

PCaPC 梁 + S 梁ハイブリッド架構の設計・施工

佐々木 淳 一・九 嶋 壮一郎・奥 出 久 人

PC 構造の特性を活かした S 造とのハイブリッド架構によって、28.8 m スパンや 6.4 m 跳出しを有する空中に浮遊したダイナミックでフレキシブルな構造躯体を構築し、諏訪湖の眺望を一望できる開放的な執務空間を実現した。寒冷地における冬季の躯体施工であったため、部材の PCa 化率を可能な限り高め、躯体工事の省人化と精度確保、工期短縮、品質向上を図った。

キーワード：PCaPC 梁、混合構造、寒冷地での施工、省人化

1. はじめに

本建物は、諏訪湖を一望できる魅力的な執務空間を有する技術センターである。構造躯体で構築した人工大地により執務室を浮遊させることで、周囲の豊かな自然環境を室内に取り入れると同時に、先進的な企業イメージをアピールする外観デザインとしている（写真—1）。

2. 建築計画

建築計画におけるデザインコンセプトは「良好な研究環境づくり」と「知的生産性の向上」である（図—1、2）。

（1）良好な研究環境づくり

- ①執務空間を浮遊させることで諏訪湖への良好な眺望を確保
- ②周囲の豊かな自然環境と採光、通風を取込みながら、多様な場を生み出す断面構成
- ③周囲の自然環境と繋がるランドスケープとピロティ空間

（2）知的生産性の向上

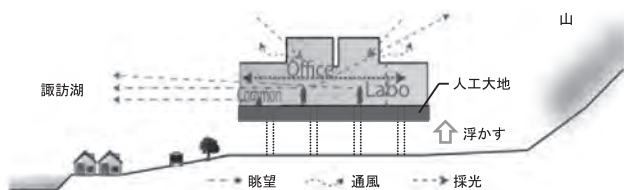
- ①湖と山に挟まれた敷地環境に呼応した、創造や閃きを促すゾーニング
- ②ワンフロアに集約した各機能空間をシームレスにつなぐことで、研究者の閃き・行動をサポートする空間

【建物概要】

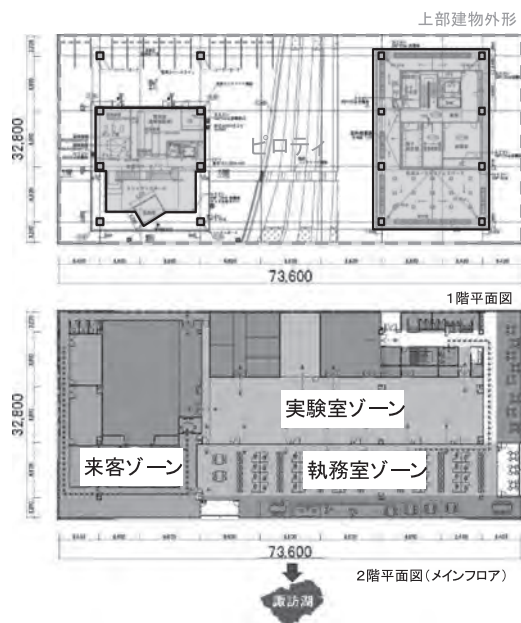
建物名称	日亜化学工業諏訪技術センター
建築地	長野県諏訪郡下諏訪町
設計・施工者	(株)竹中工務店
建築面積	2,625.44 m ²
延床面積	4,002.86 m ²
建物高さ	15.00 m
階 数	地下1階、地上2階、塔屋1階
構造種別	B1階～2階床：RC造・一部PCaPC造 2階～R階：S造
工 期	2016年1月～2016年11月（11ヵ月）



写真—1 建物全景



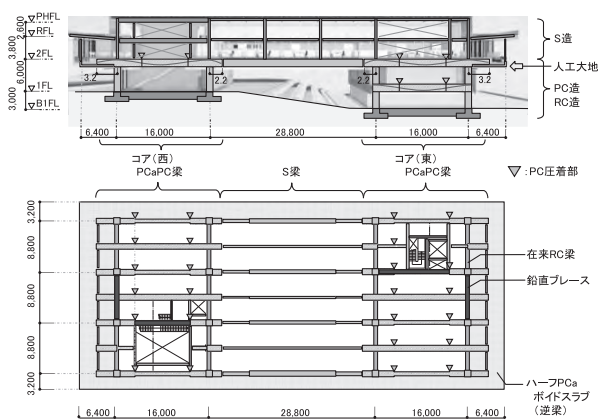
図—1 設計コンセプト図



図一 2 各階伏図

3. 構造計画

建築計画に合わせ、適材適所に構造種別を組合せた。下部躯体はRC造、上部躯体はS造とし、RC躯体には部位、スパンによりPCa造、PCaPC造を組合せている（図一3）。



図一 3 建物断面バース・2階伏図

B1階および1階は最小限の建築用途として東西2つのコアで構成している。各コアをそれぞれ8本のPCaRC柱とPCaPC大梁による純ラーメン構造とすることで、構造部材数を最小限とし、フレキシビリティと耐力・剛性を同時に確保した。また、PCaRC柱、PCaPC大梁の採用により、積雪や労務職不足の問題についても同時に解決する計画とした。

2階レベルの人工大地は、8本の柱で構成する東西のRCコアをS梁で接続することで構築した。

2階は開放的な空間を実現するためにブレース付き

ラーメン構造のS造とし、部材断面の最小化と下部躯体の負担荷重低減を図った。

4. 人工大地の構築

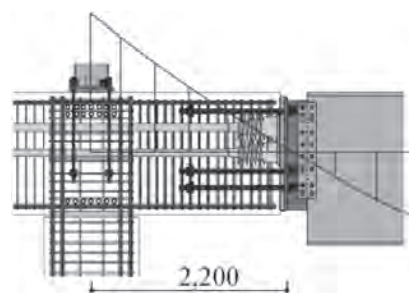
2階レベルに構築した人工大地は、上部架構を安定して支持できる架構であると同時に、東西コア間の柱スパンを28.8 m、コアから東西への跳出しを6.4 mとし、ダイナミックな躯体を魅せることで浮遊感を表現した（写真一2）。



写真一 2 6.4 m 跳出し見上げ

28.8 m スパンは、コアから2.2 m 跳出したPCaPC梁に鉄骨梁をピン接合し、ゲルバー梁として実現した（図一4）。軽量の鉄骨梁で躯体断面を最小化しつつ、端部にPCaPC梁を組合せることで剛性を高め、執務室としての居住性も向上させた。

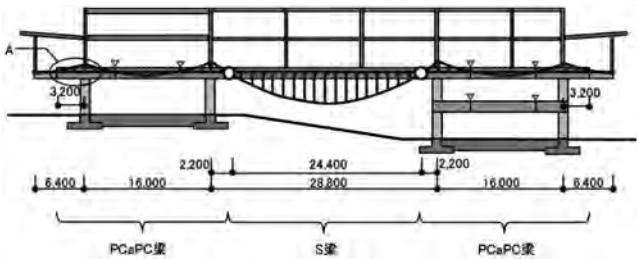
6.4 m 跳出しは、3.2 m の跳出しPCaPC梁に逆梁形式でハーフPCaボイドスラブを一体化することで構築した。逆梁形式とすることで、スラブ下面は打放ス



図一 4 PCaPC 梁と S 梁の接合部

ラブとする意匠計画を、上面は床下空調の設備計画を、そして6.4 mの跳出しスラブと見える構造計画をそれぞれ実現した。

これらのゲルバー梁、PCaPC 梁、大跳出しの組合わせにより人工大地の長期応力状態をバランスさせ、安定した地盤を構築した（図—5）。



図—5 人工大地の長期応力図

5. 開放的な執務空間

人工大地上部の執務空間は、鉛直ブレースに水平力を100%負担させることで、柱径φ 139.8として統一する開放的な空間を実現した（写真—3）。



写真—3 執務室 空間

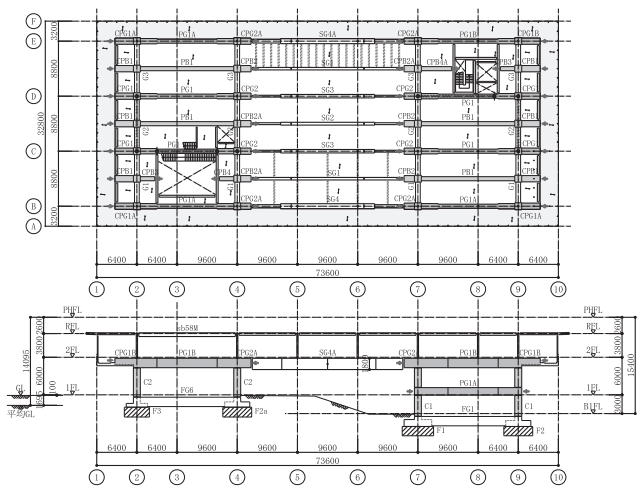
鉛直ブレースは下部躯体のコア位置に合わせて「」型にバランスよく集約配置し、屋根面剛性を確保する水平ブレースの部材を最小断面とした。また、下部純ラーメンRC造と上部ブレース付S造の組合せにより、建物全体の剛性をバランスさせる計画とした。

6. 施工概要

(1) PCa 部材の製作

建設地は寒冷地であるため、RC 部材は可能な限りPCa 化し、施工性の向上を図った。部材の形状、および配置を図—6 に示す。また、部材数量表を表—1 に示す。

PCa 柱部材は、東西面に突起形状を設けたデザイ



図—6 部材配置図

表—1 部材数量表

階－工区	部位	部材数 (P)	部材重量 (ton)	総重量 (ton)
B1F－東	柱	8	7.75～10.04	63.96
1F－西	柱	8	14.16～15.05	115.71
1F－東	柱	8	9.52～10.16	78.72
1F－東	PG 梁	12	9.91～20.05	162.42
2F－西	PG 梁	12	15.80～24.13	236.26
2F－西	PB 梁	8	13.70～19.34	130.22
2F－東	PG 梁	12	15.80～24.13	236.26
2F－東	PB 梁	9	4.60～19.34	135.33
2F－東	床	11	5.06～8.51	63.22
2F－西	床	11	5.14～8.51	68.63
2F－南	床	12	4.73～6.27	60.21
2F－北	床	12	4.72～6.27	59.89



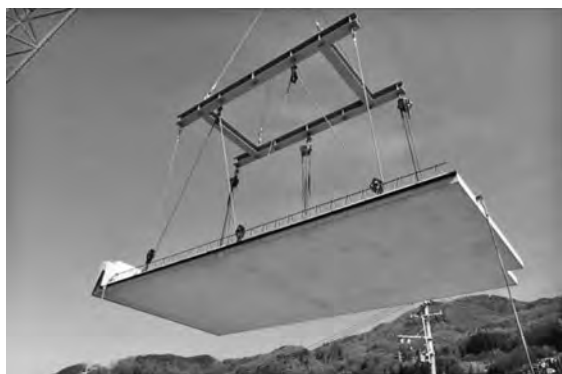
写真—4 柱部材の突起形状

ンであるため（写真—4）、打設方向を北面側に統一した。

PCaPC 梁部材は柱梁接合部が一体化した部材として計画した。可能な限り同形状とし、同じ型枠で製作を可能とした。

PCa 床部材は隅部の片持ち床部材が6.4 m × 3.2 m

と大きく、さらに跳出し先端部2辺に立ち上がりがある。そのため、脱枠時に部材が傾くことから、特殊な治具を用いて脱枠を行った。なお、この治具は部材の建方時にも使用した（写真—5）。



写真—5 PCa床部材吊り治具

(2) PCa部材の建方

架設計画図を図—7に示す。

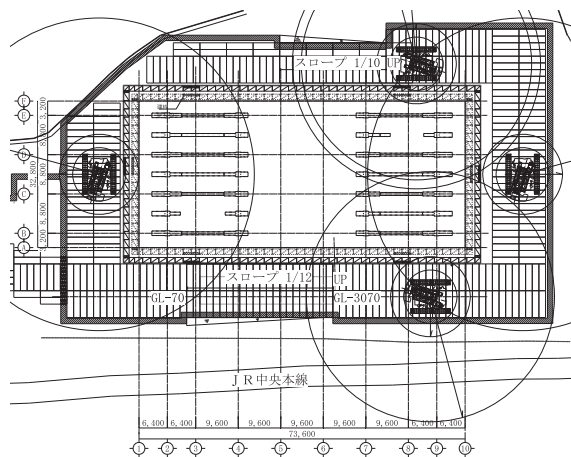
敷地条件として、施工現場前の搬入路にわたる高木橋の耐荷重量が25 tonであること、敷地の南側に中央本線が敷設されていること、また、東西の敷地に3 mの高低差があることが、PCa部材の建方計画で解決しなければならない課題であった。

搬入路の耐荷重量に対しては、全長21.4 m（約65 ton）となるPCaPC梁は設計段階において、3分割のブロック分割で設計されており、1部材重量は25 ton以下として計画することができた。

南側の中央本線および高低差に対しては、主なPCa部材の架設を東西側から行うこととし、特に、南側からの架設は制限した。

上記を実現するためのクレーンとして、能力200 tonクロウラークレーンを採用した。

各部材の建方手順は、以下の通りである。



図—7 架設計画図

- ① PCa柱部材架設、② PCa柱脚目地モルタル注入、③ PCaPC梁部材架設、④ PCaPC梁目地モルタル注入、⑤ PC鋼線の緊張、⑥ PCa柱頭目地モルタル注入、⑦桁方向場所打ちRC梁打設および床の施工、⑧ PCa床板敷設、⑨トッピングコンクリート打設。

なお、2階においては、東西のPCa片持ち床板がPCaPC梁の下端に架設されるため、③ PCaPC梁部材架設前に敷設を行った。

(3) PCa柱の目地モルタル強度管理

PCa柱の柱脚にはモルタル充填式機械式継手を用いた。機械式継手のモルタルと目地モルタルは同じ材料を用いており、PCaPC梁の架設は、モルタルの強度が 30 N/mm^2 以上確保された後に行うことが必要であった。なお、PCa部材の建方工事は3月であり、長野県諏訪郡の3月の平均気温は 3.4°C であった。そのため、材齢1日のモルタルの発現強度は 10 N/mm^2 以下であり、モルタルの強度発現がPCa部材建方工程のクリティカルになることが予想された。また、モルタルの凍結も懸念されたため、PCa柱脚目地内に温度センサーを埋設し、モニタリングを行った。なお、凍結防止処置としては、モルタル充填後に目地部分に直接外気が当たらぬようシートで覆い採暖養生を行った（写真—6）。



写真—6 PCa柱脚部採暖養生

(4) PCaPC梁と鉄骨部材の取合い

2階において、東西のPCaPC造による2棟は、約24 mスパンのS梁で接続された。PCaPC梁の緊張端部において、S梁と取り合うために、PCaPC梁部材にアンカーボルトを埋設した（図—8）。なお、アンカーボルトを埋設する端部には緊張用の定着体が設けられているため、定着体を避けた位置にアンカーボルトを配置し、ベースプレートおよびガセットプレートを取り付けた。アンカーボルトは部材の製作時に鋼製枠に固定したため、製作精度 $\pm 5 \text{ mm}$ 以下で施工できた（写

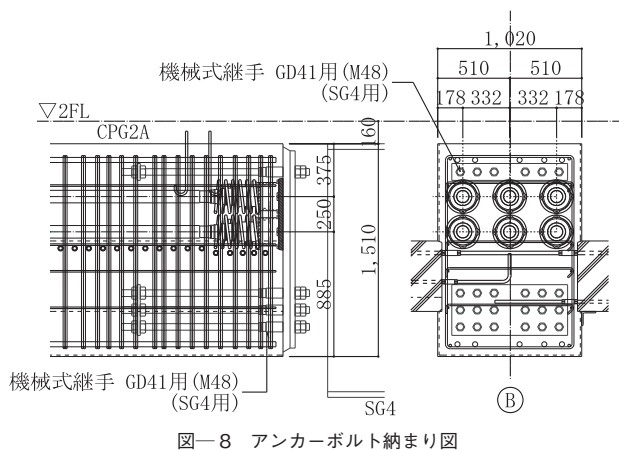


図-8 アンカーボルト納まり図



写真-7 PCaPC 梁と鉄骨部材の取合い

真-7)。

また、2階から立ち上がる鉄骨柱のアンカーボルトも PCaPC 梁部材に埋設され、精度よく架設された。

(5) PCaPC 梁と PCa 床部材の取合い

2階の建物外周部に配置された PCa 床部材は、片持ち床として PCaPC 梁に接続された。東西に配置された PCa 片持ち床は、PCaPC 梁部材の下端に配置されており、PCaPC 部材下端に設けられたジベル筋を介して支持された。なお、PCa 部材の下端にジベル筋を設けることから、PCaPC 梁には機械式継手が埋設されており、架設前に地組みにてジベル筋を取り付け加工した(写真-8)。また PCa 片持ち梁の定着筋も同時に挿入し、PCaPC 梁を架設した。

PC 鋼線の挿入および緊張作業は、この PCa 床部材を足場として安全に施工できた(写真-9)。

また、南北に配置された PCa 片持ち床の上端の定着筋は、PCaPC 梁の側面に 100 mm 以下の間隔で配置された(写真-10)。PC 鋼線は曲線配置しているため、定着筋と干渉することから、定着筋の設けられる位置を事前に確認し、下端の定着筋については PCa 片持ち床のトラス筋およびボイドとの干渉も避けるよう計画を行った。



写真-8 PCaPC 梁下の定着筋



写真-9 PC 鋼線挿入状況



写真-10 PCaPC 梁側面の定着筋

7. おわりに

PC 構造の特性を活かして、S 造とのハイブリッド架構とすることで、28.8 m スパンや 6.4 m 跳出しを有する、空中に浮遊したダイナミックでフレキシブルな構造躯体を構築し、諏訪湖の眺望を一望できる開放的な執務空間を実現できた。施工面においては、部材の PCa 化率を高めることで寒冷地における躯体工事の省人化と、精度確保による品質向上を両立することができた。

謝 辞

最後に、本工事では設計段階から施工段階まで数多くの方にご協力頂いたことで、複雑な納まりを事前検討により解決し、高品質、高精度の作品を実現することが可能となった。この場を借りて、本技術センターの建設に関係された全ての方々に心より御礼申し上げます。



《参考文献》

- 1) 奥出久人, 九嶋壮一郎, 佐々木淳一, 今村雅泰: PCaPC 梁 + S 梁ハイブリッド架構の設計—日亜化学工業諏訪技術センター, PC 工学会誌 Vol.59, No4 (2017)

【筆者紹介】

佐々木 淳一（ささき じゅんいち）
 ㈱竹中工務店
 大阪本店 設計部 構造部門



九嶋 壮一郎（くしま そういちろう）
 ㈱竹中工務店
 大阪本店 設計部 構造部門
 構造 6 グループ 課長
 博士（工学）



奥出 久人（おくで ひさと）
 ㈱竹中工務店
 大阪本店 設計部 構造部門
 構造 5 グループ長

