

# 東京都立臨海青海特別支援学校の設計・施工

## — PCaPC ルーバーで創る学修空間 —

吉田 和彦\*1・田中 耕治\*2・大塚 夕\*3・石田 雅宏\*4

東京の湾岸部に知的障がい部門の特別支援学校を計画した。学校は校舎棟と車寄せからなり、校舎棟は教室・プール・体育館などが一体となった3階建のRC造、車寄せは基礎からのRC片持ち柱に庇を載せた構造である。校舎屋上に位置するプールの上部目隠しと車寄せの庇にルーバー状のPCaPCを採用し、隣接建物など周辺環境との関係に配慮しながら、安心・安全で開放的な学修空間を実現した。

キーワード：PCaPC 庇、PCaPC 屋根

### 1. はじめに

本計画は、知的障がい部門の特別支援学校（小学部・中学部）の新築工事である。子どもたちの多様性を理解して、自立活動を支援するためのユニバーサルデザインが求められた。敷地は埠頭のある埋立て地で、テレコムセンター、青海南ふ頭公園と隣接している。細長い敷地形状・特徴的な周辺環境と向き合いながら、安心・安全な学修環境を創ることがこのプロジェクトの課題であった（写真-1）。



写真-1\* 全 景

各教室群や諸室、プール、体育館を含む校舎棟は基本的にRC造とし、周辺環境との関係を考慮しながら快適な学校空間を模索するなかで、車寄せ庇・プール目隠しはPCaPC造を採用した。本稿では、PCaPC 庇/目隠しの設計・製作・施工を中心に、計画全体の概要を報告する。

### 2. 建物概要

建 築 主：東京都知事  
 所 在 地：東京都江東区青海 2-5  
 用 途：学校（特別支援学校）  
 敷地面積：14 960.43 m<sup>2</sup>  
 建築面積：6 697.11 m<sup>2</sup>  
 延床面積：15 311.87 m<sup>2</sup>  
 階 数：地上3階 塔屋1階  
 最高高さ：21.462 m  
 構造種別：鉄筋コンクリート造  
 （一部鉄骨造、PC造、PCaPC造）  
 設計監理：日建設計  
 施工（建築）：関東建設工業/立花建設/オオバ工務店 JV  
 工 期：2016年6月～2019年1月



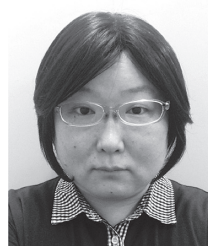
\*1 Kazuhiko YOSHIDA

(株)日建設計  
構造設計グループ



\*2 Koji TANAKA

(株)日建設計  
構造設計グループ



\*3 Yu OHTSUKA

(株)ピース三菱  
東京建築支店



\*4 Masahiro ISHIDA

(株)ピース三菱  
東京建築支店

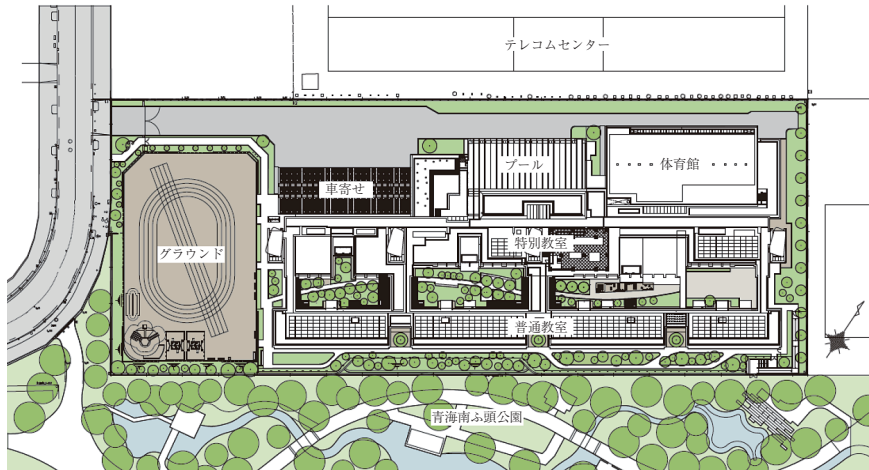


図 - 1 配置図

### 3. 建築計画概要

内部の構成は、隣接するテレコムセンターに面した敷地北側から、青海ふ頭公園に面した敷地南側に向かって、体育館や食堂などの共有空間から、数クラス合同で利用する特別教室、そして、1クラス単位で利用する普通教室、カームダウン室と、活動の密度の異なる空間を段階的に配置し、動から静へ、大空間から小さな単位空間へと秩序もった階層のゾーニングとした(図-1)。

中庭は四季の変化が感じられるランドスケープとするとともに(写真-2)、校舎内のどこからも先生が子どもたちを見守りやすく、活動しやすい空間とした。さらに、単位空間としての各教室は、全室南向きに配置して自然の光の入る明るい空間とした(図-2、写真-3)。

それぞれの庭の単位で、細く長い空間を4つのスケールに分節し、学年ごとのまとまりとした。平・断面はこれら4つの庭を建築に内包することで、シンプルで明快な骨格のなかに、内外の奥行を強化するレイヤー効果をもたせた。また、各学年のまとまりごとにカームダウンスペースを設け、庭に浮かんだような、落ち着きのある空間とした(図-3)。

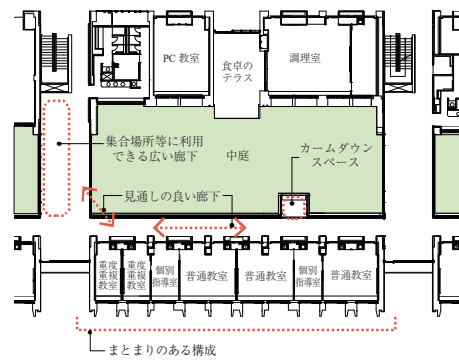


図 - 2 平面計画の考え方

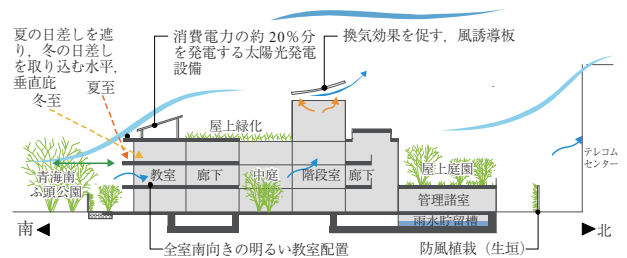


図 - 3 断面構成と環境配慮



写真 - 2\* 中庭とカームダウンスペース



写真 - 3\* 南側外観

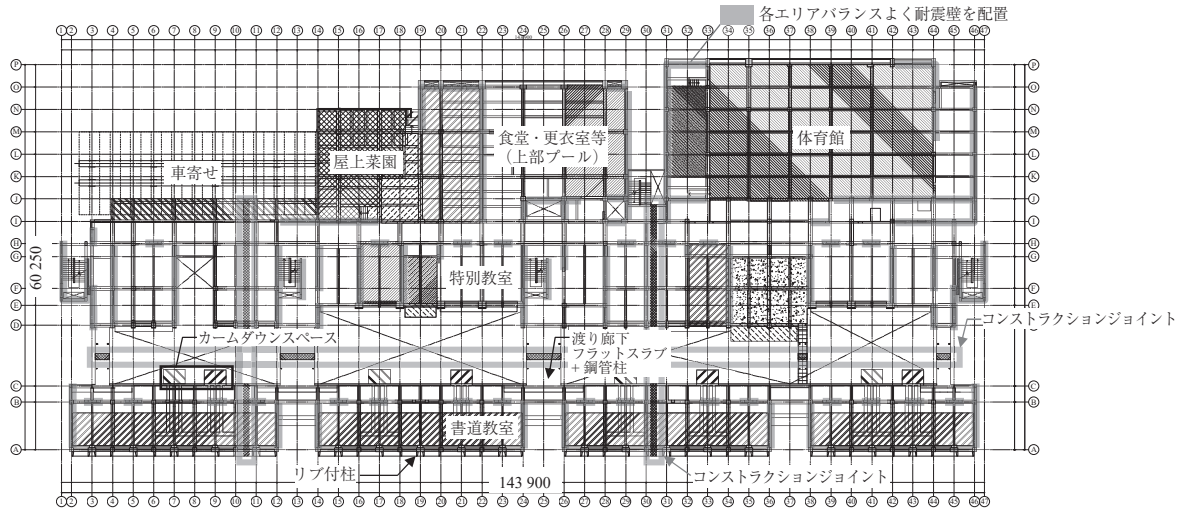


図 - 4 2階床梁伏図

## 4. 構造計画概要

### 4.1 全体計画

本計画は構造計画では校舎棟、車寄せの2棟から構成されており、ボリュームを分節して見せている普通教室群、特別教室群、プール、体育館などは構造上一体とした(図-4)。耐震性能は構造設計指針(東京都財務局平成23年版)における分類Ⅱ(二次設計用途係数1.25)とし、相応しい耐震性能を確保しながら快適で伸びやかな学修空間を目指した。

### 4.2 基礎計画

計画敷地は東京湾に面する埋立て地に位置しており、中地震時から液状化する可能性がある。東北地方太平洋沖地震において湾岸部で発生した液状化被害と本計画の性格を鑑み、建物直下における60mのボーリング調査5箇所に加え、敷地全域にわたり液状化判定用の20mボーリング調査を16箇所実施した。調査の結果、地層構成に平面的な大きなばらつきがないことを確認するとともに、詳細な基礎設計・避難計画へ活用した。

校舎棟・車寄せともにGL-約40m以深の東京層群砂礫層を支持層とする既製コンクリート杭基礎とし、上部はSC杭とした。また、避難動線となる外構部は耐液状化格子状の深層混合処理を行った。

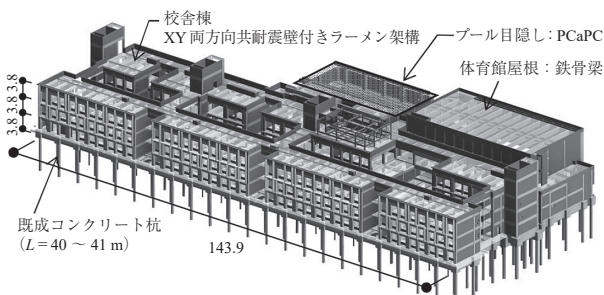


図 - 5 構造架構パース

### 4.3 校舎棟の上部構造計画

建物平面の長手方向(X方向)は約140m、短辺方向(Y方向)は約60m、普通教室部分の代表的なスパンはX方向3.2m、Y方向7.45mである。平面がやや広いという、建築計画上のゾーニングにあわせボリュームが分節され、スパンの異なるプールや吹抜けを有する体育館も上層階に配置した計画としているが、建築の総合的な性能・価値を考慮し、EXPJを設けず構造上一体とした(図-5)。

平面が大きいことに由来する収縮ひび割れ軽減のため、長手方向に2か所、および各渡り廊下にコンストラクションジョイント設け、周囲の躯体打設後2~4か月のコンクリートの初期収縮を待ったのちに打設する対応を行った。

構造種別は両方向共耐震壁付きラーメン構造とし、設計ルート3による検証を実施しているが、同一平面内の耐震特性の差異に配慮し、各階おむねルート1以上の壁を配置し、剛性と耐力を十分に確保するとともに、分節されたエリアごとに偏りのない耐震壁を設け、建物全体の相対的な変形差を少なくした。普通教室・特別教室エリアでは廊下に面して多くの耐震壁を配置したが、壁厚と付帯柱幅を同じ400mmとすることで、ゆとりのある廊下となるよう配慮している。



写真 - 4\* フラットスラブとポスト柱による渡り廊下

中庭を横断する5箇所の渡り廊下は、地震時に各エリアに発生する水平力を他エリアへ伝達し校舎棟平面を一体化する重要な接続部である一方で、中庭に連続する居心地の良い空間が望まれた。そこで、梁型をなくし厚さ500mmのフラットスラブで高い面内剛性と耐力を確保し、鉛直荷重はφ120～140mmの鋼管柱にて支持することで開放的な空間を実現した(写真-4)。カムダウンスペースは普通教室から中庭に向かって約5m跳ね出す現場打ちPCの片持ち架構とし、落ち着きのある空間を実現した。

## 5. PCaPC 部材の設計

### 5.1 プール目隠し、車寄せ庇の計画

学校に通学する多くの児童・生徒はスクールバスで登校するため、昇降口に隣接するスクールバスの車寄せに庇を計画した。塩害に配慮しつつ、校舎と調和のとれた開放的で明るい空間とすることを意図し、約5.4mの片持ち柱の上部にPCaPCにて軽快な屋根をかけることとした。

また、校舎棟の3階上部に位置する屋上プールは、隣接建物からの視界を遮るため目隠しを設けることとし、同様の理由によりPCaPCにて計画した。

PCaPCの形状は両箇所共通して、適度に視線を遮りつつ内部へ光を落とすことを意図したルーバー状とし、登下校時に季節を感じるができるよう車寄せ庇は屋上緑化を行った(図-6)。空間の特性を考慮し、車寄せ庇は独立柱・支承梁からやじろべえ状に約5mの片持ち梁、プール目隠しは外周壁上を結ぶスパン約13mの単純梁とし、両者が類似した形状となるよう配筋・PC鋼材を含め断面を定めた。ルーバー状のPCaPCはそれぞれの支持点において直交方向の支承梁で一体化し、躯体の上に乗せるディテールとした。支承梁はポストテンションを導入した台形断面とし、より空間に広がりが出ることを意図した。

### 5.2 プール目隠し部材の設計

プール目隠しは約13mの単純支持部材となっており、設計基準強度 $F_c 50 \text{ N/mm}^2$ のコンクリートにプレテンション方式でプレストレスを導入したPC部材として計画した(図-7)。目隠し部材断面は図-9に示すとおり30°に傾けたL型に近い形状で、立上り部分を除けば車寄せ庇と同じ断面となっている。もっとも厳しい中央断面でもフルプレストレス設計となるよう、PC鋼材は13-15.2mm(SWPR7BL)を下側に120mm程の偏心を設けて配置した。部材に導入されたプレストレスは約 $5.4 \text{ N/mm}^2$ である(写真-5)。

プール目隠しの支承梁部の内、K通り側はRC梁側面に設けたコンクリートブラケットに支承梁が乗る形となるため、支承梁の設計はO通り側をメインに行った。O通り側は6.4mの4スパン連続梁とその左右の約3mの片持ち梁で構成されている。支承梁も車寄せ庇と同様に1.6mごとに部材目地を設けたPC圧着部材であるため、全断面でフルプレストレス設計となるようPC鋼材量を決定した。また施工性を考慮してPC鋼材は直線配置とした。一般部とそれに連続する片持ち部のPC鋼材は4c-4-15.2mm(SWPR7BL)、片持ち部単体は2c-4-15.2mm(SWPR7BL)

となっており、一般部の梁に導入されたプレストレスは約 $3.5 \text{ N/mm}^2$ である(図-10)。

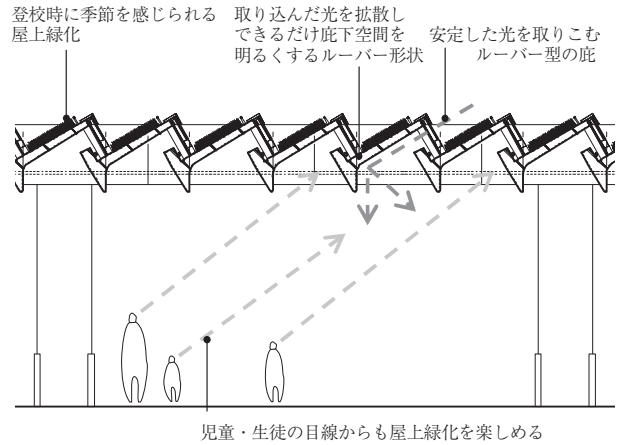


図-6 PCaPC ルーバーの断面形状

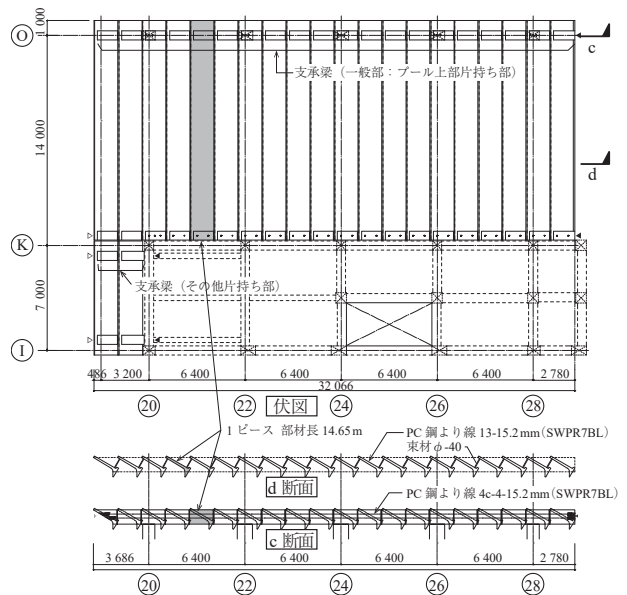


図-7 プール目隠し

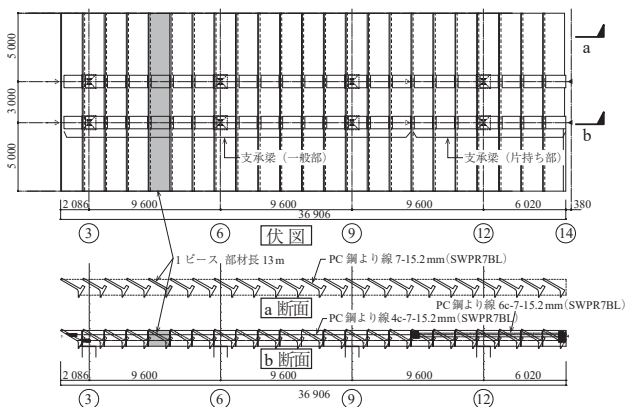


図-8 車寄せ庇

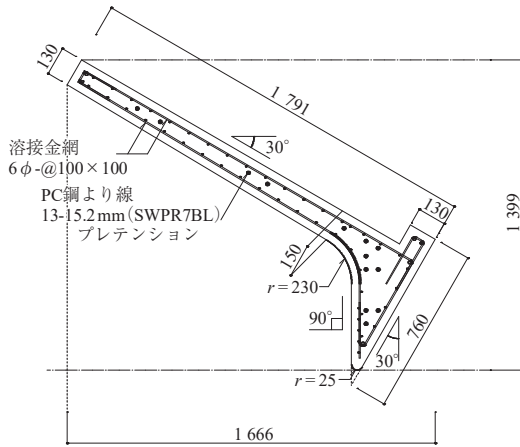


図 - 9 プール目隠しの部材断面

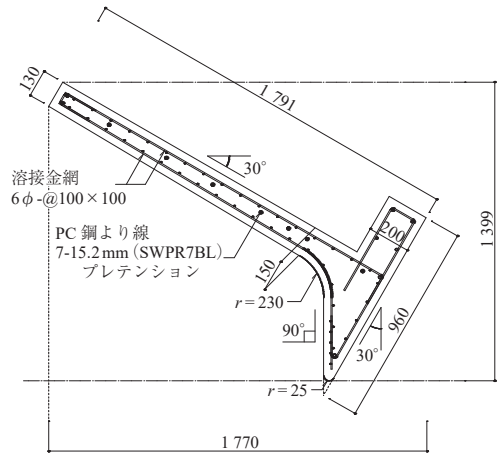


図 - 11 車寄せ底の部材断面

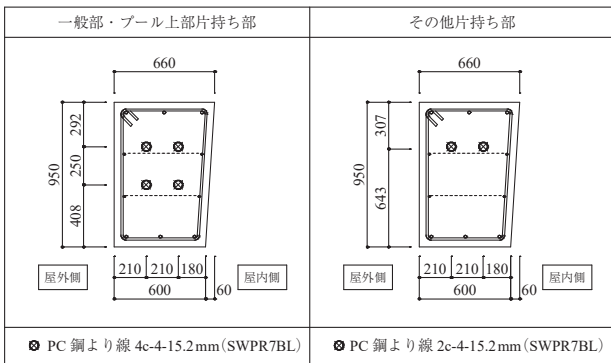


図 - 10 プール目隠しの支承梁断面

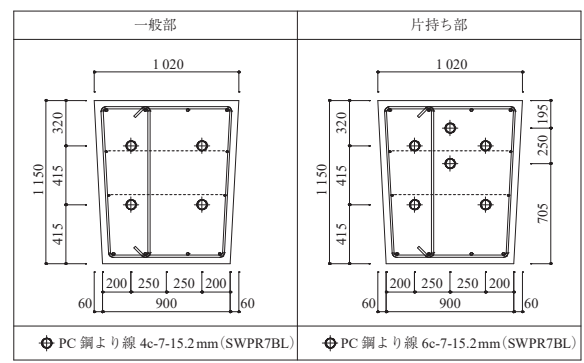


図 - 12 車寄せ底の支承梁断面

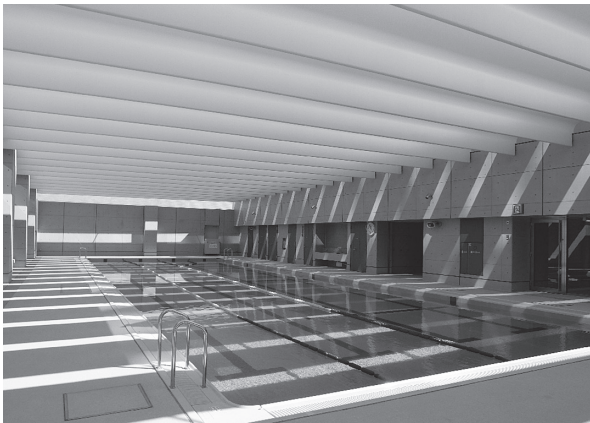


写真 - 5 プール目隠し



写真 - 6\* 車寄せ底

### 5.3 車寄せ底部材の設計

車寄せ底の底部分は約 5 m の片持ち部材となっており、プール目隠しと同様に  $F_c 50 \text{ N/mm}^2$  のコンクリートにプレテンション方式でプレストレスを導入した PC 部材として計画した (図 - 8)。両側の片持ち梁と中間の控え梁・支承梁合せて長さ 13 m の 1 部材としている。底部材断面は図 - 11 に示すとおり  $30^\circ$  に傾けた L 型に近い形状である。もっとも厳しい元端断面でもフルプレストレス設計となるよう、PC 鋼材は 7-15.2 mm (SWPR7BL) を上側に 100 mm 程の偏心を設けて配置した。部材に導入されたプレ

ストレスは約  $2.5 \text{ N/mm}^2$  である (写真 - 6)。

車寄せ底の支承梁部分は 9.6 m の 3 スパン連続梁と約 6 m の片持ち梁で構成されている。それぞれ 1.6 m ごとに部材目地を設けたポストテンション方式の PC 圧着部材であるため、全断面でフルプレストレス設計となるよう PC 鋼材量を決定した。また施工性を考慮して PC 鋼材は直線配置とした。一般部の PC 鋼材は 4c-7-15.2 mm (SWPR7BL)、片持ち部は鋼材を追加し 6c-7-15.2 mm (SWPR7BL) となっており、一般部の梁に導入されたプレストレスは約  $3.3 \text{ N/mm}^2$ 、片持ち部では約  $4.9 \text{ N/mm}^2$  である (図 - 12)。

### 5.4 部材変形量の確認

プール目隠し・車寄せ庇とも複雑な形状のPC部材であり、とくにプール目隠し部材は約13mの単純支持部材となるため、FEM解析により部材変形量を確認した。

プール目隠し部材において、両端固定の条件では中央下端たわみ量は4.5mmであったが、部材を工場で仮置きしている期間を想定し、支持条件をピン・ローラーとした場合には中央下端のたわみ量は11.5mmとなった(図-13)。

施工にあたっては部材を斜めに架設することで水勾配を確保する計画としたが、上記のたわみ量を考慮して部材の勾配を決定した。

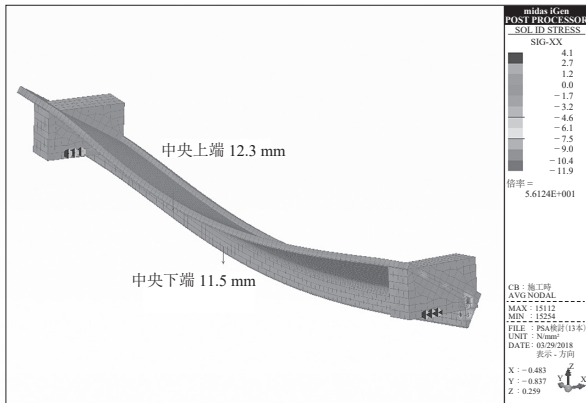


図 - 13 プール目隠し部材のFEM解析結果

なお、車寄せ庇部材も部材を斜めに架設することで水勾配を確保する計画としたが、FEM解析による変形量は片持ちとなる庇先端部分で2.1mmのたわみであったため、水勾配の確保に問題はなかった。

## 6. PCaPC 部材の施工計画

### 6.1 PCaPC 部材製作

本物件のPCaPC部材は $F_c 50 \text{ N/mm}^2$ 、プレストレス導入(脱型)時強度 $F_{cp} 30 \text{ N/mm}^2$ のコンクリートを用いたプレテンション部材である。翌日脱型を可能にするため、早強ポルトランドセメントを使用し蒸気養生を行った。

各部材の重量と数量は表-1に示すとおり、プール目隠しは22ピースで最大重量約16.5t、車寄せ庇は23ピースで最大重量約19.4tと、重量部材となっている。

表 - 1 部材重量表

プール目隠し			車寄せ庇		
部材記号	体積 (m³)	重量 (t)	部材記号	体積 (m³)	重量 (t)
a01	5.56	13.90	b01	6.44	16.10
a02	6.52	16.30	b02, 08, 14, 17	7.71	19.28
a03	6.47	16.18	b03, 04, 05, 06, 07, 09	7.75	19.38
a04, 05, 06, 08, 09, 10, 12	6.48	16.20	b10, 11, 12, 13, 15, 16	7.72	19.30
a13, 14, 16, 17, 18					
a07, 11, 15, 19	6.47	16.18	b20, b23	7.15	17.88
a20	6.60	16.50	部材総重量 438.74		
a21	3.17	7.93			
a22	4.25	10.63			
		部材総重量	340.56		

いずれの部材も板部分(庇・目隠し部分)と支承梁が30°傾いて一体となった複雑な形状をしているため、型枠計画に際しては、型枠業者を含めて綿密な打ち合わせを行った。結果として、写真-7に示すとおり板部分が水平となるよう、支承梁を傾けた型枠とした。

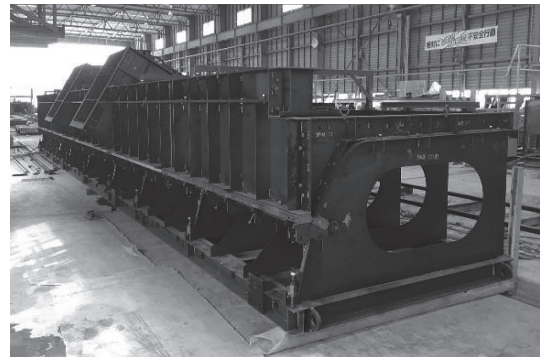


写真 - 7 車寄せ庇型枠

また、部材は塗装仕上げ(ふっ素樹脂耐候性塗料塗り)となっており、現場足場上での塗装作業を無くすため、製作工場で塗装することとした。

## 6.2 施工

### (1) 仮設計画

プール目隠しは図-14に示すとおり、O通り側の支承梁部分を支保工で受け、K通り側は現場打ちの躯体で受ける計画とした。車寄せ庇は図-15に示すとおり、中央2列の支承梁部分の支保工で部材を受け、両端の板部分には転倒防止として補助サポートを設置した。なお、いずれの支保工も目地型枠取付け用の足場と兼用としている。

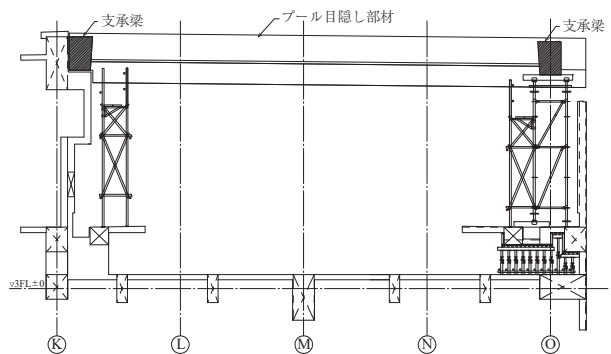


図 - 14 プール目隠し仮設計画

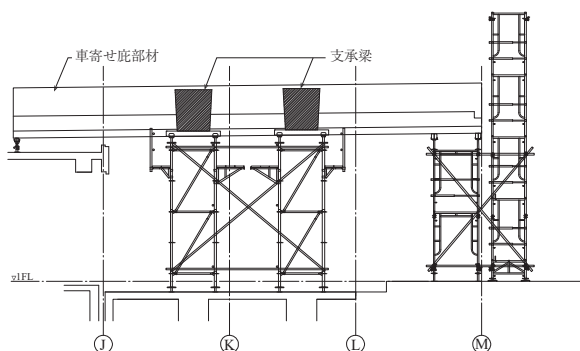


図 - 15 車寄せ庇仮設計画

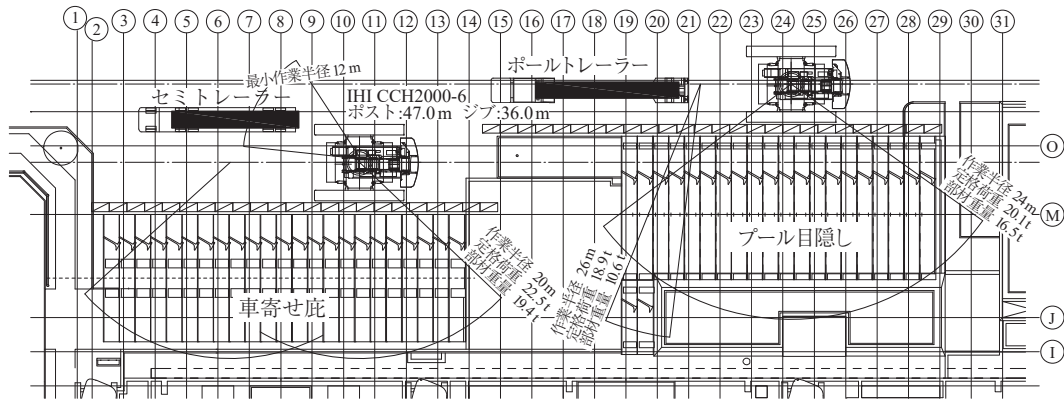


図 - 16 架設計画

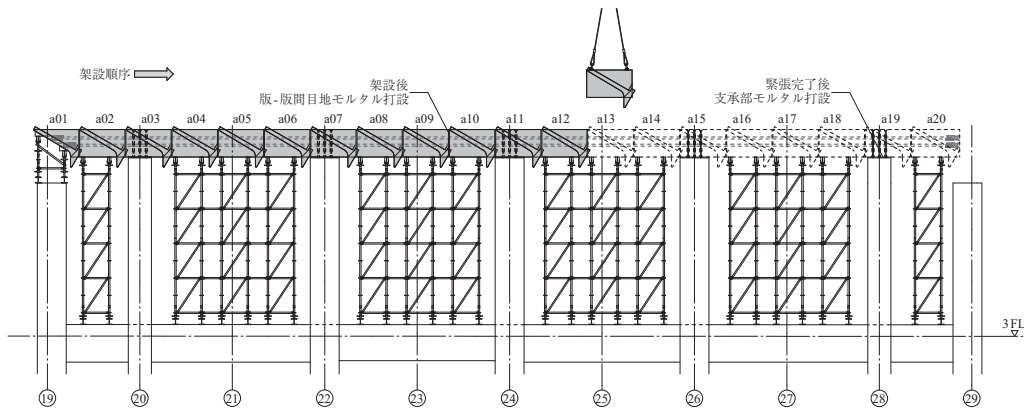


図 - 17 プール目隠し架設順序

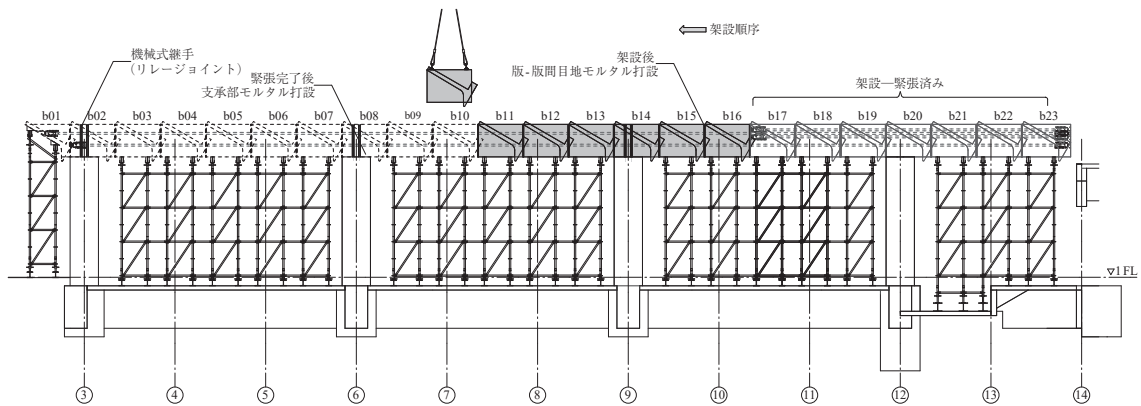


図 - 18 車寄せ庇架設順序

## (2) 架設計画

部材架設では図 - 16 に示すとおり、敷地北側に 200 t クローラークレーン（ポスト：47.0 m、ジブ：36.0 m、定格荷重：28.5 t）を設置した。1 日の架設部材数を 5 部材と設定し、部材の仮置き位置および架設箇所を検討し、クローラークレーンを移動しながら架設する計画とした。

## (3) プール目隠しの施工

プール目隠しは図 - 17 に示すとおり、以下の手順で施工した。① a01 → a20 の順で部材架設、② 梁間目地モルタル打設、③ PC 鋼より線通線・緊張、④ 定着端部穴埋め、⑤ PC グラウト、⑥ 支承部モルタル打設となる。なお、緊張前に梁間目地モルタル強度 30 N/mm<sup>2</sup> を公的試験機関にて確認している。

## (4) 車寄せ庇の施工

12 通りから 14 通りにかけて片持ち梁となっているため、12 通りを境に左右に 3 部材ずつの計 7 部材を先行架設・緊張し、一体化する必要があった。車寄せ庇は図 - 18 に示すとおり、以下の手順で施工した。① b17 ~ b23 部材架設、② 梁間目地モルタル打設、③ PC 鋼より線通線・緊張 (b17 ~ b23)、④ 定着端部穴埋め、⑤ b02 ~ b16 部材架設、⑥ 梁間目地モルタル打設、⑦ PC 鋼より線通線・緊張 (b02 ~ b23)、⑧ 定着端部穴埋め、⑨ b1 部材架設、⑩ 梁間目地モルタル打設、⑪ PC 鋼より線通線・緊張 (b01 ~ b23)、⑫ PC グラウト (b01 ~ b23)、⑬ 支承部モルタル打設となる。

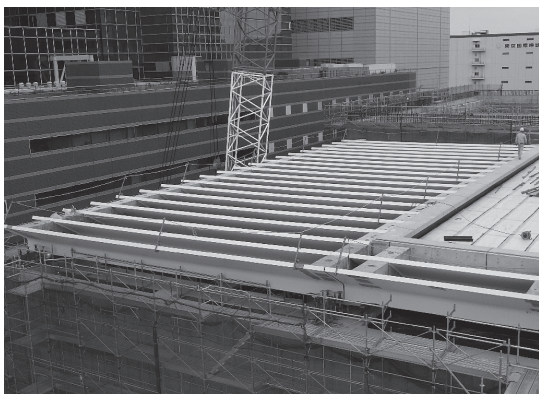
写真 - 8 に施工状況写真を示す。



① プール目隠し架設



② 車寄せ庇架設



③ プール目隠し架設完了



④ 車寄せ庇架設完了

写真 - 8 PCaPC 部材施工状況



図 - 19 3D イメージ

写真 - 9 目地型枠

#### (5) 梁間目地モルタルの施工

部材形状が複雑なため梁間目地型枠の検討に際して、3D イメージを作成し型枠形状を決定した。3D イメージを図 - 19 に、型枠取付け状況を写真 - 9 に示す。

#### (6) 固定側端部穴埋めの施工

固定側の定着端部は庇見上げ面に取付いているため、経年劣化によるモルタルの剥落が懸念された。剥落対策として、座掘り部分にステンレスボルト用のインサートを埋め込み、ステンレスワイヤーを巻き付け、型枠を取付けたあとに無収縮モルタルを注入した。施工状況を写真 - 10 に示す。



写真 - 10 固定側定着端部穴埋め状況

## 7. おわりに

本稿ではルーバー状のPCaPC 庇・目隠しの設計・製作・施工を中心に特別支援学校の計画概要の紹介を行った。

計画段階から竣工まで約6年、東京都財務局の皆様には長きにわたり多大なご指導をいただきました。また、建築工事を担当いただいた関東建設工業・立花建設・オオバ工務店JVをはじめ、設計・製作・施工各段階で多くの関係者にご尽力いただきました。心より感謝の意を表します。

本校は平成31年4月に開校を迎え新しく子どもたちを迎えることができました。この学舎で学ぶ子どもたちが、生き生きと学び・育っていくことを願っています。

(※付写真 撮影：先崎幸三 / フォトオフィス先崎)

【2019年4月26日受付】