

「那覇空港新国際線旅客ターミナルビル」

～ 曲面大屋根を支えるPCaPCダブルガーター ～

(株)梓設計 塚田 良仁

(株)安井建築設計事務所 秋田 智

【はじめに】

沖縄の未来を拓く国際競争力のある、21世紀の「万国津梁」としても国際線施設の実現をテーマとし、強い陽差しと青い海という沖縄らしさを感じられるターミナルビルを目指した。

基本コンセプト

- ・沖縄らしい風景、景観作りに寄与する施設
- ・安全／安心な施設
- ・人、モノ、情報、文化が交流し、沖縄の振興に貢献する施設
- ・将来に向けての大きく発展する可能性を秘めた施設

【建築概要】

施設の構成としては、1階に入国税関関連施設と手荷物受取所、2階に出国関連施設、チェックインロビー、出発ロビー、搭乗待合室、3階には入国審査関連施設を配置している。

出国する旅客は1階のエントランスから2階に向かう。チェックインロビーは2層吹き抜けとした開放的な大空間で、カウンターの天蓋軒先には琉球赤瓦を配し、エレベータ乗場の壁面には琉球石灰岩張りとして沖縄らしさを演出した。旅客は同じ2階の出国審査を経由して搭乗待合で出発までの時間を過ごし、固定橋を通過して機内にアプローチする。

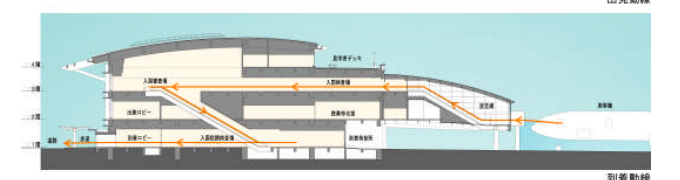
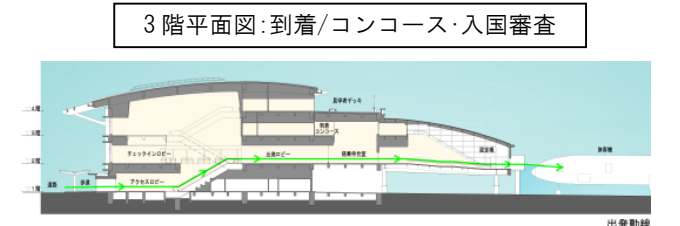
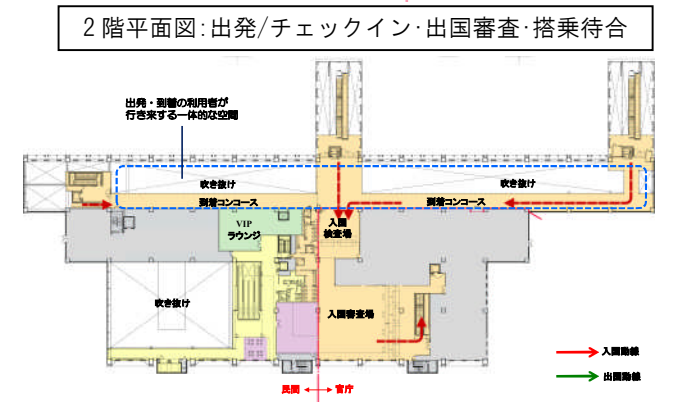
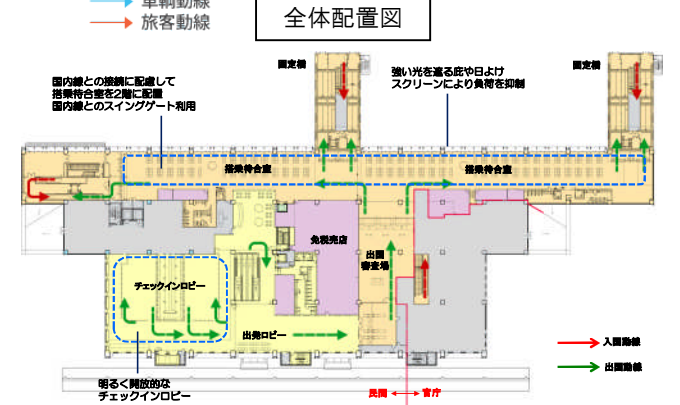
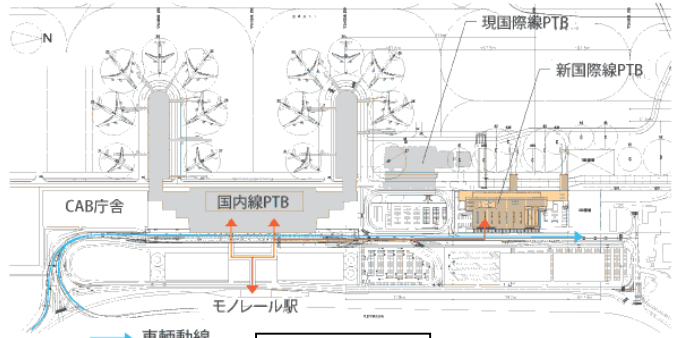
沖縄を訪れる旅客は2階レベルで航空機から旅客ビルにアクセスした後、固定橋で3階に上がり、到着コンコースを経由して入国審査へ向かう。到着コンコースは2層吹き抜けとなった搭乗待合の賑わいを感じながら、沖縄の象徴的な空と海を同時に臨むことができる。入国審査場は約9.0mの天井高さを持つ開放的な空間とし、審査時の待ち時間を快適に過ごせるよう配慮している。

外観デザインは、隣接した国内線ターミナルビルとの一体感に配慮して、緩やかな局面屋根とリズム良く配置された琉球石灰岩張りの壁面を踏襲している。

東西の開口部には琉球緋の格子模様をイメージさせる水平デッキと垂直ルーバーを配置し、建物外壁面に光と影の強いコントラストを演出した。西面(エアサイド側)にはさらに水平ルーバーを設けて外観上の特徴を演出するとともに、西日を遮蔽し、建物内部への熱負荷低減を図っている。

大屋根の先端部は国内線前のダブルデッキが将来延伸されることも考慮し、将来的に屋根を設けられるよう、片持ち梁を建物から約10m歩道側に張り出しており、リズムカルに配置した梁とルーバーが深い影を落とし、沖縄の強い陽射しを印象づけている。

設計監理：	梓・安井・宮平・那覇空港新国際線旅客ターミナルビル設計共同企業体
設計期間：	平成22年10月～平成24年3月
施工者：	㈱國場組・大成建設(株)・㈱仲本工業 特定建設工事共同企業体
建築面積：	10,098.82㎡ 延床面積：23,922.47㎡
建物用途：	空港旅客ターミナル施設
階数：	地上4階 最高高さ：24.84m
構造種別：	鉄筋コンクリート造、一部鉄骨造 (プレキャスト・プレストレストコンクリート造)
工期：	平成24年6月～平成26年1月



断面構成図: 出発動線／到着動線



那覇空港全景（手前:国際線, 奥:国内線）



外観写真(南東面)



外観写真(東面)



外観写真(西面と固定橋/PBB)



3階:吹き抜け(チェックインロビー上部)



3階:到着コンコース



2階:チェックインロビー



2階:搭乗待合室

【構造概要】

本建物は、地上4階建て、建物高さ24.8m、延床面積が約23,000㎡の国際線旅客ターミナルである。

沿岸部で風が強く、飛来塩分量が極めて多いという沖縄特有の環境下において、耐塩害性能に配慮するとともに、最大で28.8mスパンの大空間を実現するため、構造種別は高強度コンクリートを使用するプレキャスト・プレストレストコンクリート造を採用した。

固定橋はターミナルビルとはEXP.Jで構造的に分離した地上3階建ての鉄骨造としている。

基本グリッドは12.0m×14.4m、構造形式は両方向とも純ラーメン架構とした。180m×50mの平面形状をした本建物にあって、梁および床材をPCa部材とすることにより、乾燥収縮にともなう収縮ひずみ、ひび割れを低減させる効果も期待できる。桁行方向は12.0m×15スパン=180mにおよぶため、概ね3スパン(36.0m)毎に収縮緩衝帯を設けてコンクリートを後打ちする計画とした。

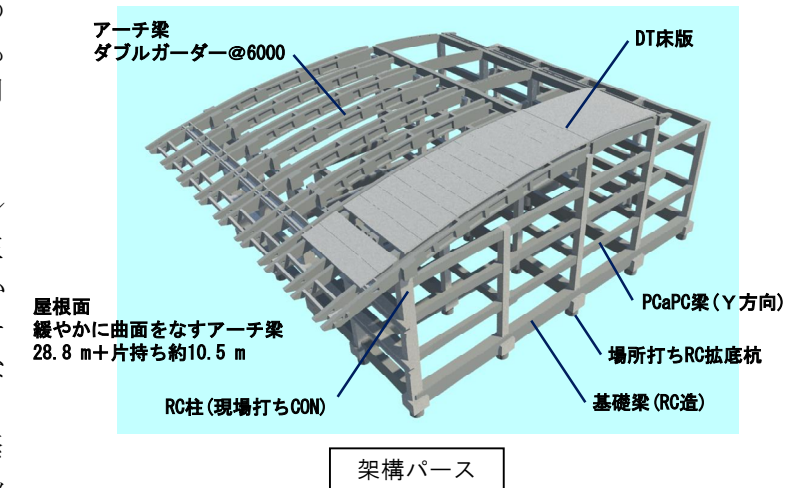
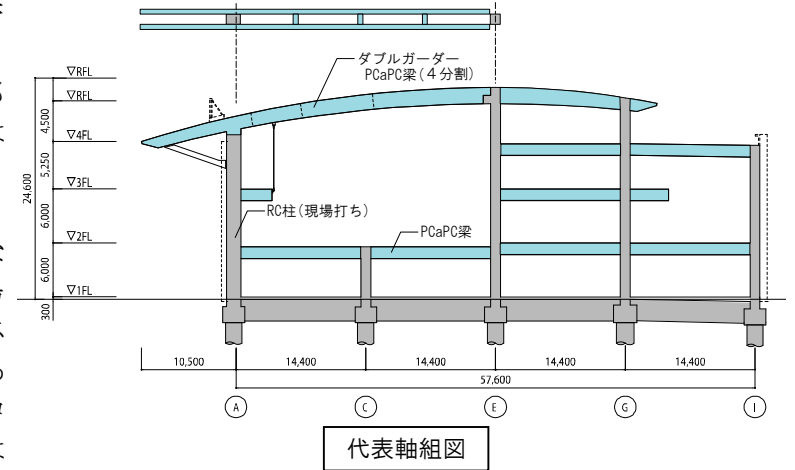
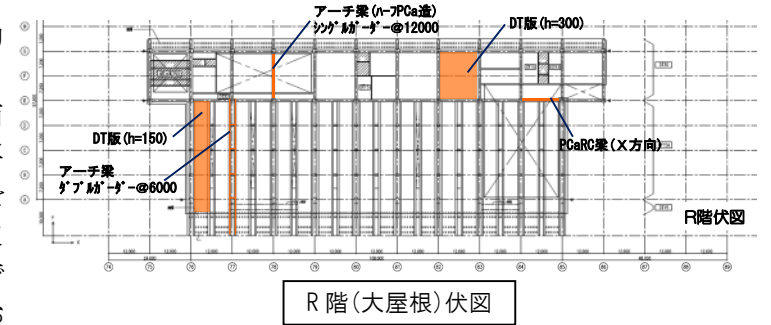
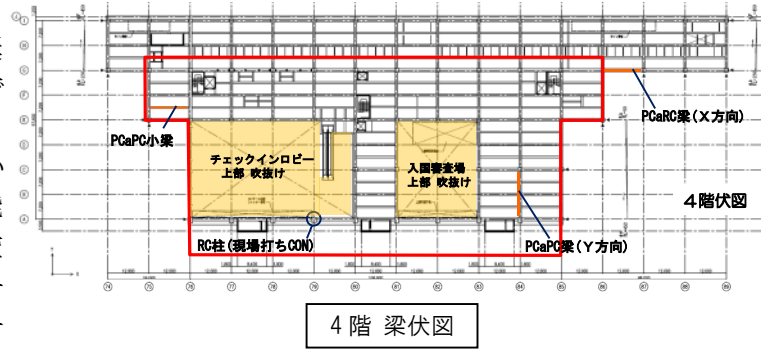
桁行方向(X方向)の大梁はPCaRC造(一部現場打ち、PC造)、梁間方向(Y方向)の大梁はPCaPC造、基礎梁を含む1階床以下の躯体と、各階の柱材は現場打ちRC造とした。

工期短縮に対するPCa化の効果を損なわない範囲で、建設コストを抑えるために柱材は現場打ちを採用した。これはPCa部材で28.8mの大スパンを架設する際に生じる施工誤差を吸収する緩衝部としても機能を果たしている。現場打ちコンクリートにはFc36~42N/mm²、PCa部材はFc42~45N/mm²とし、県内で調達できる範囲の高強度コンクリートを使用している。また、小梁もPCa化し、床版もハーフPC版として計画し工期短縮を図った。

【大屋根の構造】

R階は緩やかな曲線を描くアーチ梁(スパン28.8m+片持ち部10.5m)とし、屋外を含めた正面のエントランス部庇からチケットロビー上部にかけて大屋根を構成している。航空機の翼をイメージさせる既設国内線ターミナルビルの特徴的な大屋根形状を継承したものである。

アーチ梁は矩形断面梁を要所で梯子状に緊結した2本1組のダブルガーダーとして6.0mピッチで設けている。応力の小さい位置では、軽量化を図るために梁側面の一部を削り込んでウェブ厚を250mmとしたコ字形の形状とした。これも既設国内線ターミナルビルで採用された架構形状である。



大屋根の床版はスパン約4.5mのA-E通り間にリブ高さ150mm、スパン約10.0mのE-G通り間にはリブ高さ300mmのDT版を採用し、工期短縮や軽量化を図りながらも十分な耐風性能を確保している。

【PC 部材の設計】

Y 方向の PCaPC 梁は、小梁、床版、トップコンクリートの自重および施工荷重時に対して両端が単純支持となる。中央下端の引張応力度が曲げ引張強度以下となるように 1 次 PC ケーブルでプレストレスを導入した。

長期荷重に対しては、端部・中央ともに最大のひび割れ幅が 0.2mm 以下となるよう鉄筋を配置し(Ⅲ種 PC)、長期・地震時を含めた各応力の組み合わせに対して終局強度設計を行っている。

2次 PC ケーブルの現場緊張により圧着接合し、仕上げ、積載荷重時には梁端部が剛接合となる。地震時には正負曲げモーメントが生じるため、2次ケーブルによるプレストレスで梁端部に十分な耐力を確保するものとした。

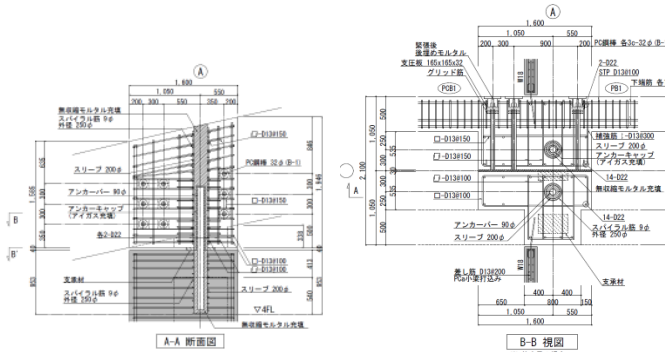
PCaPC 小梁も、中央下端では架設時の施工荷重に対して引張応力度が曲げ引張強度以下、長期荷重に対して中央下端のひび割れ幅を 0.1 mm 以下になるようプレストレスを導入した。また、端部の上端は RC 梁として設計している。

大屋根が緩やかな曲線を持つことにより、A 通り柱頭部にはスラスト力が生じる。また、プレストレス導入時の強制変形にともなう付加応力もあるため、柱頭部に過大な水平力を作用させないよう、アンカーバーでせん断力を伝達できる機構を確保しつつ、接合面にはスライディングパッドとステンレス鋼板を設置し、架設時には柱頭部がローラー支点となるディテールを採用した。

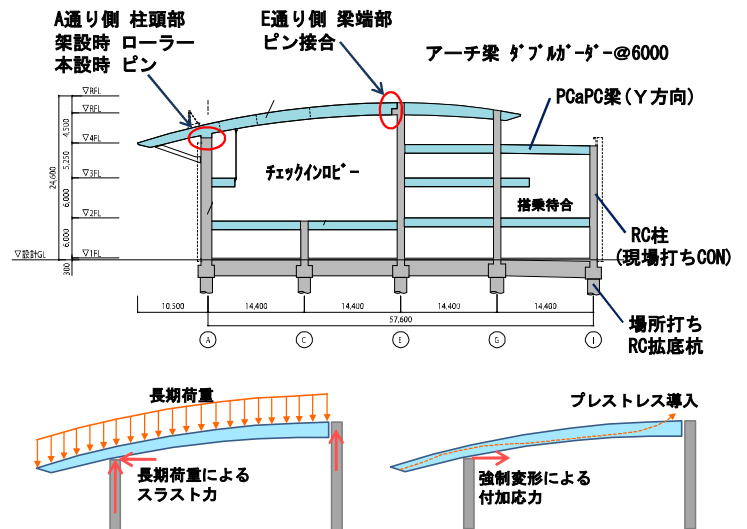
スラスト力やプレストレスにともなう変形を吸収できるように設けたアンカーバー周囲のクリアランス部に無収縮モルタルを充填してピン支点とする。

圧着接合で一体化させる大屋根のアーチ梁は、長期荷重に対してフルプレストレスで設計し、カーブサイドに大きくせり出した片持ち部分には地震時における局部震度(1.0G)も考慮した。

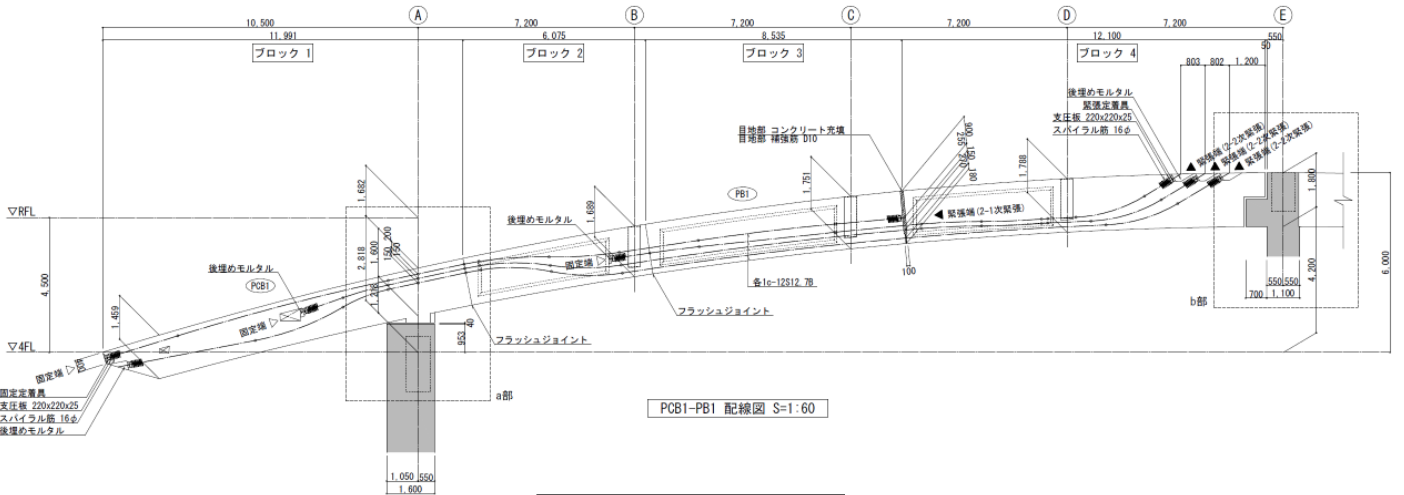
ダブルガーダーは両端部をピン接合として二次部材的な扱いとし、当該部材を除くラーメン架構で地震力を処理するものとした。



A 通り柱頭部 詳細図



短辺方向 軸組図



ダブルガーダー配線図

【施工計画】

地上躯体のPCa部材と場所打ちコンクリート部材を併用した積層工法により、約5ヶ月という工期で施工を行っている。

RC造柱を梁下まで場所打ちコンクリートで構築し、型枠を撤去後にPCa大梁を架設、さらにPCa小梁、PC床版を順番に架設していく。大梁の上端筋および2次緊張ケーブルを配置後、場所打ちトップコンクリートを打設して所定のコンクリート強度を確認したのち、プレストレスを導入して一体化を行うものとした。

南北方向に長い平面形状をI～IV工区に分割し、エアサイド(滑走路側)に450tクレーン、カーブサイド(一般道路、エントランス側)には200tクレーンを配置して工事を進めた。

前面道路の車両動線を妨げることはできないため、カーブサイドに十分な工事エリアの確保が見込めなかった。そこで、カーブサイドの1スパン

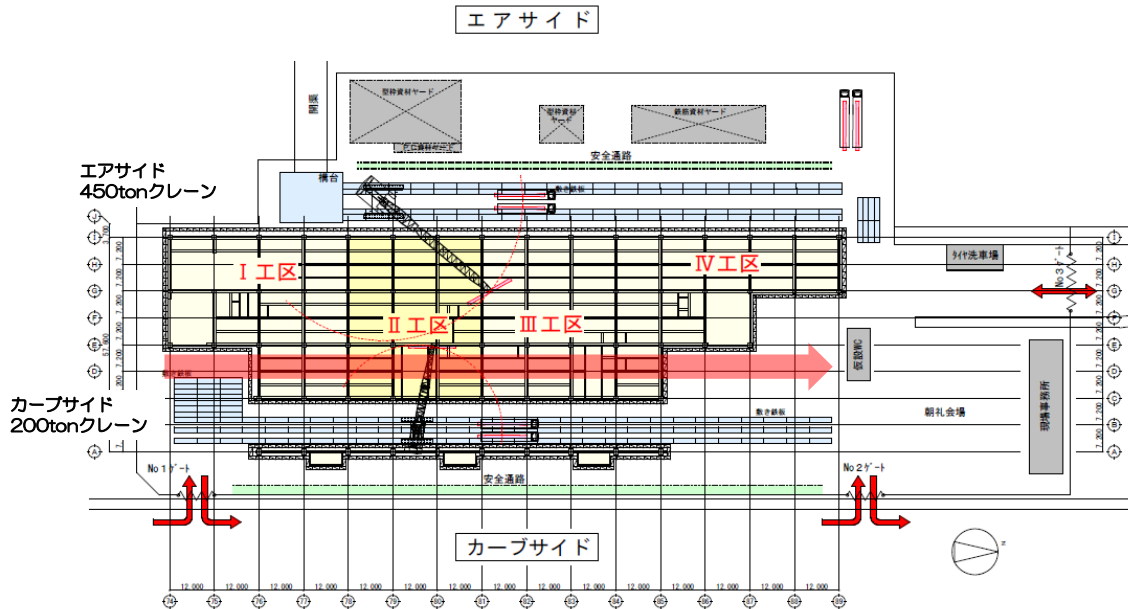
(A-C 通り間)に大型クレーンの走行路を設けて、地上部のPCa部材を架設するものとした。

A-C 通り間の躯体はダブルガーダーを含めた大屋根を架設した後に、あと施工で建て逃げる計画を採用した。

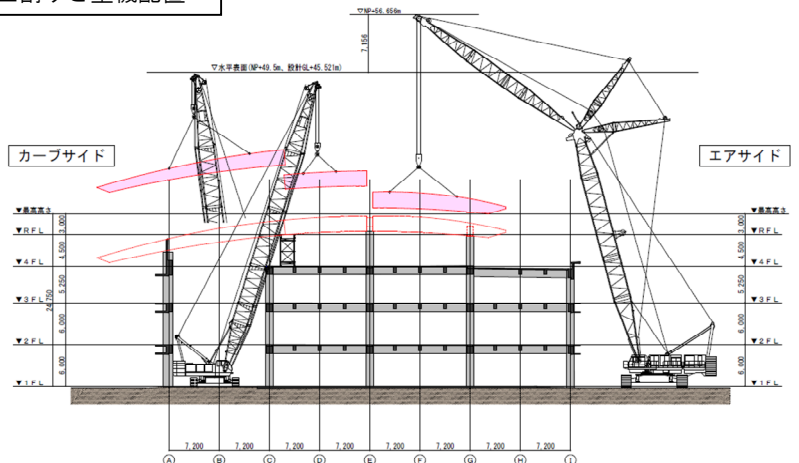
【ダブルガーダーの施工】

大屋根を構成するダブルガーダーは、運搬・揚重を考慮して県内の工場で4つのセグメントに分割して製作し、現場に運び込むものとした。このうち3つのセグメントは現場で圧着接合してから架設し、残るセグメントと最終緊張時に圧着接合して一体化した。

地組みする3つのセグメントは最終形状に合わせた鋼製型枠を薄板で仕切り、各セグメントの製作を行った。こうして接合部の両端を同形状として、目地を不要とするフラッシュジョイントとした。



工区割りと重機配置



大屋根面 PCa 部材の架設



柱コンクリート打設



PCaPC 大梁の架設



PCaPC 小梁の架設



ハーフ PC 床版の架設



アーチ梁の鋼製型枠



アーチ梁の配筋



アーチ梁の地組み（2次緊張）



フラッシュジョイント部（接合キー）



アーチ梁の架設（ブロック 4）



アーチ梁の架設（ブロック 1～3）



A 通り側 支承部



アーチ梁の架設（A-E 間）



DT 版の架設（A-E 間）



大屋根 DT 版

【おわりに】

那覇空港新国際線ターミナルビルは平成 26 年 2 月にオープンし、昨今の訪日外客数の増加を受けて利用者数も順調な推移をみせています。今後も沖縄の振興に貢献する施設として、また沖縄の文化を世界に発信する起点として利用されることを期待します。

計画の段階から竣工に至るまで、大変お世話になりました那覇空港ビルディング株式会社の関係者の皆様をはじめ、設計・施工に関わった関係者の方々に心から御礼を申し上げます。