

大野城心のふるさと館の設計・施工

— 安全性と更新性を高めた展示空間 —

伊藤 淳^{*1}・野原 啓司^{*2}・北島 聖士^{*3}・加藤 誠一^{*4}

本建物は、福岡県大野城市において、「市民の心にもふるさと意識を醸成する」ことを主題に、歴史継承と地域のにぎわい創出を目指して計画された博物館を主体とした施設である。この計画の目的を受けて、意匠・構造・設備が渾然一体となった更新性の高い展示空間を実現した。構造計画としては展示室周囲の壁を耐震壁として利用し、同厚の柱梁を内蔵した水平剛性の高いフレームとすることで、地震時の揺れ自体を抑制した。内部はハーフ PCa 床版を架け渡した無柱空間とし、リブ付き床版のふところ部分を有効利用して設備展開を行う更新性の高い計画とした。さらに無天井化し、設備を躯体から直接支持することで、地震時の落下物による危険性を排除した安全性の高い空間としている。

キーワード：フレーム内蔵耐震壁、ハーフ PCa 床版、PRC 大梁

1. はじめに

大野城市は、古くは大和朝廷の時代、隣国の唐や新羅からの侵攻に備え、当時地方行政の要所だった大宰府防衛を目的に築かれた古代山城のあった地域である。近年は近接する福岡市のベッドタウンとして栄え、市外からの転入者により人口が増加している。

そのようななか、本計画は多くの都市が直面している人間関係の希薄化や地元への愛着心の薄れなどに対する危機感から、ふるさと意識の醸成により、地域コミュニティの活性化を推進することに合せて進められた。

将来を担う子供たちをはじめ、たくさんの人が、地域に息づく歴史、文化、産業を学び知り、心の交流を促し、地域のにぎわいを創出することを目指して、当博物館は新設されることとなった。なお、計画地は、大野城市役所と市民交流複合施設「まどかびあ」に近接している。

設計のコンセプトは、かつて古代山城が石や土を積層して造られたように、まちの歴史や文化など（宝物）の詰まった諸室（宝箱）を積層するというものであった。そして、積層した諸室を外部から可視化することで、博物館にふさわしい、重厚で彫りの深い表情の建物とすることを目指した。また、展示室は、将来の展示変更を可能にするため、

更新性の高い建築・設備計画を求められた。本建物北西面（メインエントランス側）の外観を写真 - 1 に示す。

不特定多数の来館者を受け入れる公共建築物であるため、建物内の安全性は最重要課題である。東北や熊本の地震では、水平剛性が乏しく、揺れやすい建物に天井や内外装材の被害が数多く報告されている。本建物は、耐震強度のみならず、地震の揺れ自体を抑制することで、意匠・構造・設備を含む建物全体の耐震設計を試みた。展示室は周囲の壁を有効利用して設けた耐震壁と、上部床にハーフ PCa 床版を架け、室内を無柱空間とした。また、地震後の建物機能を維持するため、無天井化し、落下物による危険性を排除した。設備はリブ付きハーフ PCa 床版のふところ部分を利用したルート計画とし、躯体からの直接支持と



写真 - 1 建物外観（北西面）



^{*1} Jun ITO

(株) 久米設計
九州支社



^{*2} Keiji NOHARA

(株) 久米設計
九州支社



^{*3} Seishi KITAJIMA

西松建設 (株)
九州支店



^{*4} Seiichi KATO

オリエンタル白石 (株)
東京支店 PC 建築グループ

している。以上により、安全性と更新性を両立させた計画とし、まちの宝物を内包する、重厚かつ包容力にあふれる建築を実現できた。

2. 建築計画概要

2.1 建築概要

建築名称：(仮称) 大野城心のふるさと館
 建設場所：福岡県大野城市曙町3丁目22-1 他
 建築主：福岡県大野城市
 設計・監理：(株) 久米設計 九州支社
 施工者：西松建設(株)・(株) 柿原組・(有) 内山工務店
 特定建設工事共同企業体

PC工事：オリエンタル白石(株)

建築面積：1408 m²

延床面積：3417 m²

階数：地上3階

最高高さ：18.75 m

構造形式：基礎／杭基礎（場所打ち杭）

架構／鉄筋コンクリート造、

一部、プレストレスト鉄筋コンクリート造、鉄骨造

床／鉄筋コンクリート造、

ハーフ PCaPC スラブ

主要用途：博物館

工期：2016年6月～2017年11月

2.2 建築計画

本建物は、2階をスキップフロアとする地上3階建とし、吹抜け空間の周囲に展示室が配置された構成となっている。

平面の位置をずらしながら2層に渡る吹抜け空間により、階をまたいだ活動のにぎわいを感じられる空間となっている。図-1に2、3階平面図を、図-2には各方向の断面図を示す。

1階は交流スペースや子供ギャラリーなどのオープンスペースが設けられている。建物前面の大きな開口部により、

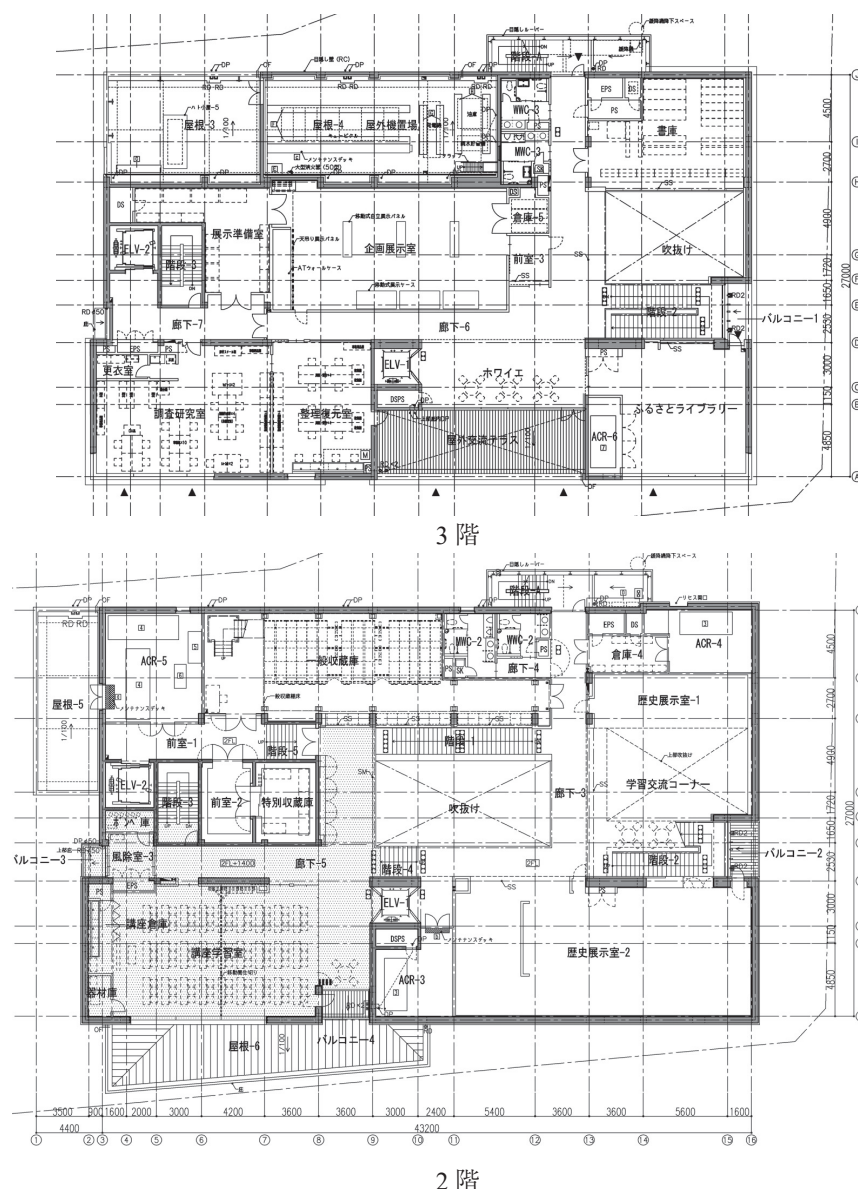


図-1 平面図

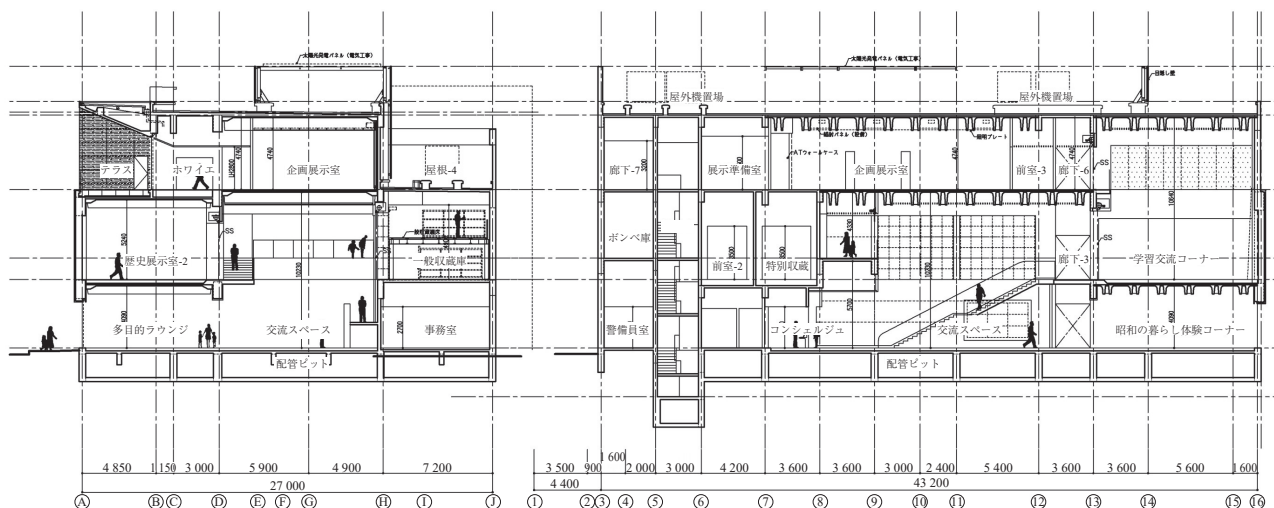


図 - 2 各方向断面図

利用者を広く受け入れられるようになっている。

2階・中2階は活動を通じて歴史を学ぶフロアとなっている。2層吹抜けを利用し、古代山城の石垣や地層の剥ぎ取り標本などのダイナミックな展示を行っている。

3階には、研究部門のほか、歴史展示室や企画展示室が配置され、知識を深める場となっている。また、外部に開いた交流テラスがあり、かつて古代山城のあった山並みや大野城のまち並みを望むことができる。

外観は、石貼りと杉板型枠打放しの組合せとなっており、石積みと土の版築工法でつくられた古代山城のたたずまいを表現している。

3. 構造計画概要

本建物は、不特定多数の来館者の安全性確保と、内部に展示される重要文化財などの貴重品を保護するため、剛性の高い鉄筋コンクリート構造で計画し、地震時の揺れそのものを抑制した。

建物の平面は約 27.0 m × 43.2 m のほぼ整形な形状で積層している。諸室周囲の内外壁を利用して耐震壁を配置した。図 - 3～5 に各階伏図を示す。

耐震壁に内蔵された同厚の壁柱と壁梁によるマッシブなフレームにより、柱型が室内に飛び出さない架構計画とした。展示室では、フレーム間の床にハーフ PCa 床版（リブ付き）を架け渡し、内部を無柱空間とする構成を基本とし、展示計画のしやすい空間とした。図 - 6 に代表的な展示室の架構を示す。

耐震壁は、同厚とする壁柱のフープや仕口部の配筋およびその施工性を考慮して、 $t = 400 \text{ mm}$ を基本とした。

壁梁は構造体としての幅 350 mm を基本とし、主筋が柱主筋の内側を通るようにした。さらに梁側面の増し打ち部分を PCa 版端部の掛り代に利用し、あばら筋と版のおさまりおよび、コンクリート打設時の充填性を考慮した断面計画としている。

展示室の境界にある、荷重負担の大きい大梁に PC 鋼材を配置しプレストレス力を導入している（以下、PRC 大梁）。この PRC 大梁は幅を 550 mm とし、建物の平面的な

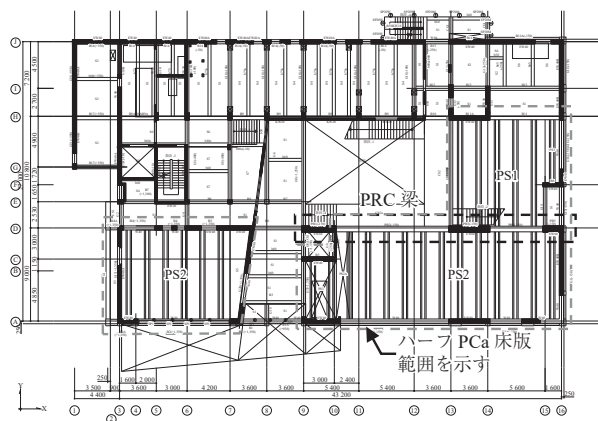


図 - 3 1階柱壁・2階床梁伏図（見上げ図）

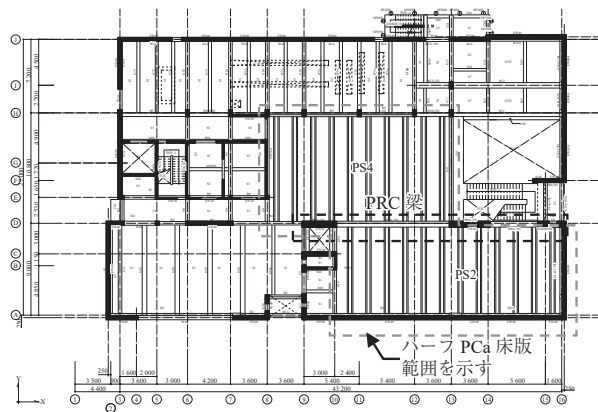


図 - 4 2階柱壁・3階床梁伏図（見上げ図）

ねじれ剛性を高めるために壁厚 600 mm と厚くした耐震壁に内蔵した。

ハーフ PCa 床版はリブを偏心させた ST 版を用い、互い違いに配置したリブのふところ部分を照明配線や給気・環気などのダクトなど設備ルートとして有効利用している。設備機器を躯体から直接支持し、設備機器と躯体との相対変形を極小にすることにより、落下に対する安全性を確保したうえで、メンテナンスや更新性に配慮した。図 - 7

にハーフ PCa 床版の断面を、図 - 8 に D 通りの軸組図を示す。

3 階の屋外交流テラスでは、奥行き約 5 m の底を、片持ち梁とスラブで構成している。出寸法 3.8 m の片持ち梁を PRC の逆梁とし、先端を絞ったハンチ形状とした。スラブは梁と下端を合せ、先端に向かうにつれ、梁ハンチに沿って、上方へと開くことで、開放性を高めている。

エントランス部分は鉄骨造とし、マリオン柱と吊材により底を支持した。地震時水平荷重を本体 RC 部分へ伝達し、マリオン柱は鉛直荷重と風荷重を支持させた。見付け 60 mm × 奥行き 150 mm の鉛直支持材を約 1.8 m 間隔に設け、開口部を最大限に確保した。

構造計算は RC 造のルート 1 とし、変形抑制型の設計とした。重要度係数 1.25 で割り増した地震力に対して必要壁量を確保し、作用するすべての地震力を RC 造の壁で負担する耐震性の高い建物としている。プラン上、下階壁抜

けとなる部分は、下部の柱に地震時の変動軸力を負担させた。

博物館という用途上、空調設備などダクトの多い建物であったが、設計段階において、詳細に設備ルートの検討を行い、予め耐震壁貫通により、耐力を低減した設計を行った。

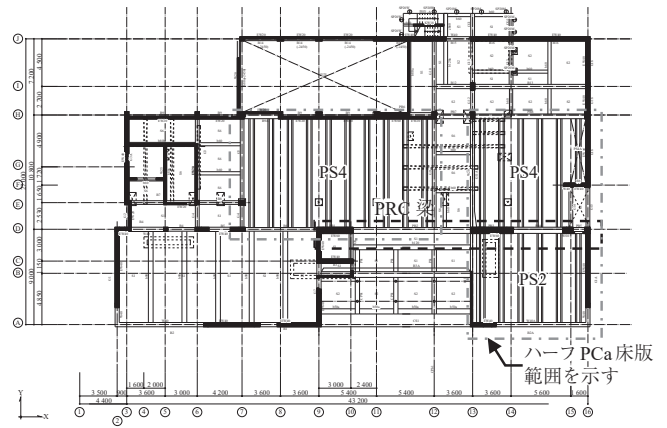


図 - 5 3 階柱壁・R 階床梁伏図（見上げ図）

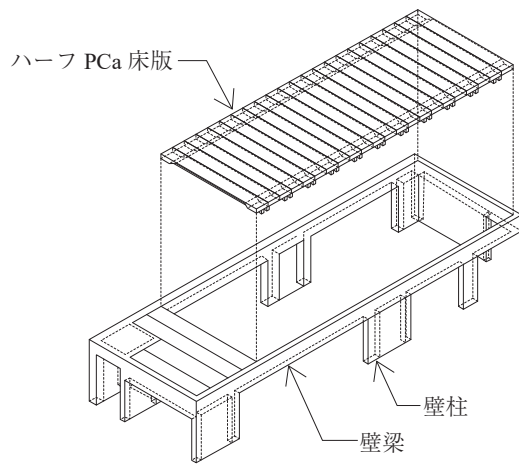


図 - 6 代表的な展示室の架構

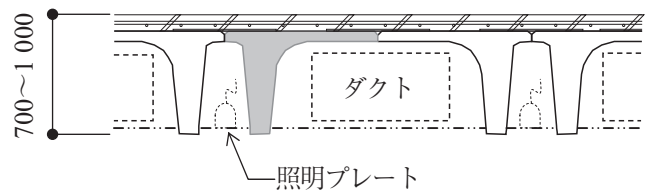


図 - 7 ハーフ PCa 床版断面

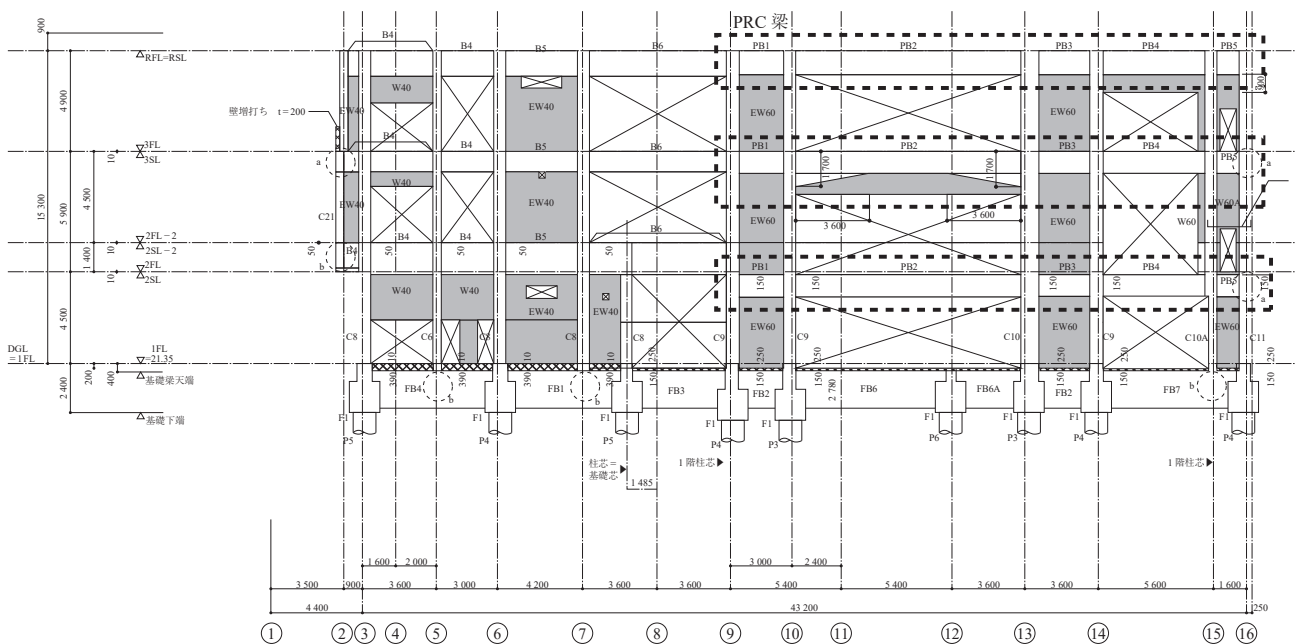


図 - 8 D 通り軸組図

4. PC 部材の概要

フレーム内蔵耐震壁の境界梁のうち、負担荷重の大きい大梁については、PC 鋼材を配置した PRC 構造を採用している。主たるスパンは、11.4 m および 10.8 m となっている。図 - 9 に D 通りの PRC 大梁配線図を示す。

PRC 大梁は、梁幅が 550 mm で接続する柱の見付け幅が 600 mm と小さい。そこで、定着具周辺の納まりに配慮し、1 ケーブルを SWPR7BL 12.7 mm の 4 本とした小さいユニットの PC 鋼より線を採用し、それらを複数本配置することにより耐力を確保する計画とした。このことは、一部、梁下での緊張作業を行う必要があり、軽量の緊張ジャッキとなることにも配慮している。図 - 10 に緊張端部の納まり

り詳細図の例を示す。

PRC 大梁の両端部には、耐震壁が取り付け架構が多く存在し、目標とするプレストレス力が断面に導入されないことが懸念された。そこで、断面設計にあたっては、安全側の配慮として、プレストレス力の圧縮力に関する項 ($\sigma_g = \eta P/A$) が「0 (ゼロ)」となることを想定して設計している。部材に生じる引張応力度に対しては、ひび割れ幅が 0.2 mm 以下となるように鉄筋で補強している。

3 階の屋外交流テラスでは、奥行き約 5 m の底を、片持ち梁とスラブで構成した。片持ちの PRC 梁は、開放性を高める為に上方へ開いたスラブに沿って、出寸法 3.8 m のハンチ形状としている。図 - 11 に PRC 片持ち梁の配線図を、写真 - 2 に底部分の施工状況を示す。

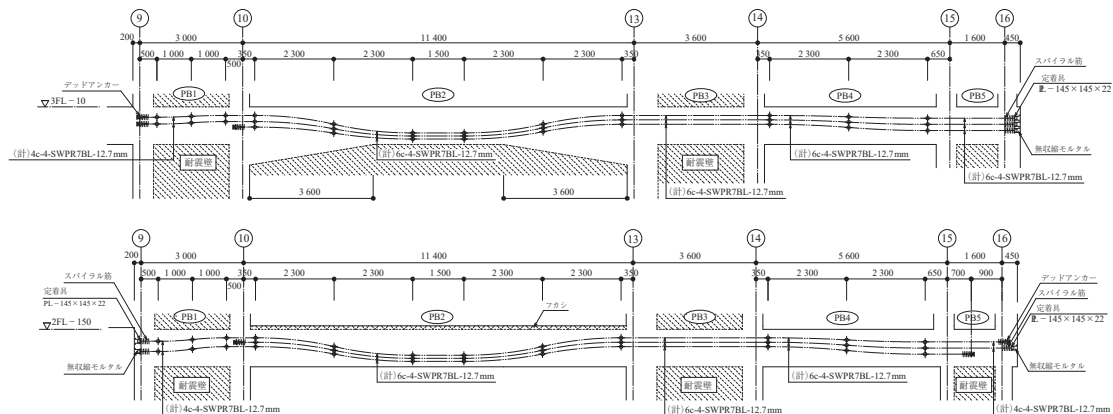


図 - 9 D 通り PRC 大梁配線図

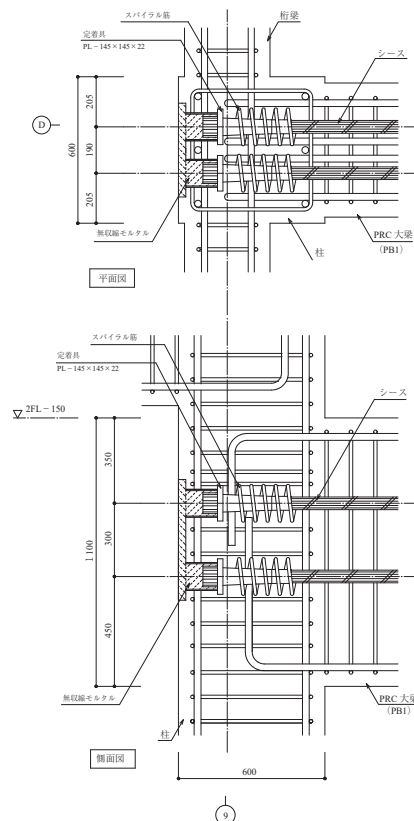


図 - 10 緊張端部納まり詳細図

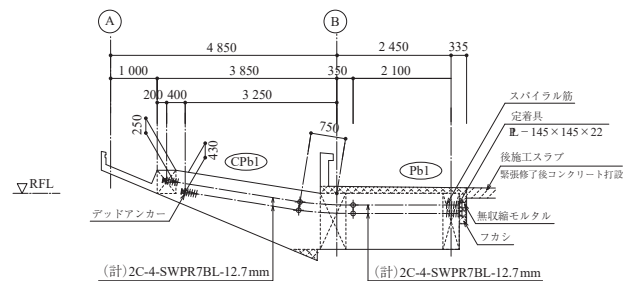


図 - 11 底部分 PRC 片持ち梁配線図



写真 - 2 底部分施工状況

5. ハーフ PCa 床版の製造

本建物では、展示スペースを無柱空間とするともに、無天井化および、照明や空調機器を吊ることなく、躯体から直接支持できるように、ハーフ PCa 床版（リブ付き）を採用し、地震時における建物内の安全性を高めている。対象スパン（ $L = 9.0\text{ m}$, 10.8 m ）および負担荷重の種類により、リブ成 $D = 700\text{ mm}$ と $D = 1\,000\text{ mm}$ （トップコンクリート $t = 100\text{ mm}$ を含む）の全 4 シリーズのハーフ PCa 床版に分類して設計している。PCa 床版の数量表を表 - 1 に、ハーフ PCa 床版と大梁の取り付け要領図を図 - 12 に、リブ成 $D = 700\text{ mm}$ と $D = 1\,000\text{ mm}$ の代表的な断面および配線図を図 - 13 に示す。

一般的なハーフ PCa 床版は、リブ芯が平面的に床版の中心にあり、偏心していない。本建物のハーフ PCa 床版は、水平方向に偏心しているため、プレストレス力を導入した際に、水平方向の偏心モーメントによる変形が大きくなることが懸念された。そこで、水平方向の変形を抑えることを目的として、スラブ部分に 1 ケーブル配置するとともに、リブ内の PC 鋼材も 15 mm リブ芯から偏心させることにより、水平方向の変形を抑えるように工夫した。

本建物のハーフ PCa 床版は、水平方向の偏心に加えてリブ基端で R 形状となっている。打放し仕上げとなることから、仕上がり状況と取り付けイメージを、モックアップにて確認している。写真 - 3 にモックアップ部材の架設状況を示す。

表 - 1 ハーフ PCa 床版数量表

部材	PS1 シリーズ (ピース)	PS2 シリーズ (ピース)	PS3 シリーズ (ピース)	PS4 シリーズ (ピース)	合計 (ピース)
数量	10	72	6	52	140

6. 施工概要

図 - 14 にハーフ PCa 床版の施工フロー図を示す。架設前段取りとしては、基準墨を基に躯体図と照合して確認した床版割付の墨出しを行う。それに合せて、支保工のレベル調整および確認も行っている。なお、ハーフ PCa 床版の高さ調整は、白ゴム（3 mm）を用いて行った。この白ゴムは、支保工角パイプと部材の干渉部に敷き込み、その分の高さを考慮に入れて部材の架設を行っている。

図 - 15 にハーフ PCa 床版の架設計画図を、図 - 16 にハーフ PCa 床版と PRC 大梁緊張工事の工程表を示す。ハーフ PCa 床版の架設は、100 t クローラクレーンを用いて行っており、各層とも約 3 日で実施している。本建物に採用されたハーフ PCa 床版は、リブ芯が平面的に偏心しているため、横方向の変形が懸念され、それを抑える PC 鋼材が配置されていた。それによっておおむね横方向の変形は抑えられていたものの、とくに、 $H = 900$ タイプのハーフ PCa 床版では、5 mm 近い変形が生じる結果となった。架設にあたっては、ハーフ PCa 床版同士が背中合せに変形するため、位置調整に苦労した。このようなリブ芯が平面的に偏心しているハーフ PCa 床版の場合、これまで以上に丁寧な製作および施工対応が求められた。写真 - 4 にハーフ PCa 床版の搬入・吊上げ状況を、写真 - 5 に架設状況を示す。

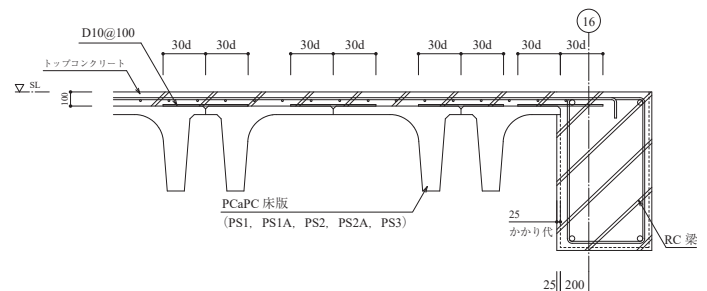


図 - 12 ハーフ PCa 床版取り付け要領図

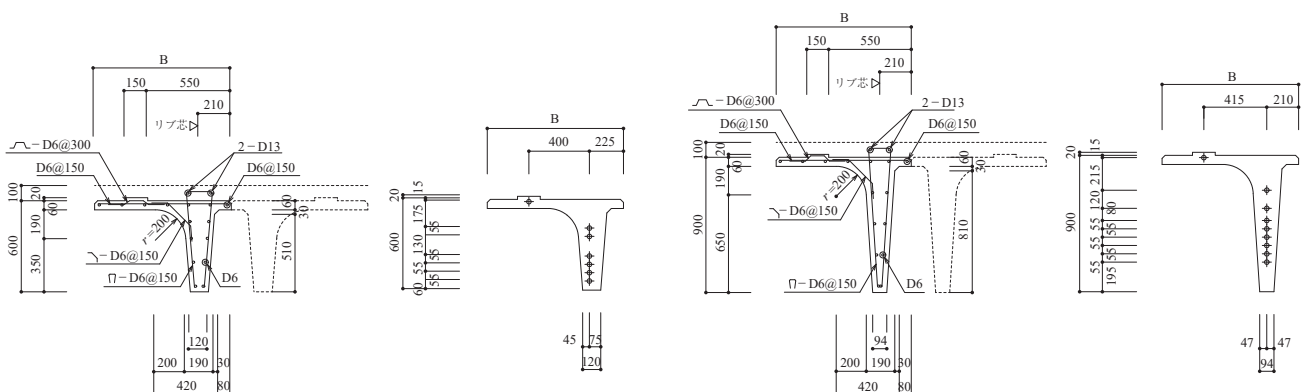


図 - 13 ハーフ PCa 床版断面および配線図



写真 - 3 ハーフ PCa 床版のモックアップ

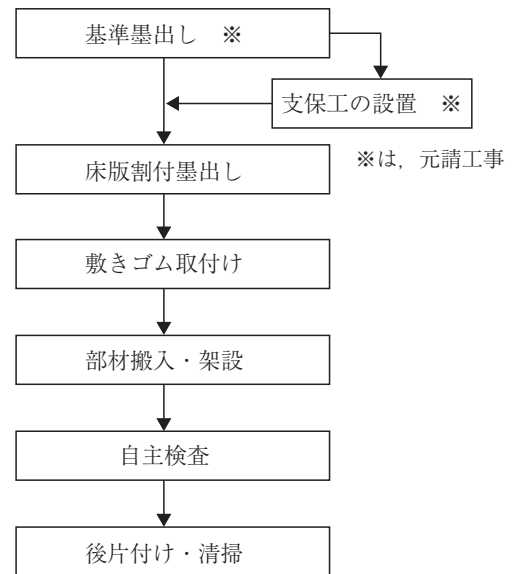


図 - 14 ハーフ PCa 床版施工フロー図

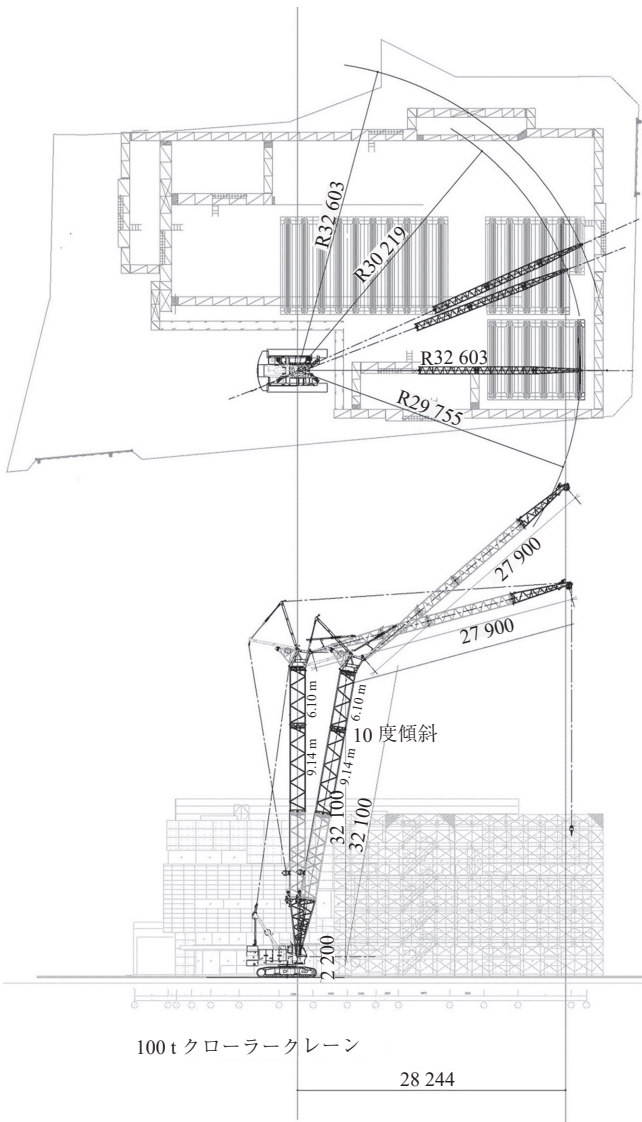


図 - 15 ハーフ PCa 床版架設計画図



写真 - 4 ハーフ PCa 床版搬入・吊上げ状況



写真 - 5 ハーフ PCa 床版架設状況

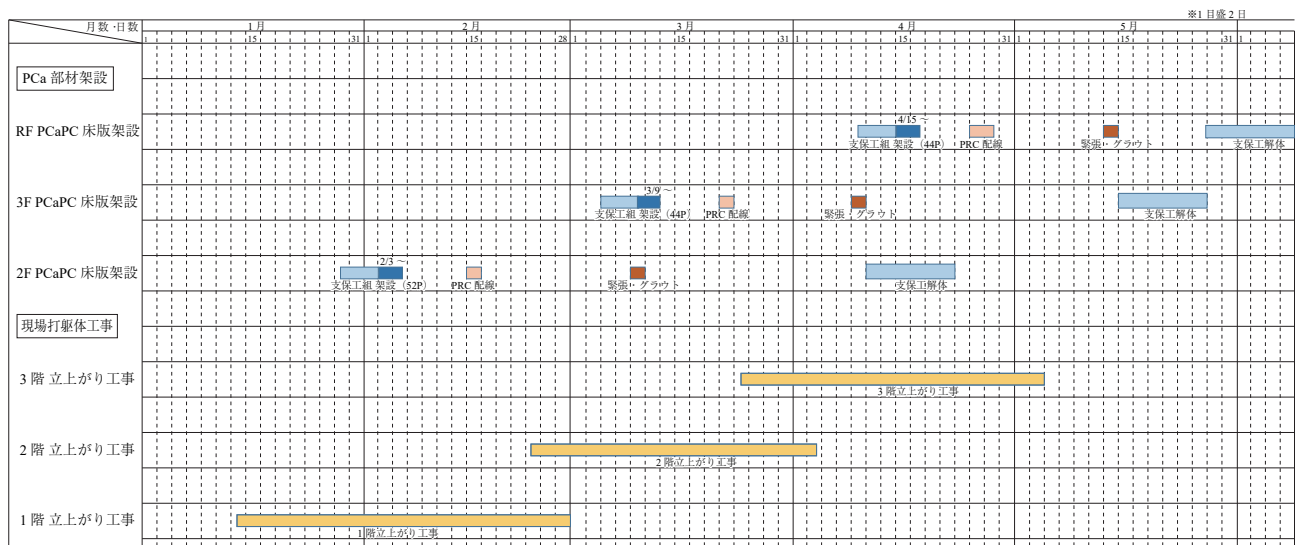


図 - 16 ハーフ PCa 床版および PRC 大梁緊張工事工程表

7. おわりに

本建物は、歴史の継承と地域のにぎわい創出を目的として計画された博物館である（写真 - 6 ~ 8）。

耐震壁で包み込むことにより、公共建築としての安全性はもとより、内部に展示・収蔵される貴重な文化財を守り抜くための重厚かつ包容力のある建築を実現できた。

謝 辞

この博物館が地域の方々に親しみをもって受け入れられることを願っています。

分離発注工事にも関わらず、意匠、構造、設備の多岐にわたる調整に取り組んで頂いた工事関係者をはじめ、高い品質と施工精度により、質の高い建築の実現にご尽力いただいたすべての皆様に感謝いたします。



写真 - 6 1階展示室

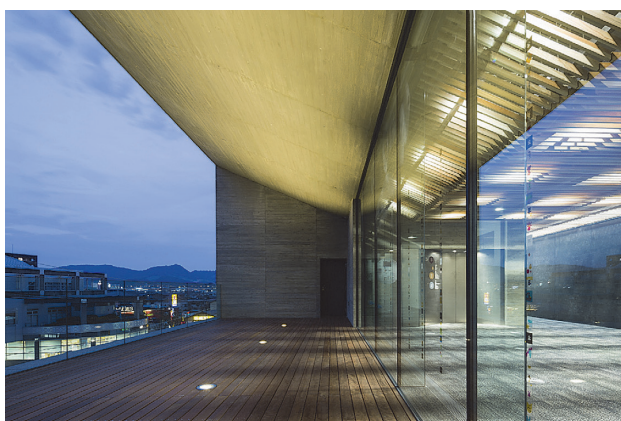


写真 - 7 3階屋外交流テラス

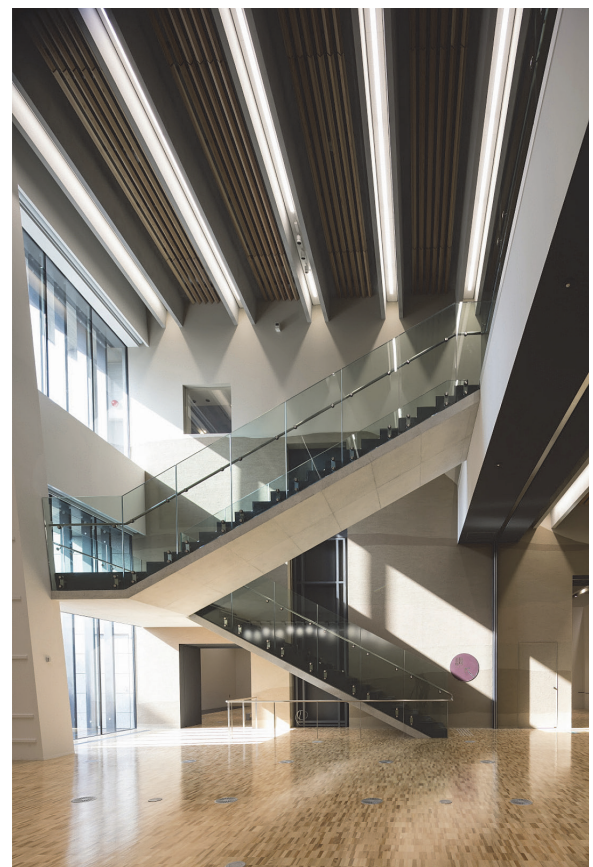


写真 - 8 2階吹抜け部

【2018年4月26日受付】