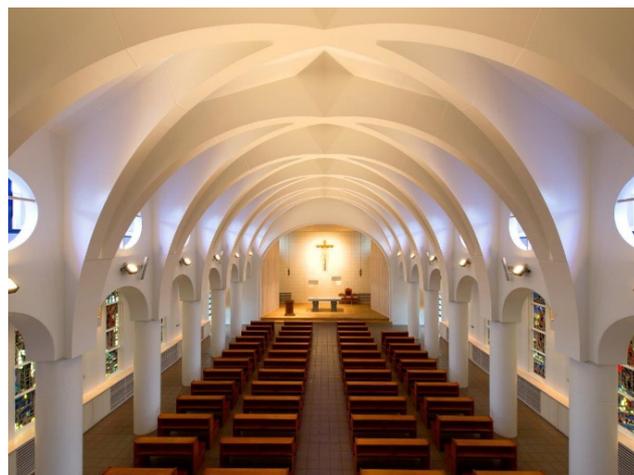


宮崎カトリック教会（聖堂棟）

～伝統的な教会の姿を現代の技術で～

株式会社 エム設計一級建築士事務所

株式会社 星野建築構造設計事務所



1. はじめに

宮崎カトリック教会は、1891年（明治24年）にパリ外国宣教会のラゲ神父によって創立され、現在まで117年の歴史を経ている。その間に二度の移転があり、1974年に旧教会が創設された。信徒数は1000名を超え、施設も築40年を超えていることから、この度、新教会を建設する運びとなった。

新教会は、約6200㎡の敷地に鉄筋コンクリート造（以下RC造）の聖堂棟と木造の信徒会館・司祭館が計画された。RC造聖堂棟の計画にあたり、屋根形式は、教会建築に多く見られるアーチ構造形式（別名、コウモリ天井）を持つ山形屋根で設計された。コウモリ天井の特徴は、アーチ構造の梁が屋根中央で斜めに交差し連続することで造り出される美しい空間であり、より均一な部材が連続する程、その美しさが表現される構造である。しかしながら、現場打ちRC造では、技術的・工期的に問題もあり実現が難し

いと判断から、丸柱を含む山形アーチ架構は、製品毎の形状が均一になり美しい曲面が表現可能なプレキャストプレストレストコンクリート（以下PCaPC）工法が採用された。

2. 工事概要

工事名：宮崎カトリック教会新築工事

発注者：カトリック大分司教区

工事場所：宮崎県宮崎市吉村町北中1238

用途：教会

建築面積：513.93㎡

延床面積：610.64㎡

階数：地上2階

構造：RC造（一部PCaPC造）

基礎：直接基礎（地盤改良）

工期：平成27年2月～平成27年9月

設計・監理：(株)エム設計、(株)青建築設計

設計協力：(株)星野建築構造設計事務所

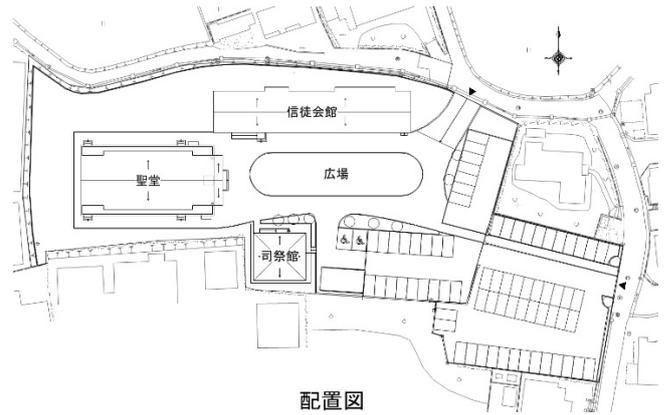
施工：(株)鎌倉組

3. 建築計画

3-1. 平面計画

全体計画では聖堂を中心に教会の管理を行う信徒会館と、神父様の宿舎になる司祭館及び広場と駐車場で構成されている。

聖堂の計画では 220 席程度の可動席と教会施設に特徴的な、1 階に泣き部屋、告解室、香部屋、祭器室、祭壇が配され、2 階に聖歌隊スペースが設けられている。(図-1)

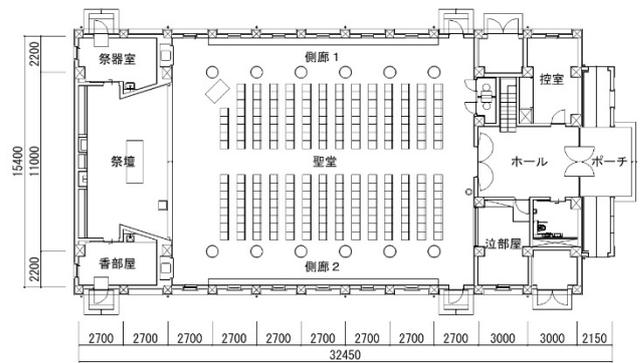


配置図

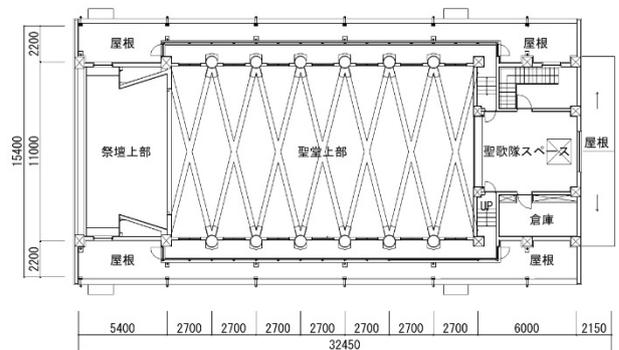
3-2. 立面計画

当初、計画としてはモダンな外観も提示していたが、最終的には伝統的な鐘楼を持った外観となった。(図-2)

また、教会建設の条件の中に、神戸の中山手教会（震災により被災し取り壊される）の保存されたステンドグラスを再使用することが条件付けられていた。その為、薔薇窓など様式に合わせ設置することが求められ、結果的に伝統的な教会のフォルムになった。(写真-1)



聖堂 1階平面図

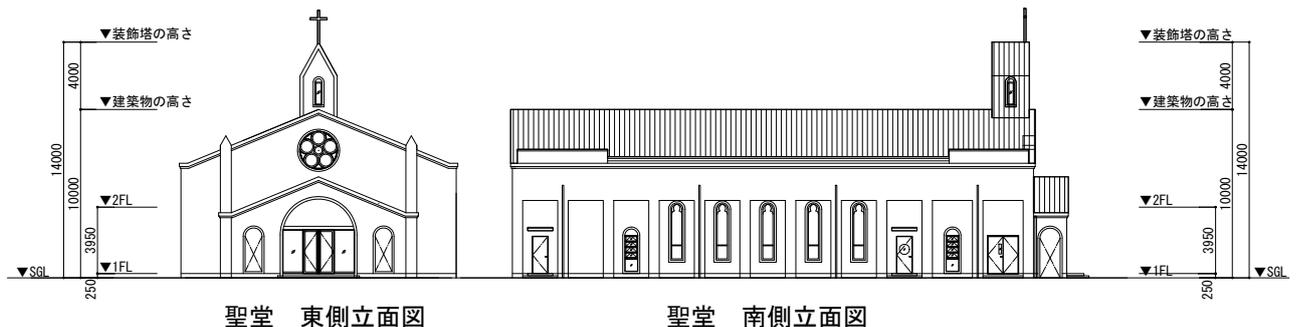


聖堂 2階平面図



写真-1 ステンドグラス

図-1 配置図・平面図



聖堂 東側立面図

聖堂 南側立面図

図-2 立面図

3-3. その他計画

・照明について

聖堂では通常のみ사가行われるシーンを含め、いくつかのシーンが想定された為、照明で演出が行えるようシーンごとの照明演出が可能ないように配灯制御を行っている。その為に設計時、照明のシミュレーションを行った。(写真-2)

案2 (青色点灯バージョン)

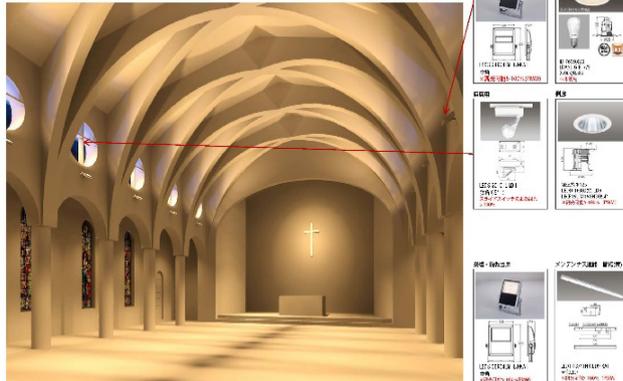


写真-2 照明のシミュレーション

・音響について

聖堂内はPCaの表し部分が多く、残響が予想された為に音響のシミュレーションを行い、一部神父様の生の声が聞き取りにくいエリアを補足するため音響設備を設置している。また、難聴者に対しても座席の一定エリアに聴覚補助設備を施している。(図-3)

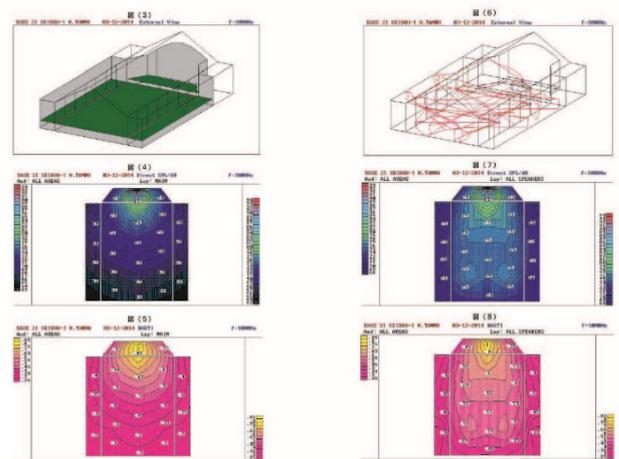


図-3 音響のシミュレーション

4. 構造計画

4-1. 構造計画概要

聖堂は 32.45m x 15.4m の整形な平面形状をしており、立面的には切妻の屋根がかかっている。中央部分にあたる聖堂、聖壇は 2 層吹き抜けで側廊およびエントランスホール部分のみ 2 階の床がある構造となっている。

当初の計画案においては、木造とする案もあったが、耐久性や耐震性など考慮のうえ、RC造とすることにした。用途的に壁の多い建物であり、耐震上の設計ルートは 1 を十分に満たすことが予想された。問題となったのは通称こうもり天井と呼ばれる斜めクロス梁をどのように美しく造るか、また柱から梁に切り替わる境目に設けられる装飾オーナメントをどのように取り付けるかということであった。これらの部分は躯体現わしとなるため、施工精度と躯体の美しさからPCaを採用することで設計を進めた。

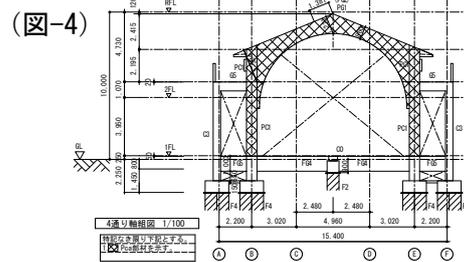


図-4 断面図

搬入道路が狭く製品の運搬，建方に課題が残ったが，道路を鉄板養生し補強することで土地の所有者の了解を取り付け，施工可能となった。聖堂と側廊の間に建つ柱は円柱としてオーナメントを介して屋根の斜めクロス梁に切り替わっていくため，屋根の梁とともに柱も PCa とすることにした。製品は搬入・建方を考慮して柱を 2 分割し，柱梁接合部とオーナメントを 1 部材、クロス梁頂部を 1 部材とした。また屋根もハーフ PCa としてクロス梁に載せることで施工の安全性と工期短縮を図った。

4-2. 設計方針

建物の設計は一貫構造計算プログラムにより行った。設計ルートは 1 とし，柱壁量は告示第 593 号に規定される柱壁量に対し，XY 両方向とも 2 倍以上確保されており十分に耐震性の高い建物になっている。プログラムの制約上斜めクロス梁が入力できないために，柱頂部に 2 本分の梁がかかるものとして，梁断面の傾きを考慮して梁幅の調整を行っている。(図-5)



図-5 一貫計算モデル化

一貫計算プログラムで求められた応力を用いて各部材の設計を行った。側廊がある下屋部分の拘束により 2 階部分の柱に大きな応力が生ずるため，PCa 部分の建方が終了した後，下屋部分のコンクリートを打設する計画としていたが，工期の問題で 1 階を同時打ちしたいとの施工者からの要望で，再度検討を行い下屋のある状態で屋根を施工しても問題ないことを確認した。

PCa の柱は 3 分割されるため，柱同士はスプライススリーブを用いた接合とし，柱と桁梁主筋の接合は機械式継手としている。(写真-3)



写真-3 機械式継手

敷地一帯は田圃に囲まれており，表層の地盤に耐力が期待できないため，柱状改良を施しその上に直接基礎とした。

4-3. アーチ部分の設計

屋根のアーチ梁は計算上 1 本の梁として計算されてしまうため，形状をそのままのクロス梁とした立体モデルにより別途解析を行い，梁断面の検討を行った。(図-6)

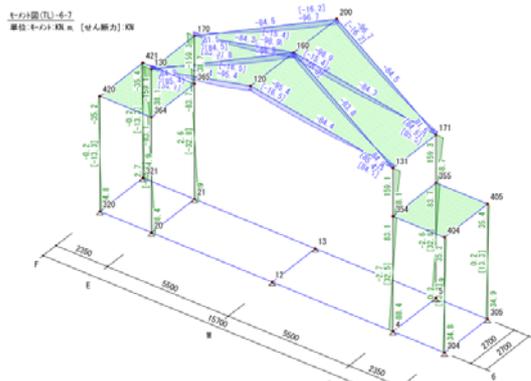
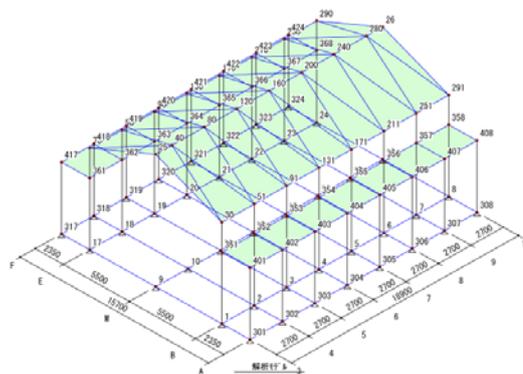


図-6 立体モデル

4-4. PCa 部材の設計

PCa 部材は、大梁は PCaPC 造、柱と床版は PCaRC 造として計画をした。梁幅は $b=300$ と細いため、小型の PC 定着具を使用し、クロス梁の棟部にデッドアンカーを納めて、柱側面からプレストレスを導入した。大梁の応力レベルは、目地部はフルプレストレスを目標とし、棟部はパーシャルプレストレスまで許容している。

柱同士はスリーブ継手により剛接合とし、床版はトップコンクリートを打設することにより剛床仮定が成立している。最終的に大梁にプレストレスを与えることにより、スラブにも圧縮力が入る構造としている。(図-7, 8)

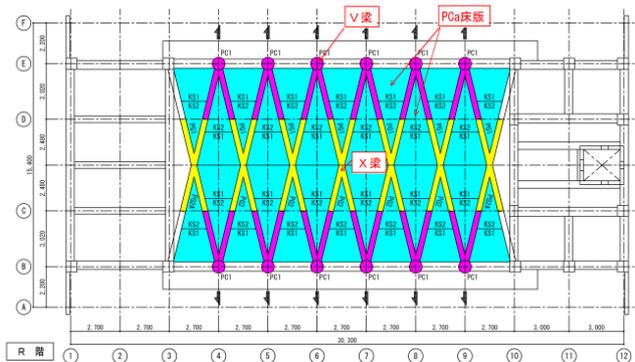


図-7 PCa 部材範囲 (平面)

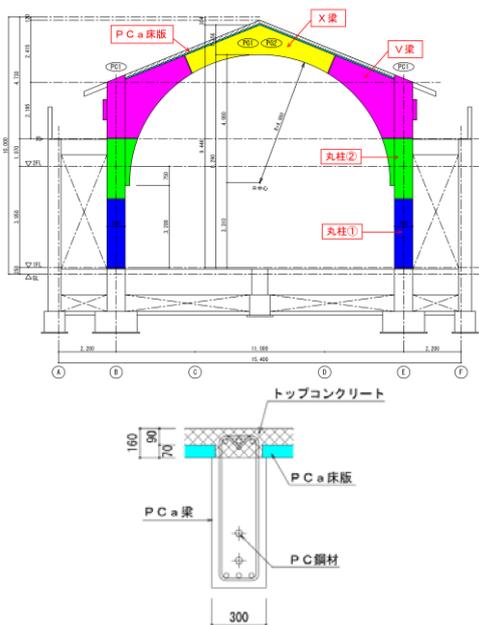


図-8 PCa 部材範囲 (断面)

5. 施工概要

5-1. PCa 部材の製作

PCa 部材は、上下に 3 分割された PCaRC 造の丸柱と屋根面が山形で内部が曲線かつ格子形状の PCaPC 造梁とで構成されている。これらの部材をより高精度にかつ美しく製作するために試行錯誤した工夫について以下に示す。

①3D モデリング, 3D プリンターによる製作検討

本工事では、型枠製作の前段階から 3D モデリングや 3D プリンター (写真-4) による製作検討を行い、施工者と部材製作者とのイメージの共有を図り、部材毎の干渉チェックや架設手順の確認等にも利用した。

②実物大 R 面架台の使用

PCaPC 梁のあばら筋は、加工形状が全て異なるため、鉄筋加工や組立の精度向上を図る目的で実物大 R 面架台を製作し鉄筋の組み立てや組み立て後のかぶりの確認を行った。

③梁部材の底板転用

V 梁と X 梁の底板型枠を共通枠とし転用することで、同一のアーチ形状を実現でき、コストの削減にも繋がった。

④工期短縮

工場製品を用いた建築物は、作業環境の合理化や省力化が可能である。そのため、本建物のような複雑な形状では、現場施工に比べて大幅に工期短縮が可能である。

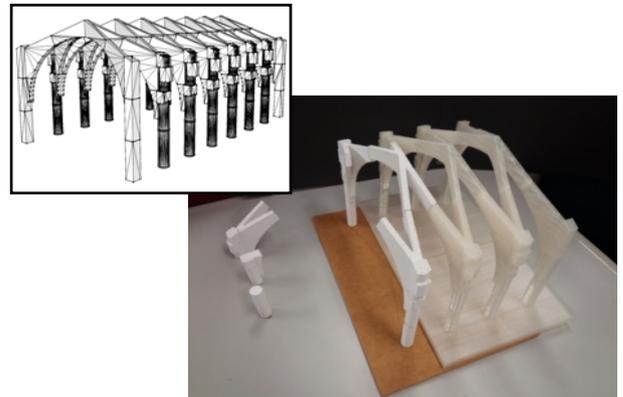


写真-4 3D モデリング・3D プリンター

5-2. 施工フロー

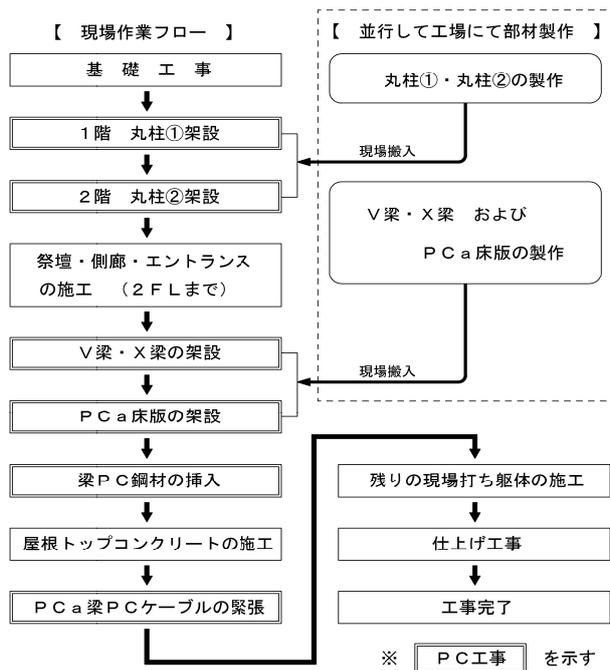


写真-5 部材製作

5-3. PCa 部材の建て方

本工事の施工では、施工後の滑らかな R 曲面と折れ曲りのない連続した X 形格子形状を実現するため、より高度な施工精度が要求された。

中でも一番の精度が求められる部分が V 梁の施工であり、この施工精度如何では、前述の理想的な形状を作り出すことはできない。この V 梁の高さと平面位置を確実にするために、支保工の計画と位置確認方法に工夫と検討を重ねた。

それと共に高精度・高品質な部材製作も必須だった。これらを、施工時の綿密な打ち合わせと測量作業および、PCa 部材製作時の工夫で実現できた事により、施工時の一番の難所である V 梁の架設に向けての準備を整えることができた。そして、V 梁の架設時においても様々な方向からの計測を行い施工することで、精度の高い架設作業を完了させた。(写真-6, 7)



写真-6 丸柱架設状況



写真-7 V 梁架設完了

5-4. プレストレスの導入

X 梁架設と床版架設完了後（写真-8,9）、PC鋼材の挿入を行った（写真-10）。プレストレス導入は、中間梁を丸柱両端部より行い（写真-11）、現場打ち躯体との取り合いとなる外端梁については、山形梁頂部より行った。



写真-8 X 梁架設状況



写真-9 PC 床版架設状況



写真-10 PC 鋼材挿入状況



写真-11 プレストレス導入

6. おわりに



上の写真は献堂式の様子である。

献堂式とは新築の教会を神にささげる儀式で、教会に人が集うことにより、まさに建築に息吹が与えられたように思う。

本稿では、PCaPC 工法による聖堂棟をもつ教会施設の設計・施工について報告をした。様々な試行錯誤を経て完成した建物は、PCaPC 造の長所が存分に発揮された美しい空間を創り出している。このプロジェクトは、今後の PCaPC 造の可能性を拓ける大変貴重な経験であり、この建物の施工を無事完了できたことは、カトリック宮崎教会の吉田主任司祭様、および教会関係者をはじめ、榊鎌倉組の方々の多大なるご指導とご協力のおかげであり、ここに改めて感謝の意を表する次第である。