

截頭円錐体のPCa PC造建物の施工 **ー佐久市子ども未来館（展示室）のPC部の施工ー**

浅井 淳*1・福田 昌幸*2・黒田 満*3・飯高 康幸*4・屋木 寛*5

1.はじめに

本建物の展示棟は、直径42mの大ドームの鉄骨造大屋根を支える架構の中で展示物を回覧するような構成をとっている。その架構は、1階レベルで直径18mの円を12等分し、12本の外周柱と円の中央に中心柱をもつ2層のPCa PCラーメン構造となっている。

架構の縦断面は截頭円錐体（円錐の頂部をカットした形）となっているため、柱の建方や放射状に架けられた大梁の納まりなど、一般のラーメン構造に比べ、注意すべき点が多かった。本稿では、この截頭円錐体形状のPCa PCラーメン構造で構成された展示棟の施工方法を主に紹介する。

2. 建築概要

本建物は、長野県佐久市に建設された地下1階、地上3階建ての「21世紀を担う子ども」のための展示場である。完成予想模型(写真-1)を見ると、大ドームと小ドームが合わせられたプランで全面的に曲線を用いたプランとなっている。建物全体の軸組図を図-1に示す。

大ドームは、前述した展示棟の空間で地上3階建てとなっており、PCa PCラーメン架構で鉄骨造の大屋根を支持している。柱は10度傾いた外周柱が12本配置され、1FL+12.5mに位置する柱頭が大屋根の支点となっている。円形プランの芯は、円形断面の中心柱で1階、2階とも柱頭には放

射状(それぞれ30度方向)に架設される大梁を受けるためにキャピタルが設けられた。2階の伏図を図-2に示す。円形プランの直径: R は、1階で18 m、2階で約16 m、3階で約14.5 mと次第に狭くなっていく。展示棟の外周は、外周柱に取り付けられた鉄骨スロープを利用し、2階まで上がることができる。

小ドームは、地下1階があり、地上部がドーム形状をしたプラネタリウムとなっている。半円球をしたドームは、30分割された各部材をドーム脚部とドーム中間部2カ所に設けたりづ内でPC鋼材により圧着接合し、直径約21mのドーム空間が形成された。この円周方向プレストレスは、部材の一体化を図ると同時に、ドームが水平方向に開こうとする力（スラスト）を打ち消すことも可能としている。

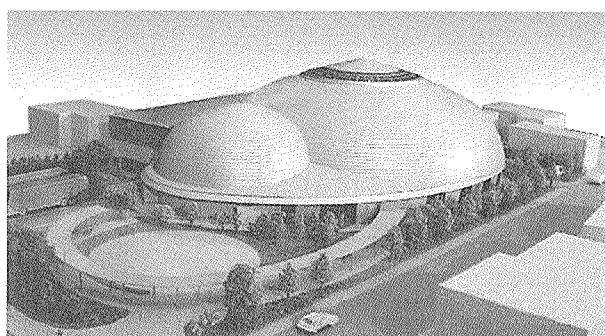


写真-1 完成予想模型

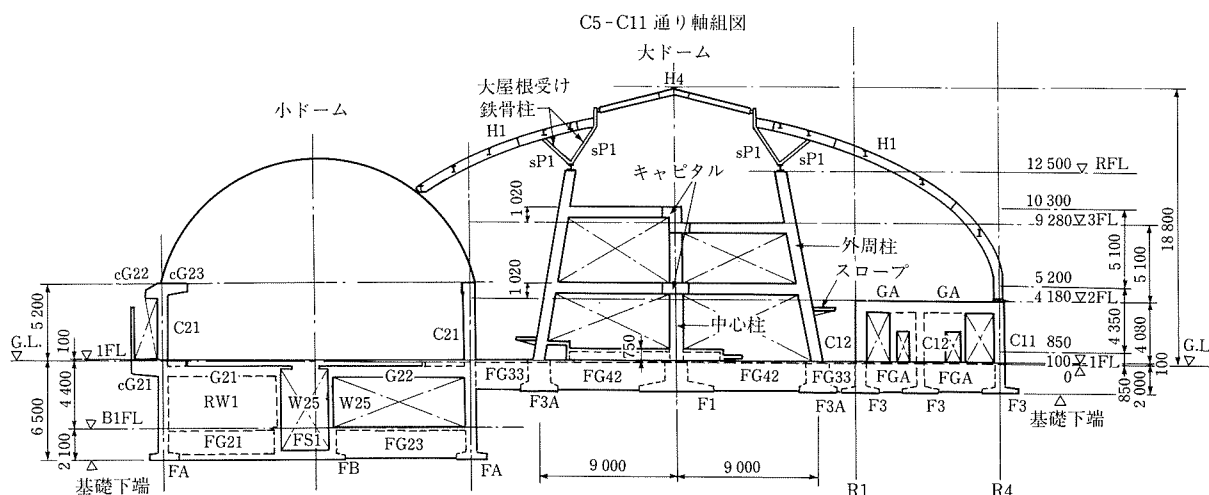


図-1 全体軸組図

*1. Jun ASAI: (株)環境デザイン研究所 環境設計部

*2 Masayuki FUKUDA: (株)構造計画研究所 構造設計部 室長

*3 Mitsuru KURODA: (株)構造計画研究所 構造設計部

*4 Yasuyuki IIDAKA: 西松建設(株) 建築部

*5 Satoru YAGI: オリエンタル建設(株)プレキャスト部

屋根面の仕上げは、大ドームは鉄骨梁の上に、小ドームはPCa 躯体の上にそれぞれ鉄骨の母屋を取り付け、その上部に下地処理を行いステンレス鋼板で葺いている。

2.1 工事概要

工事名称：佐久市子ども未来館建設工事

工事場所：長野県佐久市大字岩村田 1931-1

発注者：佐久市長 三浦大助

設計者：意匠 (株)環境デザイン研究所

構造 (株)構造計画研究所

施工：西松・田中住建 JV

PC工事：オリエンタル建設(株)

全体工期：平成11年8月17日～平成13年2月20日

うちPC架設：平成12年3月20日～平成12年4月2日

工程表を表-1に示す。

2.2 PCa 部材数量と使用されたPC鋼材

展示棟	ピース	m ³
外周柱	12	98
中心柱	2	5
キャピタル	3	11
大梁	22	48
外周梁	24	27
	63	189

キャピタルと外周梁の製品を写真-2、3に示す。

・PC鋼材

① 柱 φ32 SBPR 930/1 080 (現場緊張)

中心柱、外周柱ともにPC柱となっているので、現場で緊張されたPC鋼棒

② 梁 7-φ12.7 SWPR 7 B (現場緊張)

大梁、外周梁ともに圧着接合しラーメン架構を形成するため、現場で緊張されたPC鋼材

ドーム	ピース	m ³
アーチ版	30	106
頂部版	2	4
	32	110

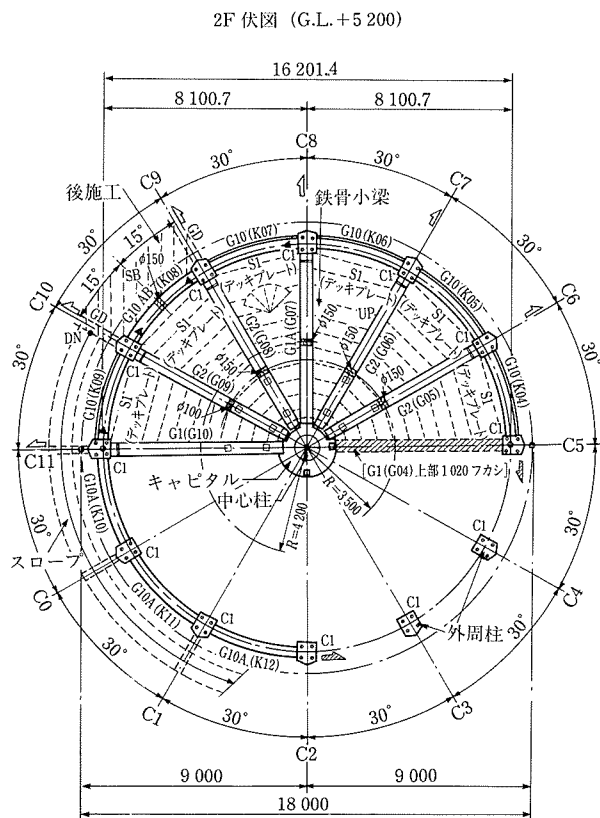


図-2 展示棟2階(U)伏図

表-1 工程表

棟名	工種	平成11年					平成12年												平成13年	
		8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
プラネタリウム棟	外構工事																			
	内外装工事																			
	屋根工事																			
	PC工事																			
	躯体工事																			
	土工事																			
展示棟	外構工事																			
	内外装工事																			
	屋根工事																			
	鉄骨工事																			
	床・梁躯体																			
	PC工事																			
	立上り躯体																			
	土工事																			

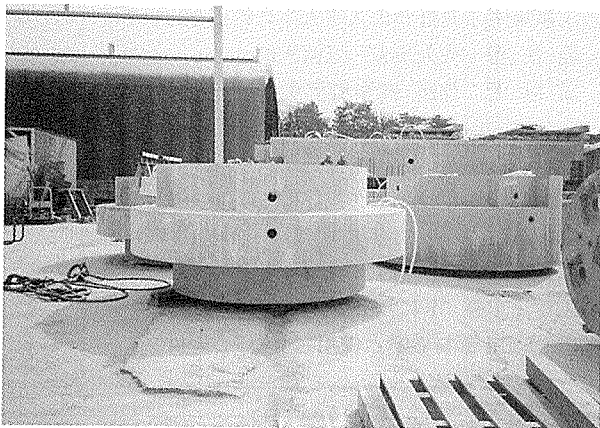


写真-2 中心柱のキャピタル



写真-3 外周梁のストック状況

• PC鋼材

① 1T- ϕ 21.8 SWPR 19 (工場緊張)

部材の仮設状態、つまりコンクリート打設後の脱型、ストック、運搬時の状態が最も曲げモーメントが大きいため、それらの応力をキャンセルするよう部材リブ内に配線されたPC鋼材である。工場で部材の脱型を行う前にあらかじめプレストレスが導入された。

② 1T- ϕ 19.3 SWPR 19 (現場緊張)

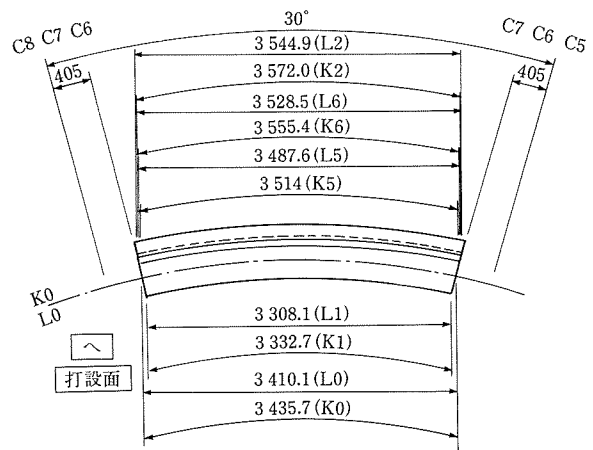
部材の一体化を図るため、現場で使用された円周方向プレストレス用のPC鋼材

3. 構造概要

展示棟の階高は $H=12.5$ mである。12本の外周柱が内側へ10度傾いているため、各層ごとに外周梁の R は異なる。

	G.L.よりの高さ	R
RFL	+12 600	6 976
3 FL	+9 450	7 351
2 FL (U)	+5 200	8 101
2 FL (L)	+4 180	8 281

図-3に示すように、外周梁断面は平行四辺形になっていて、角の4点はすべて R が異なることになる。したがって外周梁を製作する際、施工図段階で4つのレベルごとに R 寸法と直線寸法を割り出し、注意して製作を進めた(写真-3)。



断面形状寸法ポイント図

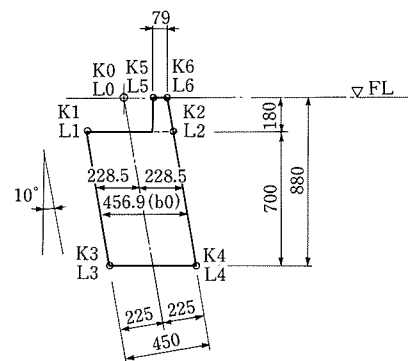


図-3 外周梁の平面および断面

図-4(a)に示すように、平面で90度(直角)方向は中心柱、外周柱ともにPC鋼材にて圧着されるラーメン架構を構成している。90度以外、30度と60度方向に配置された大梁は、外周柱とは圧着接合されているが、中心柱とは圧着接合されておらず、ピン接合となっている(図-4(b))。これは、構造的にすべての大梁を中心柱と圧着接合するほどの応力が生じていないためである。

なお、実際には放射状に配置された大梁は、すべてキャピタルに架けられている。キャピタルは中心柱($\phi 1\ 000$)の直上に載せられUFOのような特異な形状をしている(写真-2)。これらは、プランが放射状になっていることにもよるが、納まりから決められたディテールであり、PCa PC構造の特徴を表す一つのディテールであろう。

4. PC 工事

4.1 外周柱の建方

ストック、運搬時の吊込み方は図-5の状態で作された。次に、現場における建方時の吊込み方は柱を内側に10度傾斜した状態を保ち、そのままの状態で移動できる吊り治具を考案した。その詳細は、柱頭部に $\phi 65$ のダボ孔をあけ、その孔内に自由に回転できるように $\phi 60$ の鉄棒を通し、柱頭の吊り支点とした(図-6, 7, 写真-4)。

柱の両側面に設けた柱脚部の支点には、チェーンブロックを取り付けた。このチェーンブロックを調整することにより、建方時に10度の角度を確保し施工を進めた。

柱脚の底面にはホゾ穴を設け(図-8)、平面的に位置を

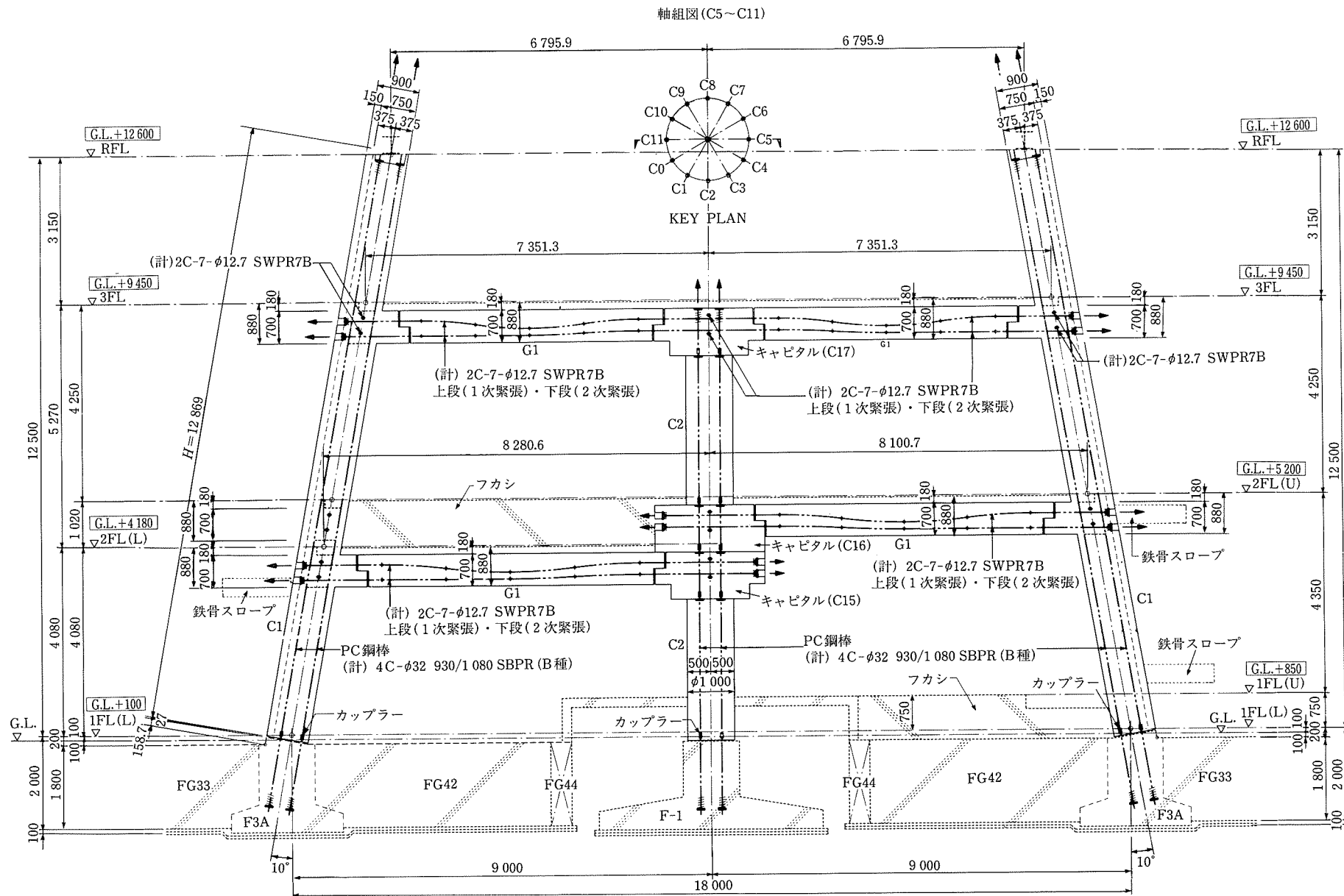
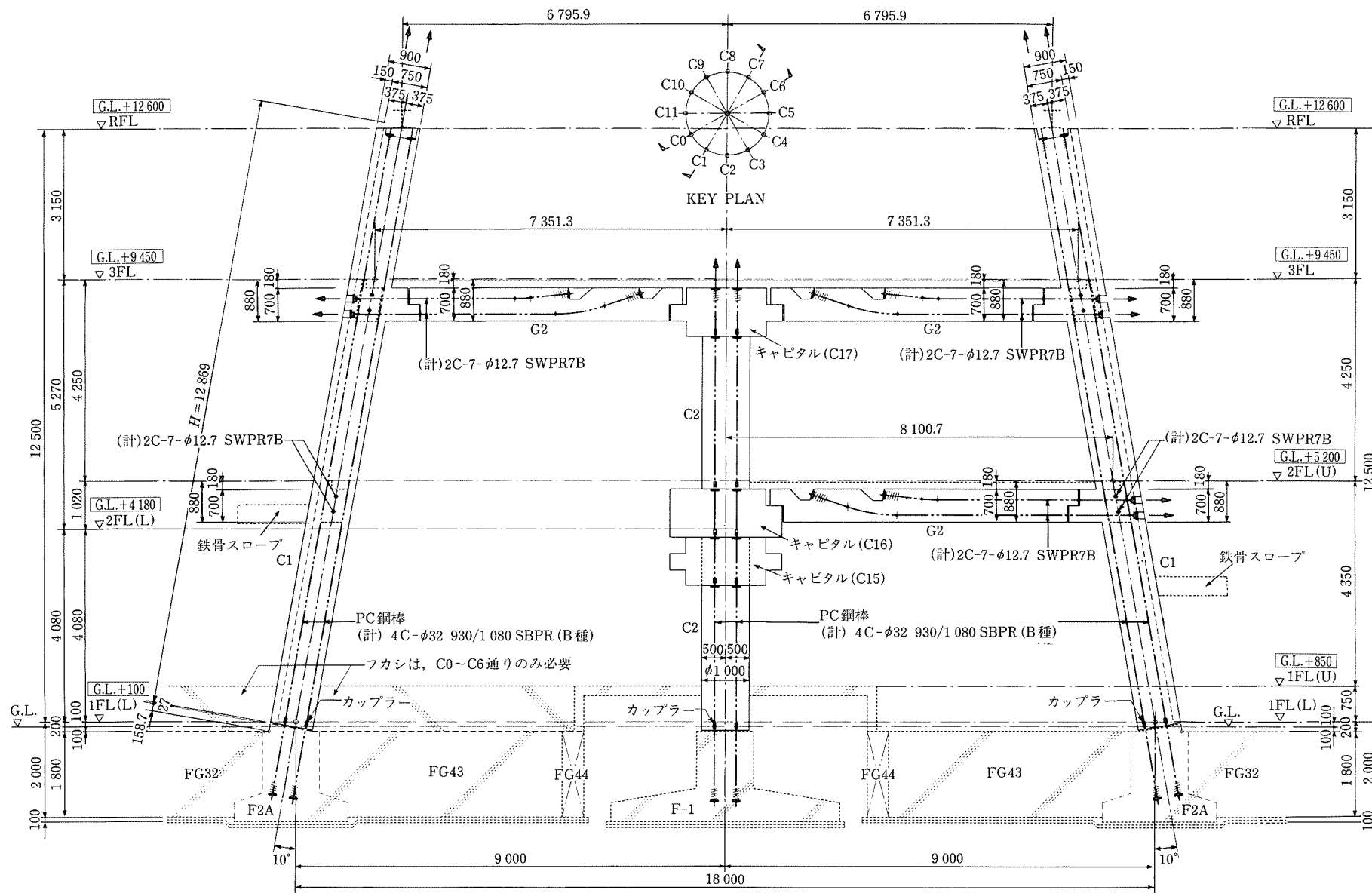


図-4 ラーメン図

軸組図 (C0~C6, C1~C7)



(b) 30度, 60度方向
図-4 ラーメン図

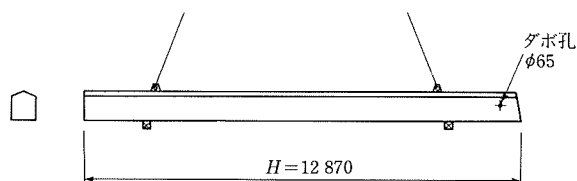


図-5 ストック、運搬時

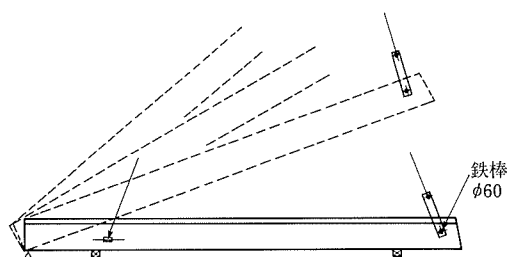


図-6 建込み時(1)

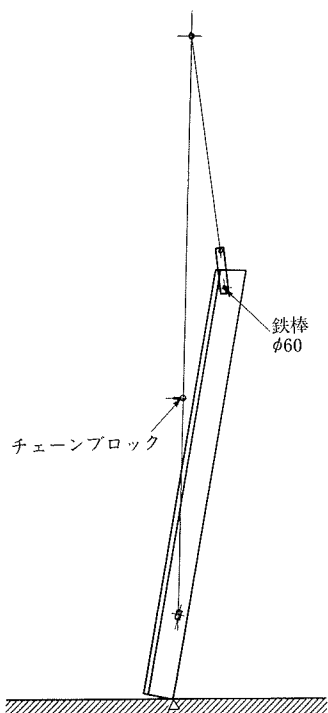


図-7 建込み時(2)

決めるためのダボ金物を差し込むことで微調整ができるようにした。さらに、レベル調整と倒れ調整を兼ねたライナーも併用した(写真-5, 中央に見えるのがダボ金物)。

一般にPCa柱の建入れ調整は、柱に取り付けたトラワイヤーまたは押引きサポートなどによって行うが、本現場に関しては作業スペースが狭くこれらの方法がとれなかったため、柱の本設用PC鋼棒の緊張力を利用して調整を行うこととした。この場合の課題は、外周柱を10度傾けた状態で自立させ、かつその精度をいかに確保するかであった。自立に関しては検討の結果、柱の外側2本のPC鋼棒を137 kN/本で緊張すれば転倒しないことが分かった(図-9)。

本工事の10度傾斜した外周柱の建入りに際しては、仮置



写真-4 外周柱の吊上げ状況

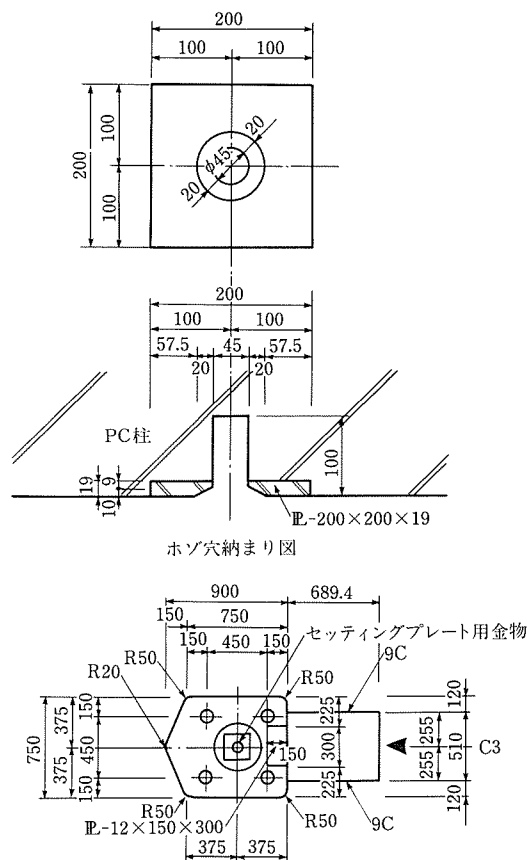


図-8 外周柱、柱脚詳細図

き・微調整を何度か繰り返し、実際には外側2本のPC鋼棒を約180 kN/本で緊張し、所定の精度が確保できた。また、建入れ精度の測定にはレーザーのレベルを使用して、精度の向上に努めた(写真-6)。



写真-5 外周柱・基礎天端状況

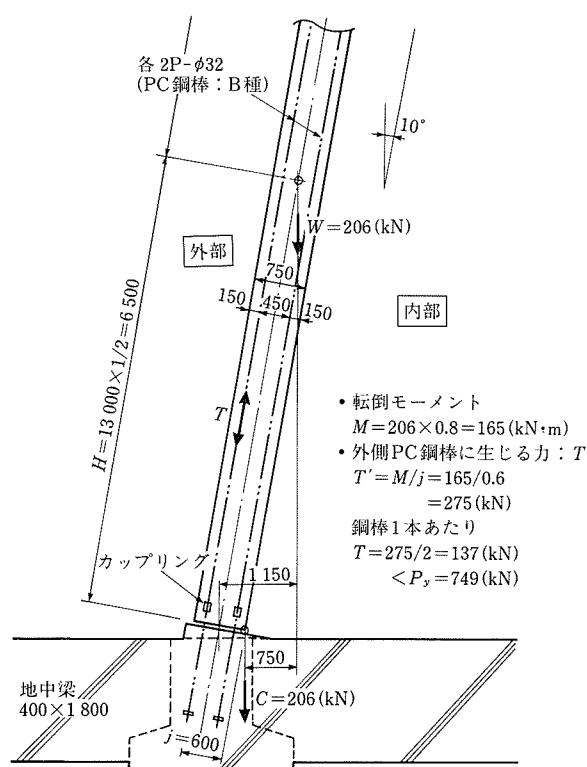


図-9 外周柱の釣合い

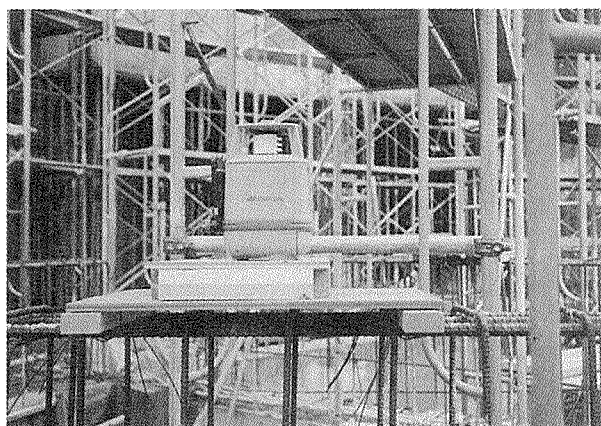


写真-6 レーザーレベラーによる測定

4.2 放射状に配された大梁の架設

外周柱が倒れて建っているため芯を外して部材を落とし込み、所定の高さになったとき部材を回しながら架設が進められた(写真-7)。22本の大梁が架設されたが、外周柱の建方精度がよかったこともあり、目地の誤差も $\pm 2\text{ mm} \sim 3\text{ mm}$ の範囲に納まり、問題なく施工は進められた。

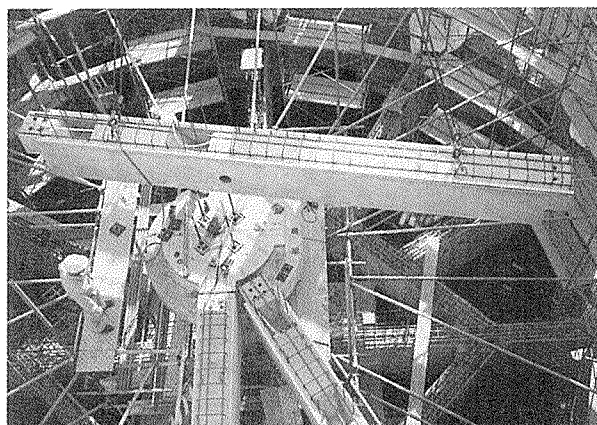


写真-7 大梁の架設状況

5. 鉄骨およびRC工事

5.1 大屋根の施工

大屋根を支持する外周柱は柱頭に A.BOLT 4-22 が80度傾斜した状態、つまり床面と垂直方向に埋め込まれている。そこにV字形をした柱のベースプレートが緊結され、鉄骨の組立てがなされた(図-1)。12本の柱の A.BOLT すべてに鉄骨の柱が精度よく架設された。このことは、大屋根の断面は流線形をしているが、あらかじめ鉄骨工場で地組みされ、たわみ、反りなどの測定を行い、現場にて再組立てを実施し、精度の確保に努めたことにもよるが、PC工事の建方の施工精度と鉄骨工事の製作、施工精度とがよく合致したことが証明できたと思う。

5.2 外周柱外周のスロープ^o

外周柱の外面には、写真-9のような2階の+5 200レベルまで渦巻き状に上るスロープが設置される。展示棟は截頭円錐体であるため、スロープの R は常に変化することになる。よって、全体を16分割し徐々に変化する R を出すことで、スロープの鉄骨は製作、施工された。

5.3 外周柱外周のRCとの取合い

外周柱外周には、2 階の上下レベルで渡り廊下としてRC 梁との取合いが2 ヲ所ある。外周柱と外周梁に埋め込まれた鉄筋(D25)に現場で機械式継手でジョイントし一端を固定する。他端は鉄筋をガス圧接としたが、その鉄筋の芯を合わせるのが困難な作業となった。PCa 組立て工法を採用するとき、場所打ちRCとの接点がある施工例は多く、その納まりには注意が必要である。

PC業者からの意見を述べさせていただくと、大梁の主筋として、本数は増えるかもしれないが、D25の代わりにD19程度を使用し、場所打ちRC側の主筋と重ね継手で施工する納まりとすれば、少々鉄筋の芯が違っててもこの問題は解決



写真-8 架設完了後

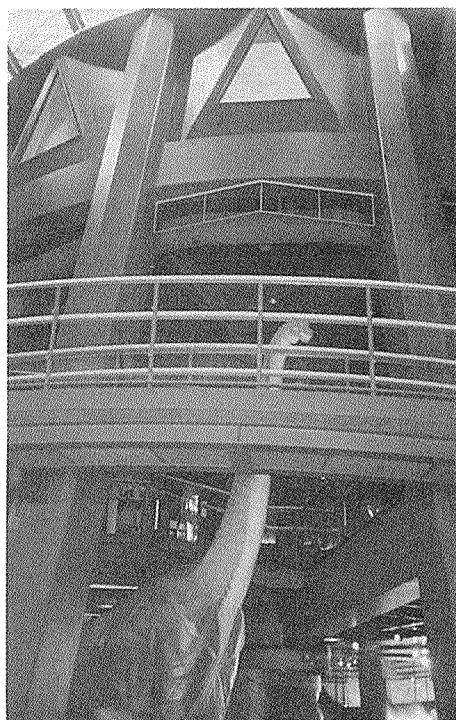


写真-9 竣工直前の状況

されるのではないかと考えている。

6. おわりに

架設完了後の状況を写真-8に竣工直前の状況を写真-9に示す。

全体工期18ヵ月のうち、PCの架設工期は20日程度にすぎなかったが、12本の10度傾いた柱からなる截頭円錐体の展示棟は、無事施工終了を迎えることができた。

本誌面を借りて、関係者各位に心より感謝申し上げる次第である。

【2001年3月2日受付】