

## PCa 工法による勾配屋根の施工

### きゅうしゅうれき ししりょうかん きゅうでんこうおきなわしてんしんしゃおく — 九州歴史資料館・(株)九電工沖縄支店新社屋 —

|      |     |      |
|------|-----|------|
| 大阪支店 | 建築部 | 田中敏幸 |
| 建築本部 | 設計部 | 吉永健治 |
| 大阪支店 | 建築部 | 平田朗  |
| 建築本部 | 設計部 | 石井孝幸 |

概要：本報告では、PCa 工法による勾配屋根の施工について、2つの事例を紹介する。

1 例目は、太宰府から福岡県小郡市に 2010 年 11 月に移転・開館予定の九州歴史資料館（2009 年 7 月竣工済み）である。DT 版に現場打ちトッピングコンクリートを打設する PCa 合成床版工法で伝統的な底を構築する。これは、構造・意匠材を兼ねる地垂木を平行に一段配置する平安時代より前の様式を DT 版のリブに置き換えて表現されたものである。

2 例目は、沖縄県と豊見城市が埋め立て、開発した豊崎タウン内に 2010 年 2 月に移転された株式会社九電工沖縄支店新社屋である。この建物は、空調負荷の軽減や、飛行機からも認識できる外部サインとして沖縄らしい琉球瓦葺きの大屋根が採用されている。その大屋根は、フル PCa 部材を PC 圧着工法で一体化し構築されているものである。

**Key Words**：勾配屋根，PCa 工法，受け金物

#### 1. はじめに

コンクリート系材料で、屋根を構築する工法には、場所打ち工法、PCa 工法、デッキプレート工法などがある。このうち PCa 工法は、「大スパンにしたい、大荷重である、屋根裏や軒裏を魅せたい、高耐久性としたい、施工を安全に行いたい。」などの要求に適した工法である。さらに PCa 工法は、場所打ちトッピングコンクリートを打設する、ハーフ PCa 合成床版（以下、ハーフ PCa）工法と打設しないフル PCa 床版（以下、フル PCa）工法を使い分けることができる。

これらの利点を生かし、PCa 部材が勾配屋根に採用された 2 事例について、採用理由や施工状況を報告する。



田中敏幸



吉永健治



平田朗



石井孝幸

## 2. 事例1：九州歴史資料館 本館棟新築工事

### 2.1 工事概要

本建物は、日本の伝統的な木造骨組を、現在の材料であるコンクリートで表現したものである。建物外観の特徴である庇には、軒裏部分の耐久性向上、仕上げ材の軽減、および施工精度の向上を目的として PCa 合成床版が採用された。建物概要を表-1 に、建物外観を写真-1 に示す。

表-1 建物概要

|         |                        |
|---------|------------------------|
| 所在地     | 福岡県小郡市三沢 5208-3        |
| 建築主     | 福岡県                    |
| 設計工事監理者 | 久米・三島・吉田 JV            |
| 建築工事施工者 | 西松・大石・井樋特定建設工事共同企業体    |
| 建物用途    | 博物館                    |
| 階数      | 地上2階                   |
| 最高高さ    | 18.3m                  |
| 軒高さ     | 10.8m                  |
| 建築面積    | 7,284.36m <sup>2</sup> |
| 延床面積    | 9,475.92m <sup>2</sup> |
| 構造種別    | RC造，一部S造               |
| 全体工期    | 2008年3月～2009年7月        |



写真-1 建物外観

### 2.2 構造概要

庇は、本体の構造から最大で 8.6m 張出しており、建物本体を基端、建物外周に配置された鉄骨造の列柱を繋ぐ梁（つなぎ梁）を中間支点として、片持ち支持されている。庇の構造図を図-1 に示す。

PCa 版リブは 750mm ピッチで配置されており、プレテンション方式によるプレストレスが導入されている。リブ梁部にプレストレスを導入するため、つなぎ梁は PCa 版に一部内蔵された梁となる（図-2）。PCa 版に打込みとなる下端筋は、溶接継ぎ手により接続される。

鉄骨柱柱頭とつなぎ梁は、スタッド接合されており、そのスタッドの取付けは PCa 部材架設の妨げにならないよう PCa 部材架設後とし、トッピングコンクリートで一体化するハーフ PCa 工法が採用されている。鉄骨柱・つなぎ梁・リブ梁の納まりを写真-2 に示す。鉄骨柱とつなぎ梁の納まりを図-3 に示す。

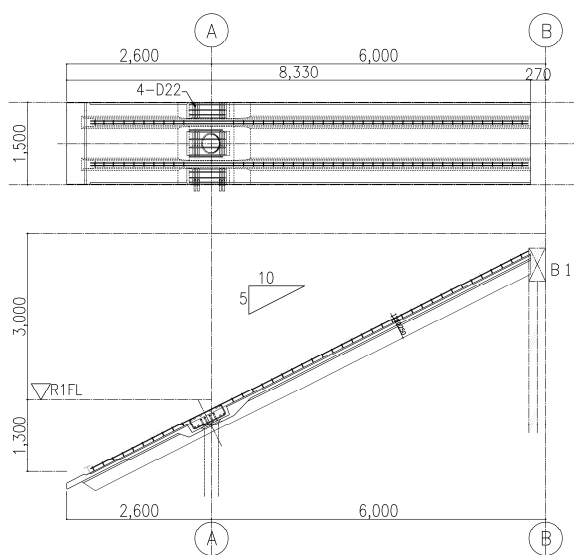


図-1 底構造図

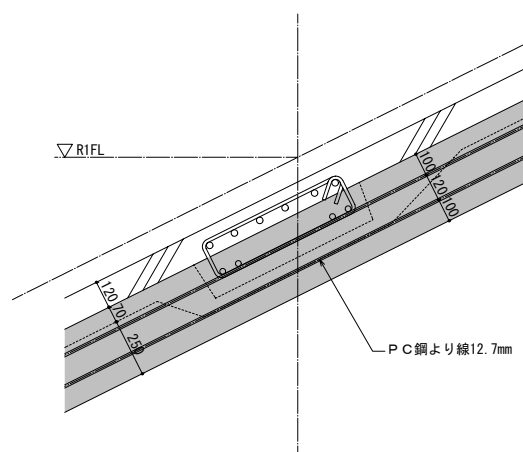


図-2 リブ梁部断面図



写真-2 鉄骨柱・つなぎ梁・リブ梁の納まり

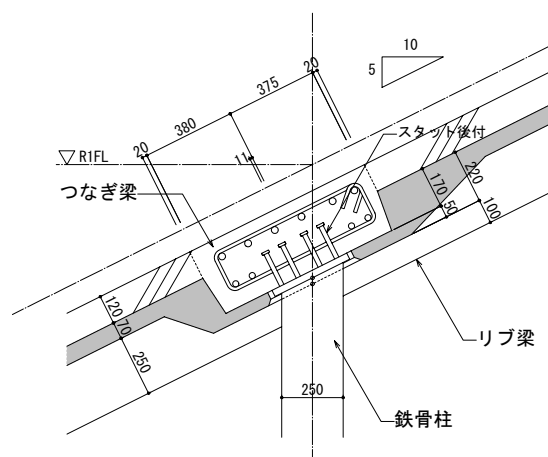


図-3 鉄骨柱とつなぎ梁の納まり

鉄骨柱は底先端から 2.6m に位置し、隅角部の PCa 版（写真-3）はつなぎ梁の外での納まりとなる。このため、隅角部の底の支持は PCa 版上部のトッピングコンクリートによる片持支持となる。この補強として、隅角部では屋根仕上げ先端に支持用の鉄骨を配して、棟部分の梁と一般部の底を結び、PCa 版を支持している（図-4）。



写真-3 隅角部 PC 版

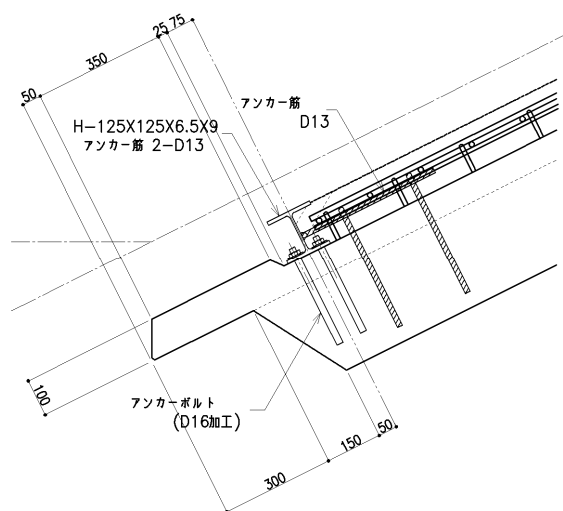


図-4 隅角部 PC 版の補強

## 2.3 施工概要

### 2.3.1 モックアップ

PCa 版の本製作前に、各工種取合い部の納まり確認と仕上げ状態の確認を目的として、躯体から仕上げまでを一体とした施工見本（モックアップ）が製作された。モックアップは、PCa 版 3 枚分に当たる 4.5m 幅で、本設建物と同様の手順で施工された。写真-4 にモックアップ全景を示す。

モックアップでは、PCa 版と鉄骨柱およびガラスカーテンウォールの取合い部を重点的に確認した。鉄骨取合い部においては、当初の予想より良好な施工精度が確保できることが確認されたことで、目地幅を小さくし、意匠の要求に応えることが出来た。また、ガラスカーテンウォールの取合い部においては、本製作部材においても、高い精度が必要であることが再認識され、部材埋込み金物の取付け方法を改善することにより、精度を向上させることにした。



写真-4 モックアップ全景

### 2.3.2 工場製作

PCa 版は、モックアップ 3 ピース、3 寸勾配部材 176 ピース、5 寸勾配部材 215 ピース、総重量約 1,053t であり、約 4 ヶ月で製作された。PCa 版の製作は 3 寸勾配部材から行い、型枠改造後、5 寸勾配部材、短部材（RC 部材）を順次製作した。部材の製作においては、建物出隅および入隅部の現場打ち梁取合い部において、形状が複雑に変化する部材小口面の型枠をどのように製作するかが課題となった。最終的には、一定の角度で切断されるリブ断面は鋼製枠とし、スラブ、つなぎ梁部は木製枠およびスタイロフォームを組み合わせることで対応した。

### 2.3.3 現場施工

現場施工においては、ガラスカーテンウォール取合い部、部材鼻先、鉄骨柱取合い部の 3 点に高い精度が求められ、管理目標値は±5mm（部材鼻先では±3mm）とした。部材据付け時の勾配屋根による水平力の影響を取り除くため受け金物（図-5）を用い、部材の据付け精度の向上を図った。PCa 版の架設は 100t クローラークレーンを使用して行った。架設工程

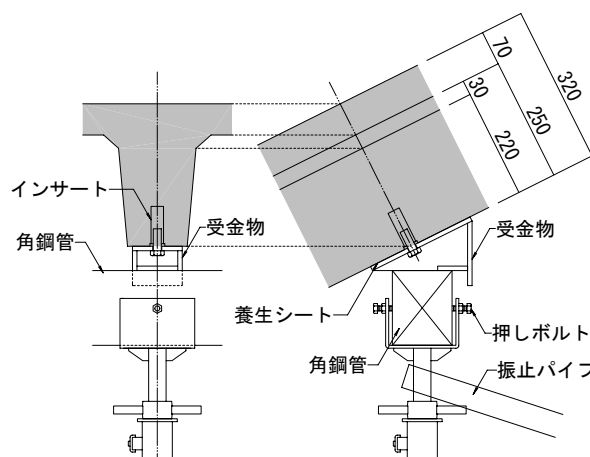


図-5 部材受け金物

は型枠の打継ぎ高さから決定される全体工程に合わせ、3寸勾配部材、5寸勾配部材の順に架設を行う工程とした。PCa版の揚重計画を図-6に示す。PCa版の施工状況を写真-5に、竣工時におけるPCa合成床版の内観を写真-6に示す。

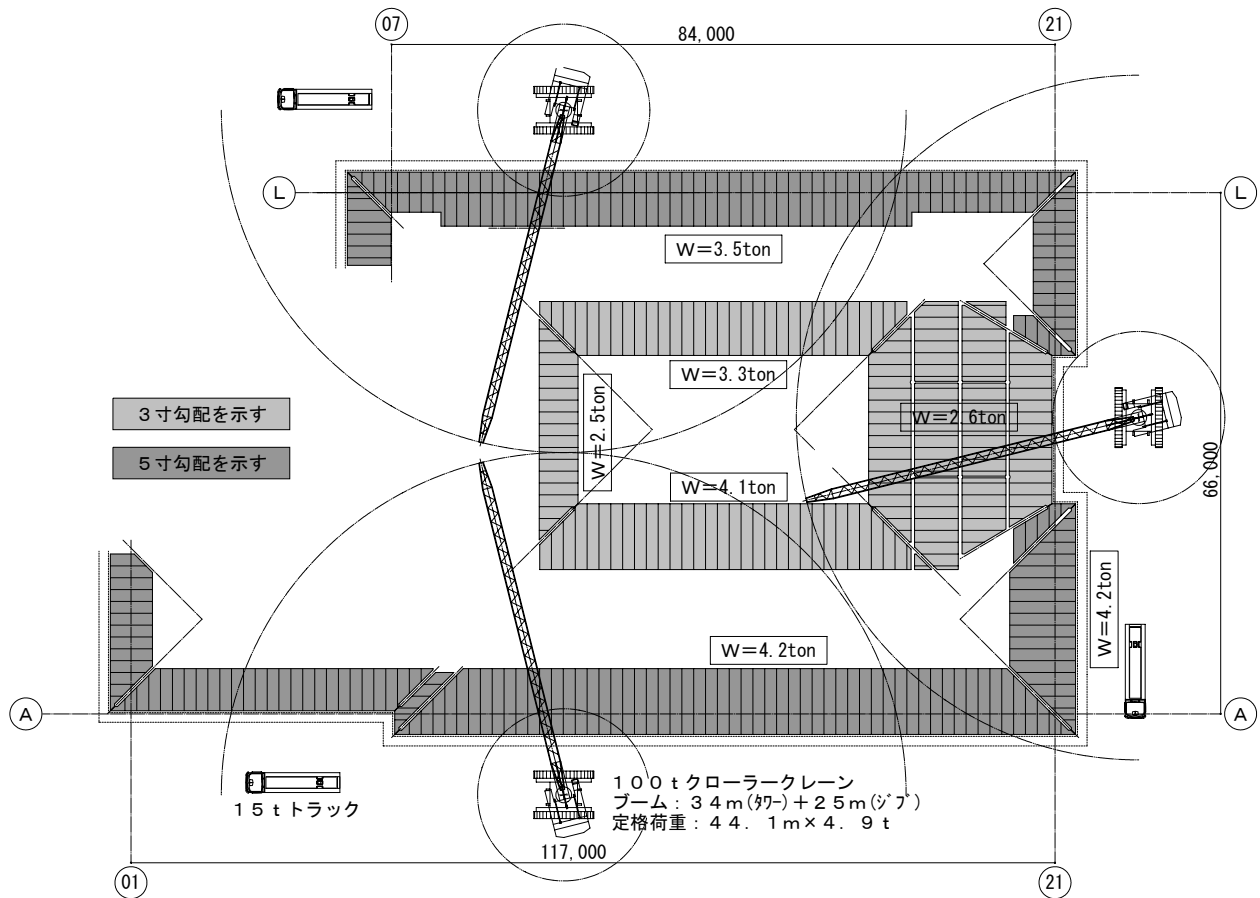


図-6 揚重計画



写真-5 PCa版施工状況



写真-6 PCa合成床版内観

### 3. 事例2：株式会社 九電工沖縄支店新築工事

#### 3.1 建物概要

##### 3.3.1 建物概要

建物外観を写真-7～写真-9に示す。この建物の特徴は、空調負荷の軽減を目的とした二重構造の屋根である。その外側の屋根は、琉球瓦葺きの大屋根で、PCa工法が採用されている。台風対策のため屋根裏に仕上げを行わないこと、海が近く耐久性が求められること、さらに勾配屋根であることが採用理由である。建物概要を表-2に示す。



写真-7 建物外観（南面）



写真-8 建物外観（東面）



写真-9 建物外観（西面）

表-2 建物概要

|         |                        |
|---------|------------------------|
| 所在地     | 沖縄県豊見城市豊崎1-882,1-405   |
| 建築主     | (株)九電工沖縄支店             |
| 設計工事監理者 | 九州電工ホーム(株)、(株)日本設計九州支社 |
| 建築工事施工者 | 金秀建設(株)                |
| 建物用途    | 事務所                    |
| 階数      | 地上3階                   |
| 最高高さ    | 20.84m                 |
| 最高の軒高   | 11.96m                 |
| 建築面積    | 951.63m <sup>2</sup>   |
| 延床面積    | 1,798.71m <sup>2</sup> |
| 構造種別    | RC造、一部PC造、S造           |
| 全体工期    | 2009年5月～2010年1月        |

##### 3.3.2 構造概要

屋根版の平面割付図を図-7に、立面割付図を図-8に示す。方杖底部を写真-10に示す。大屋根は約30度の勾配で異なる階に掛けられる。そこで、PCa部材は、建物本体にピン接合（写真-11）とし、ブレース効果による2次的な応力が発生しないように計画されている。

各PCa部材は、建物RC本体、鉄骨躯体もしくは鉄骨方杖に支持される。しかし、両妻のPCa部材は、建物本体から張り出しているため支持点がない。さらに、鉄骨方杖位置でも方杖が取り付けられないPCa部材がある。そのため、図-9に示す内蔵梁型を設けPCa部材相互を圧着接合し連続梁構造となっている。また、勾配30度でのコンクリート打設が困難であること、圧着接合により一体化するため、フルPCa工法が採用された。

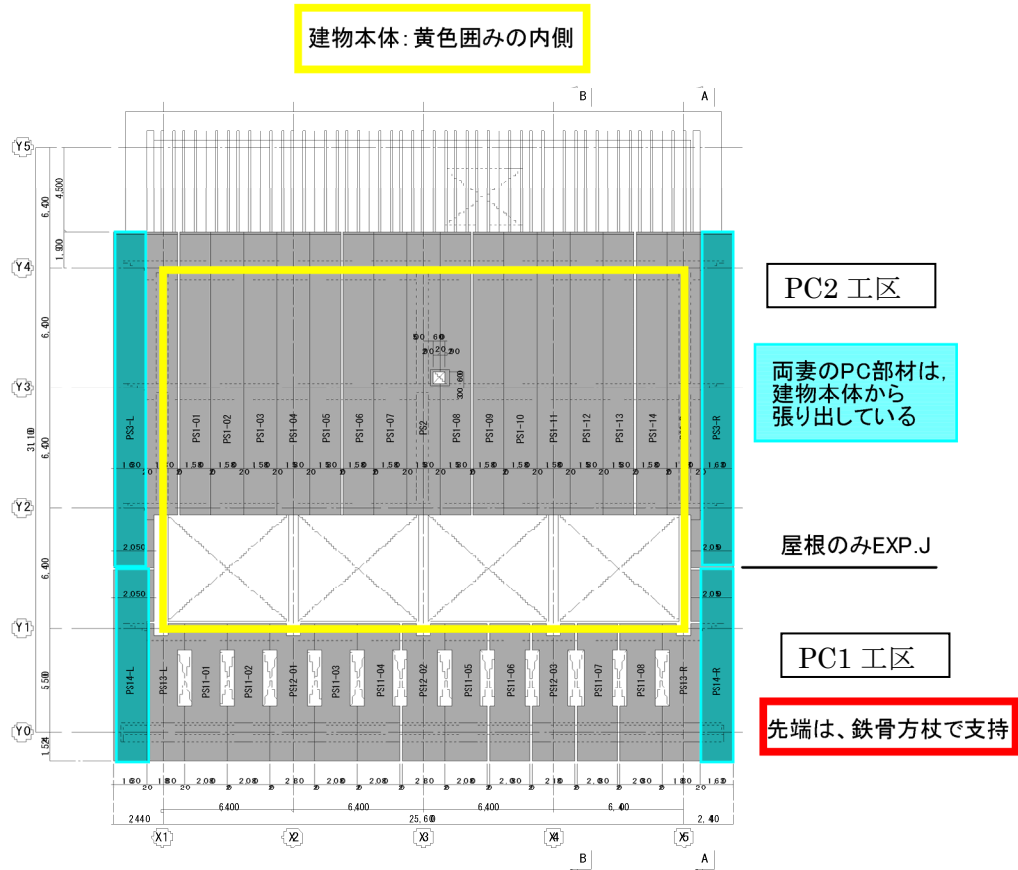


図-7 平面割付図

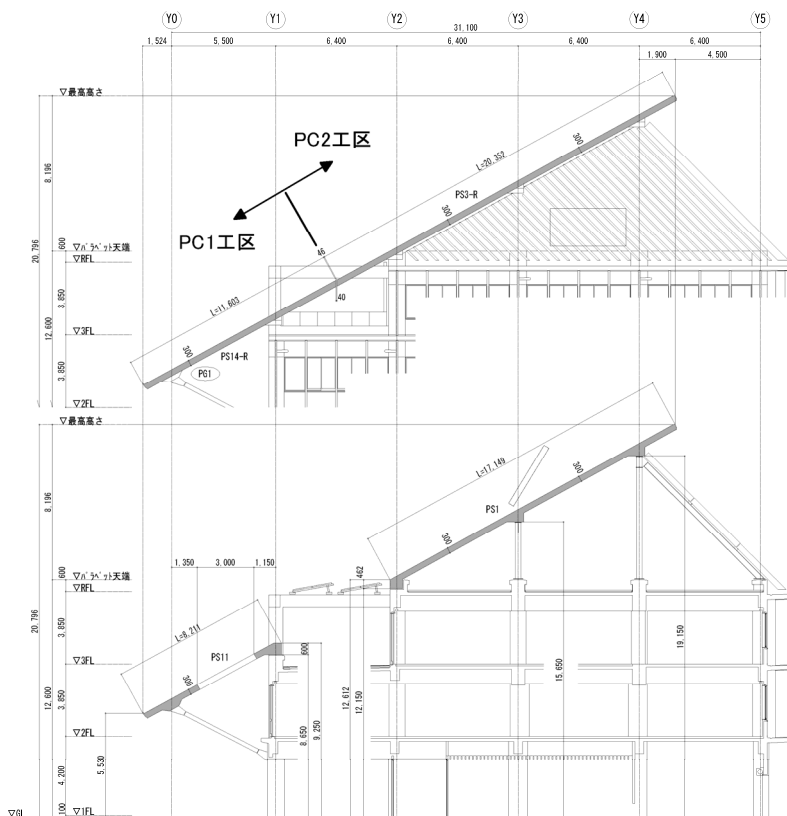


図-8 立面割付図



写真-10 方杖底部

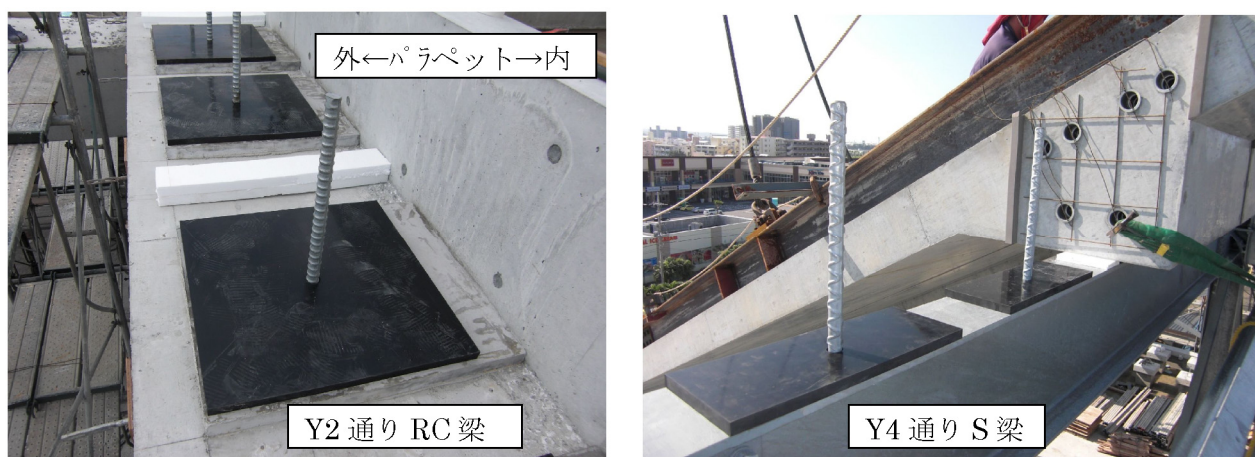


写真-11 ピン支承

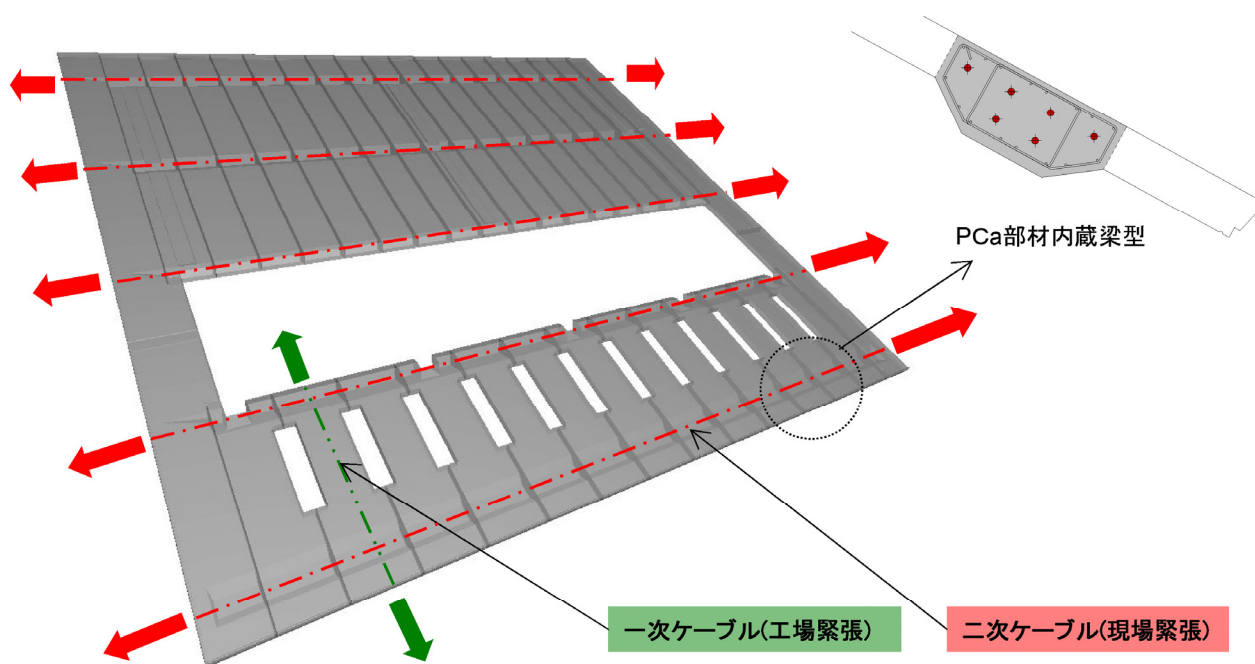


図-9 内蔵梁型の圧着接合

## 3.2 施工概要

### 3.2.1 工事概要

PC 工事の範囲は、屋根 PCa 版の製作、架設および 3・R 階 PRC 梁の緊張工事であった。

PCa 部材数量は、34 ピース 570.58 t であった。表-3 に PCa 部材数量表を示す。PC 工事工程を表-4 に示す。

表-3 PCa 部材数量表

| 構造符号   | W寸法    | L寸法     | 最大 L寸法  | 数 量 | 重 量 (t/枚) | 重 量 (t/Σ枚) |        |
|--------|--------|---------|---------|-----|-----------|------------|--------|
| PS1    | 1, 580 | 17, 149 | 17, 370 | 14  | 19. 39    | 271. 46    |        |
| PS2    |        |         | 17, 370 | 1   | 22. 25    | 22. 25     |        |
| PS2-L  |        |         | 17, 563 | 1   | 22. 34    | 22. 34     |        |
| PS2-R  |        |         | 17, 563 | 1   | 22. 34    | 22. 34     |        |
| PS3-L  | 2, 050 | 20, 352 | 20, 516 | 1   | 22. 77    | 22. 77     |        |
| PS3-R  |        |         | 20, 516 | 1   | 22. 77    | 22. 77     |        |
| PS11   | 2, 080 | 8, 211  | 同 左     | 8   | 12. 39    | 99. 12     |        |
| PS12   | 2, 180 |         |         | 3   | 12. 35    | 37. 05     |        |
| PS13-L | 1, 880 | 8, 320  |         | 1   | 10. 93    | 10. 93     |        |
| PS13-R |        |         |         | 1   | 10. 93    | 10. 93     |        |
| PS14-L | 2, 050 | 11, 603 |         | 同 左 | 1         | 14. 31     | 14. 31 |
| PS14-R |        |         |         |     | 1         | 14. 31     | 14. 31 |
| 合 計    |        |         |         | 34  |           | 570. 58    |        |

表-4 PC 工事工程表

| 工 種          | 種 別                    | 年<br>月<br>日       | 平成21年          |    |    |            |    |            |           |            |     |     |      |       |
|--------------|------------------------|-------------------|----------------|----|----|------------|----|------------|-----------|------------|-----|-----|------|-------|
|              |                        |                   | 8月             |    |    | 9月         |    |            | 10月       |            |     | 11月 |      |       |
|              |                        |                   | 10             | 20 | 28 | 10         | 20 | 31         | 10        | 20         | 30  | 10  | 20   | 31    |
| 一般PC<br>緊張工事 | 準備工                    |                   | 施工計画、材料手配等     |    |    |            |    |            |           |            |     |     |      |       |
|              | R階梁                    | PRC梁<br>VSL E5-10 |                |    |    |            |    | ケーブル<br>配線 |           | 緊張<br>グラウト |     |     |      |       |
|              | 3階梁                    | PRC梁<br>VSL E5-12 |                |    |    | ケーブル<br>配線 |    | 緊張<br>コン打  |           | グラウト       |     |     |      |       |
| プレキャスト<br>工事 | 部材製作<br>(沖縄県内のJIS認定工場) |                   | 部材製作準備工(型枠、鉄筋) |    |    | 部材打込み製作    |    |            |           |            |     |     |      |       |
|              | 現場工事                   | PC1工区             |                |    |    |            |    |            | PC版受支保工組立 | PC版架設      | 目地工 | 緊張  | グラウト | 支保工解体 |
|              |                        | PC2工区             |                |    |    |            |    |            | PC版受支保工組立 | PC版架設      | 目地工 | 緊張  | グラウト | 支保工解体 |

### 3.2.2 製作・運搬・架設

PCa 部材は、沖縄県内の JIS 認定工場で製作された。部材は軽量化のためワインディングパイプを埋め込んだ中空スラブである。設計基準強度  $F_c=50\text{N/mm}^2$ 、水セメント比  $W/C=35\%$ 、スランプ  $18\pm 2.5\text{cm}$  のコンクリートを打設し、アンボンド1次 PC ケーブル緊張後に脱枠を行った。PCa 部材配筋状況を写真-12 に示す。

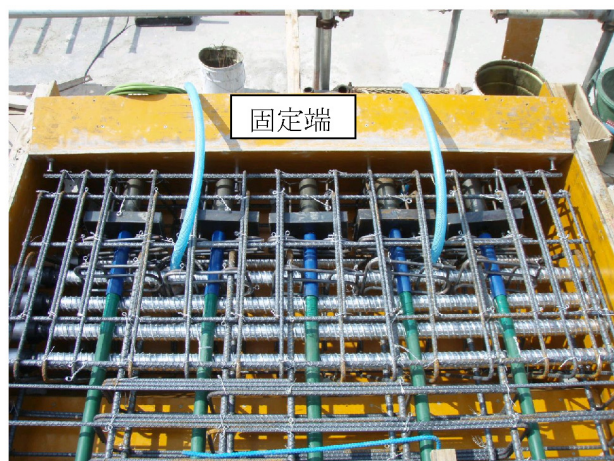


写真-12 PCa 部材配筋状況

PC1 工区部材は、Y0, Y1 通りでの 2 点支持であるが、PC2 工区部材は、Y2, Y3 および Y4 通りでの 3 点支持部材となる。PC 2 工区部材は、図-10 に示す 1 次 PC ケーブルの配線形状であるが、吊りビームを用いて 4 点吊りし、200t オールテレーンクレーンで架設した。運搬、架設状況を写真-13, 14 に示す。

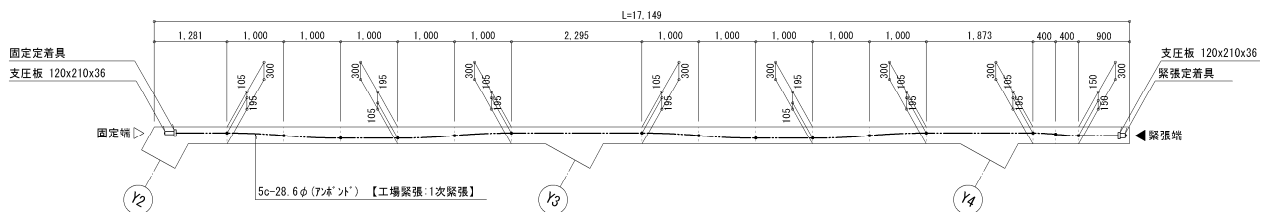


図-10 PC2 工区の 1 次 PC ケーブル配線形状



写真-13 運搬状況



写真-14 架設状況

### 3.2.3 支保工、受け金物

PCa 部材を圧着接合し、鉄骨方杖で支承されるまでは、支保工で仮受けが必要な部材や部位がある。それら PCa 部材は傾斜配置されるが、据付時に水平力が働かないように受け金物を利用し、高い施工精度を確保した。妻側 PCa 部材受け金物を写真-15 に、方杖位置 PCa 部材受け金物を写真-16 に示す。



写真-15 方杖位置受け金物



写真-16 妻側受け金物

## 4. まとめ

勾配屋根に PCa 部材が採用された 2 事例について報告した。本報告が、同種施工の参考となれば幸いである。

最後に、本工事を施工するにあたり、発注者、設計監理者および建築工事施工者の方々の多大なるご指導、ご助言を賜りました。また、関係各協力業者の多くのご協力を得ました。ここに、紙面をお借りして感謝の意を表します。