

## タイド2連アーチPC造のゴルフ場クラブハウス屋根版の設計と施工

禰津 則行<sup>\*1</sup>・小野 豊明<sup>\*2</sup>・内野 雅勝<sup>\*3</sup>・下野 繁太郎<sup>\*4</sup>

### 1. 建物概要

本ゴルフ場クラブハウスは、延べ面積が約6,500 m<sup>2</sup>で、地下1階、地上2階建ての鉄筋コンクリート造の建物である。平面形状は半径29.75 mの内円と52.25 mの外円で囲まれた扇形を形成している。桁行方向は角度15度で11等分に分割され、スパン方向は11.25 mの2スパンである。中央部分にエントランスホールを有し、渡り廊下にて宿泊施設と連絡している。

図-1に軸組図を示す(写真-1)。

設計：(株)黒川紀章建築都市設計事務所

構造：(株)造研設計

施工：清水建設(株)

PC施工：フドウ建研(株)

### 2. 構造概要

屋根にはアーチ型のプレキャストコンクリート版(以下PCa版と呼ぶ)を採用している。そのため躯体柱頭部に本設タイバー(アンボンドPC鋼棒)を設けてタイドアーチとした。またPCa版は架設までの応力に十分かつ安全に対処できるように版尻に仮設タイバーを設けて、反転作業による衝撃やセット後のスラストに備えた。仮設タイバー(PC鋼棒)は原則として後打ちコンクリート部の強度発現後に緊張力を解放することにし、

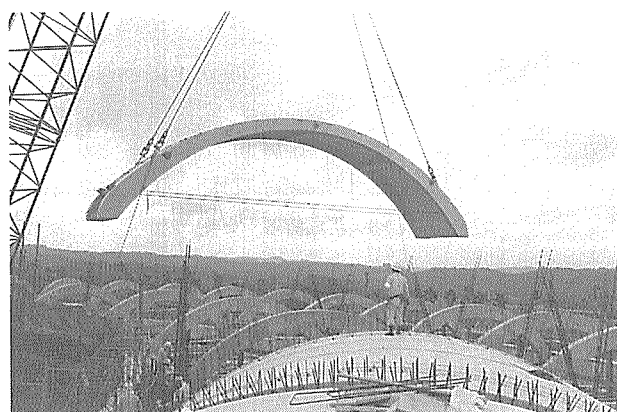


写真-1 PCa版の建方

恒久的に使用する本設タイバーと区別している。

アンボンドPC鋼棒はアウトケーブルとして使用するため耐火被覆することになっている。

図-2にアンボンドPC鋼棒の配線位置とPCa版の割付図を示す。

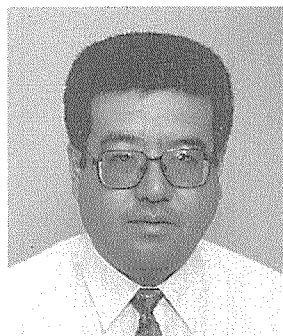
図-3にはアンボンドPC鋼棒の配線詳細を示す(写真-2)。

### 3. タイバーの設計

PCa版に作用する常時荷重、温度変化、クリープ等による設計用スラストは、Aタイプで1毎当り7.69 t、Bタイプで8.12 tとなり、現場打ちアーチ梁(G 3)に



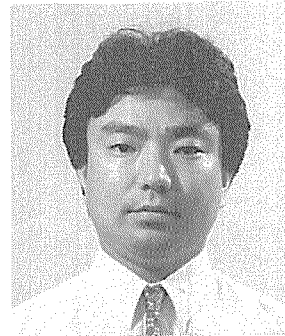
<sup>\*1</sup> Noriyuki NEZU  
(株)造研設計  
構造技術部部长



<sup>\*2</sup> Toyoaki ONO  
フドウ建研(株)  
九州支店工事課



<sup>\*3</sup> Masakatsu UCHINO  
フドウ建研(株)  
九州支店技術課長



<sup>\*4</sup> Shigetaro SHIMONO  
フドウ建研(株)  
九州支店技術課

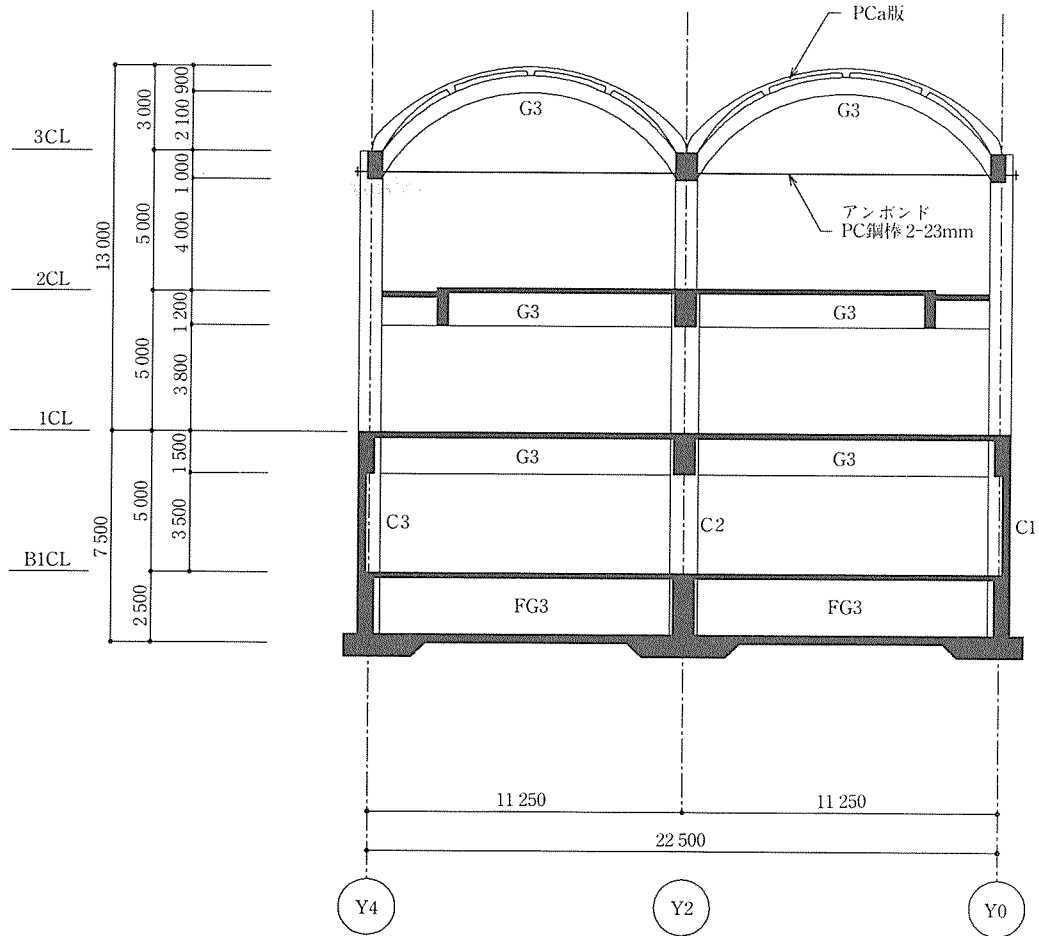


図-1 X2通り軸組図

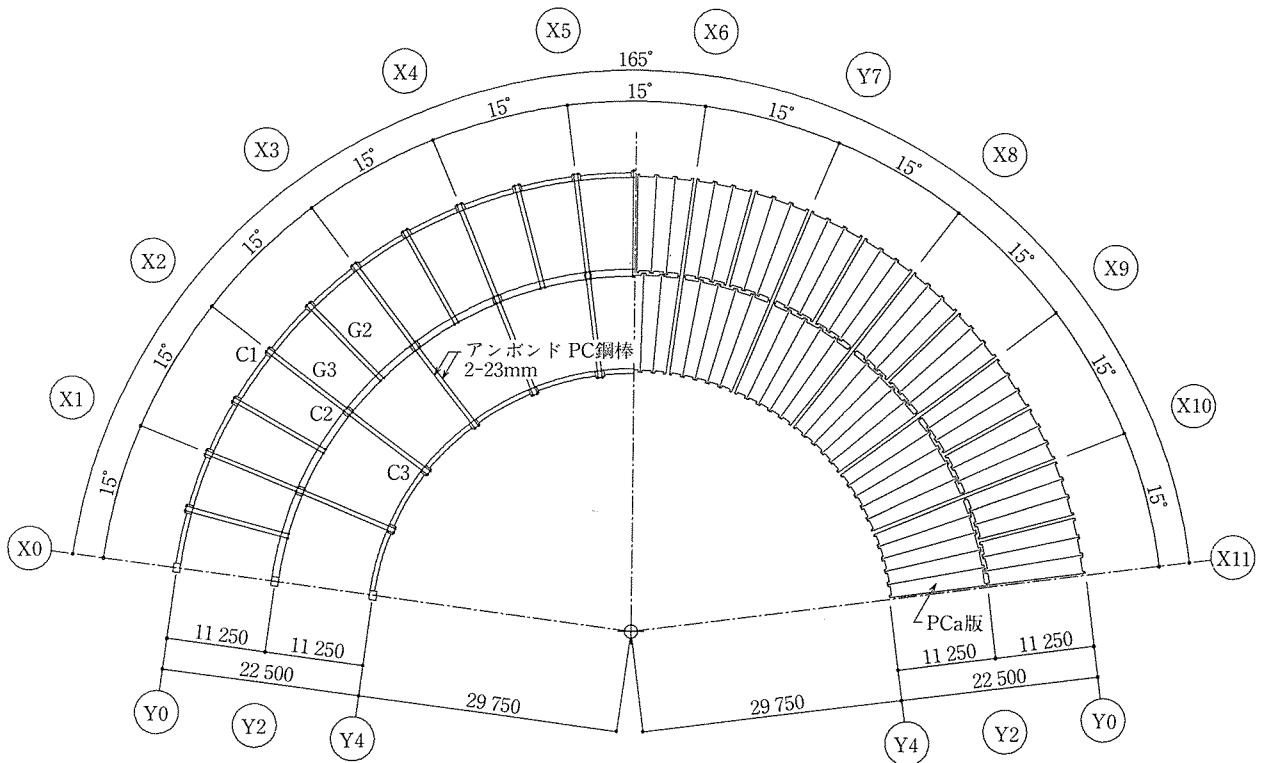


図-2 アンボンド PC 鋼棒配線図および PCa 版割付図

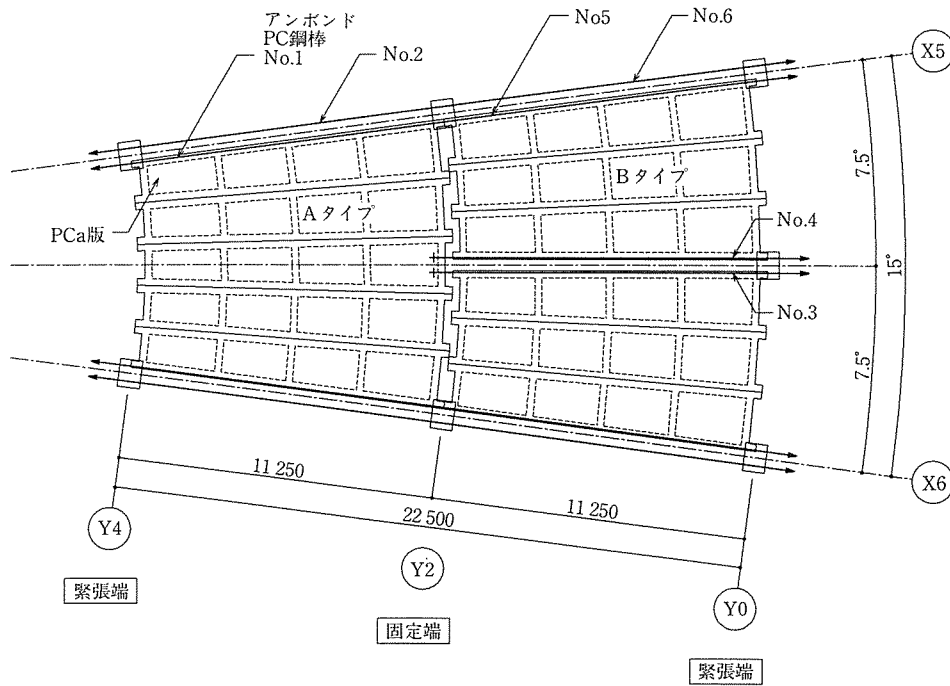


図-3 アンボンドPC鋼棒配線詳細図

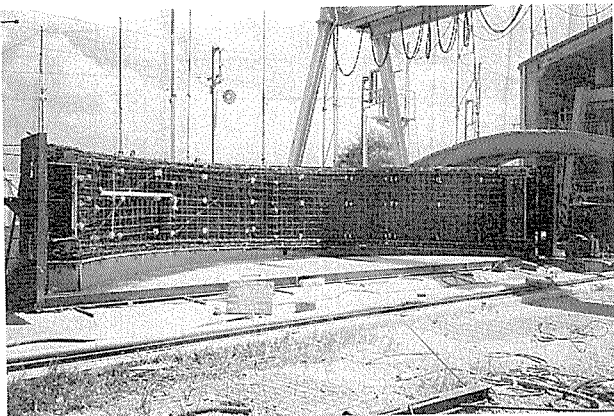


写真-2 PCa版の配筋

は6.19 tの水平スラストが発生する。

恒久用タイバー（アンボンドPC鋼棒 No. 1～No. 6）の緊張力の算定には、図-3 から各鉛直荷重負担分を採用した。したがって設計用緊張力は No. 1, No. 2 の1組で、

$$\begin{aligned} \Sigma H &= 5 \times 7.69 \text{ t (Aタイプ)} + 6.19 \text{ t (アーチ梁)} \\ &= 44.64 \text{ t} \end{aligned}$$

となり、有効率を  $\eta = 0.85$  と仮定すると、1本当り  $P_1 = 27.0 \text{ t}$  となる。

同様に No. 3～No. 6 はそれぞれ  $P_2 = 18.0 \text{ t}$  となる。

図-4 にタイバーの納まり図を示す。

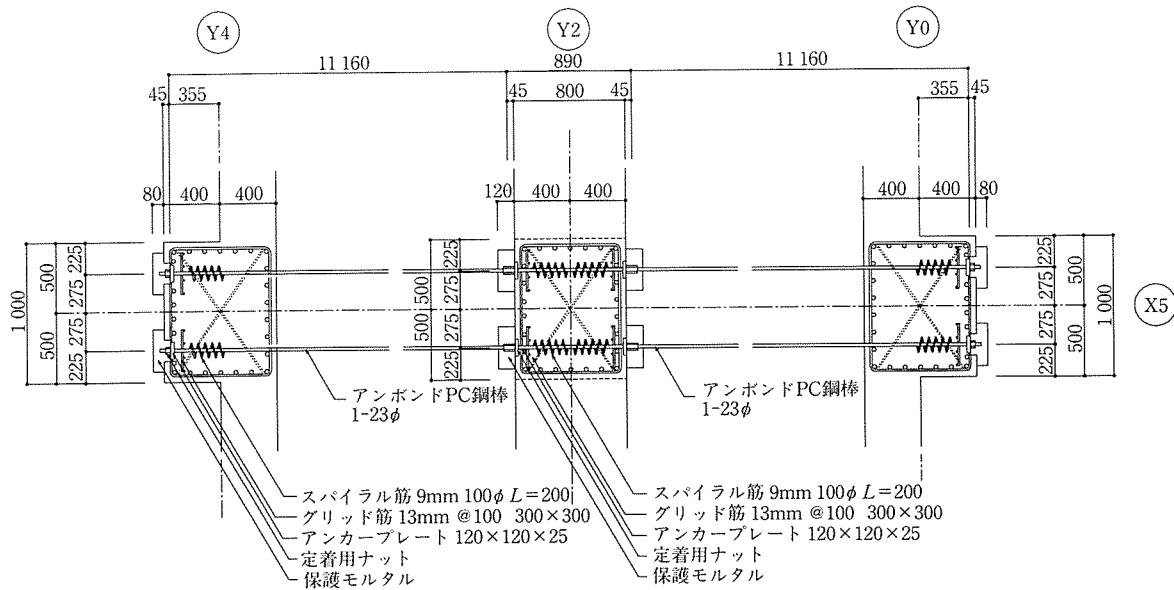


図-4 タイバーの納まり図

### 4. 使用材料

使用したPC鋼材（アンボンド）とコンクリートの材料特性を表-1, 2 に示す。

表-1 PC鋼材の許容引張荷重

1. PC鋼材（アンボンド）

	PC鋼棒 B種1号 SBPR 95/110, 23 mm	PC鋼より線 SWPR 7 B-15.2 mm
引張荷重 $P_u$	45.71 t	26.60 t
降伏荷重 $P_v$	39.47 t	22.60 t
許容引張荷重 $P_o$ (定着完了時)	31.58 t	18.08 t
断面積 $A_s$	415.5 mm <sup>2</sup>	138.7 mm <sup>2</sup>

表-2 コンクリートの設計基準強度

2. コンクリート

PCa 版用	$F_{c1}=300 \text{ kg/cm}^2$
躯体上部	$F_{c2}=240 \text{ kg/cm}^2$

### 5. PCa版の施工

#### 5.1 PCa版の製造

PCa版は水平投影長さ  $l=11.25 \text{ m}$ 、ライズ  $f=3.0 \text{ m}$  で、左辺・右辺で部材幅の異なる Aタイプ、Bタイプから成り、断面は梁成 30 cm の梁型と厚さ 14 cm のスラブから構成されたチャンネル型となっている。梁部にはひび割れ制御のため  $P/A=10 \text{ kg/cm}^2$  程度のプレストレスを導入している。

表-3 PCa版の製作数

	A工区	B工区	C工区	小計
Aタイプ	20	15	20	55
Bタイプ	24	18	24	66
合計				121

製造方法は型枠の容易さ、コンクリート打設のしやすさ、運搬条件等を考慮して縦打ちとした。型枠数は Aタイプ、Bタイプそれぞれ1型とし、製作は1日2枚とした。製造総数を表-3 に示す。

コンクリートの打設は型枠パイプレーターと棒状パイプレーターを併用して行い、スランプは 8 cm とした（写真-3）。

打設終了後前置き時間を十分とって蒸気養生をし、最高温度 65℃ にて 4 時間行った。プレストレスの導入は導入時強度が  $F_{c1}=200 \text{ kgf/cm}^2$  以上であることを確認した後、導入力の 50% で仮緊張し脱型した（写真-4）。

PCa版の配筋図を図-5 に示す。

#### 5.2 PCa版の架設

架設に際しては、横積みにして現場に搬入された PCa版を所定の形にセットしなければならない。そのため反転という作業が必要となってくる（写真-6）。反転作業時には衝撃によってひび割れが発生しないように注意しなければならない。反転作業は慎重かつ迅速に行わな

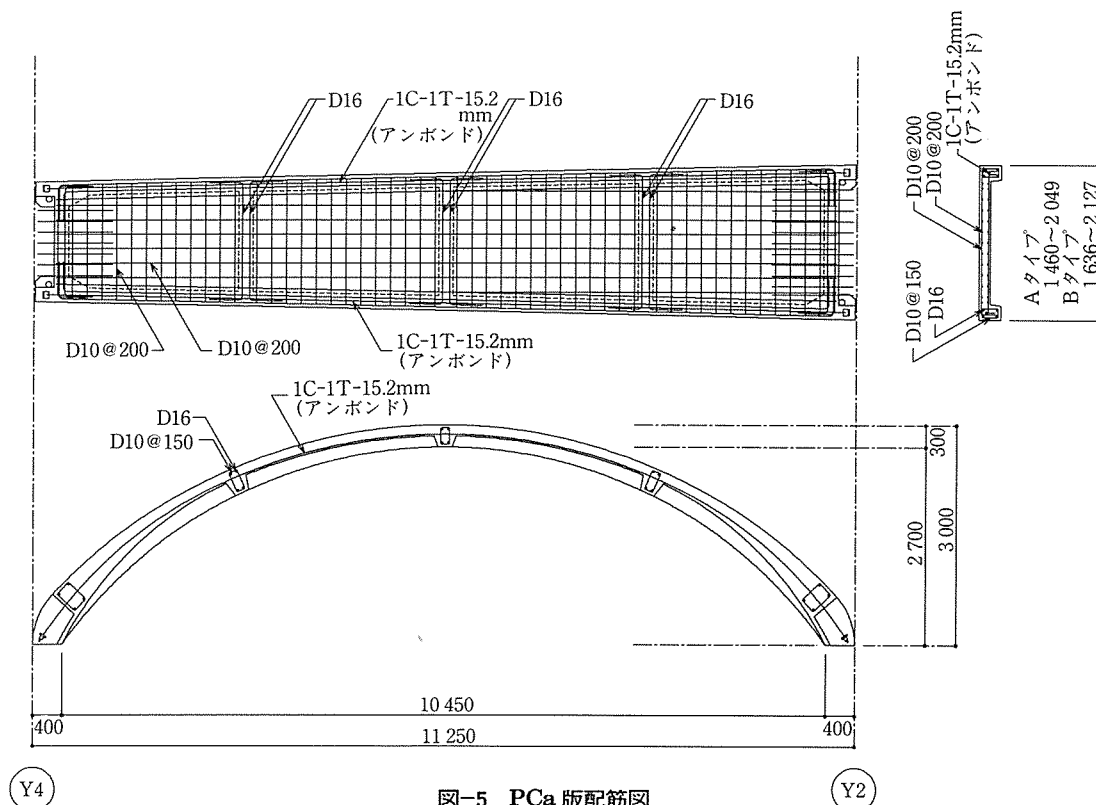


図-5 PCa版配筋図

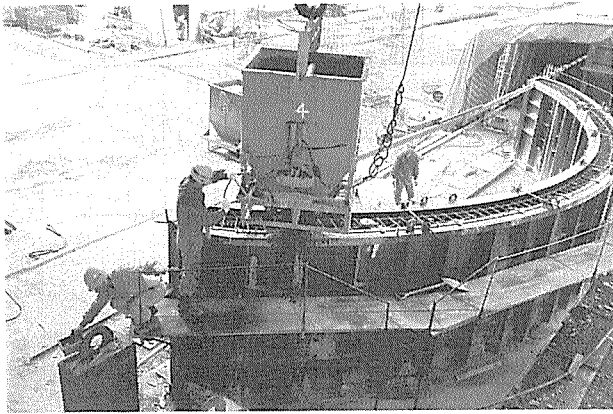


写真-3 コンクリート打設



写真-7 PCa版の架設

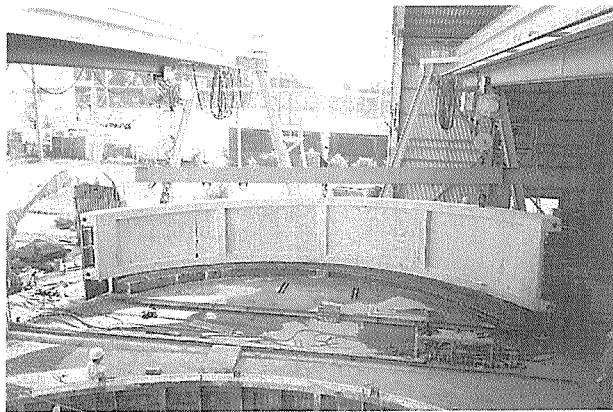


写真-4 PCa版の脱型

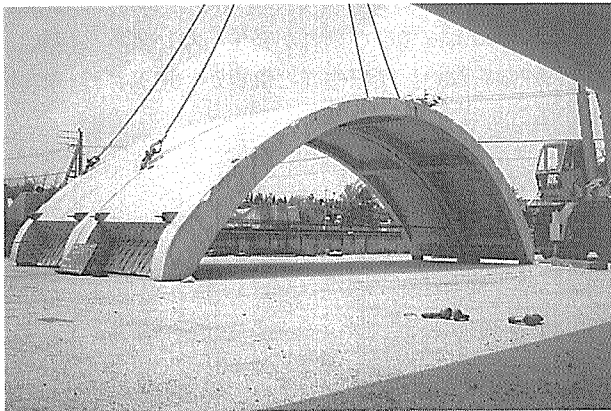


写真-5 PCa版の据置きテスト（仮設タイバー）

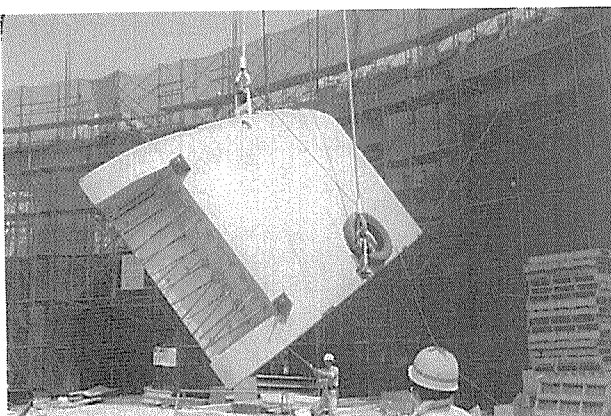


写真-6 PCa版の反転作業

ればならないので、事前に工場にてリハーサルをくり返し安全性を確認した（写真-5）。

施工順序は墨出し→受梁のレベル調整→PCa版の据付け→仮溶接→本溶接→目地シーリング→後打ち部分の施工とした。

クレーンは機械式の127tを使用し1日7枚のペースで行い、天井吊りアンカー、野縁などを先付けして架設した（写真-7）。

図-6にPCa版と躯体の接合部の詳細を示す。

## 6. タイバーのひずみ測定

### 6.1 測定目的

アンボンドPC鋼棒をタイバーとして使用しているが、このタイバーのストレス導入時および導入後の存在応力が温度変化、鋼棒のリラクゼーション等によってどのように変化していくのか実測して確認する。

### 6.2 測定内容

#### [測定1 導入力の管理]

アンボンドPC鋼棒（タイバー）は、2本で1組となっている。そのため最初に緊張するPC鋼棒は、2本目を緊張すると導入力が減少することが考えられる。この減少量を把握して再緊張によって所定の導入力を確保する。

#### [測定2 24時間の応力の推移]

アンボンドPC鋼棒のひずみを24時間、30分間隔で測定し、昼夜の温度変化との関係調べる。

#### [測定3 30日間の応力の推移]

測定期間は1か月間とし、1日の測定時間は10時から16時まで30分間隔とした。最初の1週間は毎日測定し、残りの期間は1週間々隔とした。測定箇所はアンボンドPC鋼棒No.1～6の6点とする。

測定部分のポリエチレンシースを約10cm切除し、グリースを取り除いてPC鋼棒の左右両面にゲージを貼り付け左右の測定値の平均を測定結果とする。

測定状況を写真-8、写真-9に示す。

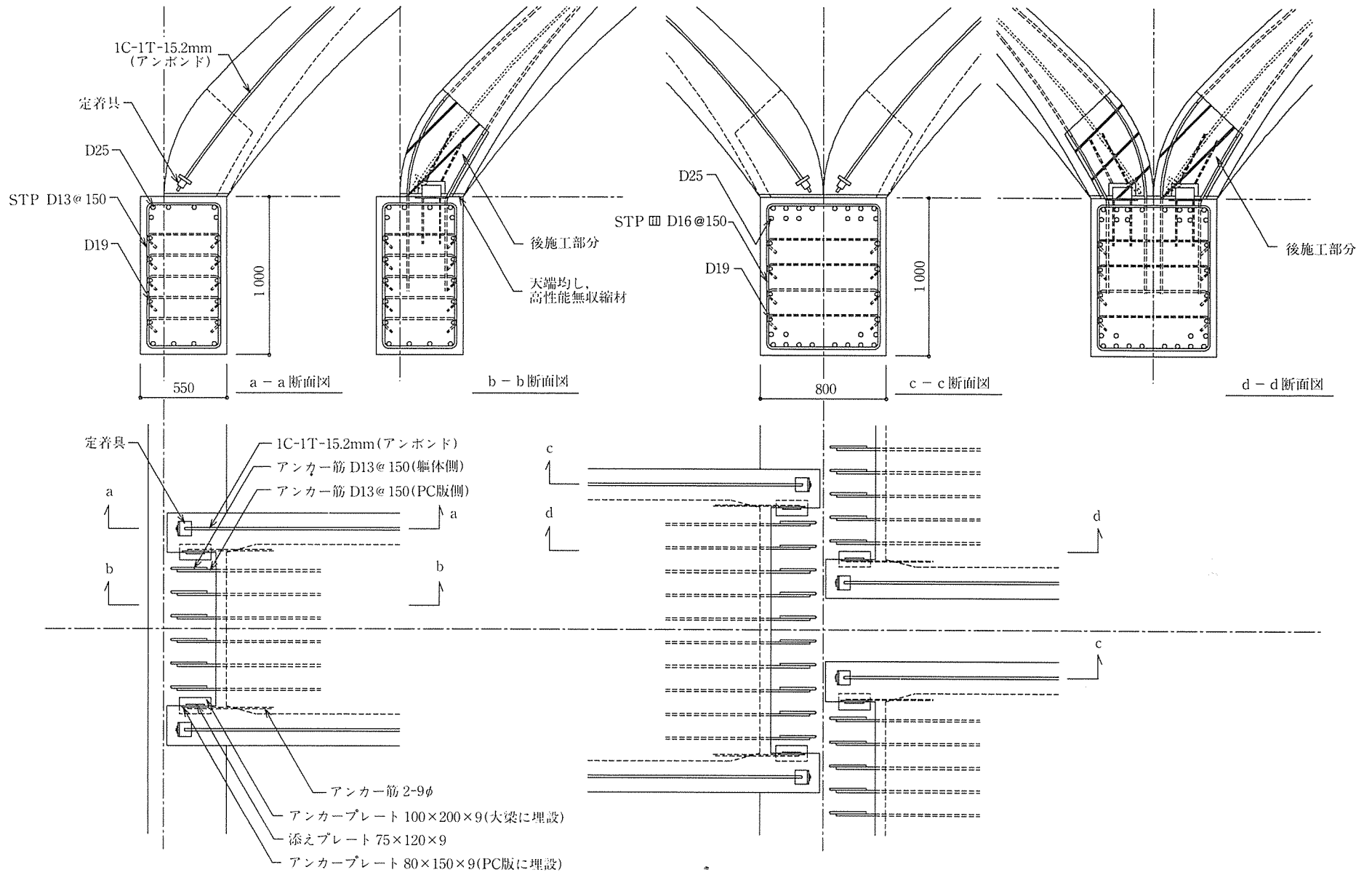


図-6 PCa 版接合部詳細図

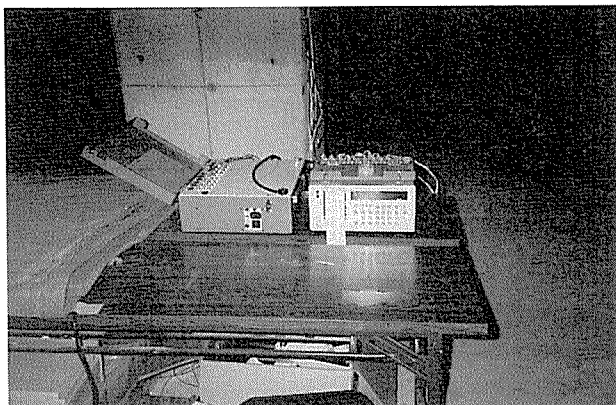


写真-8 測定機器  
ひずみ測定器 TDS-301  
スイッチボックス ASW-30A

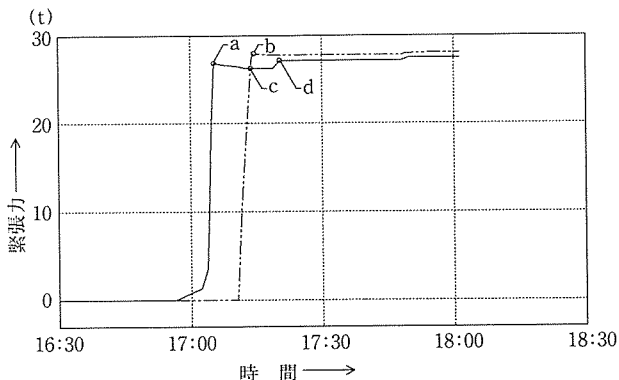


写真-9 アンボンドPC鋼棒のセット状況

## 7. 測定結果

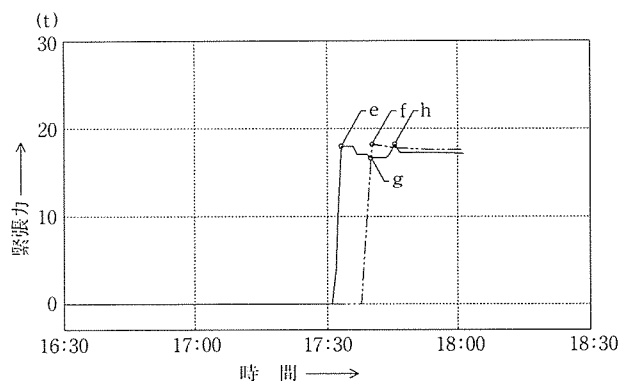
### 7.1 測定1について

アンボンドPC鋼棒 No. 1は図-7よりNo. 2緊張後3.3% 導入力が減退し、図-9よりNo. 5ではNo. 6緊張後3.8% 減退していることがわかった。しかし、図-8よりNo. 3においてはNo. 4緊張後約8.3%も減退している。これはNo. 3, No. 4の固定端側が梁内に定着されているので固定度が低く、軸変形が大きく現われた



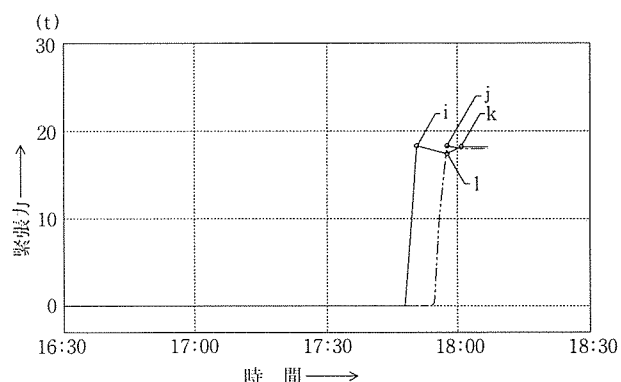
a : No.1の緊張力 (27.0t) c : No.2緊張後のNo.1の値 (26.1t)  
b : No.2の緊張力 (28.2t) d : No.1の再緊張力 (27.1t)

図-7 隣接する鋼材が緊張力に与える影響  
(鋼棒 No. 1, No.2)



e : No.3の緊張力 (18.0t) g : No.4緊張後のNo.3の値 (16.5t)  
f : No.4の緊張力 (18.3t) h : No.3の再緊張力 (18.4t)

図-8 隣接する鋼材が緊張力に与える影響  
(鋼棒 No. 3, No.4)



i : No.5の緊張力 (18.3t) k : No.6緊張後のNo.5の値 (17.6t)  
j : No.6の緊張力 (18.5t) l : No.5の再緊張力 (18.7t)

図-9 隣接する鋼材が緊張力に与える影響  
(鋼棒 No. 5, No.6)

結果だと思われる。

これらの減退力を基に各PC鋼棒を再緊張して所定の緊張力を確保した。

### 7.2 測定2について

図-10より日最高気温は21℃で、日最低気温は13℃である。夕方16時に日最高気温を示し、朝6時に日最低気温を示している。

図-11よりアンボンドPC鋼棒No. 1では、 $P_{max}=27.6t$  (a点)、 $P_{min}=27.2t$  (b点)で、 $P_{max}$ は日最低気温に現われ、 $P_{min}$ は日最高気温時に現われている。

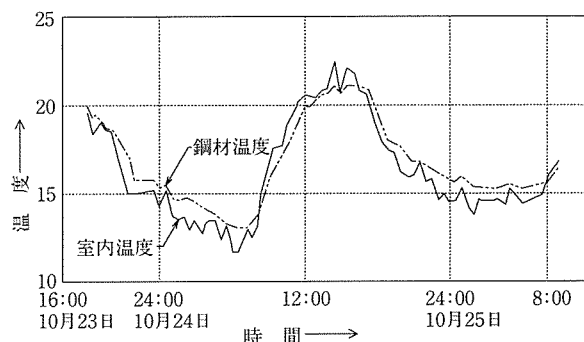
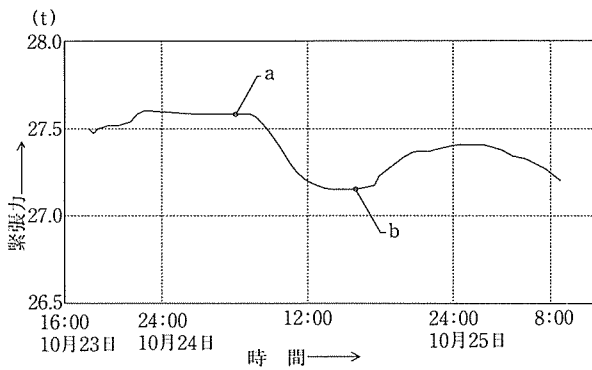
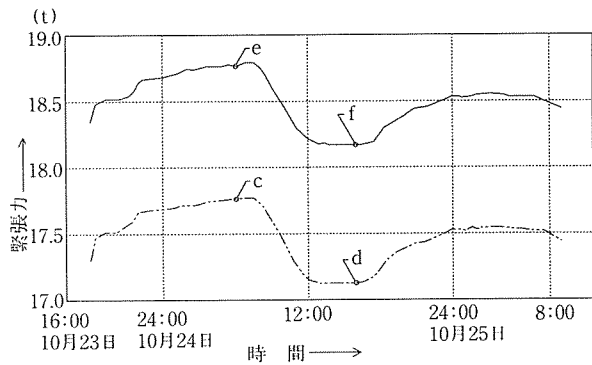


図-10 鋼材温度と室内温度との関係



a :  $P_{max}=27.6t$  b :  $P_{min}=27.2t$

図-11 温度変化による鋼材温度 (鋼棒 No. 1)



鋼棒 No.3 c :  $P_{max}=17.8t$  d :  $P_{min}=17.1t$  鋼棒 No.5 e :  $P_{max}=18.8t$  f :  $P_{min}=18.2t$

図-12 温度変化による鋼材温度 (鋼棒 No. 3, No. 5)

これは建物平面形状から水平剛性が高く、PC 鋼棒の配置されたスパン間でのフレームの変形が微小であると考えられることから、温度変化によって鋼棒そのものが膨張したり収縮したりして体積変化をおこし、導入力に影響をきたしているものと推測される。

No. 3, No. 5 も図-12 より同じ傾向を示している。

また、24 時間における PC 鋼棒の表面温度の変化曲線は、室内温度と非常に類似した曲線を示している。

表-4 設定基準温度での鋼材応力

測定日 (月/日)	鋼材温度 ( $^{\circ}C$ )	測定時間	鋼材応力 ( $^{\circ}C$ )	
			No. 1	No. 5
10/24	17.2	10:00	28.1	18.5
25	17.0	9:30	28.1	18.4
27	16.9	11:30	27.9	18.2
28	16.9	13:00	28.2	18.2
29	16.5	15:35	28.0	18.2
30	17.1	10:45	28.1	18.3
11/ 1	17.0	10:30	28.0	18.3
2	16.9	10:35	28.0	18.2
7	17.8	10:00	28.1	18.2
14	16.7	11:39	28.0	18.0
21	17.0	14:20	28.3	18.2

### 7.3 測定 3 について

1 か月間の継続測定については、アンボンド PC 鋼棒の導入力がそれぞれ鋼材温度によって変化しているため、比較基準温度を測定日ごとに約  $17^{\circ}C$  に設定すると、導入力の変化は初期導入力とほとんど大差のないことが確認される (表-4 参照)。

## 8. あとがき

アーチ型のプレキャスト部材は一般的に両端ピンで設計されることが多いと思うが、スラストによって大きな断面を必要とすることもあり重量が増えコストアップにつながる。今回、タイドアーチ方式を採用することによってかなり部材の軽量化をはかることができたと思う。

最後に本工事の設計と施工において、(株)黒川紀章建築都市設計事務所の田中部長および清水建設(株)九州支店の内田工事長はじめ御協力をいただいた関係各位に心より御礼申し上げます。

【1991年3月9日受付】