

## 新長崎漁港卸売市場の設計と施工

三 根 啓 一\*  
 内 野 雅 勝\*\*  
 樋 口 裕 二\*\*\*

### 1. はじめに

新長崎漁港は、長崎市北西部の三重地区に位置し、長崎市内から車で30分程度で行け、近くには三重漁港がある。新長崎漁港の計画は、現在の長崎漁港が機能的に限界に達していることから、水産長崎にふさわしい近代的漁港づくりを目指して立案され、昭和48年度に埋立て工事が開始された。漁港全体の基本設計は、(株)日建設計大阪本社にて担当され完了されていた。その中で埋立て地内に西日本随一の近代的施設を備えた卸売場棟

(魚市場)の実施設計が発注された。

卸売市場は北棟と南棟の2棟に分かれ、北棟は昭和60年12月に竣工、南棟は昭和61年6月に竣工した。漁港関連施設の背後には、将来福利厚生施設、関係官公庁、住宅、小・中学校などを備えた漁港ニュータウンが形成され、流通加工センターの形成および輸送方式の整備とともに、完成後は水揚げから加工まで一貫した水産物供給の中心基地として予定されている。

### 2. 建物概要

工事名称：新長崎漁港卸売市場整備事業卸売場棟  
 工事場所：長崎県西彼杵郡三重町  
 建築主：長崎県  
 設計監理：(株)宮本建築設計事務所  
 施工：卸売場棟建設企業体  
 PC施工：フドウ建研(株)、ピー・エス・コンクリート(株)、オリエンタルコンクリート(株)  
 規模：平家建て  
 構造：プレストレストコンクリート造



写真-1 全 景

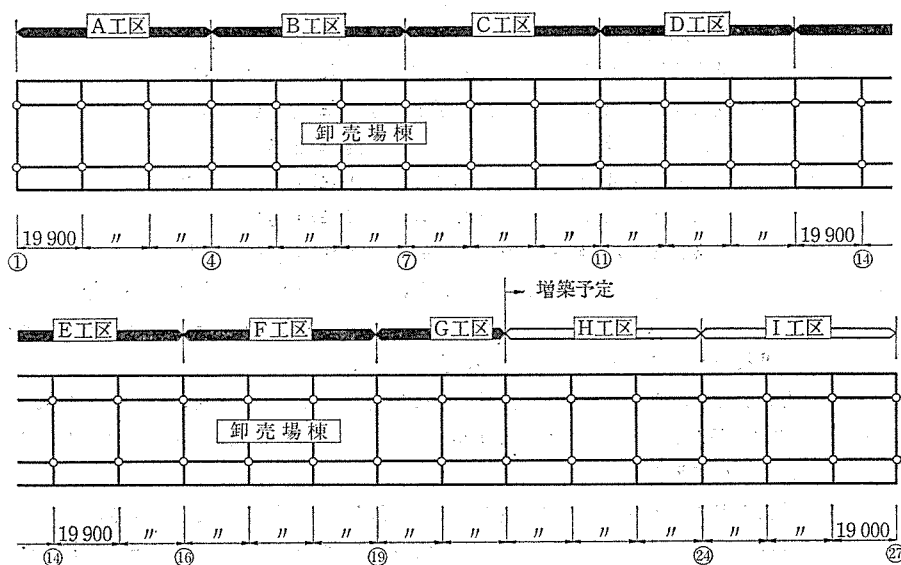


図-1 南棟平面図

\* (株)宮本建築設計事務所取締役構造設計部長 \*\* フドウ建研(株)九州支店技術課長 \*\*\* フドウ建研(株)九州支店技術課

### 3. 構造計画

今回の卸売市場は 図-1, 図-2 からわかるように桁行方向が 500 m と長い建物である。プレストレスによる不静定力と温度変化による構造体への影響および施工性を考慮してハイアンドロータイプの構造形式が採用され、全体をA工区からI工区までの9工区に分割している。

1工区(図-3, 図-4 参照)の大きさは 32.0 m ×

59.7 m で上部構造と下部構造からなり取合部分は一端ピン他端ローラー(ストッパー)とし、温度応力や地震時の変形に追随できるように配慮している。

小梁は平面形状より格子梁方式を採用し、X, Y 2方向ともプレストレスを導入している。特に Y 方向は先端が大梁から 6.7 m と大きく跳ね出しているのに、コンクリートのクリープ, 乾燥収縮による影響で大きな変形が生じないように X 方向の PC 小梁(B<sub>3</sub>)にもプレストレスを導入し先端の変形を押し込んでいる。

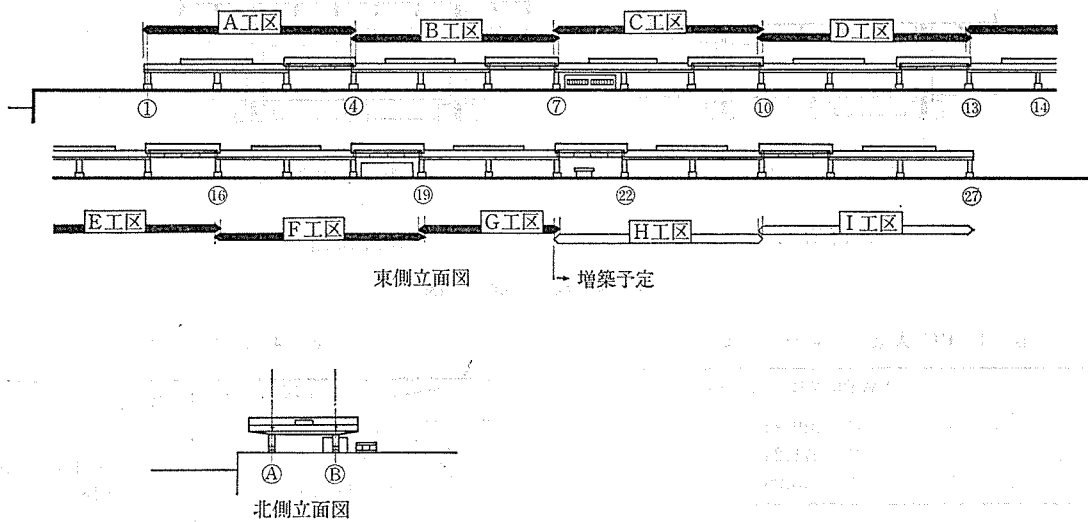


図-2 南棟立面図

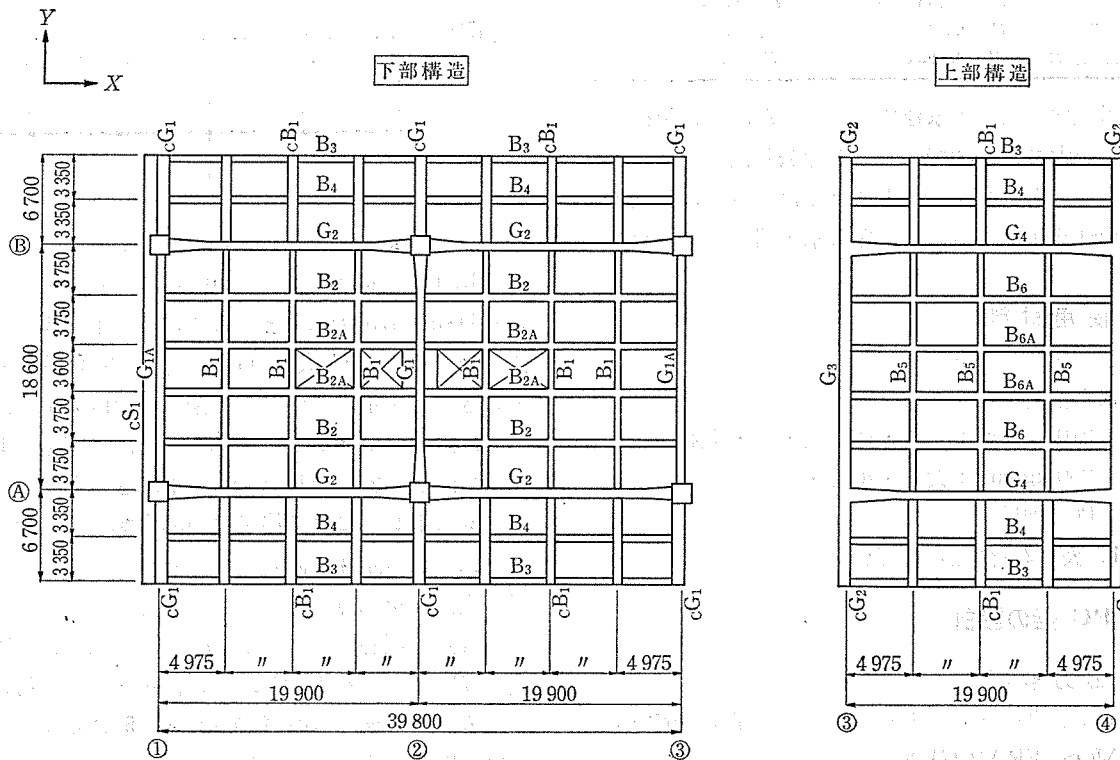


図-3 梁 伏 図

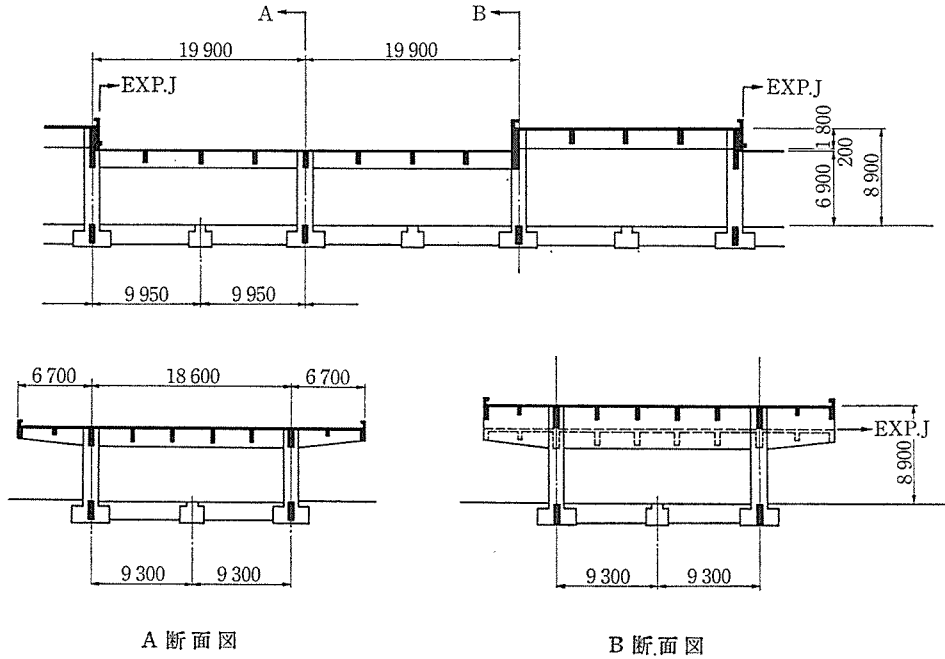


図-4 断面図

表-1 PC 大梁 (フレシネー工法)

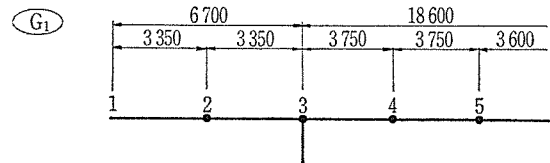
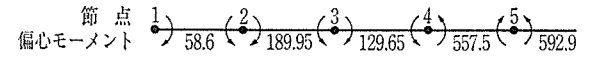
種類	SWPR 7B 12 T 15.2 mm
引張荷重	$P_u=319.2$ t/ケーブル
降伏荷重	$P_y=271.2$ t/ケーブル
設計緊張力	$P_0=216.96$ t/ケーブル

表-2 PC 小梁 (フレシネー工法)

種類	SWPD 12 T 7 mm	SWPD 12 T 8 mm
引張荷重	$P_u=71.4$ t/ケーブル	$P_u=90.6$ t/ケーブル
降伏荷重	$P_y=62.4$ t/ケーブル	$P_y=78.6$ t/ケーブル
設計緊張力	$P_0=49.92$ t/ケーブル	$P_0=62.88$ t/ケーブル

表-3 節点モーメント表

節点	1	2	3	4	5
導入力 $P$ (t)	730.1	780.8	830.5	905.7	624.1
偏心距離 $e$ (e)	0	0.15	0.3164	0.5765	0.95
偏心モーメント $P \times e$ (t·m)	0	117.1	262.8	522.1	592.9
節点間の平均値 ave (t·m)		58.6	189.95	129.65	557.5



また当該建築物は平家建てではあるが、海に隣接した大スパンの大型構造物であることや公共性も考え、I種プレストレストコンクリート造とした。さらに耐震上十分な安全性を確保するため、保有水平耐力の確認を行っている。

### 3.1 使用材料

#### (1) コンクリート

設計基準強度

$F_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>: 基礎・地中梁・柱・1階床

$F_c=350$  kg/cm<sup>2</sup>: 大梁・小梁・屋根スラブ

#### (2) PC 鋼材

表-1, 表-2 を参照されたい。

## 4. PC 梁の設計

### 4.1 応力解析

長期荷重およびプレストレスによる格子梁の応力解析は DEMOS (FRAP-GEN) にて行った。

解析結果による長期荷重による変位と応力を 図-5 に

示す。下部構造のプレストレストコンクリート (PC) 大梁  $G_1$ ,  $G_2$  端部の応力は、片持ち梁の影響でそれぞれ 450.6 t·m, 475.9 t·m となっている。上部構造は単純支持になるため PC 大梁  $G_4$  中央部の応力が 518.3 t·m と大きな値を示している。各節点の鉛直変位は、下部構造では最大 6.0 mm と小さいが、上部構造の PC 小梁  $B_3$  は中央部で  $\delta_1=18.8$  mm (下向き) となっている。

プレストレスによる格子梁の応力解析は、次のように行った。柱の剛性は回転バネに置換している。まず格子梁の交差部を節点にとり、X, Y 方向のケーブルライズから各点の偏心モーメント ( $P \times e$ ) を求めた。次に節点間の  $P \times e$  の値を平均し、その値を随時各部材に入力した (表-3 参照)。解析結果を 図-6 に示す。

図-6 の応力および変位の値は  $P \times e + M_x$  (不静定 2 次応力) の値を示している。プレストレス導入によっ

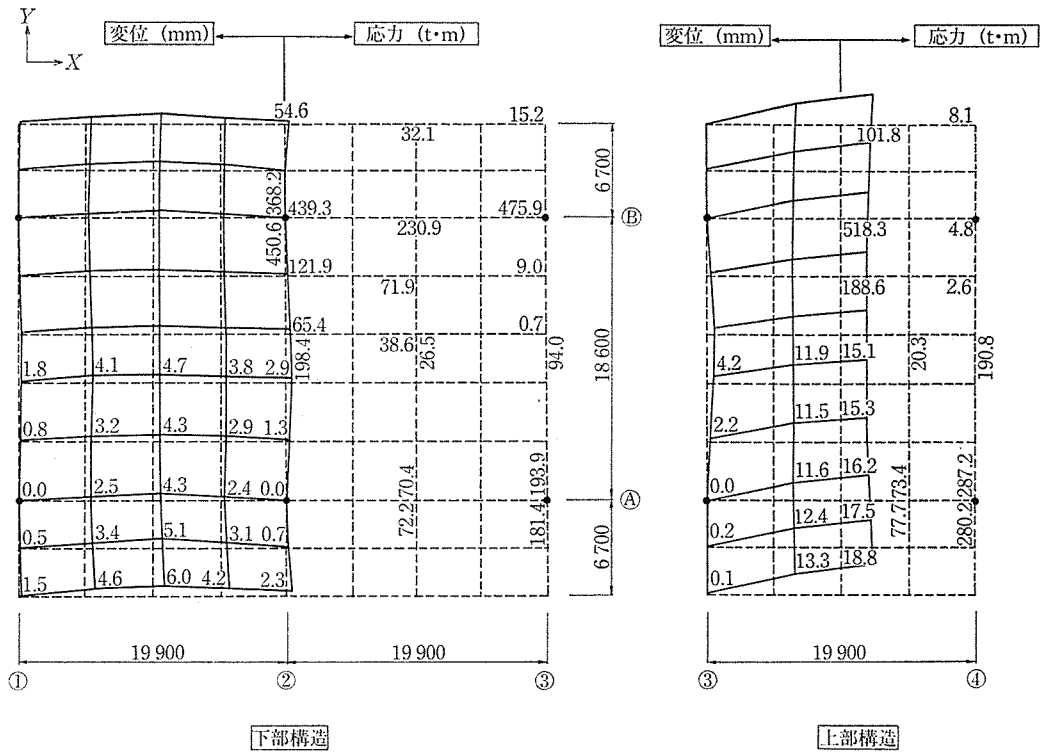


図-5 長期荷重による変位と応力図

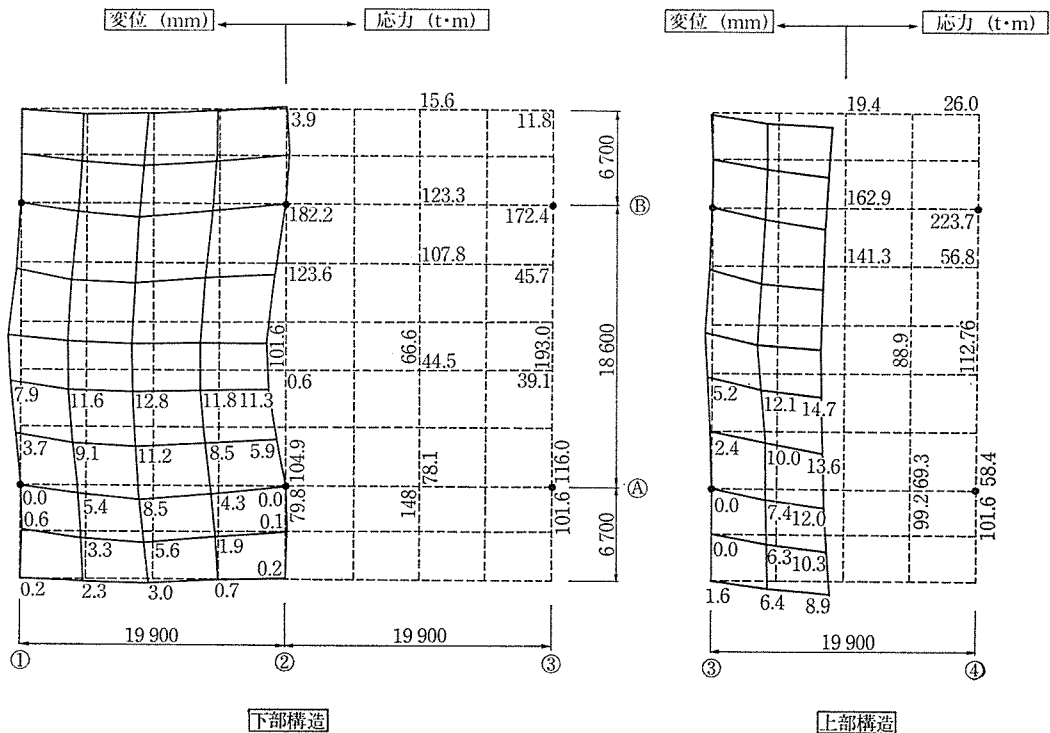


図-6 プレストレスによる変位と応力図

て、上部構造の PC 小梁 B<sub>3</sub> は  $\delta_2=8.9$  mm (上向き) となり弾性たわみの結果は  $\delta_1-\delta_2=9.9$  mm (下向き) となる。

4.2 断面算定

下部構造の X 方向 PC 小梁は、外端と内端において偏

心距離 ( $e$ ) が異なるため、プレストレス導入によってせん断力が発生する。このせん断力を Y 方向 PC 大梁に外力として作用させ応力を算定した。PC 大梁 G<sub>1</sub> は片持ち梁の影響で応力が大きいので、一部デッドアンカーとして片引きしている。各梁の配線が X, Y 方向で交差

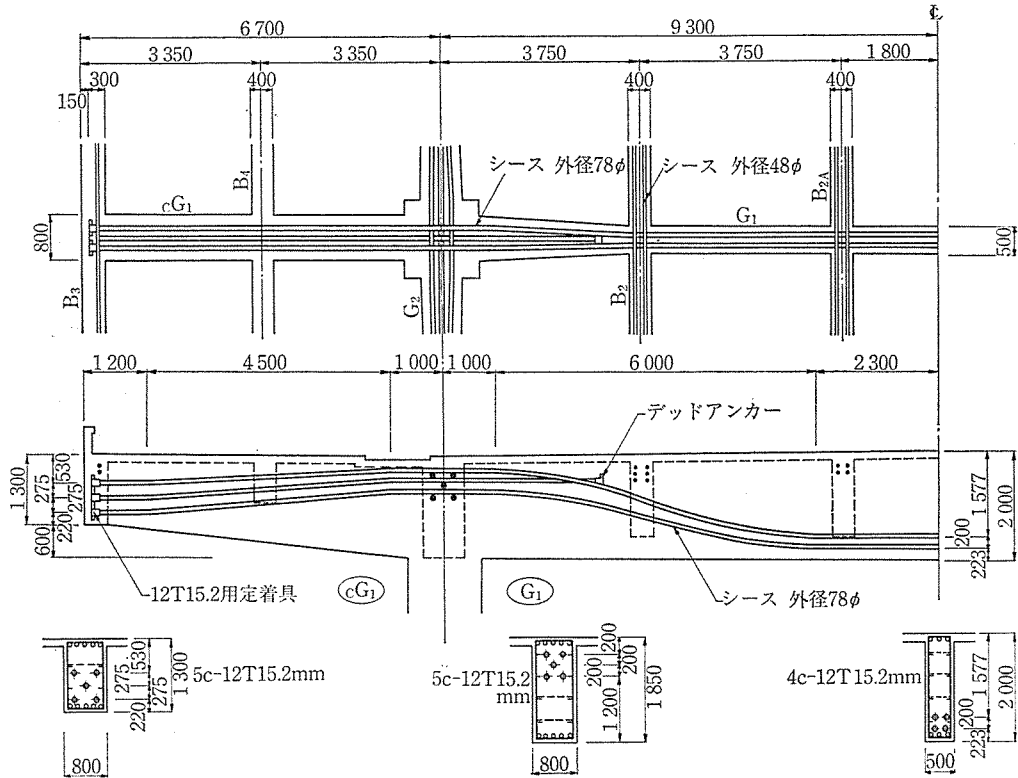


図-7 配筋図

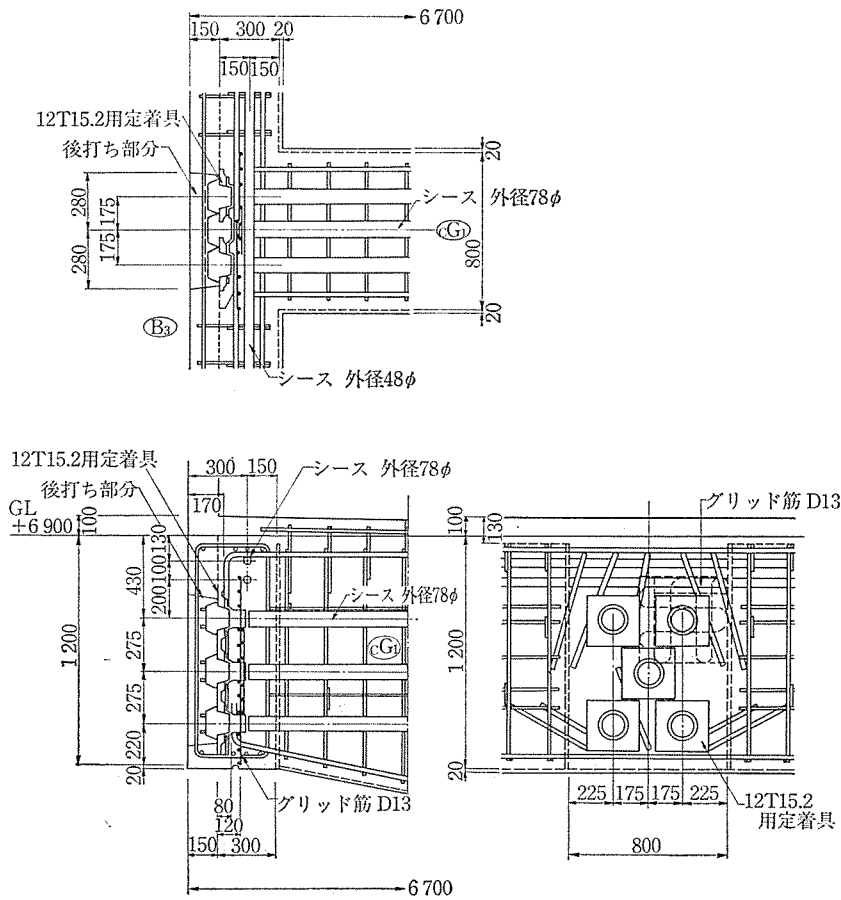


図-8 端部納り図

するため、断面算定は配線形状をチェックしながら進めた。

図-7 に配筋図、図-8 に端部納まり図を示す。

#### 4.3 ピン・ローラー部の設計

支承部が受け持つ全重量は  $\Sigma N=828.4\text{t}$  である。建物本体は、構造特性係数 ( $D_s$ ) を 0.3 として設計しているが、ピン・ローラー部の設計には  $D_s=0.5$  を採用した。設計用せん断力 ( $Q_s$ ) は、 $Q_s=0.5 \times 828.4=414.2\text{t}$  となる。

(1) ピン側(PC 鋼棒 32φ B種1号 SBPR 95/110)

PC 鋼材のせん断強度は鋼材メーカーの実験結果より引張強度の 58% と推定されるが、設計は 50% として行った。PC 鋼棒の引張強度は 88.46 t/本なので、せん断強度は  $Q_p=88.46 \times 0.5=44.2\text{t/本}$  となる。

PC 鋼棒本数 ( $n_1$ )

$$n_1=414.2 \div 44.2=9.3 \rightarrow 10\text{本}$$

なお、PC 鋼棒は無緊張とし施工性も考慮してシースは鋼管  $\phi 42.7 \times 2.4$  を使用した。

(2) ローラー側 (プレキャストブロック  $F_c=350\text{kg/cm}^2$ )

プレキャストブロックの大きさは  $20\text{cm} \times 100\text{cm}$  で、定着筋は D16 を使用した。

許容せん断力 ( $Q_A$ ) は、 $Q_A=8.5 \times 20 \times 100 \times 1.5=25.5\text{t/個}$  となる。

プレキャストブロックの個数 ( $n_2$ ) は、

$$n_2=207.1 \div 25.5=8.1 \rightarrow 10\text{個}$$

プレキャストブロックは Y 方向のみストッパーの機能

を持たせているために、プレキャストブロックの両端は PC 大梁  $G_3$  にプレストレスを与えた後グラウトを行った。

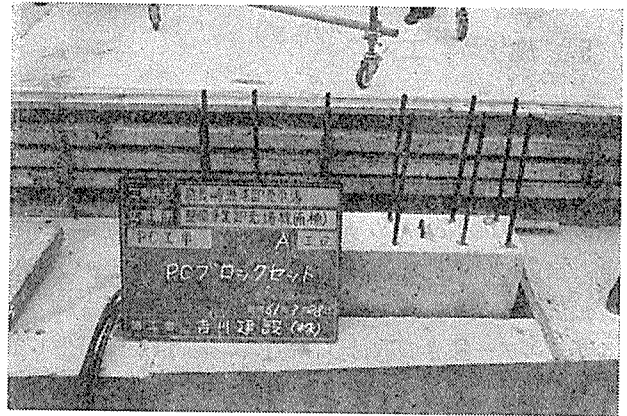


写真-2 ローラー側施工写真

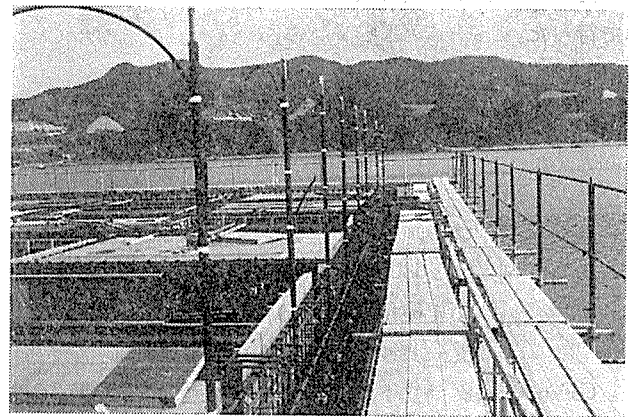


写真-3 ピン側施工写真

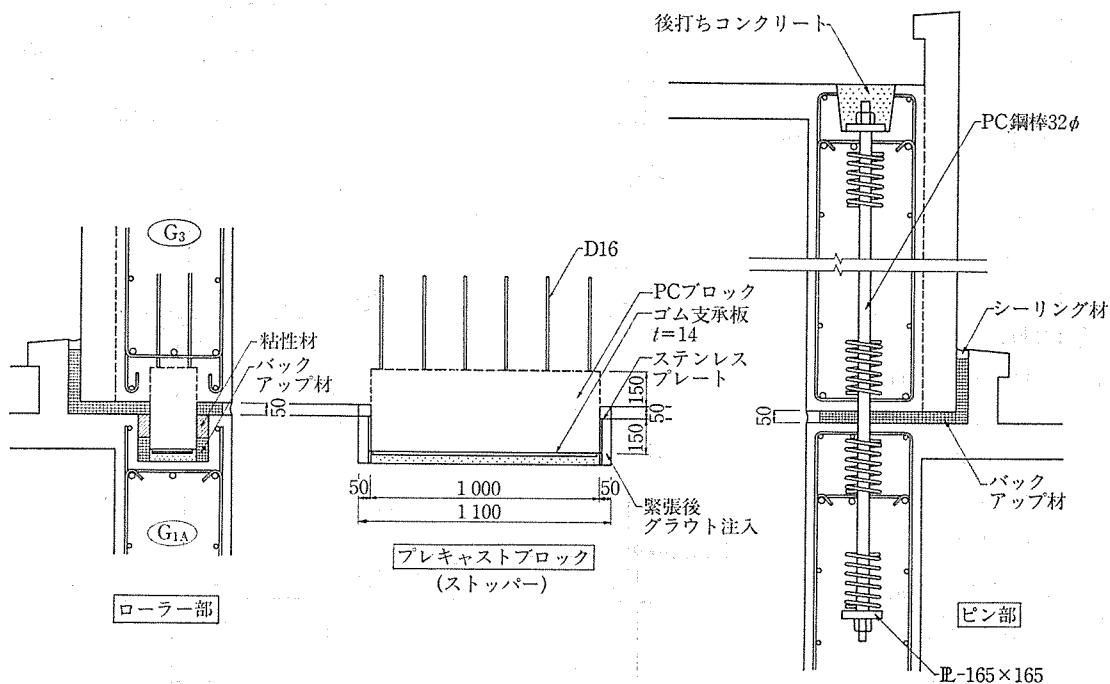


図-9 ピン・ローラー部詳細図

◇工事報告(投稿)◇

また上部構造の柱部分にはフレッシュパッド S(70 cm × 70 cm, t=5.0 cm) を敷き込んでいる。ピン、ローラー側の詳細図を 図-9 に示す。なお写真-2 はローラー側、写真-3 はピン側の施工写真である。

5. 施 工

5.1 グラウト実験

(1) 概 要

現場緊張工法におけるグラウト工事は、PC 鋼材の防錆、付着の確保のため充填は 確実に 行われる 必要があり、施工の信頼性は極めて重要である。

最近 は低ブリージングのグラウト材料が開発されているが、エア抜きの取付け位置によっては空隙が生じることが予想される。このため今回使用している PC ケーブルの配置をモデルにして、エア抜きの位置を変化させたグラウトの充填実験をフドウ建研(株)試験研究室で行った。

(2) 試験方法

イ) 使用材料

セメント：普通ポルトランドセメント (三菱鉱業セメント(株))

混和剤：GF 630, GF 600 の 2 種類を使用した (日曹マスタービルダーズ(株))

GF 630 はグラウト施工において通常使用しているもので、GF 600 は GF 630 に比べて、ブリージング率を制御している混和剤である。

ロ) グラウトの調査

グラウトの調査は実際に現場で施工する時の調査を使用している (表-4 参照)。

(3) 使用機器

イ) ミキサー

容 量：100 l

動 力：2 HP

回転数：1 000~2 500 rpm

ロ) グラウトポンプ

吐出圧：8 kg/cm<sup>2</sup>

吐出量：18 l/min

動 力：0.75 kW

表-4 グラウト調査表

W/C (%)	C (kg)	W (kg)	GF (g)
42	40	16.8	400

\* GF 使用量 C × 0.01

(4) 実験方法

シース管は内径 65 φ (呼称 1065) を使用した。供試体は配管形状とエア抜きの位置により 4 TYPE とし (図-10 参照)、各 TYPE は 3 本で計 12 本とした。1 TYPE の内訳は GF 600 を 1 本、GF 630 を 2 本としている (表-5)。PC 鋼材は 7-12.7 mm を使用し、シース管からのグラウトの漏れを防止するため接着モルタル (シーカトップ 121) をシース管外部に吹き付けた。

(5) 性状試験

表-5 TYPE 表

TYPE	GF 630		GF 600	
	TYPE 1	1-1	1-2	1-3
TYPE 2	2-1	2-2	2-3	2-3
TYPE 3	3-1	3-2	3-3	3-3
TYPE 4	4-1	4-2	4-3	4-3

供試体 No. 1-1  
 No. (1 : GF 600)  
 (2, 3 : GF 630)  
 TYPE

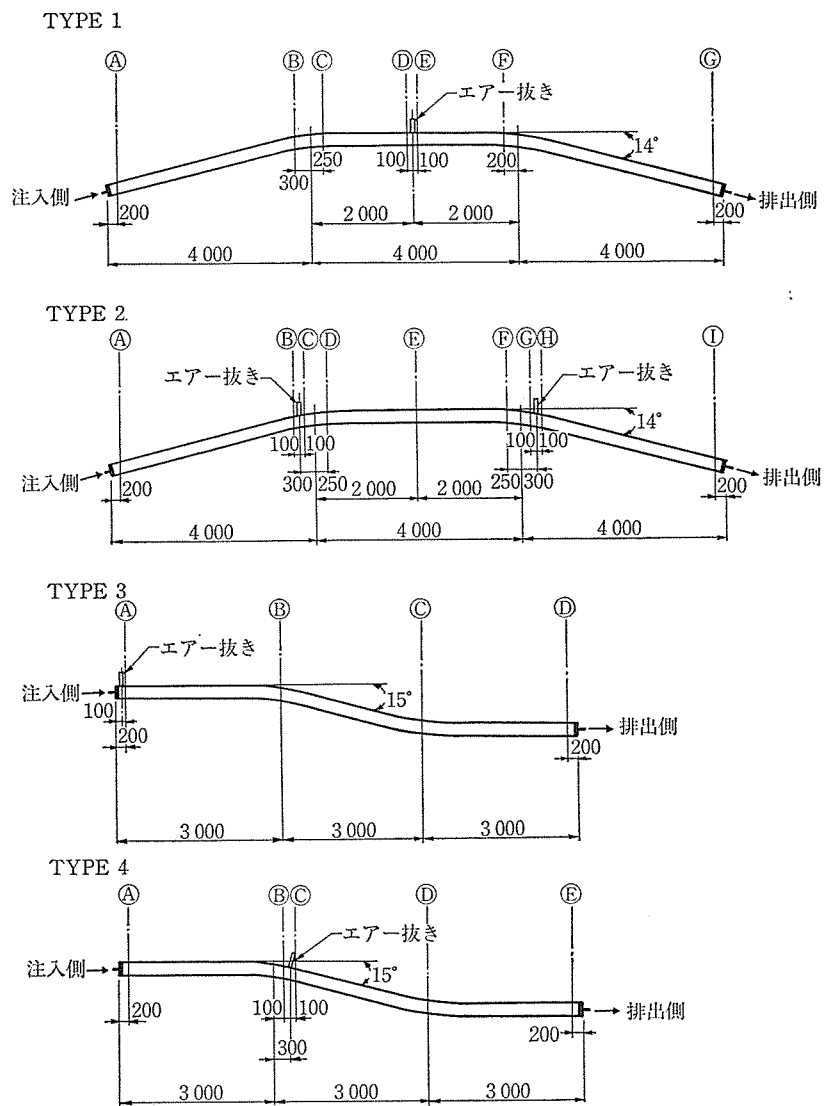


図-10 TYPE 別配管および切断図

- イ) コンシステンシー (J フロート)
- ロ) ブリージング率
- ハ) 膨張率
- ニ) 圧縮強度試験 (7日, 28日)

試験は PC グラウト試験方法 (土木学会) に準じて行っている。試験結果を表-6 に示す。

(6) 硬化後の充填状態の観察

各 TYPE のシース管の切断位置は (図-10 に示す) TYPE 1, 3 ではシース管の下り勾配になる付近で空隙が確認された。しかし TYPE 2, 4 では、ほとんど空

隙が認められなかった (図-11 参照)。代表的な切断面の写真を 写真-4~7 に示す。

(7) 考察

今回の試験では、エアー抜き位置を変えた、2種類の形状でグラウト注入を行った (TYPE 1-TYPE 2, TYPE 3-TYPE 4)。さらにグラウト用混和剤も2種類使用した (GF 600-GF 630)。混和剤の種類については、当初ブリージング率の低い GF 600 の方が充填性が良いのではないかと判断していたが、今回の試験では明確な違いは見られなかった。よってグラウト施工におい

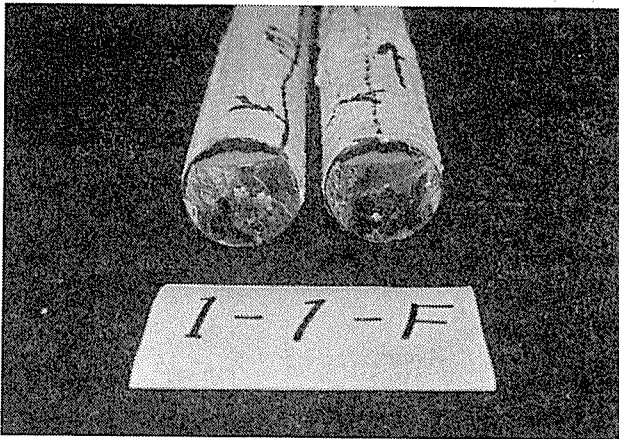


写真-4 TYPE 1-1-F 切断面



写真-5 TYPE 3-1-B 切断面

表-6 性状試験結果

試験 混和剤	コンシステンシー (秒)	ブリージング率 (%)		膨張率 (%)		圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	
		3H	24H	3H	24H	7日	28日
GF 600	11	0.3	0	6.7	6.7	251	355
GF 630	8	1.1	0	5.7	5.7	285	387

外気温 17°C  
グラウト温度 20°C

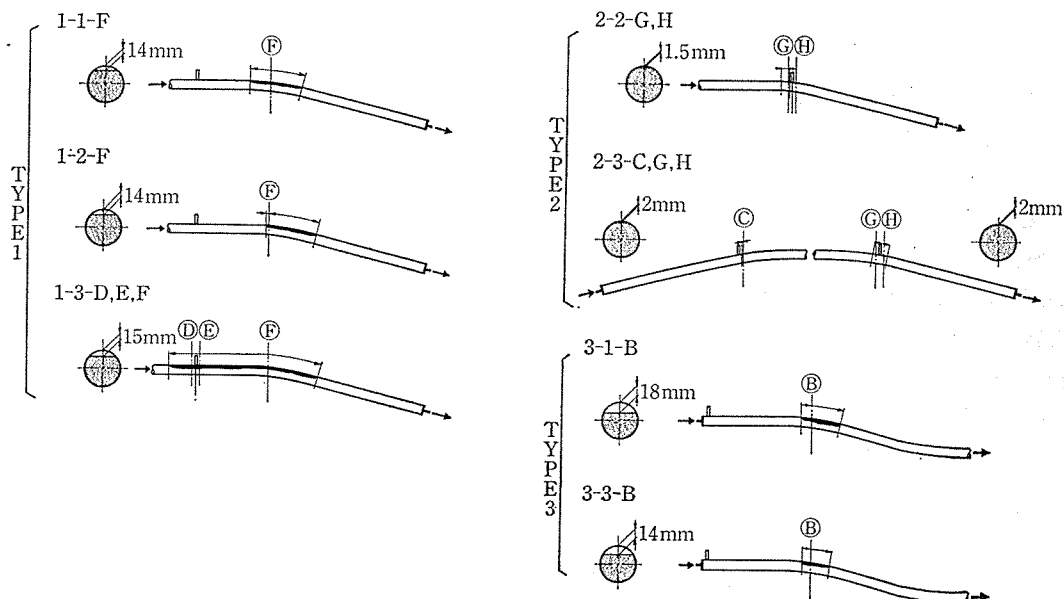


図-11 空隙箇所詳細図



◇工事報告(投稿)◇

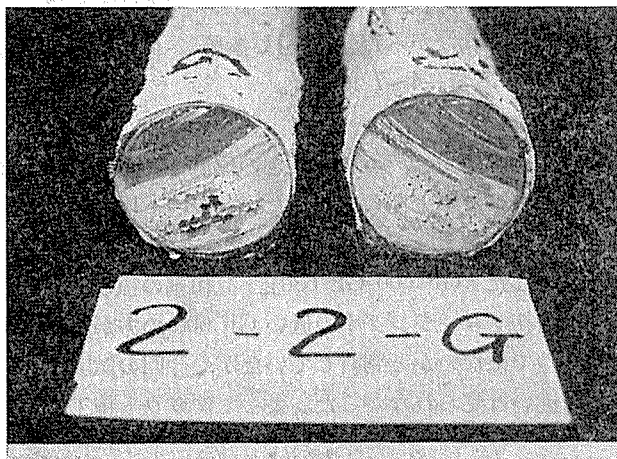


写真-6 TYPE 2-2-G 切断面

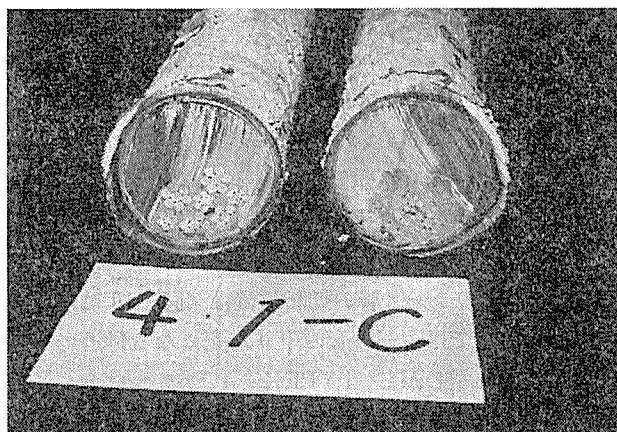


写真-7 TYPE 4-1-C 切断面

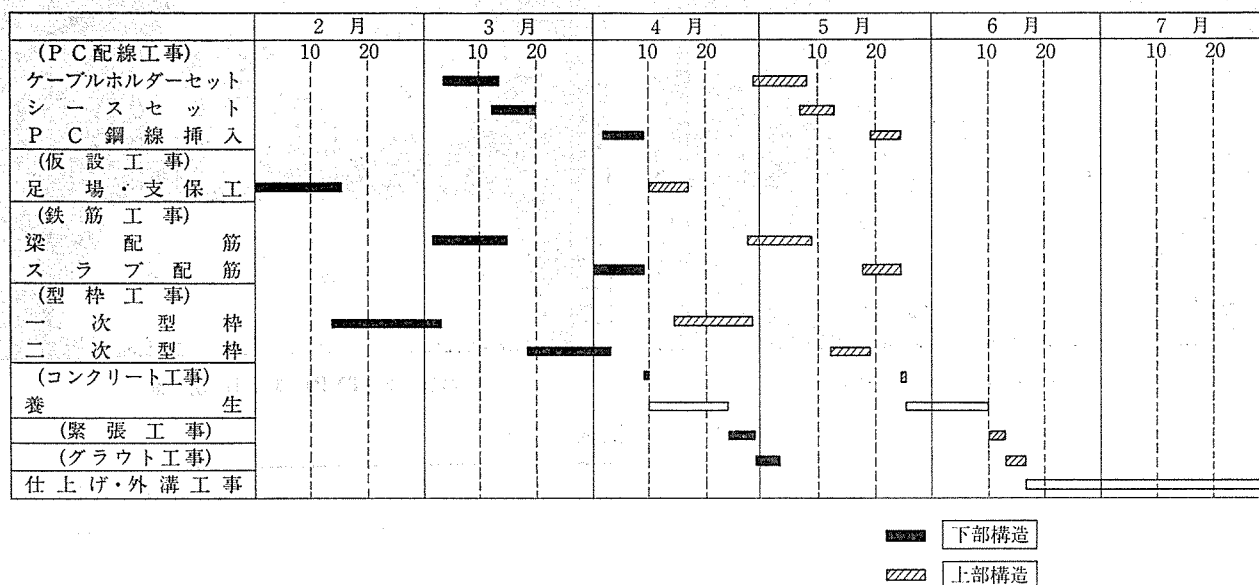


図-12 工程表

て、従来使用している GF 630 で施工方法（エア抜きの配置、注入方法等）を行えば、充分なグラウトの施工が行えるのではないかとと思われる。

またグラウト注入試験結果より、ケーブルの配置形状が下り勾配になる近付には、必ずエア抜きを配置する必要があるという結論となった。

5.2 工程表

1工区は躯体工程表を図-12に示す。型枠工事はPC梁の梁成が高いのでシース配管の施工法を考慮して1次施工と2次施工に分けている。

5.3 緊張管理

(1) 緊張力の管理

プレストレスングの作業はPC工事の中で重要な部分であり、所定のプレストレスングが構造体に与えられるよう慎重に対処しなければならない。

本緊張作業に入る前に試験緊張を実施し摩擦係数および緊張材の見かけのヤング係数を測定し、測定値に基づ

いて緊張管理図を作成した。

管理方法は圧力計の示度と緊張材の伸びの両面から管理する方法を採用し、管理限界は摩擦係数(μ)を上限 μ=0.7, 下限 μ=-0.1 に設定した。緊張力の各段階ごとの伸び測定値を管理グラフ上にプロットし、各ケーブルの緊張力が管理限界内に入っていることを確認しながら緊張作業を進めた(図-13参照)。

また緊張材1ケーブルごとの管理だけでは各ケーブルの測定値のバラツキや誤差が生じた場合に、建物全体に均一にプレストレスを与えるという目的が達成されない可能性がでてくる。そこでケーブル6本を1組にして1ケーブルごとの測定値から、2σ法を用いて新しい管理限界を設定しグループ管理を行った。

(2) 緊張順序

プレストレスが導入される段階で、構造物になら悪影響を与えることなくプレストレスングの作業が終了するよう緊張順序を決定しなければならない。



#### ◇工事報告(投稿)◇

当該建物は PC 梁が 1 方向ではなく 2 方向格子梁のため、PC 梁を X 方向、Y 方向に区別し両方向とも均一にプレストレスが導入されるよう計画した。初緊張から最終緊張までを 3 工程に分け、1 工程を最終緊張力の 30% に設定し X 方向と Y 方向を交互に緊張していく方法を採用した。

緊張順序は Y 方向大梁→X 方向大梁→Y 方向小梁→X 方向小梁の順で繰り返して行った(図-14 参照)。

#### (3) 緊張結果

緊張ケーブル数は上部および下部構造あわせて 1 工区当たり 142 本である。緊張日数は格子梁方式なので 1 方向緊張の場合よりも多少、余裕をみて工程を組んでいたが、実質は上部構造 2 日、下部構造 3 日で終了した。ケーブル 1 本ごとの管理では管理図からもわかるように、全ケーブルの測定値は管理限界内に入っている。当初、摩擦係数は  $\mu=0.3$  として設計したが、測定値の平均では  $\mu=0.2$  程度となった。また、グループ管理においても新しく設定した管理限界内に各グループの摩擦係数の平均値が納まっており、建物全体に所定のプレストレスが導入されたと判断される。

## 6. あとがき

海に隣接する建築物は、塩害対策が重要な課題とな

る。プレストレストコンクリート構造は、高強度・高密度のコンクリートを用いプレストレスでひび割れを積極的に防止する構造であるので、耐久性については非常にすぐれた性能を発揮できる。また当該建物のように、柱間隔が X、Y 方向とも 20 m、18.6 m と大きい場合、他工法と比較しても、プレストレスを用いることによる経済的有利性は高い。

一方、桁行が 500 m あり、プレストレストコンクリート構造物としたときの最大の課題である温度変化、乾燥収縮ならびにクリープなどの体積変化の問題についてはハイアンドローの構造形式を用いて解決した。またグラウトが十分に充填されることは PC 構造物の信頼性に欠くことのできない重要なポイントであるが、これに関しては事前に実験を行い、その結果エア抜きの位置を工夫すれば充填は十分であることが実証できた。

これを機会に PC 建築がますます発展していくことを望むものである。

最後に本工事は昭和 61 年 6 月に無事完了した。設計および施工に携わった関係各位に心から御礼申し上げます。

【昭和 62 年 6 月 29 日受付】

#### ◀刊行物案内▶

## PC 斜張橋

(本誌第 29 巻第 1 号特集号)

現在、世界的にも、また我が国でも有力な橋梁施工法として台頭し始めた PC 斜張橋を特集した本書は、その歴史、変遷から始まって、将来展望に関する座談会、斜張ケーブルの現状、既に実施された、または計画中の代表的な斜張橋(白屋橋、東名足柄橋、猪名川第 2 橋梁、衝原大橋、呼子大橋、新丹波大橋)の報告等、多岐にわたり収録してあります。PC 橋梁の設計・施工関係技術者にとっては必携の参考図書と確認します。

在庫数が限られていますので、ご希望の方は至急代金を添え(現金書留か郵便振替東京 7-62774)プレストレストコンクリート技術協会宛お申し込みください。

体 裁：B 5 判 108 頁

定 価：1 500 円 送 料：150 円