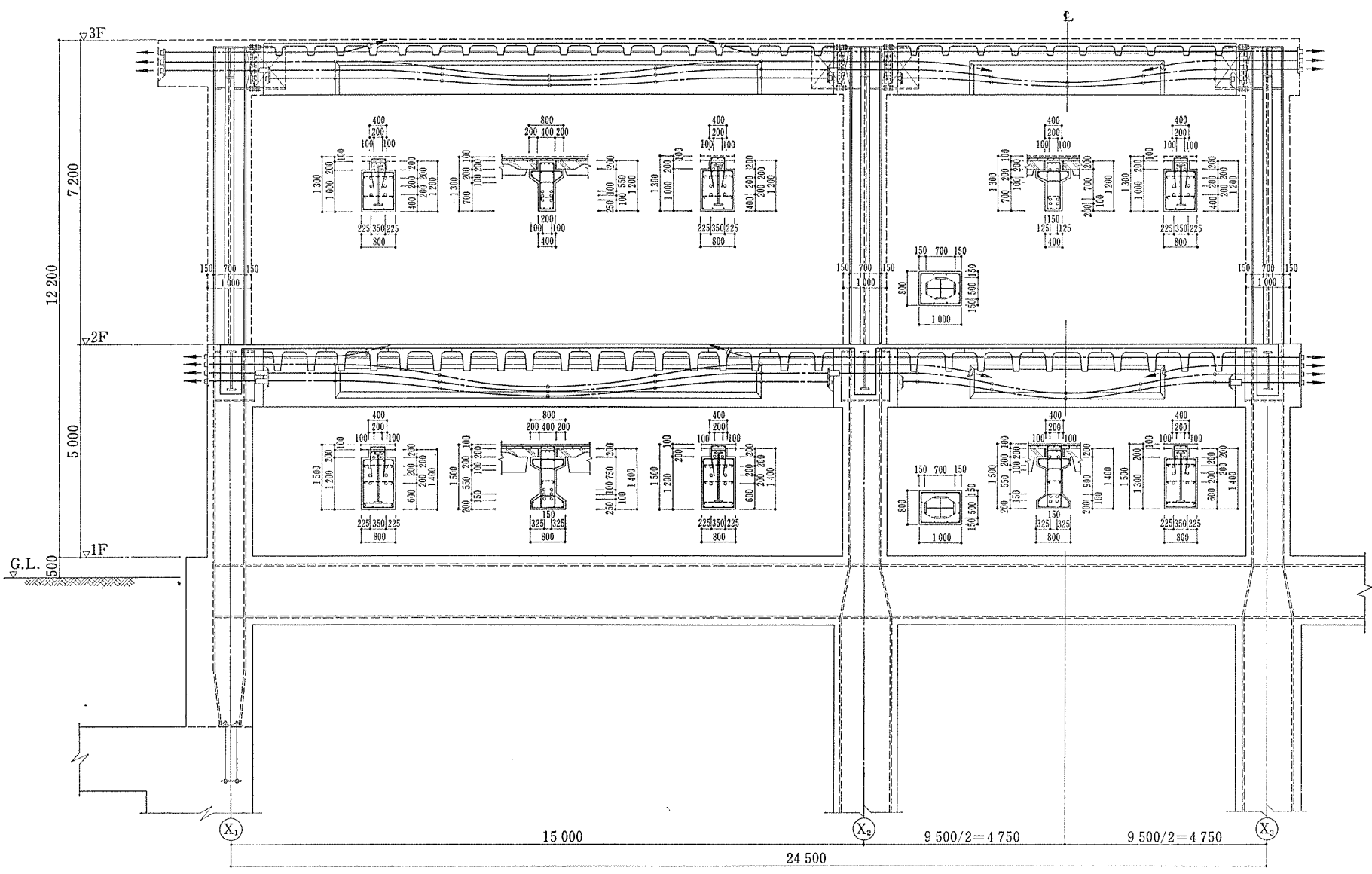


図-7 架 構 詳 細 図

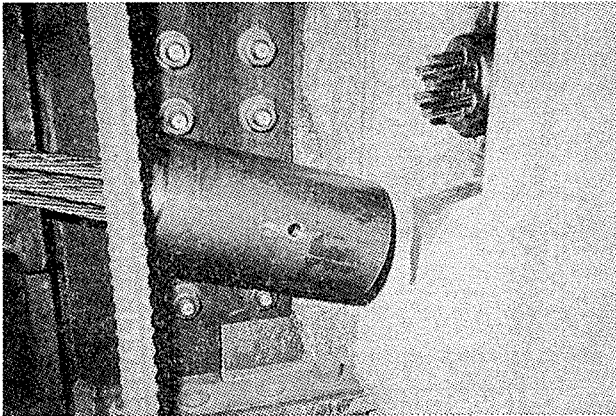


写真-3

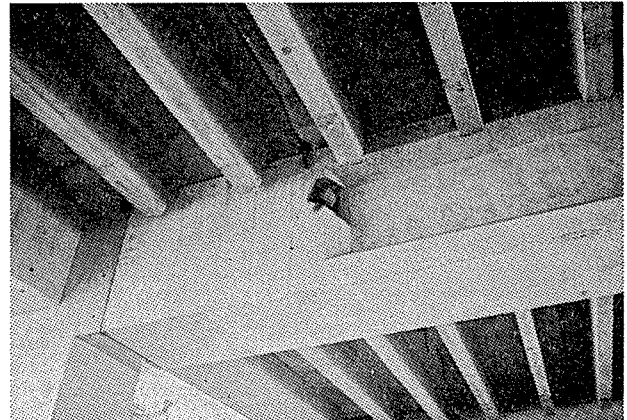


写真-5

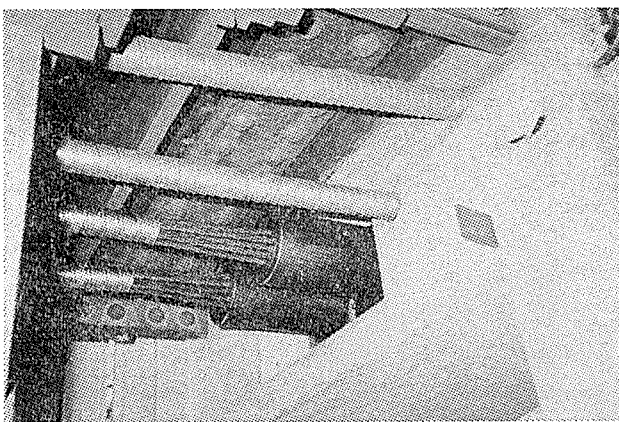


写真-4

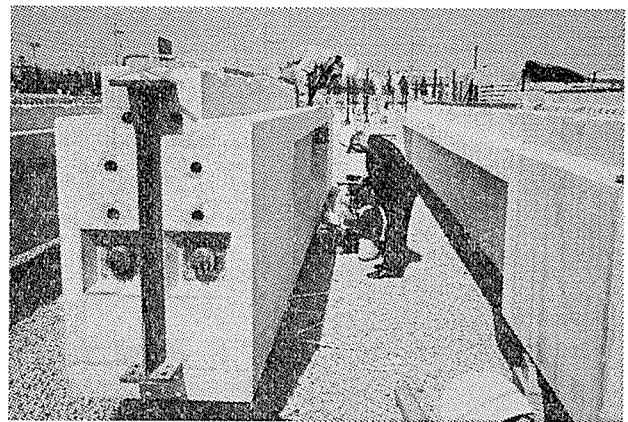


写真-6

製作は、すべて工場製作としている（写真-6）。

### 3.1 コンクリート配合

DT 床版は、設計基準強度  $F_{28}=350 \text{ kg/cm}^2$  の条件から、調合強度  $F=350+30+1.64 \times 25=421 \text{ kg/cm}^2$  を目標とし、セメントはアサノプロセメント（超早強）を、骨材は神奈川県酒匂川産を使用した。また SPC 大梁は、調合強度  $F=350+3 \times 25=425 \text{ kg/cm}^2$  を目標とし、セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、骨材は鬼怒川産を使用した。コンクリート配合は、表-2 に示す。

### 3.2 養生方法

工場製作部材は、すべて蒸気養生とし、翌日脱型を行った。温度管理は、 $65^\circ\text{C}$  を超えないように、かつ上昇

温度は  $20^\circ\text{C}$  以下とした（図-8）。

### 3.3 コンクリート強度試験結果

道路試験所、建材試験センター中央試験所の公的機関でコンクリート強度の確認を行った結果を示す（表-3）。

表-3 コンクリート強度試験結果

	DT 床版	SPC 大梁
*1 日強度 ( $\text{kg/cm}^2$ )	320	320
*7 日強度 ( $\text{kg/cm}^2$ )	370~430	—
28 日強度 ( $\text{kg/cm}^2$ )	475~538	421~478

\* 印は、工場による試験結果を示す。

### 3.4 運 搬

DT 床版（部材重量 5t）は、工場より、大型トラッ

表-2 コンクリート配合表

使用部材	設計基準強度 ( $\text{kg/cm}^2$ )	セメントの種類	水セメント比 (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	砂 率 (%)	単位水量 ( $\text{kg/m}^3$ )	セメント ( $\text{kg/m}^3$ )	細 骨 材 ( $\text{kg/m}^3$ )	粗 骨 材 ( $\text{kg/m}^3$ )	混 和 剤 ( $\text{kg/m}^3$ )
DT床版	350	超早強	41.0	8±1.5	2±1	42.0	164	400	761	1103	4.0
SPC大梁	350	普通	39.0	8±1.5	2±1	37.0	156	400	660	1207	5.2

（注） 混和剤：DT 床版は、マイティ 150、SPC 大梁は、NL-4000

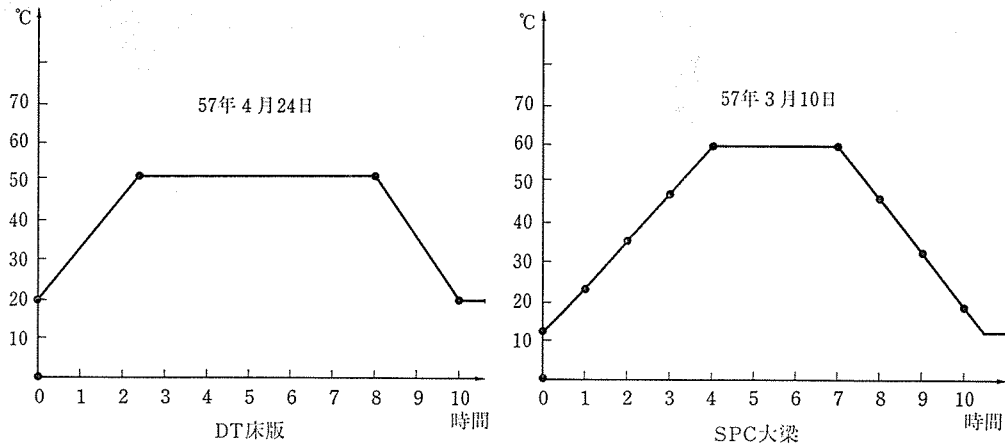


図-8 蒸 気 養 生

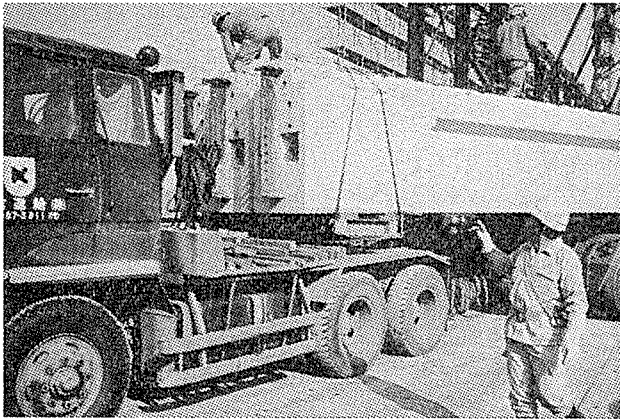


写真-7

クで輸送した。SPC 大梁 (部材重量 28.9t) は、トレーラー運搬で、1 台に 2 部材載せて、2 往復で現場に搬入した (写真-7)。

### 3.5 架設方法

予め、 $Y_1$ 、 $Y_9$  通り妻面の柱鉄骨の SPC 大梁ジョイント用仕口下端に、プレキャスト SPC 大梁を仮置きするための仮設用ブラケットを取付け、また、桁行方向鉄骨フレーム天端に、73 kg クレーンレールを取付けておく。このレール上に走行クレーン (油圧式 2 フック型天井クレーン: 吊上げ荷重 31 t, 走行速度 5 m/min, 吊上げ速度 2.1 m/min) を、まず、 $X_2 \sim X_3$  通り間の短手スパンにセットし、自由に桁行方向に移動できるようにしている (写真-8)。トレーラー運搬より搬入された SPC 大梁は、127 t クレーンで直取りし、 $Y_1$ 、 $Y_9$  通り柱鉄骨の仮設用ブラケットに仮置きする (写真-9)。次に、走行クレーンの吊材をピン金物で SPC 大梁吊支点にセットする。赤行クレーンの両サイドに吊下げられた吊材は異形鋼棒 (ゲビンデスターブ) を使用しており、走行クレーン上に設置されているセンターホールジャッキにナ

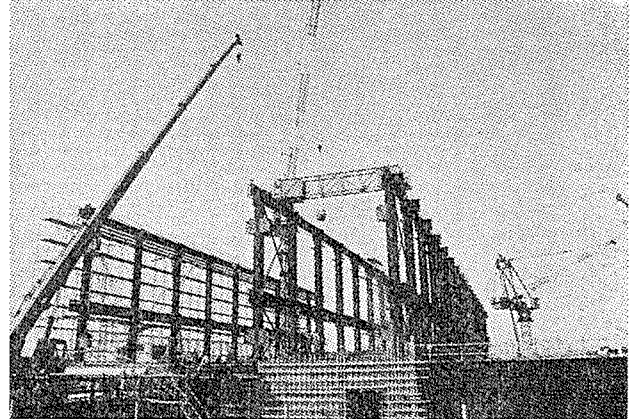


写真-8

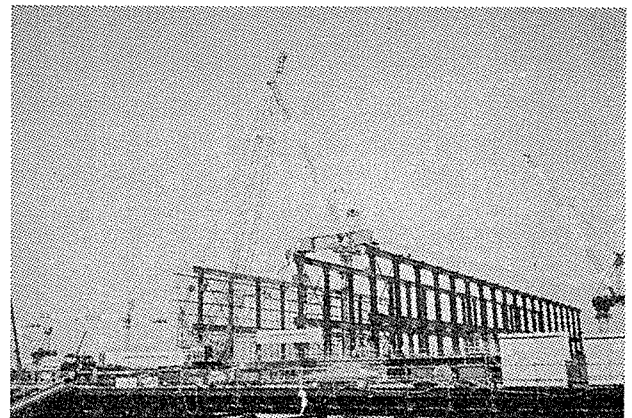


写真-9

ットで支持されている。それから SPC 大梁は、取付け仕口部下端まで、このセンターホールジャッキで吊上げを行い、所定の取付けフレーム位置まで、走行クレーンにより水平移動を行う (写真-1)。ジョイント仕口部分まで、垂直方向に微動しながら、ジャッキアップし、ウェブ、およびフランジ部のハイテンションボルト接合を

行って、フレームを形成する。これを順次、繰返して、この通り間の各階の SPC 大梁をすべて架設する。 $X_2 \sim X_3$  通り間の架設完了後に、サイドの長スパン ( $l=15.0\text{m}$ ) に走行クレーンの移し換えを行い、全く同様な順序で、SPC 大梁部材の架設を終了した。それから、DT 床版は、タワークレーンおよび 127t クレーンを使用して、この SPC 大梁上にセットしている (写真-10)。DT 床版架設完了後、版相互および、SPC 大梁と DT 床版を溶接で剛接し、床面剛性を保持させている (写真-11)。



写真-10

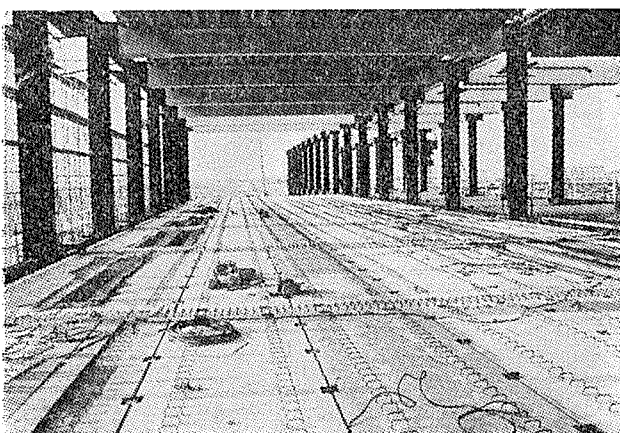


写真-11

#### 4. プレキャスト SPC 構造の利点と将来性

このプレキャスト SPC 構造は、従来のプレキャストプレストレストコンクリート構造の組立工法と違って、大梁端部仕口部分に H 形鋼を埋設して、鉄骨造と同様に急速に現場で、ハイテンションボルトによる剛接合を可能にしている。また、鉄骨柱とプレキャスト SPC 大梁は、連続 PC ケーブルに二次のプレストレス導入を行うことによって、柱と大梁に圧着効果を生じさせ、仕口部の応力伝達機構をスムーズにし、断面全体を有効に圧縮

させることにより完全な一体構造に合成できる利点を持っている。

プレキャスト SPC 構造の利点を列挙すると、  
〔利点〕

- 1) 床面剛性と靱性が高く耐震性能に優れている。
- 2) 鉄骨造と同様、支保工が省け、施工時の安全性が高い。
- 3) 現場作業を少なくした組立工法であるため、工期短縮を図ることができる。
- 4) 地震時応力の大きい高層建築物で、大スパンや積載荷重の大きい場合に最適である。
- 5) 均一で高強度の異なった種々の構造部材を適材適所に、複合または合成させて併用することにより、より経済的な構造形式を得ることができる。

これらの利点を持つプレキャスト SPC 構造は、日本で初めて現場打ち SPC 構造を適用した足立区総合体育館をはじめ、葛飾区、江戸川区、台東区、新宿区等の区立総合体育館での実績を踏まえて、工場生産部材による大規模な組立工法を可能にしている。施工中の安全性や耐震性能が、従来の PC 組立工法に比べて飛躍的に高くなったことから、高層建築で、積載荷重が大きく、かつ、スパンが大きい倉庫や、重層人工土地のフレームに応用される画期的な構造システムである。建設省建築研究所は、静岡県より、昭和 51 年に静岡県の湿地帯の有効利用を図った人工土地システムの研究開発を依頼された。この研究プロジェクトで提案された重層人工土地のフレームは、柱に鋼管ボックス、大梁にプレキャスト PC 構造を採用している。柱と大梁の接合部の応力伝達機構も同様に、圧着効果によるラーメン構造を適用している。このフレームの 1/3 モデル実験結果は、建築研究所岡本伸室長より発表され、十分な復元力特性と 1/75 ぐらいの変形角を許容できる構造フレームであることを実証している。

#### 5. おわりに

これからの新しい都市の再開発および住環境の供給には、人工土地システムの開発を必要としてきている。遊水池や河川敷の有効利用、軟弱地盤上の浮上都市、緑地帯や庭園付きの重層住宅群、上下水道施設上の都市公園や運動施設、公園やショッピングセンターおよび駐車場を備えた多重道路施設等に、空間の有効利用を可能とする新しい構造システムの研究開発を急がねばならない時期に来ていると思われる。国が、行政面から積極的に取り組み、法制上の諸問題を改善していくとともに、民間のより多くの関連企業の技術を結集させ、活性化させることによって、広範囲にわたる建設技術の波及効果が期待



## 報 告

できると思われる。また、プレストレストコンクリート構造の分野でも、これに対処する新しいシステムの開発と研究を期待したい。

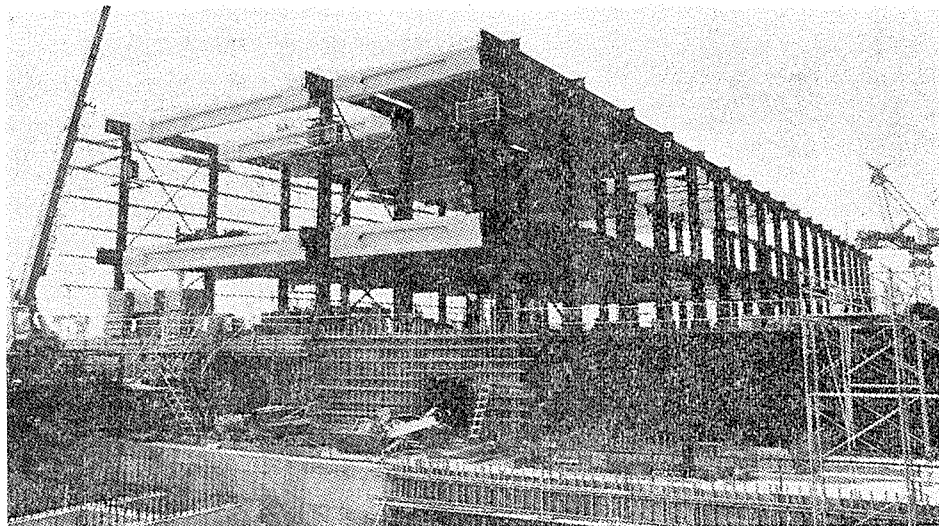
ここに紹介した三郷浄水場の SPC 構造システムが、より多くの人に理解され、改良されて、人工土地プレー

ムへの一助となれば幸いである。

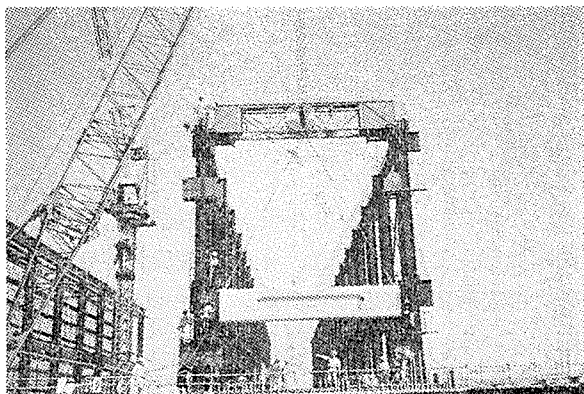
最後に、今回の工事に際し、ご協力いただいた東京都水道局東部建設事務所、大成建設（株）・清水建設（株）JV の橋本晴夫氏に、誌上を借りて感謝の意を申し上げる次第である。

### SPC 構造による三郷浄水場の施工

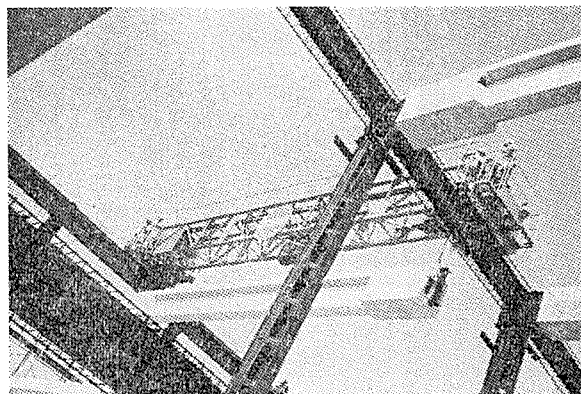
——原水ポンプ所，送水ポンプ所の上家——



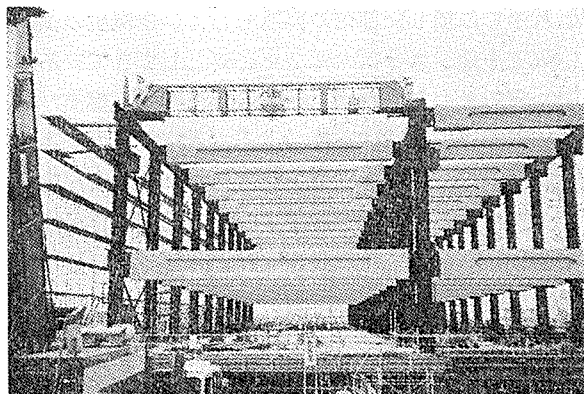
原水ポンプ所 SPC 構造フレーム全景



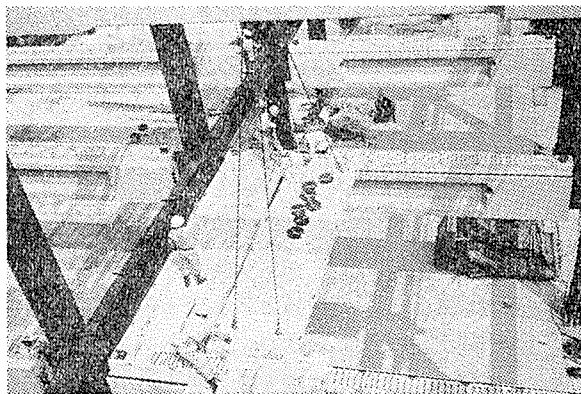
SPC 大梁架設中



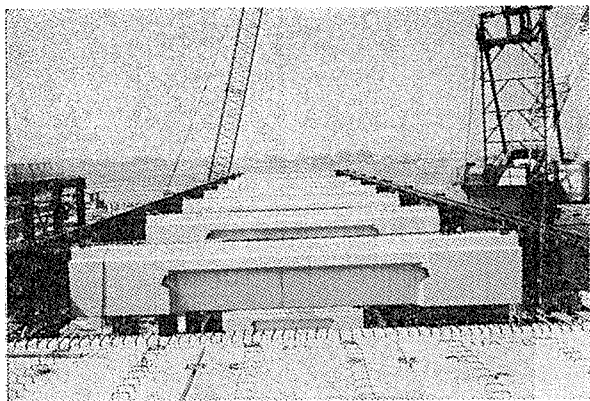
走行クレーンにより移動中



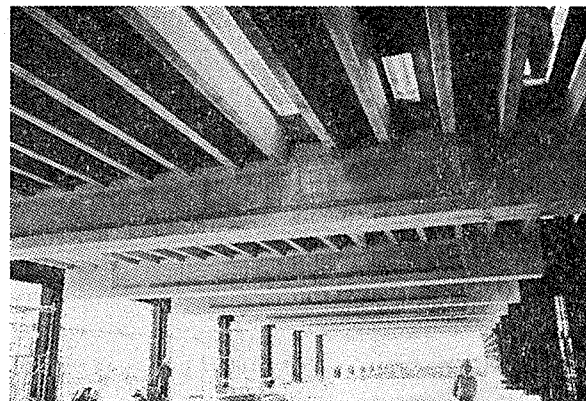
SPC 大梁架設完了



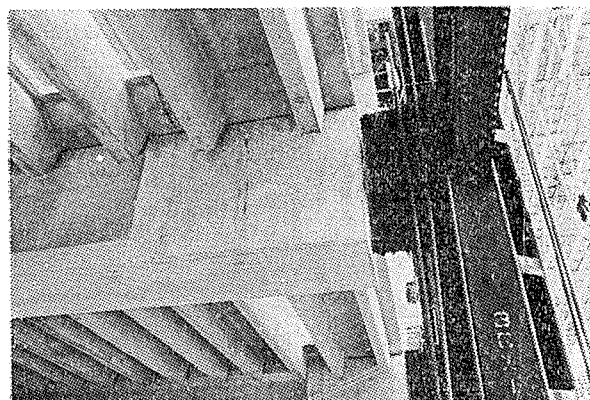
プレキャスト DT 床版架設中



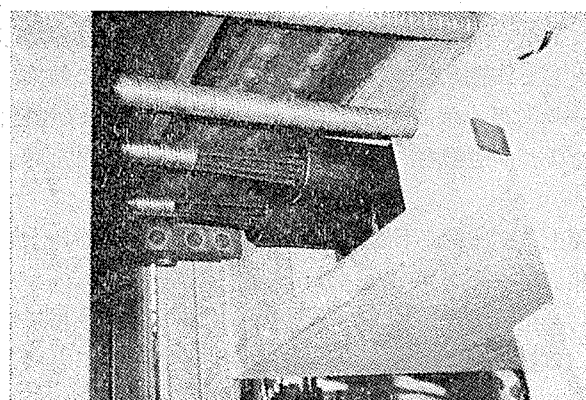
SPC 大梁と DT 床版



施工中の内部空間



SPC 大梁端部鉄骨仕口



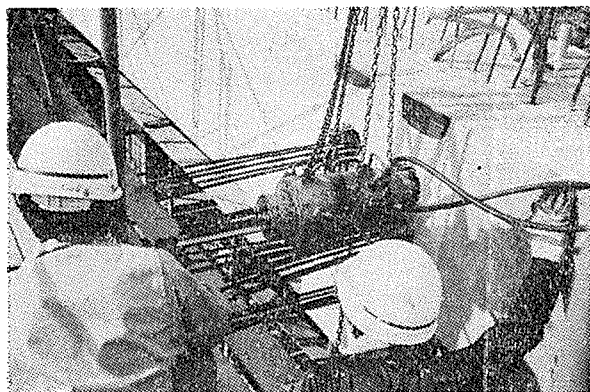
KTB 工法カップラーによる連続ケーブル



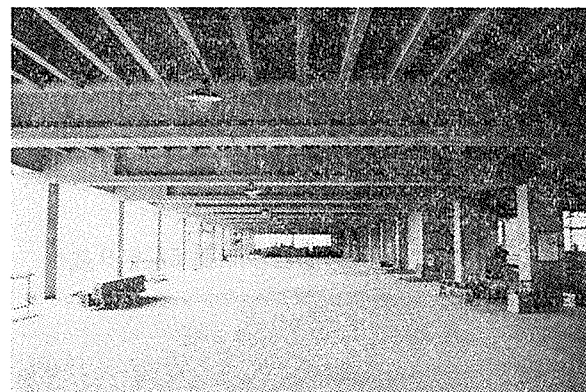
連続ケーブル挿入中



DT 床版上の配筋状態と合成床版



プレストレス導入作業中



内部空間