

紋別港氷海展望塔の設計と施工

向山 松秀*1・小成 英晴*2・田口 吉則*3

1. まえがき

本建物は、オホーツク海に面する紋別市の港湾内に建設された、世界で初めて海底から流氷を観測できる流氷観測タワーである。地下海中部の海中展望観測室と地上海上部の受付、売店、喫茶、展示室、展望室とで構成されており、プレキャストPC造のエレベーターシャフトと階段を使用して海上部と海中部へ人が移動できるようになっている。エレベーターシャフトに使用されたPC部材は、海上部を近くの岸壁上で海中部をフローティングドッグ上で組み立て、現地まで運搬し、大型起重機船(2 200 T)にて本体とジョイントした。

計画に当たっては以下の点を重視した。

- 1) プレキャスト化による現場の合理化、省力化が容易である。
- 2) プレキャスト化により冬期作業が容易である。
- 3) 高品質コンクリートの使用により耐久性が高い。

2. 建物概要

建物名称：紋別港氷海展望塔
 建設地：北海道紋別市港湾区域内
 建物面積：1 265 m²

延床面積：2 344 m²

階数：地下1,地上4

構造形式：プレキャストコンクリート組立工法

工期：平成6年9月～平成7年12月

設計監理：(社)寒地港湾技術研究センター

(株)石本建築事務所

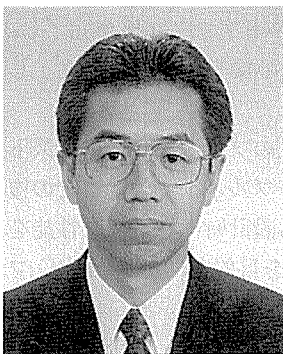
施工：五洋・西村・東亜・大道共同企業体

PC部施工：(株)ピーエス

使用プレキャスト部材：エレベーターシャフト・階段断面図を図-1に、海中部平面図を図-2に、海上部平面図を図-3に示す。



写真-1



*1 Matsuho MUKOHYAMA
 (株)石本建築事務所
 札幌支所
 次長



*2 Hideharu KONARI
 (株)ピー・エス
 札幌支店建築部
 次長



*3 Yoshinori TAGUCHI
 (株)ピー・エス
 札幌支店建築課
 設計主任

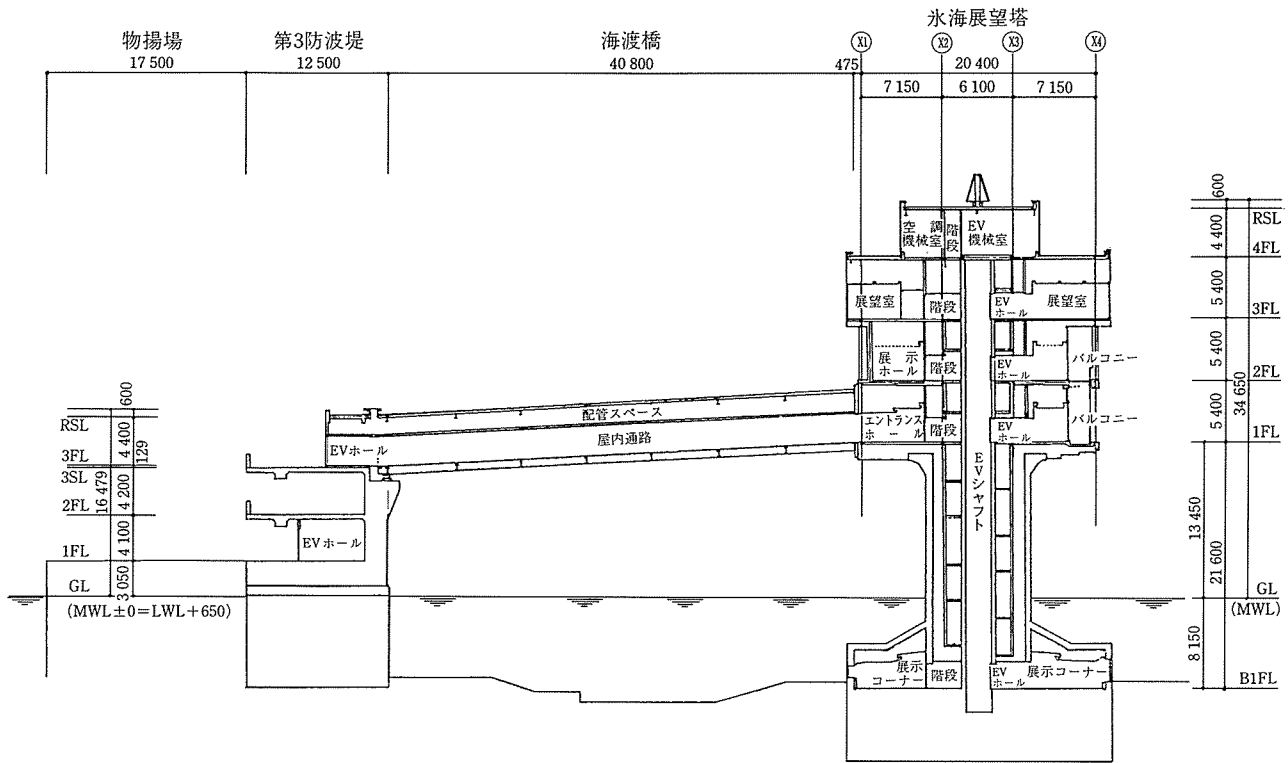


図-1 断面図

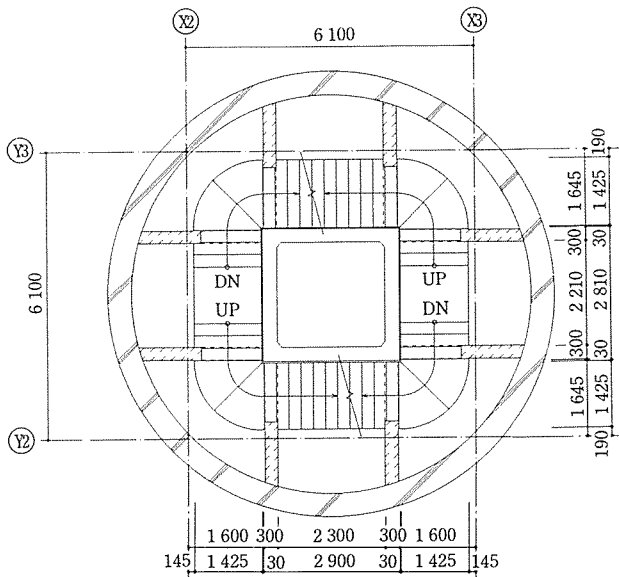


図-2 海中部平面図

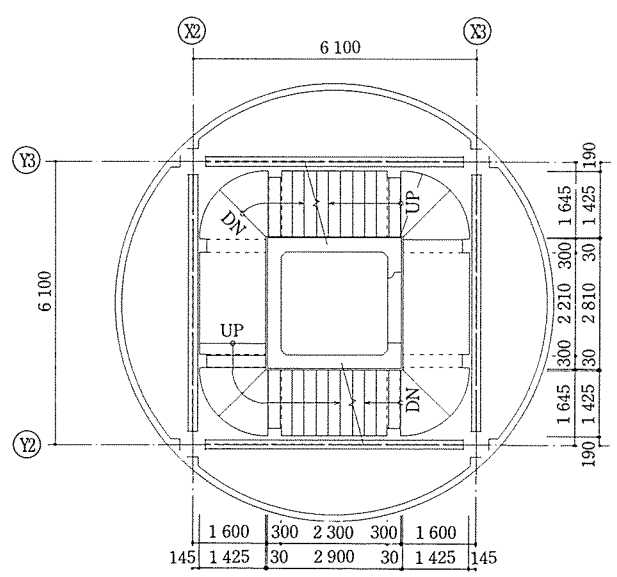


図-3 海上部平面図

3. 構造計画

(1) 設計方針

エレベーターシャフトは、平面的に 2.9 m×2.81 m の一定の大きさのプレキャストブロックを組み立て、PC 鋼棒にて圧縮力をかけて圧着し、階段部分はエレベーターシャフト部分の壁に PC 鋼棒を埋め込み、カップラーにてジョイントを行い圧着する工法とした。エレベーターシャフトの長期応力は、軸力のみがエレベーター

シャフトに作用し、短期応力は、1 FL より B 1 FL までは外側のコンクリート壁に現場打ち梁をして負担させ、1 FL より 3 FL まではエレベーターシャフトに負担させる。階段の長期応力を梁部分が負担する。

(2) 積載荷重

a) エレベーターシャフト

軸力のみが作用し積載荷重はなし。

b) 階段

スラブ用=360 kgf/m²

小 梁 用=360 kgf/m²
 ラーメン用=330 kgf/m²
 地震力用=210 kgf/m²

(3) 地震力

本建物の設計用自然環境荷重の再現期間は、100年に統一され、静的解析に用いる地震荷重の大きさについて、標準せん断力係数および地域係数を下記のように定

めている。

標準せん断力係数 $C_0=0.3$

地域係数 $Z=0.8$

(4) 仮定断面

エレベーターシャフトの壁厚は、内部エレベーターの有効寸法および海上部鉄骨梁位置との関係で階段幅より300 mmしか確保できなく、この壁厚のなかにエレ

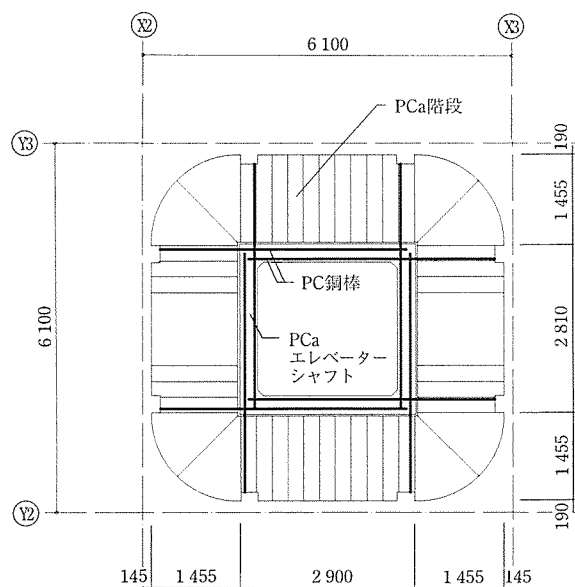


図-4 PC鋼棒通線図

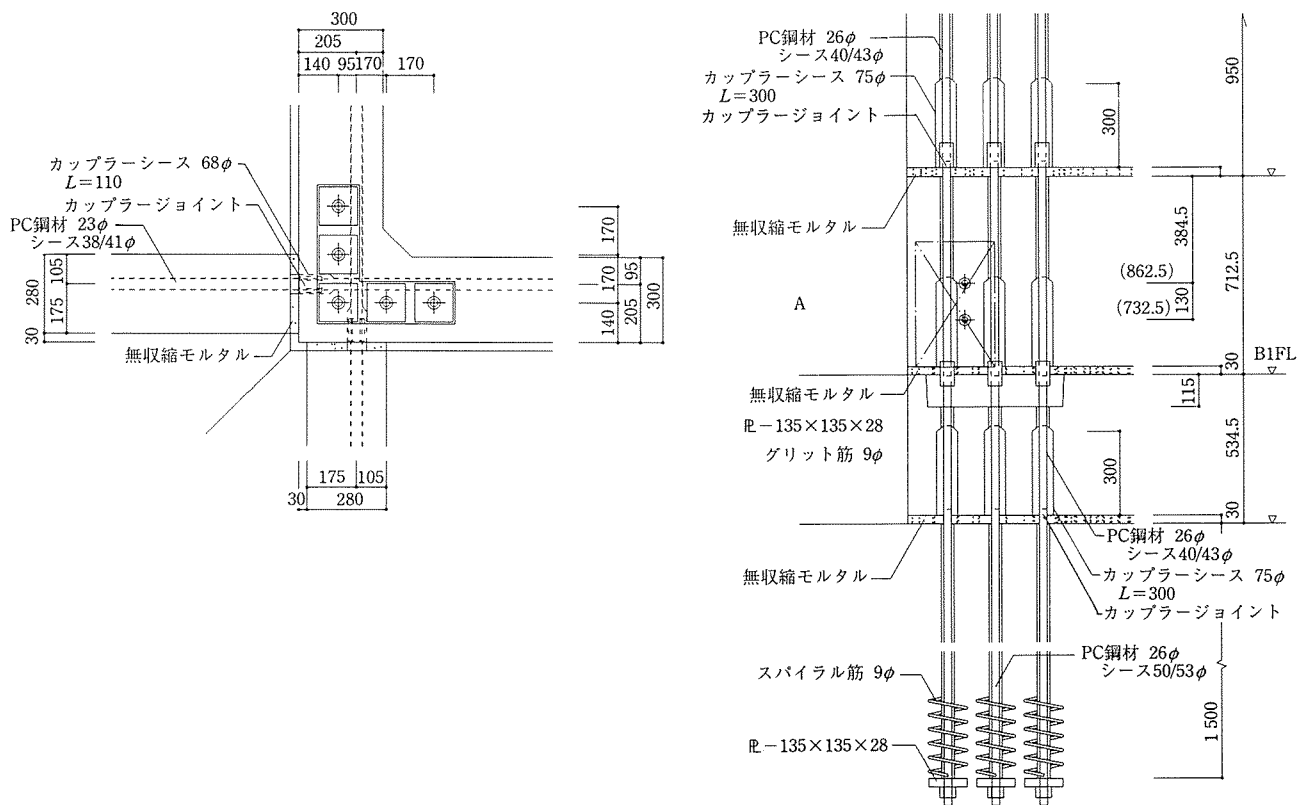


図-5 最下部接合詳細図

ベーターシャフト用縦締め PC 鋼棒および階段用横締め PC 鋼棒を埋め込み、エレベーターシャフト用 PC 鋼棒緊張端を納めた。

階段用 PC 鋼棒は、エレベーターシャフトの壁内に埋め込み、必要緊張力を階段の全段面に分散させないように階段に梁形状を設けた。

エレベーターと階段との PC 鋼棒通線図を図-4, PC 鋼棒の接合詳細を図-5, 6, 7 に、エレベーターシャフト形状を図-8 および階段形状を図-9 に示す。

(5) エレベーターシャフトの設計

(イ) 海中部

基本設計では、階高 5.4 m であること、および運搬を考慮して、PC 部材の高さを階高の 1/2 の 2.7 m と決定した。しかし、施工時には海中部はフローティングドック上で施工を行うこととなり、クレーン揚重能力より 9 t 未満にしなければならず、階段の圧着部分のレベルおよび種類を少なくすることを考慮して小割にした。圧着には、PC 鋼棒 26 φ を 20 本使用し $P/A=27 \text{ kgf/}$

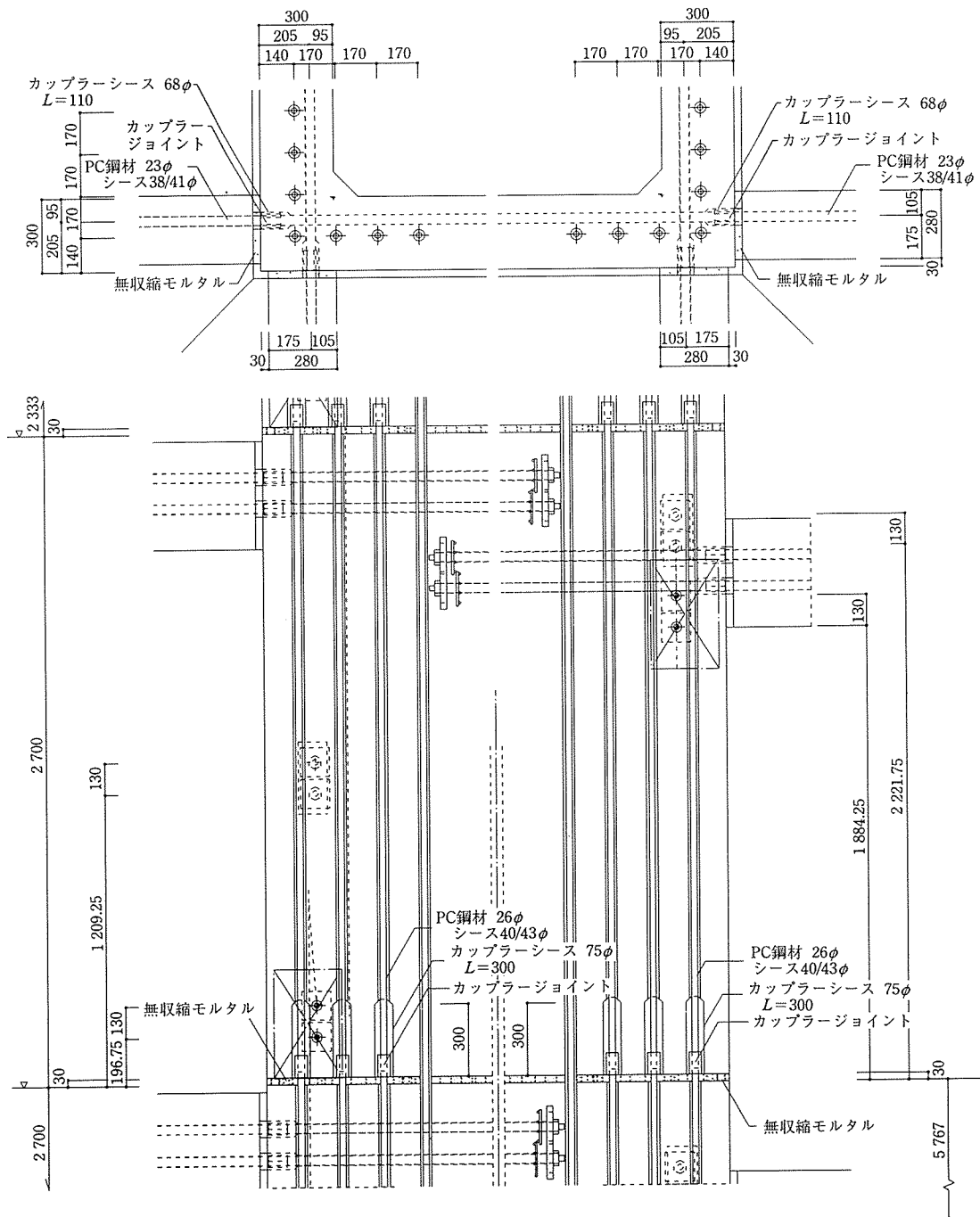


図-6 中間部接合詳細図

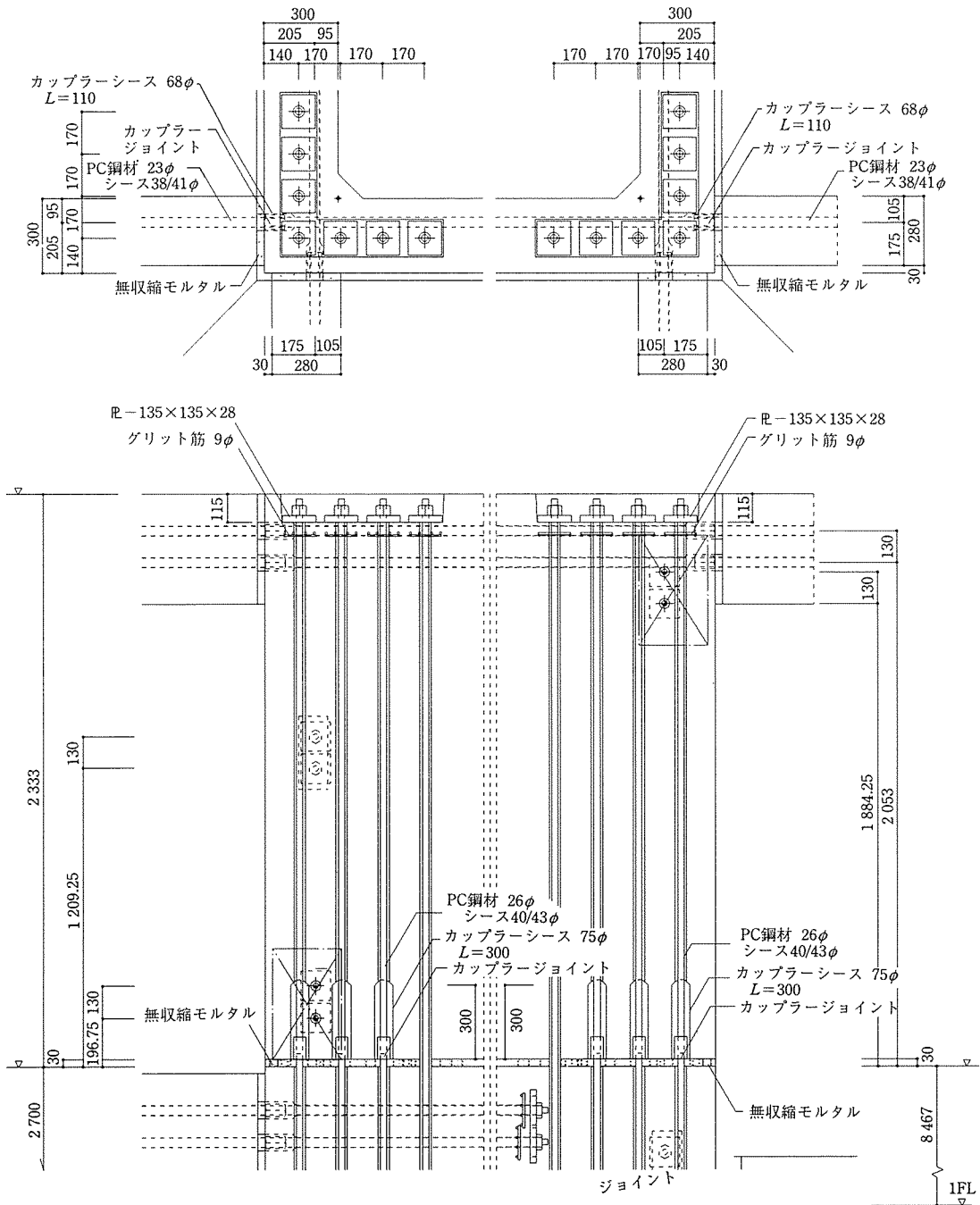


図-7 最上部接合詳細図

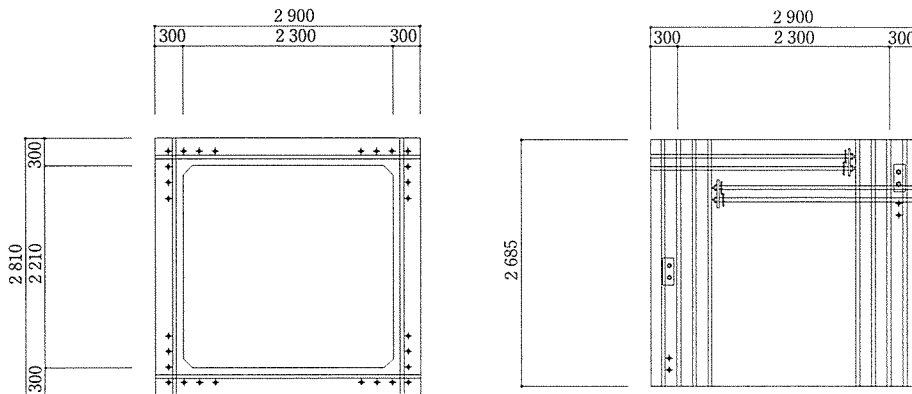


図-8 エレベーターシャフト形状図

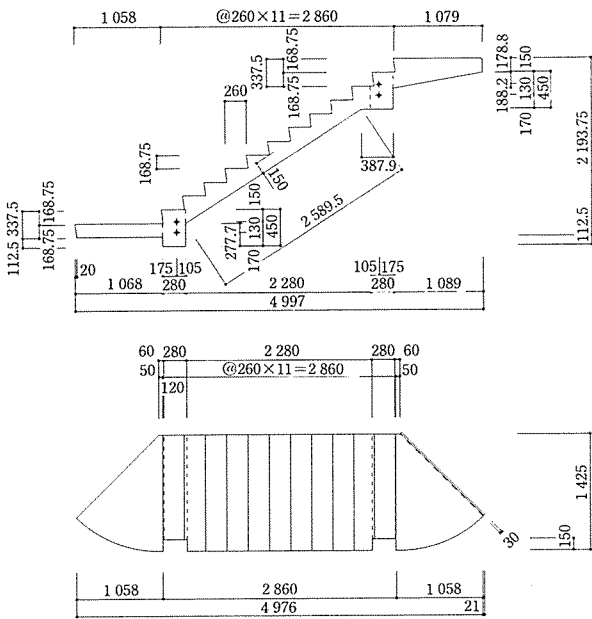


図-9 階段形状図

cm²を確保し、必要緊張力、PC鋼棒径および本数は曲げ破壊耐力により決定した。

海中部は、階段と外壁の間に後打ちの現場打ち鉄筋コンクリート梁を設けて、エレベーターシャフトの地震荷重を外壁のコンクリート壁に負担させた。PC階段に機械式継手を埋め込み、外壁には後打ちアンカー（ケミカルアンカー）を施工し、現場打ち鉄筋コンクリート梁内で定着した。

組立全体図を図-10に、後施工梁の詳細図を図-11に示す。

長期応力は、軸力のみ作用するので

$$\Sigma N = 568.6 \text{ t}$$

$$A = 27\,460 \text{ cm}^2$$

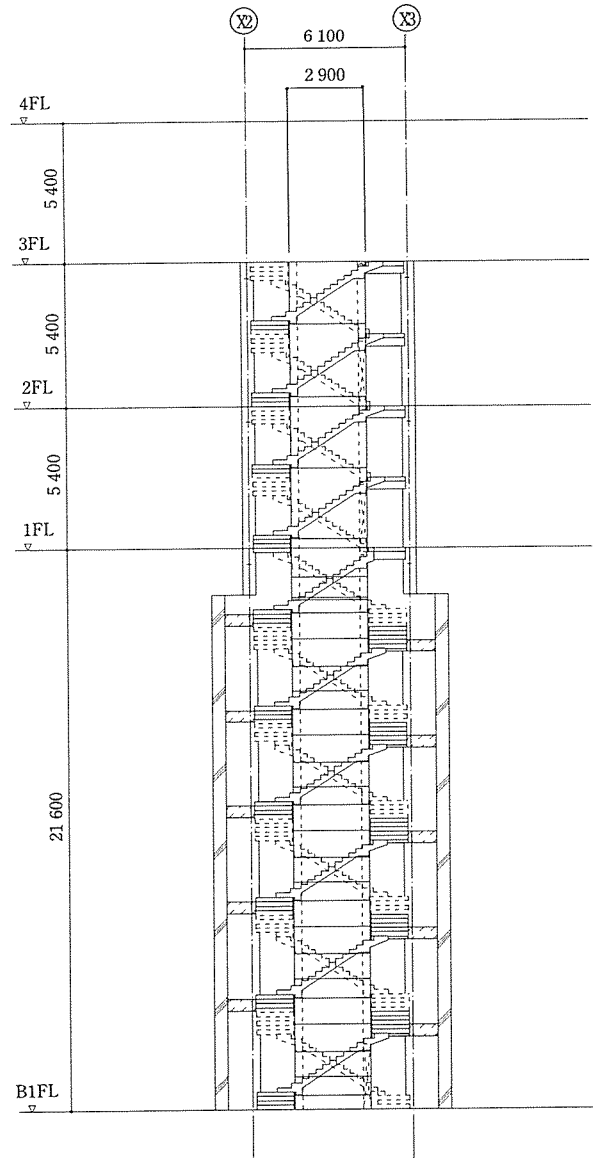


図-10 エレベーターシャフト全体組立図

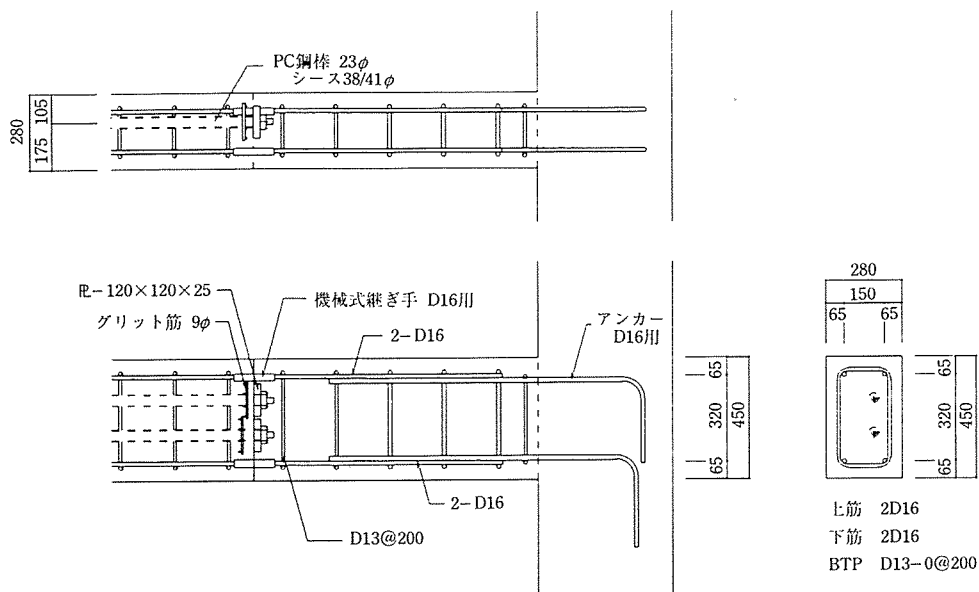


図-11 後施工梁の詳細図

$$P_0 = 840 \text{ t}$$

$$\sigma_c = N/A + 0.85 \times P_0/A$$

$$= 26.0 \text{ kg/cm}^2$$

(ロ) 海上部

海上部の施工は、地上部分で組み立てるので重量制限がなく、基本設計どおり 2.7 m とした。

海上部のエレベーターシャフトまわりは、異種構造の鋼構造となっているため構造体どうしの変形量が違うと考えられ、エキスパンションジョイントをコンクリート部分と鉄骨梁部分の間に設けた。

地震力は、前記とおりエレベーターシャフトに負担させ、海中部と同様に PC 鋼棒 26φ を 20 本使用した。

$$M_{ux} = 1\,548.6 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{uy} = 1\,582.3 \text{ t}\cdot\text{m}$$

上記のように曲げ破壊耐力を確保した。

短期の応力は

$$1.5 K = 1\,420.8 \text{ t}\cdot\text{m} < M_u$$

図-12 にエレベーターシャフト PC 鋼棒配置を示す。

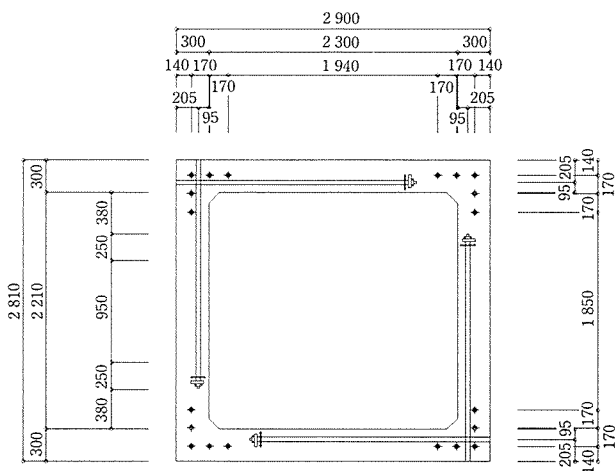


図-12 エレベーターシャフト PC 鋼棒配置図

(6) 階段の設計

階段は、鉄筋コンクリート部材として設計し、エレベーターシャフトに埋め込んでおいた PC 鋼棒にて、エレベーターシャフトと階段部材を圧着接合する方法を採用した。

PC 鋼棒は 1 部材 φ23 鋼棒 2 本を 2 ヶ所で使用した。階段全段面を有効断面とすると、 P/A が不足するため梁部分のみの圧着とした片持ち梁として設計を行った。

$$\sigma_2^1 = P/A \mp P_i \times e/Z \pm M/Z$$

$$= 16.4 \text{ kg/cm}^2 \text{ (上縁)}$$

$$83.4 \text{ kg/cm}^2 \text{ (下縁)}$$

4. 施 工

本建物は海中部と海上部を別々の場所にて施工を行い、海上輸送にて港湾内の建築場所にて合体を行い一体

化させるという複雑な工法と技術を必要とする建物で、下部をフローティングドッグ内にてブロック部材の組立施工を行い、上部を岸壁の鉄骨建物内に落とし込んでブロック部材の組立を行った。

エレベーターシャフト部材は PC 鋼棒を縦方向にジョ

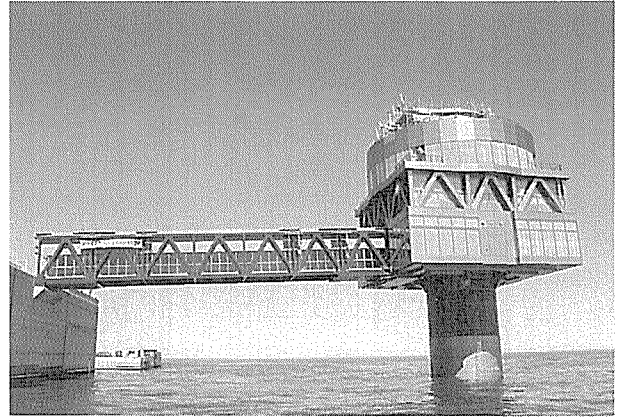


写真-2 完 成

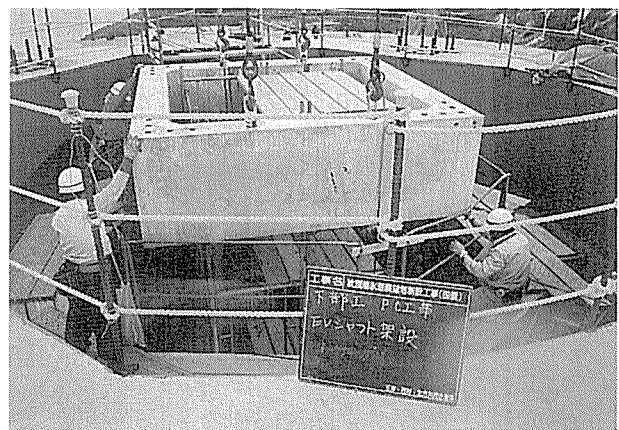


写真-3 シャフト架設

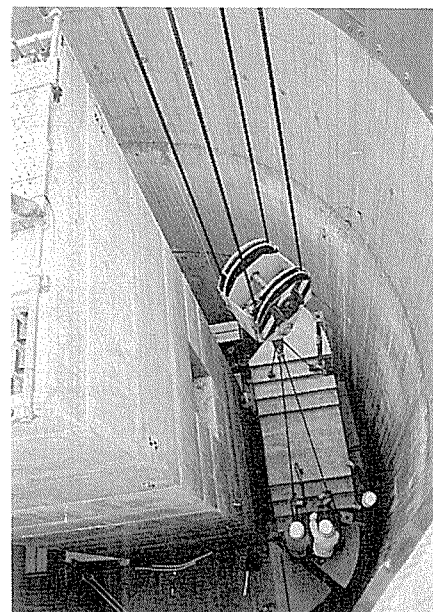


写真-4 下部シャフトに階段版取付け

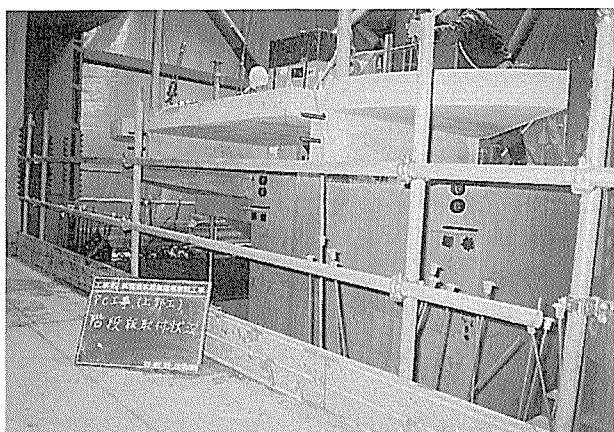


写真-5 上部シャフトに階段版取付け

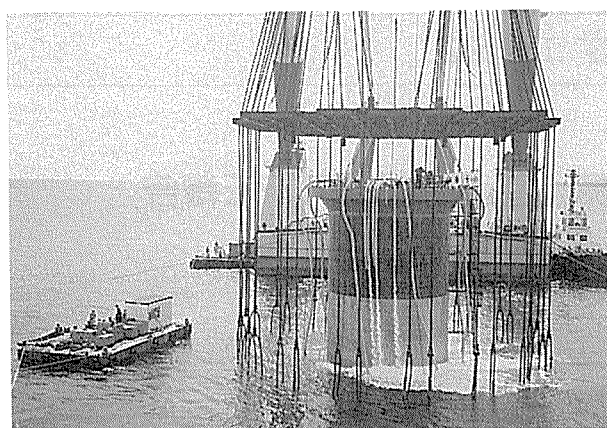


写真-7 海中部下シャフト設置

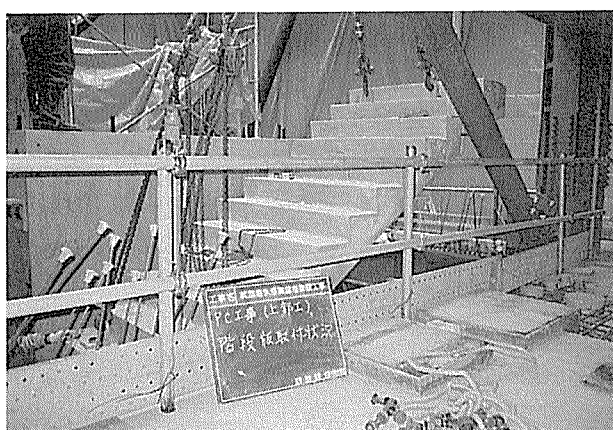


写真-6 シャフトに階段版取付け

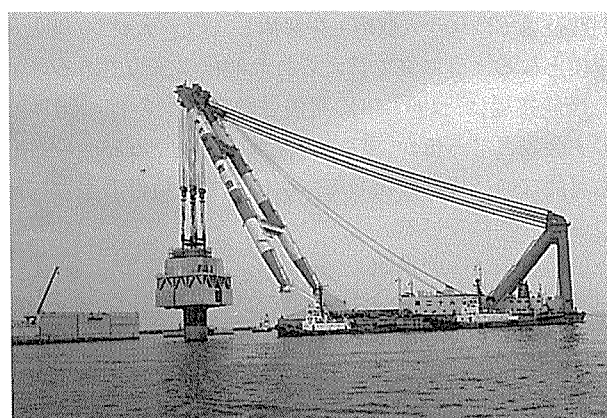


写真-8 上部海上部設置

インとしながら順次積み上げていき、階段部材はできあがったエレベーターシャフトにPC鋼棒を横方向の緊張にてジョイントを行い接合させた。

最後に、港湾内の建築場所にて上部シャフトと下部シャフトをPC鋼棒にてジョイントを行った後、縦緊張を行い上部と下部を一体化させた。

また本工事にプレキャスト組立工法を採用することにより工程の促進と品質の安定にその長所を十分発揮できたものと考えている。

5. ま と め

本工事は海上部に建物を建てるという難しい条件であったためプレキャスト組立工法を採用することによりエレベーターと階段を鉄筋コンクリートで施工して現場工事の加工および施工を少なくし、工法の簡素化により工程を安定させ産業廃棄物を少なくすることができた。これによって、当初の目的は充分発揮されたものと考えられる。建築のPC化については、自然環境保護問題ともあいまって今後も真剣に取り組むべき重要な課題であると考えている。

最後に、本工事の計画、設計、施工に当たり、ご指導とご協力を頂いた皆様方に感謝の意を表します。

【1996年3月8日受付】