

宮古島市未来創造センターの設計・施工 —PCaPC造による半屋外空間と重なる屋根—

門口 安則*1・砂川 佳久*2・中田 敏之*3

本建物は、沖縄県宮古島市に建設された図書館・公民館の複合施設である。珊瑚が隆起してできた宮古島の持つエネルギーの原点をデザインとしてテーブルサンゴをイメージし、市の新たなシンボルとしての施設を目指して設計した。市民が憩い集うことのできる半屋外空間は、プレキャスト・プレストレストコンクリート+鉄骨による約6mの片持ち梁によって大きな庇を計画した。宮古島の強い日射を避け、風が通り抜ける日陰の元、人々が語り合い交流し、未来へ繋がる空間の実現ができた。

キーワード：PCaPC造、半屋外空間、省力化



写真-1 全景

1. はじめに

計画地である宮古島は、沖縄県本島の南西約300kmに位置し、大小6つの島々からなる自然豊かな島である。島全体がおおむね平坦で、総面積204km²で人口約5.5万人程の島で

ある。島の経済は、主に農業と観光産業で成り立っている。近年では観光客の増加により、ホテルやアパートの建設ラッシュで、それは「宮古バブル」とも呼ばれ、慢性的な職人不足、それに伴う建設費の高騰が進んでいる。

本建物はそのような状況の中、躯体にかかる労力不足をカバーし、安定した部材供給の確保に加え、耐震性・耐塩



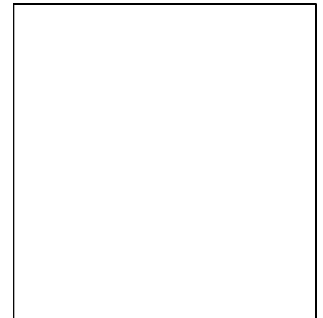
*1 Yasunori KADOGUCHI
(有)アトリエ・門口
主宰 代表取締役



*2 Yoshihisa SUNAGAWA
(有)アトリエ・門口
取締役 設計チーフ



*3 Toshiyuki NAKATA
黒沢建設(株)
工事部



害性の確保、また図書館やホールというロングスパンによる大空間を要する施設であることが求められた。そして、ワンルームのような開放的で自由な平面計画を行うさまざまな設計の観点に加え、宮古島市に新しい建設技術を残し、島の建設業の未来における技術の発展に寄与するという基本設計時の目的から、島で初めてとなるプレキャスト・プレストレストコンクリート（以下、PCaPC）造を採用した（写真-1）。

2. 建築計画概要

本建物は、宮古島の市内にあって「元宮古病院跡地」に整備された図書館と公民館の併用施設である。これまで宮古島の図書館は建替えによる移転や老朽化、利用者増加に伴う施設の脆弱さなどから、市民に対するサービス向上が求められていた。市町村合併に伴い、平成19年3月から平成25年9月までの間3回の基本構想を繰り返し、本施設が計画された。図書館は、15万冊以上の蔵書の収納が可能で、一般資料エリア以外に郷土資料エリアや子供の本エリアなどを備える。図書館のほか、公民館機能として300名収容のホールに加え、会議室としても利用できるスタジオやギャラリーがあり、分棟では調理室・和室棟、研修室棟がある（図-1）。分棟と本館は大屋根の半屋外空間で繋がっていて、心地よい空間をつくり出している（写真-2）。

3階部分の屋根は下部に日陰を作り出すだけでなく、屋根上部では消防と協議し、避難上有効なスペース（避難空地）として設定されている。また、周囲のレベル差を利用し敷地のどこからでも施設へ出入りすることができる計画とし、バリアフリーを確保しつつ、防災評定により火災時の安全も担保した施設となっている（図-2）。

建物概要を以下に示す。

建設名称：宮古島市未来創造センター

所在地：沖縄県宮古島市平良字東仲宗根807番地

発注者：宮古島市

設計監理：(有)アトリエ・門口、(株)エー・アール・ジ
一設計共同企業体（協力事務所：細矢仁建築設計事務所）

構造：(有)西園博美構造設計事務所

設備：(株)総合設備計画

施工：共和産業・久仲工建・西里建設JV(建築)

敷地面積：23319.87㎡

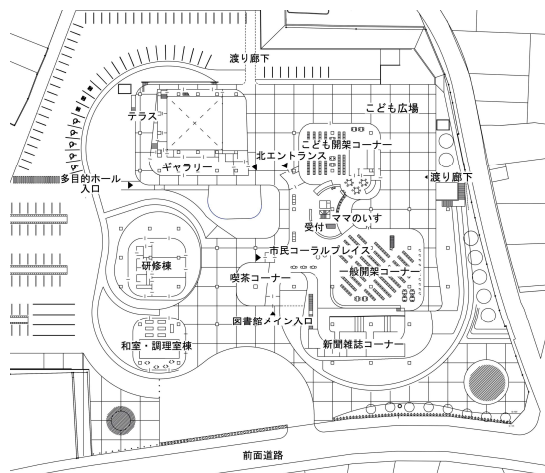
延床面積：12203㎡

用途：図書館、公民館

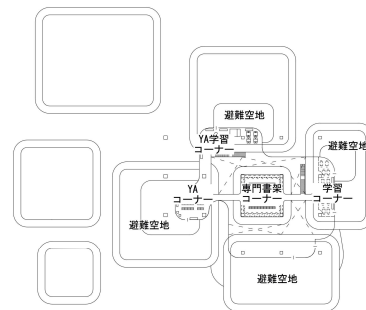
階数：3階

構造：PCaPC造 一部鉄骨造 一部RC造

工期：2017年3月～2019年8月



(a) 1階配置図



(b) 2階配置図

図-1 平面図

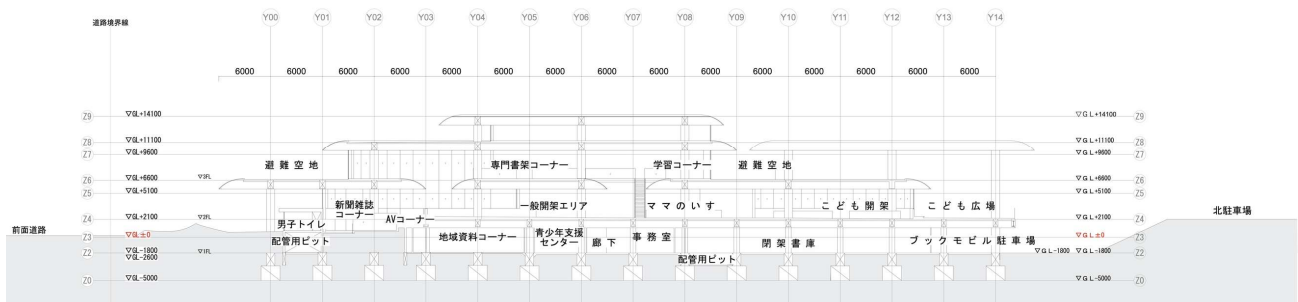


図-2 立面図



写真-2 大屋根による半屋外空間

3. 構造計画概要

3.1 基礎の計画

地盤は一部を除き非常に良好な石灰岩であり、基礎については直接基礎とした。本施設は低層でありながら広い面積を持つことから、設備の配管やダクトについては施工性やメンテナンスに配慮し、地下ピットを通り、地上では垂直経路を基本とする設備計画が当初より検討された。そのことから元々の施設（県立宮古病院）の基礎を利用し、解体後に埋戻しを行わず既存の床付レベルに合わせて基礎高を設定し、基礎をピットとして利用する計画とした（写真-3）。それにより有効な地下空間を形成することができたとともに、土工事に掛かる費用の削減も同時に可能とした。

施工に際し一部地盤の地耐力が不足する部分については、地盤改良としてオールケーシング現場打ちコンクリート杭（摩擦利用）を用い、前もって計算した基礎の支持力を設定することで、一部の計画変更に伴う期間の短縮を図り工程に影響が出ないよう申請を行った。



写真-3 既設レベルに合わせた基礎

3.2 構造上の特徴

(1) 重なる屋根

建築の特徴であるテーブルサンゴのように重なる屋根（写真-4）のデザインを成立させるため、沖縄の住宅に見られる「角出し」からヒントを得て（図-3）、屋根を重ねていくこととした。最終的に10個の独立した床から構成され柱と床の関係が複雑な事から、設計用の地震力を通常のAiモデルから決定する事が困難な為、10個の剛床を設定した部材レベルの立体振動を行い、1次設計用の地震力を設定した。その際、剛性率、偏心率に関しては各剛床毎に求め、PC部材用のFesを決定している。



写真-4 重なる屋根（施工中）

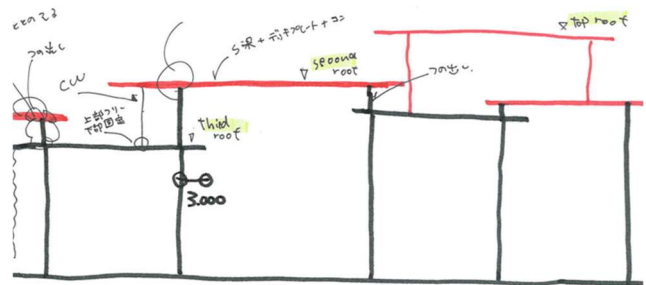


図-3 屋根架け方イメージ（設計時）

柱部材の架構については単純なグリッドとしており、プレキャスト（以下、PCa）コンクリートでのメリットである部材形状の反復を意識した。屋根は8枚（本館）のうち上部2枚の屋根はコンクリートの打設を行わない乾式の屋根とし、軽量化を図ることで構造的負担の軽減を行った。また、防火区画を形成するシャッターについても軽量化を行うためにシートシャッターにて計画を行っている。デッキスラブ単体で求められる耐火仕様を満足させ、防水にはシート防水を行なっている。シート防水には宮古島に襲来する風速80mから90mともいわれる台風に対応するために、固定金具の間隔を密にし強風に耐えうる仕様とし、すでに半年で4度の大型台風も経験している。3階の諸室において繋がるブリッジについては片側をローラー支持として、各剛床の変形を拘束しないよう配慮した。屋根の高さや架け方、大きさは施設内部諸室と関連してくるため、設計中はさまざまな検討を行った（写真-5）。施設の内部にも屋根が入り込み、内と外が曖昧に繋がる開放的な空間となっている（写真-6）。



写真-5 屋根のスタディ



写真-7 片持ち梁の架設状況



写真-6 内外に繋がった屋根

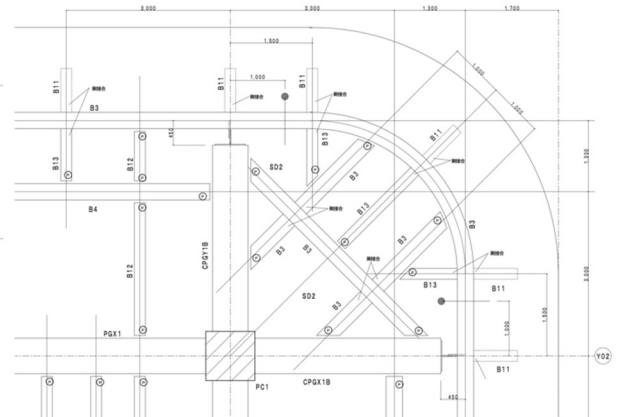


写真-8 片持ち梁 PCa 部材

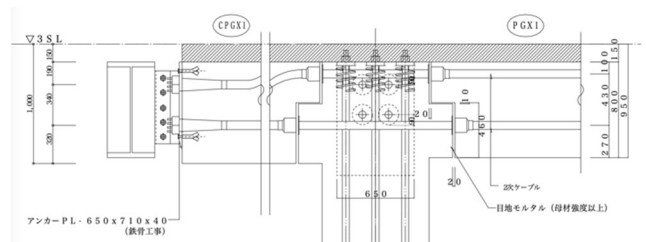
(2) 鉄骨を併用した片持ち梁

約6m張り出す底は、PCaの片持ち梁に鉄骨を組み合わせて計画した(写真-7)。PCa梁の先端にはブラケットを先に仮付け(写真-8)することで、上部での作業の負担軽減を図った。また、梁を架けた後の部材圧着用の緊張力を利用して、定着体を介してブラケットを固定する計画とした(図-4)。鉄骨ファブリーケーターは島内にはないため、鉄骨との取合いの多い梁の製作については連携の取りやすい沖縄本島での製作とし、海上輸送にて宮古島島内へ搬入する計画とした。梁部材については、仕上げ面はなく、すべて天井内へ隠れる設計としている。柱部材については、梁に先だって現場組立てが行われることに加え、そのままの素地仕上げとなることから、海上輸送時の塩害や施工時の傷や破損の恐れを考慮し、島内にて製作する計画とした。

片持ち部については、架構後、トップコンクリート(スラブコンクリート含む)を打設するので、強度発現までは一時的に支保工が必要となる(写真-7)。そのため、どの場所から梁架けを行うかの工程は、綿密に計画し施工を行った。そのほかの梁部材については、架設する両柱にあるコーベルに仮置きするため、支保工が不要で柔軟な工程計画を行うことができた。また、架設後の躯体上部での作業軽減のために梁上部に必要な鉄筋については、PCa梁先端のブラケット同様に地上にて先組みして施工を行っている



(a) 取合い平面



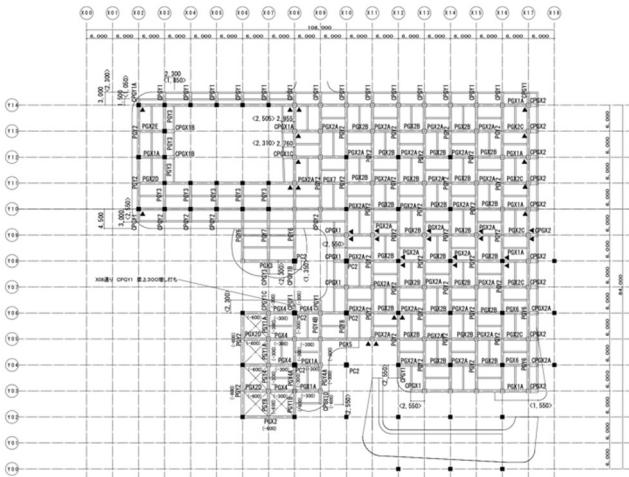
(b) PCa部材側面

図-4 片持ち梁先端部

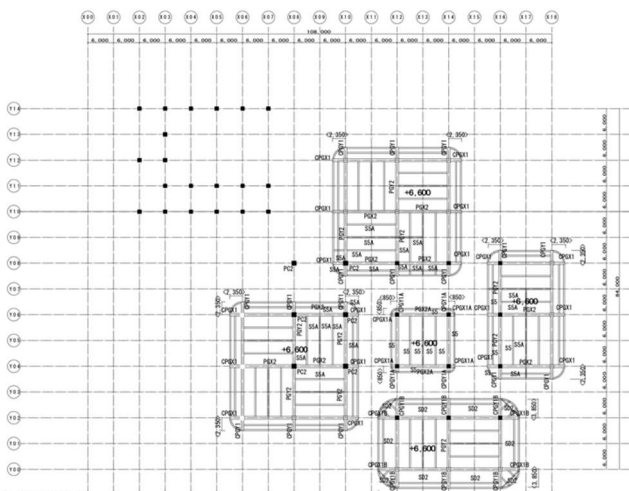
重なる屋根と同じく、この建物の特徴である大きな庇は適度な剛性を持ったPCa部材と鉄骨を併用することによって可能となった。屋根と同様に、島を襲来する大型の台風による強風に対し、しっかりと耐えうる片持ち梁を実現できた。

(3) 二つのグリッドの併用

一階部分においては、二階部分（図書館エリア）の積載荷重の関係から6m×6mを基本のグリッドとしている。柱断面はあまり大きくできないことに加え、一階部分についても大きなスパンを必要とする諸室等があったため、6m×6mと12m×12mグリッドを併用した形とし、荷重を等分に分配できる柱配置としながら、合わせて柱本数を減らすこととした（図-5）。これにより、柱やそれに伴う基礎フーチングも減らすことができ、予算を抑えることも可能にした。梁については、各柱にコーベルを設け6mスパンの梁を架設した。また、二階部分においては12m×12mのグリッドとし、12mスパンの梁の中間に6mスパンの同寸法の梁を設置することで、開放的な図書館の空間をつくり出している（写真-9）。



(a) 2階伏図



(b) 3階伏図
図-5 各階梁伏図



写真-9 視線が抜ける空間（12mグリッド）

(4) 多目的ホールにおける梁

ホール部については、もっとも長い18mスパンの梁を使用し客席部や舞台における大スパンを実現した（図-6）。18mスパンの梁は3分割した形状で製作し、現場にて圧着し架設する計画とした（写真-10）。多目的ホールはさまざまな催し物に活用されている（写真-11）。

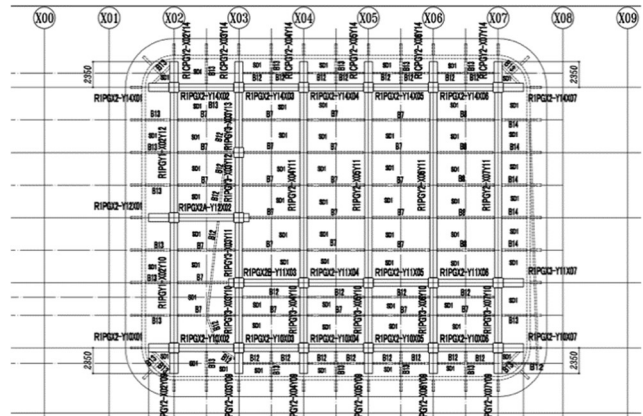


図-6 多目的ホール部梁伏図



写真-10 分割した18mスパンの梁



写真-11 多目的ホール内部

3.3 屋根（梁）の架構

重なる屋根をつくりだす梁の架構は、吹抜けを介して上部で繋がる建物の形状の特殊性を表す複雑な架構となった（図-7）。上層部の二層においては乾式の屋根としたために、コンクリートの打設は、PCa部材上部のトップコンクリートのみが必要であった。そのため、当初は鉄骨足場を利用する工程であったが、作業足場の設置が優先して必要となり、結果的に足場の工程が早まることで、時期的に職人が不足していた足場葺との調整に時間を要してしまった（写真-12）。

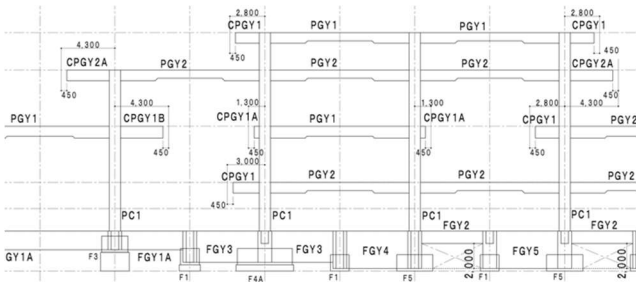


図-7 梁の架構図



写真-12 組み上がった現場

4. 部材の製作について

PCa部材は、先に述べたように梁については沖縄本島にて、柱については宮古島におけるプラントにて製作した。宮古島において建築で使用されるPCa部材は、今回が初めてであったために、工場機材の確認等は入念に行われた

（写真-13, 14）。また品質の管理と精度については、専任の担当者が長期常駐する管理体制が置かれた。島の気候をよく知る工場側との連携で、工程通りに品質の良い部材の製作が行われた（写真-15）。

部材数については、柱173本、梁は442本であった。梁の中央部にはハンチを設け梁の断面が変化しており、ハンチ下部のスペースを利用し設備の配管配線を行い、スリーブ等を設けない計画とした。2階は6mグリッドとしたことでハンチが多く利用でき、配管ルート確保が容易となった（図-8, 9）。梁端部の成はほとんど950mmであり、梁下端から天井までを下地材だけの構成で50mmとすることで、天井内空間の無駄を省き意匠的にも屋根の見付けを抑える事が可能となった。



写真-13 部材製造工場



写真-14 品質管理状況



写真-15 打設状況

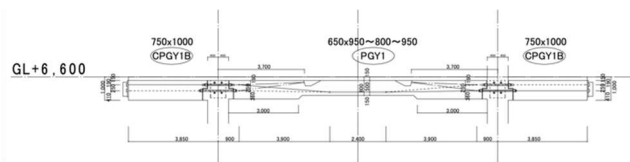


図-8 3階梁架構例 (12m スパン)

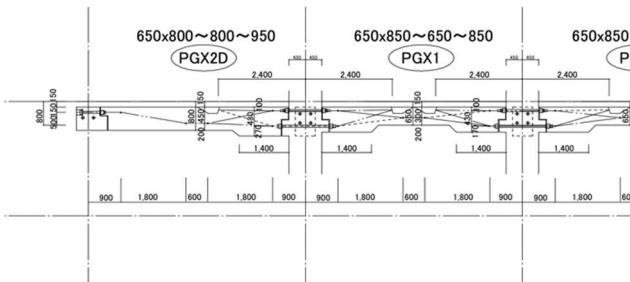


図-9 2階梁架構例 (6m スパン)

5. 施工について

5.1 揚重計画

宮古島は空港が島の中心にあり、島の大部分が高さ制限の影響を受ける。そのためブームを高く上げることができない中、建方には450tのクローラークレーンを用いた(図-10)。また、建物中央がもっとも高い場所となることから、片方からの建逃げを行う計画ではなく、周囲を取り囲みながらPCa部材を建て込む施工方法をとった。小梁部材の多くは鉄骨部材であることから工区ごとにクレーンを入れ替えながらPCa部材、鉄骨部材を順に建て込んだ。

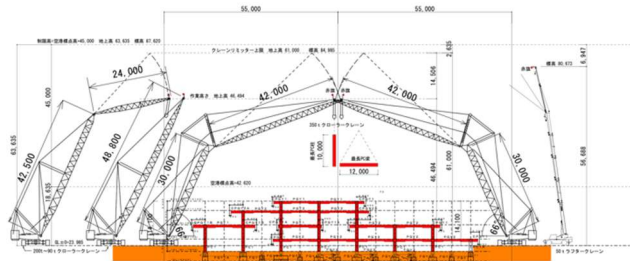


図-10 揚重計画図

5.2 工程

施工現場は、4つの工区分けを行い進めていった。型枠工、鉄筋工等の労務不足により基礎工事は着工より一年を要してしましたが、上部のPCa工事が始まると実質半年で棟が上がった。これは、PCa化によって、労務不足がもたらす工期への影響をいかに少なくすることができたかを実証できた。その後も仕上げ工事に伴う職人不足が重なったが躯体工事にて安定した工期を得られることは非常に有効な事であった。

5.3 架設

二階部分を除き、三階以上の屋根からは単独で屋根が完結していくことから、現場の状況に応じて屋根ごとに梁を

架ける事が可能であった。一度梁を架けておいて、緊張を行わず次の屋根の梁架けへ移動。その後、緊張工事を一定の時期にまとめて行うなど、建物の持つ特徴がそのまま作業の効率化を可能にした(写真-16)。合わせて小梁については、鉄骨であったために作業の取り合いについてもスムーズに行われた。



写真-16 梁の架設 (6m スパン)

5.4 緊張

プレストレス力による躯体の変形への影響を抑えるための後打ち部(後打ち箇所は二階床のみ)については、建て方順等を考慮し、中央部と端部にそれぞれ設けた。それにより二階床コンクリート打設完了までは、建物を4つに区分し施工を行なった。その後は8枚の屋根ごとに組立緊張を行っていった。

導入力は、柱(PC鋼棒32φ-9本)については450kN/本とし、梁については一次緊張(大梁のみPC鋼より線12.7mm)125kN/本、二次緊張については片持ち梁を含めて(PC鋼より線12.7mm)90kN/本となっている。

梁の一次および二次緊張ともにポストテンション方式とした。PC鋼より線本数は、必要なプレストレス力に応じてそれぞれ3, 7, 9, 12本とし、二次緊張材については防食ストランドとしてエポキシ樹脂全素線塗装型PC鋼より線を使用した(写真-17)。



写真-17 緊張状況

6. おわりに

2019年8月15日、無事に建物は竣工を迎えた(写真-18)。オープン当日には、非常にたくさんの市民が訪れ賑わった(写真-19)。内外が曖昧につながる空間とし、たくさんの自然光を取り込みつつ、西日や入り込む日照についてはシミュレーションにより確認し、空調能力、照度計画、本焼対策の書架配列を行なった(写真-20)。明るく、開放的な空間、珊瑚の元に寄り添うように人々が回遊し、場を共有する(写真-21)。宮古島に、そんな新しい図書館が完成した。



写真-18 完成写真



写真-19 オープン当日



写真-20 書架の配列状況

沖縄県の離島である宮古島にて、初めてのPCaPC造の建物が完成した。部材製作にあたって、心良くプライドを持ち新たなカテゴリーへ挑戦頂いたプラントの皆様には感謝と敬意を表したい。現場職人に対しては、あの強い日差しの中で事故もなく着実に作業を日々されていたことに感謝申し上げたい。また、常に行動をともにしていただき、日々の検査や工程にも熱く関わって頂いた宮古島市の監督員の皆様の理解なくして、この建物は成り立っていなかった。棟上げ時には宮古島のテレビ局や新聞社も駆けつけ、この建物における島の期待度の高さを皆で驚いた(写真-22)。オープンから一年、利用客は増えるばかりだそう。これからも名の通り、未来を創造する場として利用される施設であって欲しい。

くくり、宮古島市に新しい建設技術を残すという当初の目的も、建物完成と同時に達成できた。これからもこの建物と共に島のさらなる発展を願っている。



写真-21 利用状況



写真-22 棟上時

【20**年*月**日受付】
<原稿書式 2016.5.13版>