

# プレスジョイントシステムによる有開口逆円錐PCシェル構造 ——多磨霊園納骨堂——

田辺 恵三\*<sup>1</sup>・柏崎 司\*<sup>2</sup>

## 1. はじめに

東京都は公共墓地用地の確保が困難になってきたことから、これまでの土地区画分譲型の直接参拝形式から、納骨壇を積層して収容体数を増加させることができる納骨堂型の間接参拝形式への転換を図るため、多磨霊園内において、新しい試みを提案した。

本納骨堂の空間は、参拝・献花を納骨堂入口部に設置された祭壇で行い、逆円錐 PC シェル空間の中心部から、すべての納骨壇に対面できるように空間構成されている。

本建物では、限られた建築面積の中で、数多くの都民に対して、神聖な霊的空間と納骨を同時に満足させ、また、日本の伝統を継承した景観設計になじませるために半地下式逆円錐 PC シェル構造の型態が適用された。

このような逆円錐状の建物は、タワー状の水槽や、下水処理施設に適用される卵形浄化槽等の容器構造物に利用されているが、いずれも場所打ちプレストレストコンクリート構造で設計されている。

本建物は頂部の直径が 58.4 m と巨大な逆円錐シェル構造であること、壁面に多数の開口部を有すること、逆円錐シェル構造の脚部をゴム支承とすることで免振機構を備えていることが特徴であるが、シェル壁体をプレキャスト化して、プレスジョイントシステムによる圧着

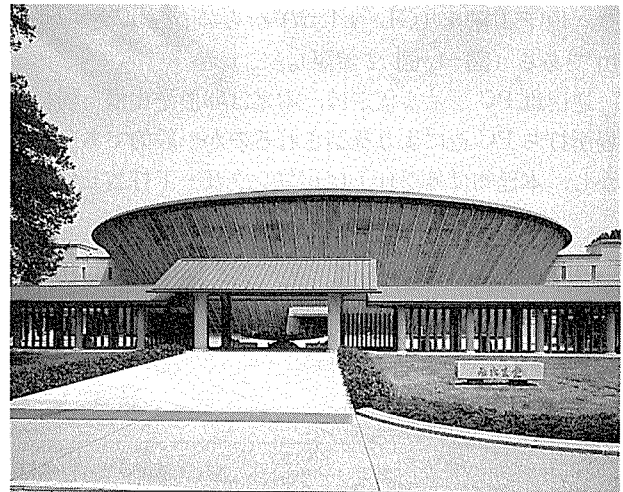


写真-1 全 景

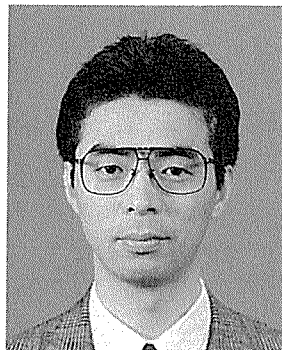
接合工法を用いた、有開口逆円錐プレキャスト PC シェル構造の構築物は世界的にも例が無い。ここでは、新しいシェル構造の構築工法を設計・施工の面から紹介する。

## 2. 建物概要

工 事 名 称：多磨霊園納骨堂新築工事  
 工 事 場 所：東京都府中市多磨町四丁目地内  
 設 計 監 理：西部公園緑地事務所  
 内井昭蔵建築設計事務所（構造：松井源吾+ORS 事務所）  
 施 工 者：間・村本・古久根建設 JV  
 PC・設計施工：黒沢建設(株)  
 PC 工 法：KTB-PC 圧着工法  
 用 途：納骨堂（納骨数 2 100 体）  
 建 築 面 積：3 804.3 m<sup>2</sup>  
 延 床 面 積：3 446.9 m<sup>2</sup>  
 規 模：地下 1 階（根切底 GL-8.55 m）  
 地上 1 階（最高高さ GL+19.95 m）  
 構 造 形 式：  
 外 壁；プレストレストコンクリート（PC）造によるシェル構造



\* Keizo TANABE  
黒沢建設(株)  
取締役設計部長



\* Tsukasa KASHIWAZAKI  
黒沢建設(株)  
設計課長

◇工事報告◇

屋根，回廊；鉄骨造

構造概要：

外壁シェル構造部分；

頂部直径 58.4 m，下部直径 36.0 m

シェル高さ 16.0 m，壁体厚さ 50 cm

段床部構造；鉄骨造

床構造；プレキャスト合成床版

3. 設計概要

本建物の屋根（鉄骨ドーム）を支える逆円錐 PC シェルの大きさは，頂部直径 58.4 m，下部直径 36 m であり，地下 1 階床（GL-4.1 m）からのシェル高さは 16 m である（図-1，図-2 参照）。

逆円錐 PC シェル構造は，本来は卵形浄化槽と同様に場所打ち PC 造により構築されるのが一般的である。しかし，本建物は外壁仕上げがコンクリート打放し仕上げ

で計画されており，場所打ち PC 造を適用するには施工精度面，仕上げ面の美観の点でかなりの困難が予想された。そのため，これらの問題を解決するひとつの方法として，プレキャスト化したシェル要素を圧着方法で逆円錐 PC シェルを構築する工法が採用された。

本建物では，壁面シェル部分を柱列ユニット（円周方向に 144 等分したシェル要素）の集合体と考え，リング方向のプレストレスングにより一体化するプレキャスト工法が採用された。またシェル全体の 8 等分ごとにリング方向のプレストレスングを行って圧着させる緊張システムを採用して，プレストレス導入定着体を備えた柱ユニット（バットレス）が 8 等分割位置に配置された構造とした（図-3 参照）。

シェル底面部は，シェル部分を基礎と一体な不静定構造としないで，単純支持の状態にするため，全周にわたって弾性ゴムのマットを敷き，プレストレスの軸変形

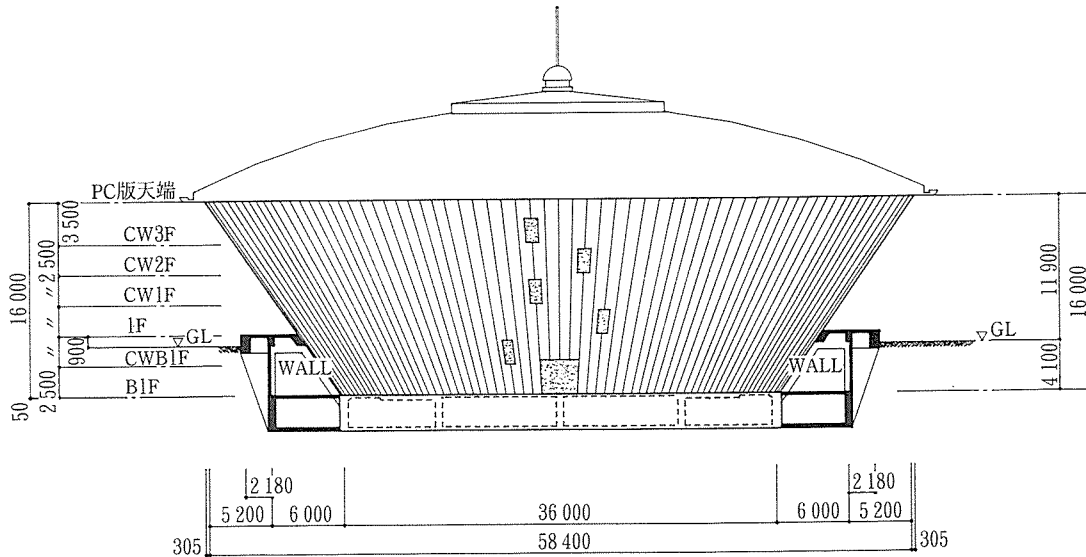


図-1 立面図

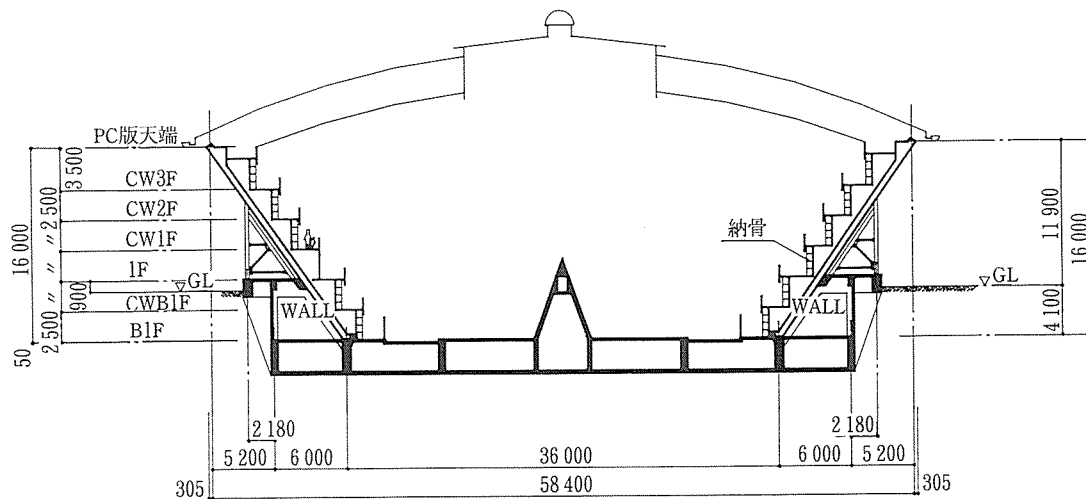


図-2 断面図

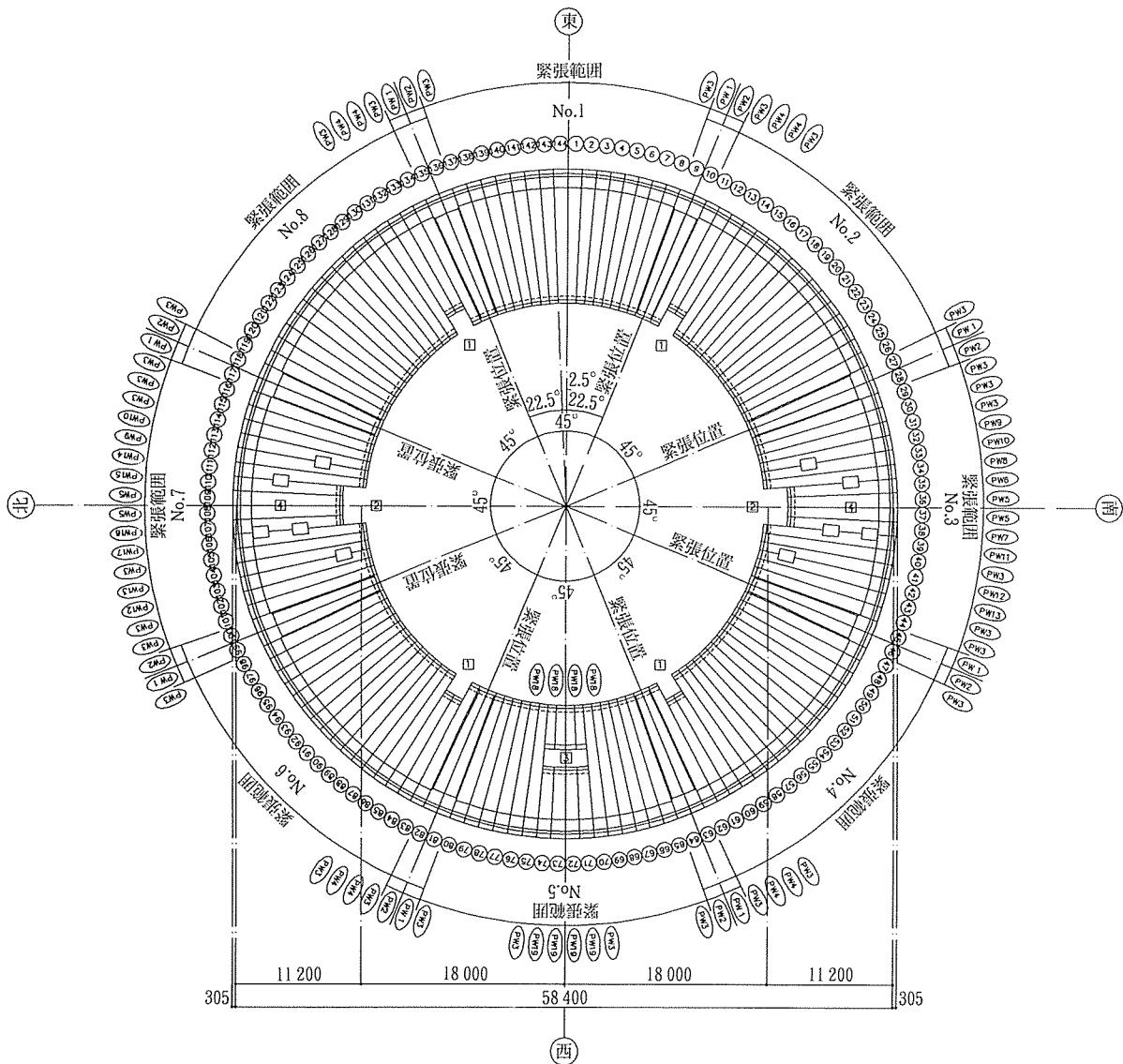


図-3 PCシェルユニット平面図

による影響をなくす設計ディテールにしている。

地震時の水平力に対しては、シェル底面部と基礎を緊結する垂直PC鋼棒とシェルの内側に設置したせん断コッターによって抵抗することとし、施工段階から設計段階に至るまで耐震設計を行っている(図-4参照)。

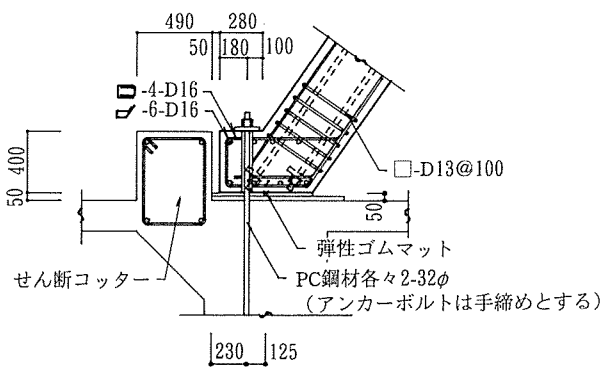


図-4 シェル脚部詳細

各PC柱ユニットは厚さが50cm、部材長が19.88mと長いので、部材長方向にストランドを配しプレストレスを導入し、トレーラー運搬時から架設段階に至るまでの最大応力に対して安全に設計している。PCシェルユニット平面図からわかるように、開口部が集中して多く、しかも逆円錐シェルであることから圧着プレストレス力が大きく、さらにこの開口部間の円周方向のストレスが最大となることから、開口部周辺の柱ユニットに応力集中が生じてしまう。この解決策として、プレキャスト柱ユニットは、フープ筋内に開口部補強筋、1次ケーブル(4C-6本×12.7φストランド)を配置したプレストレストコンクリート柱としている(図-5、図-6参照)。

シェル部のリングテンションおよび頂部リングテンションの引張合力に対して、キャンセルさせるとともに圧着目地部の圧縮応力度が10 kgf/cm<sup>2</sup>以上、常時存在

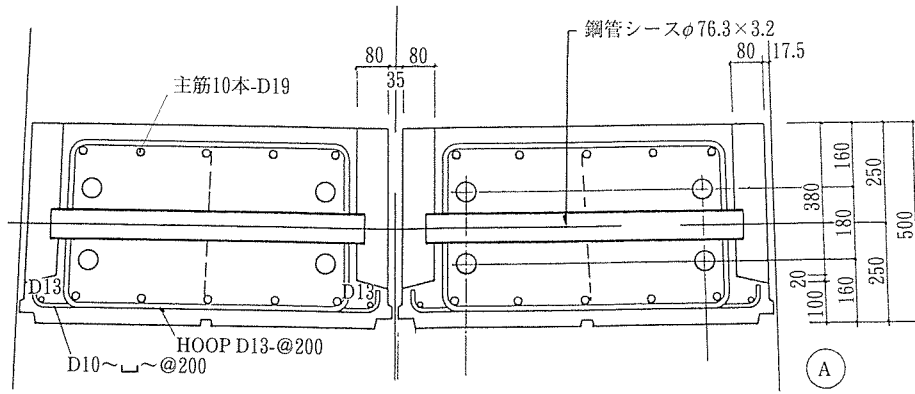


図-5 シェルユニット断面図（一般）

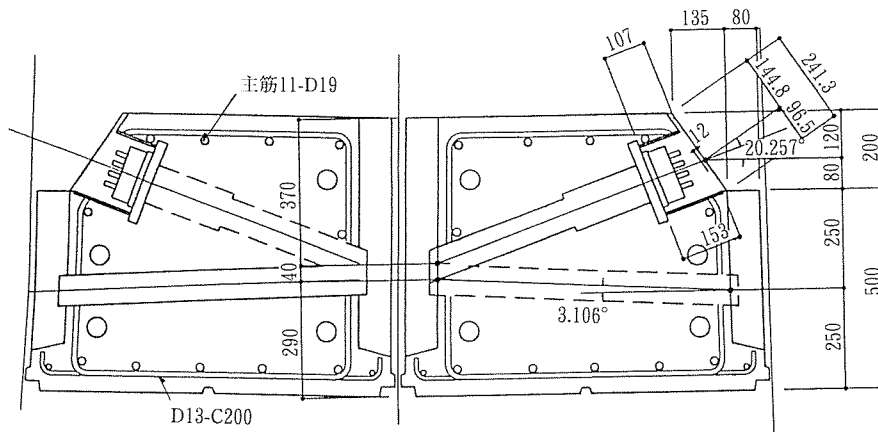


図-6 シェルユニット（バットレス）

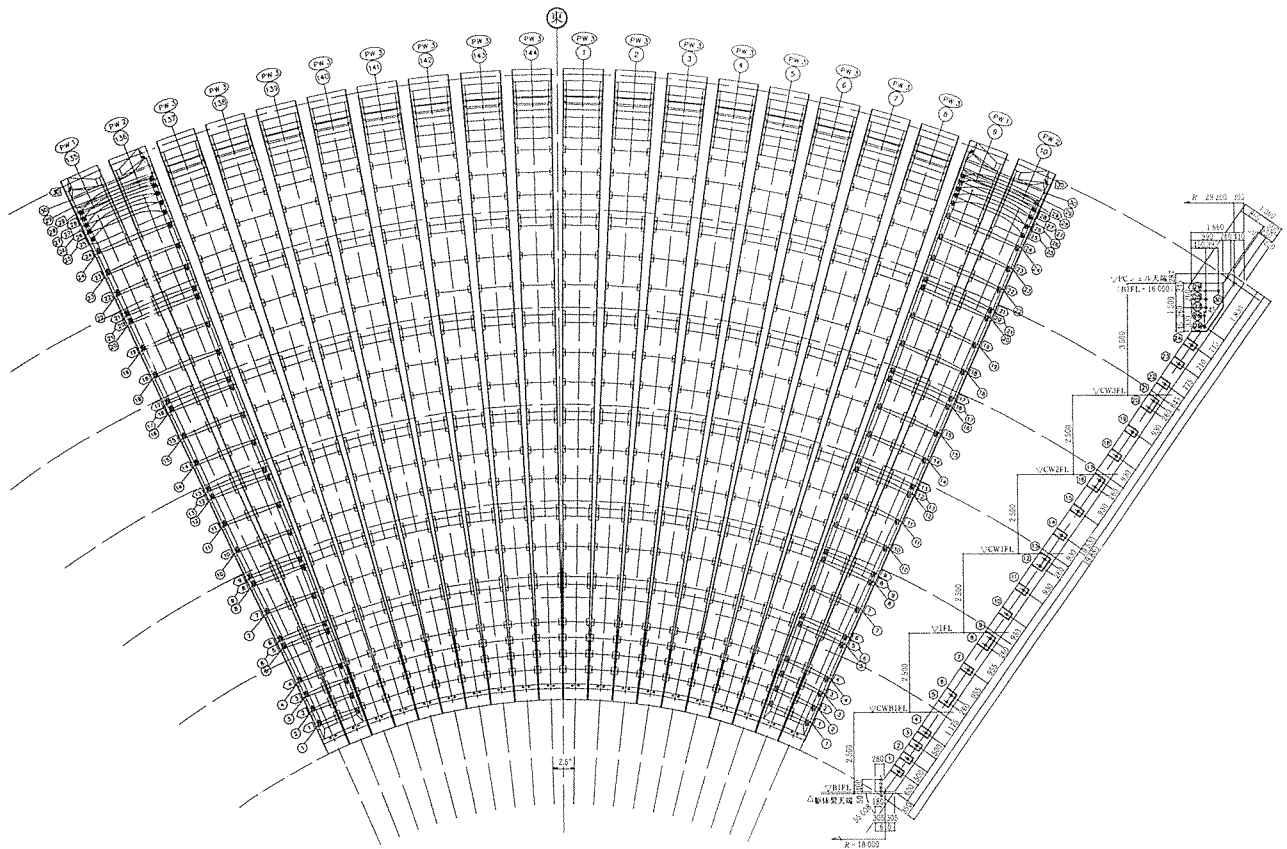


図-7 PC シェルユニットの円周方向配線計画図

させることを設計条件とし、プレス圧着接合させて、一体的な逆円錐 PC シェル構造を形成している（図-7 参照）。

#### 4. 逆円錐 PC シェルの施工

逆円錐 PC シェルを構成する 144 等分に分割された PC シェルユニットは、PC シェルが一体に形成（圧着）されるまで、約 55° の傾斜角を保持しておかねばならなかった。そのため、あらかじめ円周方向に支持構台となる鉄骨フレームを構築した。

B 1 階 PC シェルユニット脚部支持部分には、PC シェルユニットと基礎とを緊結するが、PC シェルユニット当たり 2 本-32φ の PC 鋼棒を埋設し、円周方向に帯状の弾性ゴムマット（㊦20）を調整モルタル上に敷くことにより、PC シェルユニットの水平スライドが可能となるようにしている。

各 PC シェルユニットは弾性ゴムマットと支持構台の先端支持点の 2 点で支持させ、バランスよく対称になるように順次架設を行った。シェル全体の建方精度は、この先端支持点に設置した調整支持金物によって調整した（図-8 参照）。

架設段階において、PC シェルユニットの先端より 5 m の位置に支持構台の支点位置がくるように設計し、片持ち変形量を 8 mm 以下となるように、工場生産時に 1 次ケーブル（4 C-6 本×12.7φ ストランド）のプレ

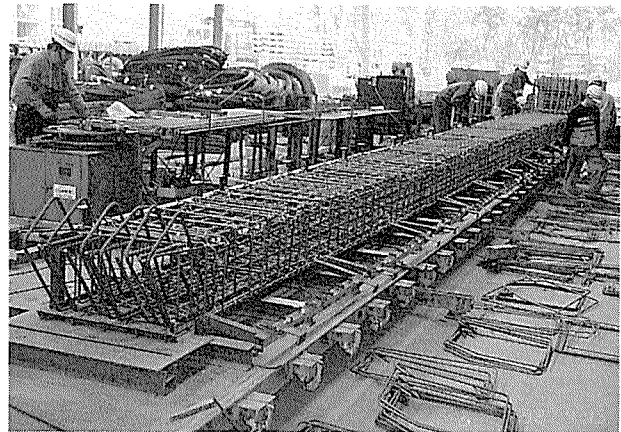


写真-2 工場製作の配筋状況

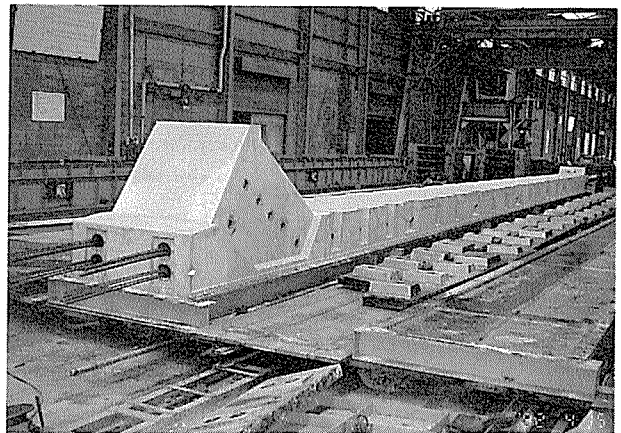


写真-3 シェルユニット部材

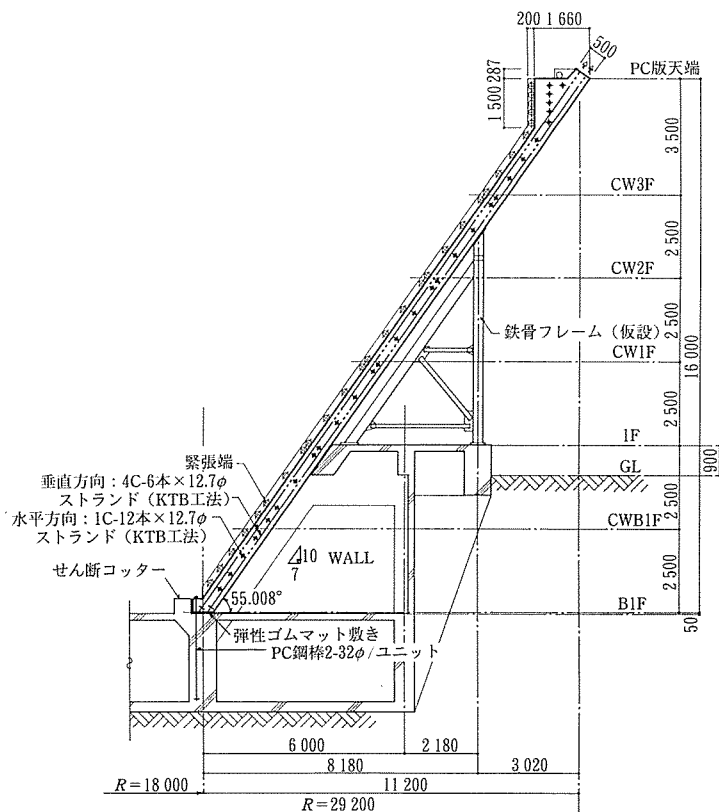


図-8 : PC シェル断面詳細図

◇工事報告◇

ストレスを導入している。

PC シェルユニットの架設完了後、PC 圧着接合ケーブル (2次ケーブル: 12本×12.7φストランド) をリング方向のケーブルダクト内に挿入し、柱 PC シェルユニット (バットレス) 間で互いにラップ配線を行う。この2次ケーブル配線完了後に、PC シェルユニット間に目地モルタル ( $F_c \geq 350 \text{ kgf/cm}^2$ ) を充填し、 $300 \text{ kgf/cm}^2$  以上の強度確認後、シェル壁体にプレストレスが均等に導入されるように、平面に対しては8ヵ所×2台のジャッキをもって同時緊張とした。上下方向は3段階に分けて目地施工を行い、打継目地相互間のストレスが均等に近づくようにケーブルの導入力間隔を倍ピッチして圧着接合させている (図-9 参照)。

PC シェルユニットの柱脚は、プレストレス導入段階

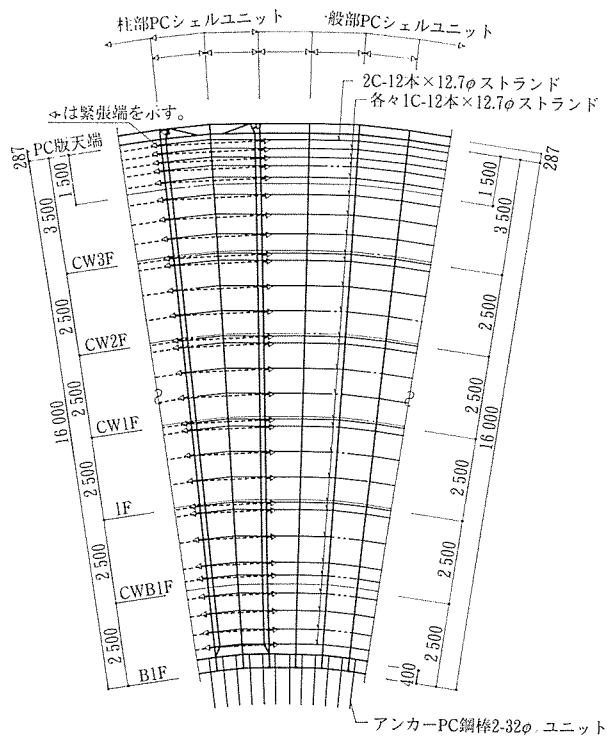


図-9 緊張要領図

時に生じる円周方向の弾性縮変形に対して、自由に柱脚が移動できるように弾性ゴムマットを敷いている。

このように、定着体を両側に備えた8ヵ所のバットレスにおいて2次ケーブルを同時緊張し、圧着接合することで、一体な逆円錐 PC シェルを構成している。

地震時の耐震設計は、シェル全体に作用する地震力に対して、基礎とシェル柱脚を緊結する PC 鋼棒のせん断耐力と、円周方向に配置した逆梁による鉄筋コンクリートのせん断キーのせん断耐力で安全であるように設計さ

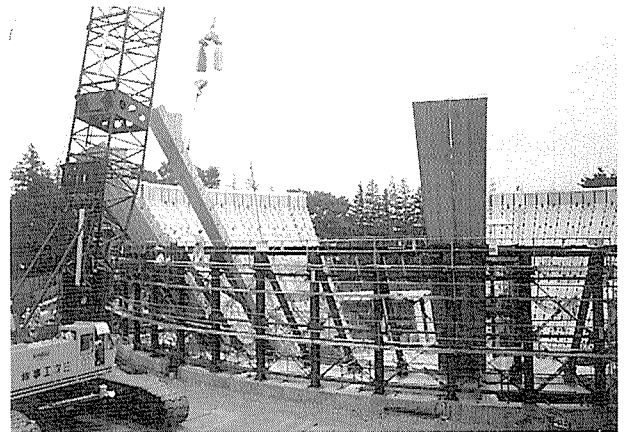


写真-5 架設状況 (その1)



写真-6 架設状況 (その2)



写真-4 運搬

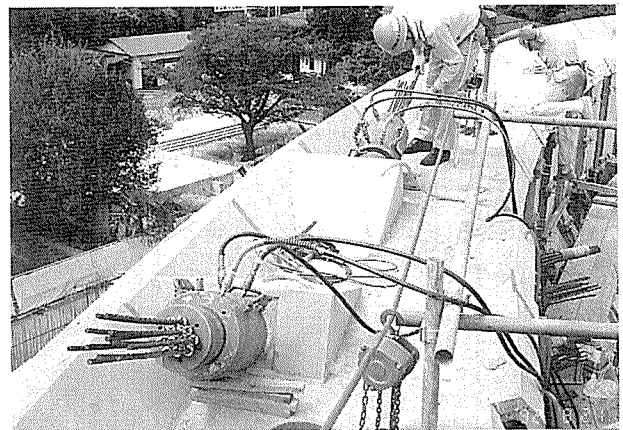


写真-7 緊張作業中

れている。また、柱脚部アンカーのPC鋼棒の締めつけは、弾性ゴムマットの水平変形を拘束しない程度におさえ、柱脚部において、基礎から伝達される地震力の低減が期待できる逸振機構のディテールとしている。

——PCシェルユニットの概要と使用PC鋼材——

- 1) コンクリート強度： $F_c=500 \text{ kgf/cm}^2$
- 2) 部材の大きさと重量
  - 737～1 272×19 880×500  
(一般ユニット)  $W=28.0 \text{ tf}$
  - 737～1 272×19 880×700  
(バットレスユニット)  $W=37.8 \text{ tf}$
- 3) 使用PC鋼材
 

	(ケーブル)	(重量)
・PCユニット	1次ケーブル 4c-6本×12.7φストランド	52.9 tf
・圧着接合用	2次ケーブル 12本×12.7φストランド	53.0 tf
・アンカー用	PC鋼棒 32φ(95/110)	5.2 tf
・PC鋼材総重量	$\Sigma W=111.1 \text{ tf}$	

## 5. 不静定大型構造物への応用技術

プレストレストコンクリート構造の応用技術はこれまで世界的にも場所打ち工法を主流として発展してきた。プレキャスト工法の適用は、単純桁やボックス桁といった平面的で単純な構造物への適用がほとんどであり、立体的巨大構造物や高層・多スパンラーメン大型構造物に積極的に利用されてこなかった。

積極的に利用されてこなかったひとつの要因として、不静定構造物にPC造を適用する場合の工法や施工技術の開発が遅れたことにある。技術開発をおこたってきたことが、プレストレストコンクリートの学問的研究や応用技術の発展の停滞を引き起こし、ひいては、PC造の普及をさまたげてきた大きな要因となっていたと思われる。しかしながら、近年日本においては、PC造の新しい工法や施工技術の開発が進み、不静定大型構造物への適用も飛躍的に伸びてきている。これらの学問的研究や実績は、文献8), 9), 10), 11)に詳細に紹介されている。本建物ではプレスジョイントシステムを採用し、不静定構造物を扱う場合に最も重要な設計要素である軸変形の影響を最小にするように工夫がなされた。今後、こうしたPC圧着工法が世界的に理解され、実証が積み重ねられれば、PC技術はさらなる展開をしていくものと思われる。

## 6. おわりに

最近の各大学の建築学科での講義で、鉄筋コンクリー

ト構造だけでなくPC構造を教えている大学は少ない。しかし、RC構造は、理論的に大型構造物への適用においては、数多くの制約と限界を持っている。

このRC構造の欠陥を改善し、さらに品質における信頼性をより向上させるものとしてプレストレストコンクリート構造は発展してきた。最近、プレストレストコンクリート構造の利点、信頼性はかなりひろく一般に認識されてきているが、もっと研究者も施工技術を反映させた実践的研究を行って、プレストレストコンクリート構造の普及を図っていかねばならないと思われる。特に、今後の大学教育において、現在、最も必要とされている「プレストレストコンクリート構造」の講座を増やしていかなければならない時機にきていると痛感する。

## 参 考 文 献

- 1) 田辺恵三：プレストレストコンクリート構造ボックスげたによる築地中央卸売市場の施工，コンクリート工学，Vol. 20, No. 6, 1982. 6
- 2) 荻坂 詳，木村政文，田辺恵三：松山市総合コミュニティセンター体育館の設計と施工，プレストレストコンクリート，Vol. 28, No. 1, 1986. 1
- 3) 田辺恵三：プレストレス手法の特長と課題，建築技術特集号「多彩!!建築とプレストレス」，1989. 2
- 4) 田辺恵三：プレストレス工事管理のポイント，建築技術特集号，1989. 2
- 5) 田辺恵三：解析法の進歩による設計法の変遷=プレストレストコンクリート建物=，コンクリート工学，Vol. 27, No. 7, 1989. 7
- 6) 田辺恵三：急速施工によるプレキャストPCラーメン構法，プレストレストコンクリート，Vol. 32, No. 3, May 1990
- 7) KEIZO TANABE：PRECAST PRESTRESSED CONCRETE MULTI-STORY BUILDING，—HITACHI BUTSURYU HIGH TECHNICAL CENTER—，Prestressed Concrete in JAPAN，プレストレストコンクリート技術協会，FIP Hamburg, 1990
- 8) 田辺恵三：プレストレス圧着工法による純ラーメンPC4階建の設計法と施工——ソニー(株)板倉物流センター——，プレストレストコンクリート，Vol. 33, No. 4, Jul 1991
- 9) 田辺恵三，藤本一郎：プレストレストコンクリート構造のPC圧着工法に関する研究，その1 PC圧着工法の設計について，その2 PC圧着工法の実験的研究，平成4年度関東学院大学工学部研究発表講演会論文集，1992. 11. 25
- 10) 田辺恵三：プレキャストPC圧着接合に関する設計法と実験的研究，プレストレストコンクリート，Vol. 35, No. 4, Jul. 1993
- 11) KEIZO TANABE：NEWLY DEVELOPED PRESS-JOINT SYSTEM，FIP 1993 SYMPOSIUM IN KYOTO

【1994年5月13日受付】