

プレキャスト圧着工法による 「東京都立芦花高等学校」の設計・施工

早川 邦彦*1・山田 慎二*2・下野 繁太郎*3・染谷 俊章*4

1. はじめに

東京都立芦花高校は、「都立千歳高等学校」と「都立明正高等学校」が合併し、新たに単位制高校として千歳高等学校の跡地に計画され、1998年より約1年半の設計期間と約2年間の工事期間を経て、今春竣工した。

東西および北側を良好な低層住宅地に近接する本敷地は、スケール、日影規制、そして通風など周辺環境に与える影響について十分な配慮が必要とされた。

そこで、近隣住宅への高さによる圧迫感を低減するため、階数を3階に設定し、かつ部材オーダーのスリムなプレキャスト・プレストレストコンクリート造（以下、PCaPC造）を採用して階高を抑える断面形状とした。またPCaPC造は、住宅地内における工事時の騒音を軽減するとともに、仮設校舎、グラウンドを確保した上での工事となるため、作業スペースの縮小にも有効である。さらに耐久性の高さは、LCC（ライフサイクルコスト）、LCCO₂（ライフサイクルCO₂）の削減となり、エコスクールという観点においても評価できるため、3棟の中の主建物となる校舎棟（教室棟+センター棟）で採用した。

本建物は、一般的にPCaPC造で製作される倉庫建物などとは違い、オーダーをスリムに保ったまま、かつ意匠的にシンプルに見せるため、大梁を欠き込み、小梁を落とし込むなどの工夫を各所行っている。

本稿では、PCaPC造が採用された校舎棟（教室棟+センター棟）の設計と施工について報告する。

2. 建物概要

工事名称：都立世田谷地区単位制高等学校（12）建設工事

工事場所：東京都世田谷区粕谷三丁目8番1号

発注者：東京都

設計監理：東京都財務局営繕部建築第二課

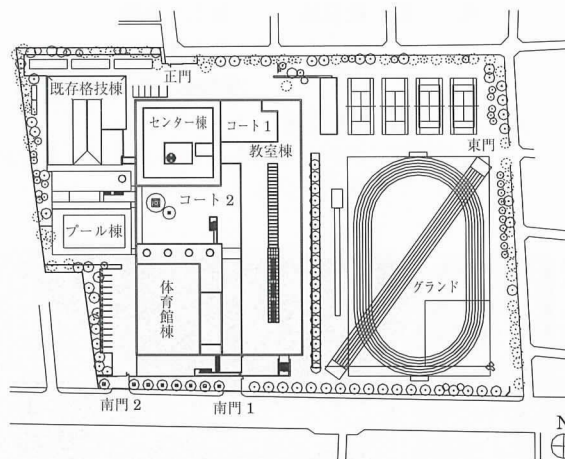


図-1 全体配置図



写真-1 建物外観

株式会社 早川邦彦建築研究室

施工者：大成・大明建設共同企業体



*1 Kunihiko HAYAKAWA

(株)早川邦彦建築研究室
代表取締役



*2 Shinji YAMADA

大成建設(株)
東京支店 建築部



*3 Shigetaro SHIMONO

フドウ建研(株)
PC事業本部 工事部



*4 Toshiaki SOMEYA

フドウ建研(株)
PC事業本部 設計部

○ 小特集 / 工事報告 ○

PC 工 事：フドウ建研株式会社

工 期：平成 13 年 3 月 9 日～平成 15 年 2 月 14 日

建物用途：全日制普通科単位制高等学校

規 模：敷地面積 27 620.56 m²

建築面積 教室棟 2 756.83 m²

センター棟 1 335.36 m²

延床面積 教室棟 7 238.49 m²

センター棟 3 474.76 m²

階 数 教室棟 地上 3 階建

センター棟 地上 4 階建

(PCaPC 部 3 階建)

構 造：基 礎 直接基礎

主体構造 プレキャスト・プレストレストコン

クリート造

仕 上 げ：外 壁 アルミ亜鉛メッキ鋼板（鉄骨下地）
 押出し成型セメント板（鉄骨下地）
 打放しコンクリート

床 長尺塩ビシート

内 壁 有孔合板 CL

天 井 スラブ底 パーライトモルタル吹付
 梁形 PC 版素地

3. 建築計画および構造概要

3.1 建築計画

PCaPC 造を採用した校舎棟は、単位制であるこの高校において一番の特色でもある、上部にトップライトをもち一部入り込んだ形で3層吹き抜けているラーニング・ギャラリー（オープンスペース）が中央にあり、その両脇に普通

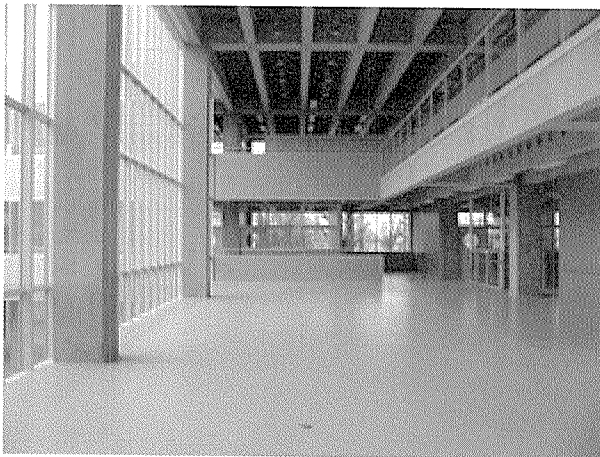


写真-2 建物内観（ラウンジ）

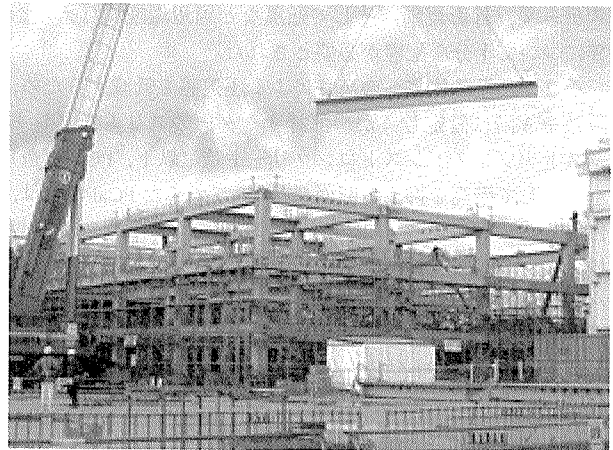


写真-3 施工時外観（センター棟梁架設時）

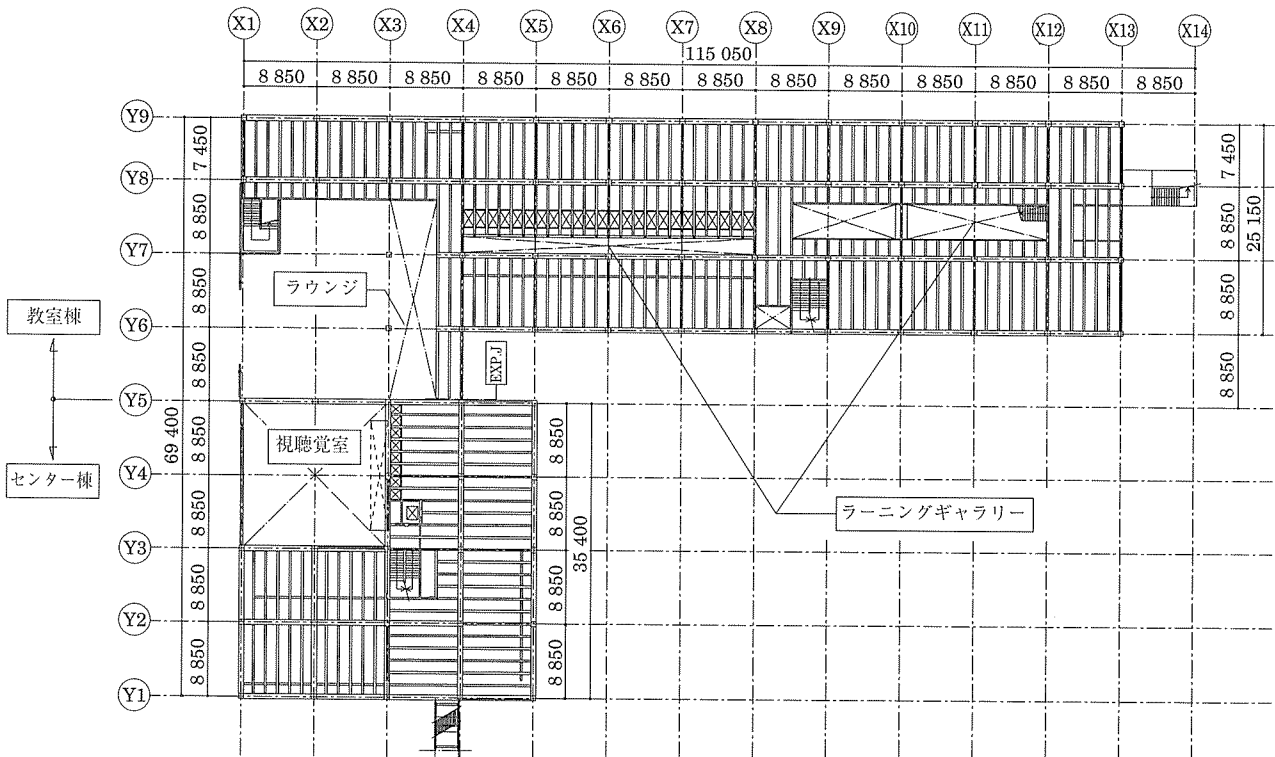


図-2 校舎棟 柱・梁伏図（3階）

教室，特別教室，講義室が配置されている。

主に 8.85 m のスパンにおいて，3 層一節の 640 mm 角の柱を建て込み，640 mm 角の大梁をかけ，高さ方向は階高 3.75 m，梁下 3 m の基本グリッドをつかったうえで，T 型のスラブ床版を落とし込んでいる。教室棟は普通教室が 1 スパン，特別教室がそれに対し 1 スパン半の広さを必要とするため，短手の大梁も 640 mm 幅ではなく小梁と同幅の 250 mm とし，空間の連続性をもたせている。

さらに仕上げに関しては，PC は部材表面の仕上がりが良いため，天井は将来的に産業廃棄物となる天井材を使わず，スラブ床版を露出とし，スラブ底のみ吸音効果をもつパーライトのみを吹き付けている。また，すべての梁にスリーブを定期的に分け，設備配管は梁成内に対応し，区画部のみキャップをすることにより，配管等の将来対応も念頭においた計画としている。

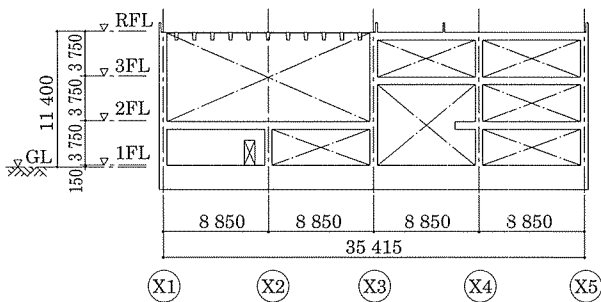


図-3 センター棟軸組図 (Y4 通り)

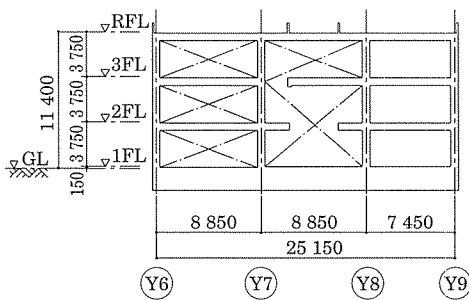


図-4 教室棟軸組図 (X5 通り)

3.2 構造概要

校舎棟 3 階梁伏図を図-2 に，軸組図を図-3・4 に示す。

校舎棟の平面形状は，115.05 m × 25.15 m の教室棟と 35.4 m × 35.4 m のセンター棟が L 型に配置されており，Y5

通りに EXP.J が設けられている。

階高は，1 階～3 階が 3.75 m，4 階が 3.30 m となっている。

上部の構造形式は，1 階～3 階を一部現場打ち耐震壁を併用したラーメン構造とし，PCaPC 造（圧着工法）を採用した。また天体観測室となるセンター棟 4 階部分は，現場打ち壁式構造とした。用途係数は $I=1.25$ としている。

基礎構造はべた基礎による直接基礎とした。

基本グリッドは用途が学校であるため，8.85 m × 8.85 m（一部 8.85 m × 7.45 m）と若干大きめのスパンとなっている。基本的な部材の構成は以下のとおりである。

- 1) プレキャスト柱（以下，PC 柱）
- 2) 梁幅 640 mm の小梁受け大梁（以下，小梁受け大梁）
- 3) スラブ一体式の ST 大梁（以下，ST 大梁）
- 4) ST 大梁と同一断面の ST 小梁（以下，ST 小梁）
- 5) 片持ち梁先端に取り付けられた，厚さ 150 mm の平版（以下，PC 幕板）

構法概要図を図-5 に，各部材の基本断面を図-6 示す。

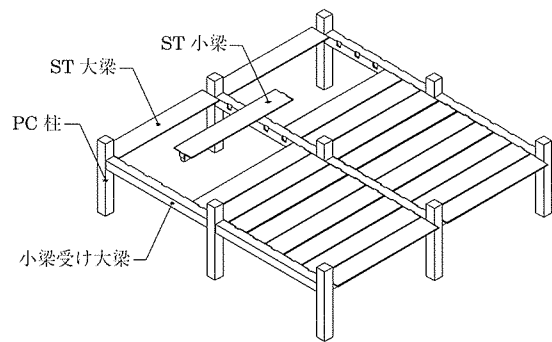


図-5 構法概要図

本建物の架構は，3 層一節とした PC 柱に，小梁受け大梁および ST 大梁をプレストレスにより圧着し，一体化することにより構築されている。

さらに一体化された架構に，ST 小梁を 1.475 m ピッチ（8.85 m スパンを 6 分割）に配置し，床上部に現場打ちコンクリート（以下，トッピングコンクリート）を打設することにより床組みを形成している。

本建物の特徴的な部分である，教室棟ラーニングギャラリー部およびセンター棟視聴覚室について以下に説明する。

(1) 教室棟 ラーニングギャラリー部

教室棟の中央に位置するラーニングギャラリー部（オー

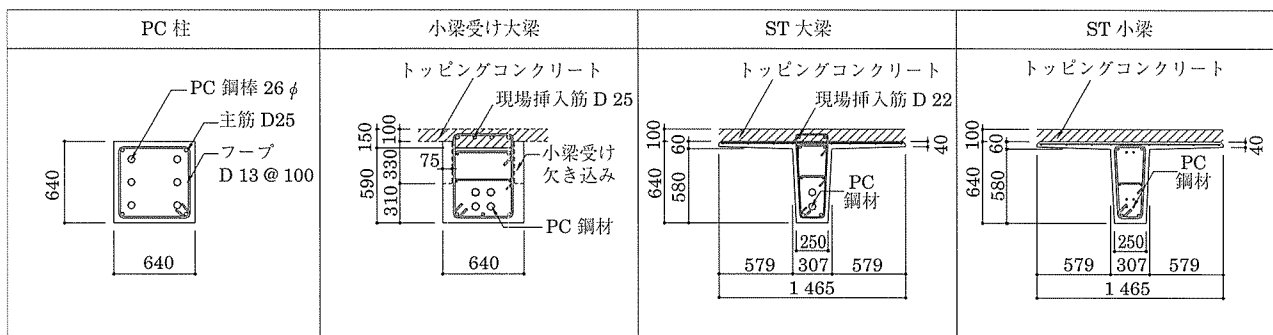


図-6 各部材基本断面図

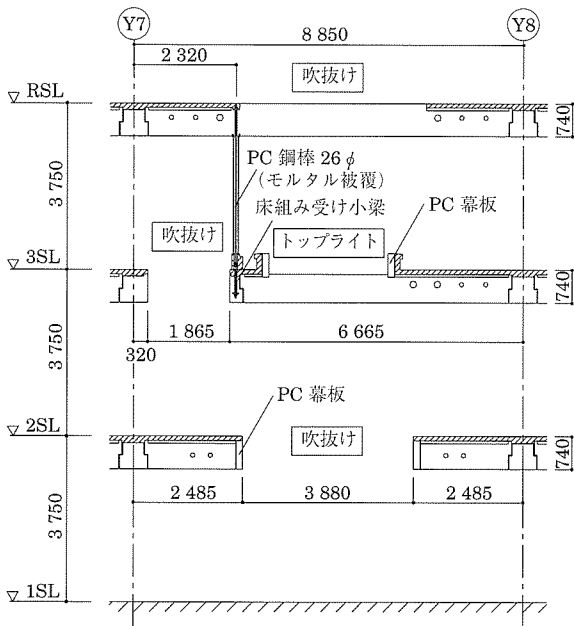


図-7 ラーニングギャラリー断面図

プンスペース)は3層の吹き抜けとなっており、2階部分は両側からの片持ち梁、3階部分はR階からの吊り構造となっている。

ラーニングギャラリーの断面を図-7に示す。

吊り構造部は、R階ST小梁から3階床組み受け小梁をPC鋼棒(26φ)により吊り下げ、それに3階ST大梁・ST小梁を架設し、トッピングコンクリートを打設している。

3階床積載荷重満載時のPC鋼棒(26φ)が負担する引張荷重は、PC鋼棒の規格降伏荷重の約25%とした。

また、吊り材であるPC鋼棒は厚さ40mmのモルタルで被覆し、耐火性能も確保した。

(2) センター棟 視聴覚室

センター棟2階の視聴覚室(3階部分吹き抜け)は、用途上室内に柱を設けることができないため17.7m×17.7mグリッドの大空間を構成する必要があった。そのため部材の構成は変えずに、大梁・小梁の梁せいを一般部より260mm高くし、トッピングコンクリート合成後1000mm(PC

部900mm)とした。

4. PC部材の設計

使用材料を表-1に示す。

表-1 使用材料

部位		コンクリート	PC鋼材
PC部材	PC柱	$F_c = 50 \text{ N/mm}^2$	SBPR 930/1080 26φ
	小梁受け大梁 ST大梁		SWPR 7 BN 12.7 mm (VSL工法)
	ST小梁		SWPR 7 BN 12.7 mm
	PC幕板	$F_c = 30 \text{ N/mm}^2$	-
トッピングコンクリート		$F_c = 24 \text{ N/mm}^2$	-

PC部材の設計基準強度は、プレストレスの導入される部材である柱・大梁・小梁については $F_c = 50 \text{ N/mm}^2$ とし、RC材であるPC幕板は、 $F_c = 30 \text{ N/mm}^2$ とした。

4.1 PC柱の設計

PC柱の断面は640mm×640mmの1種類である。工期の短縮および横目地数の削減のため、3層1節長さ11.12mの1本柱とした。

PC柱と基礎との接合およびPC柱へのプレストレスの導入は、基礎から柱頭まで貫通した6本のPC鋼棒(26φ)で行った。

長期荷重に対する設計は、圧着部(1階柱脚)をフルプレストレス、その他をパーシャルプレストレスとして行った。

地震力に対しては、PC鋼棒に加え一部1階柱脚部の柱主筋に、グラウト充填式の機械式継手を用いることにより耐震性を確保した。

4.2 ST大梁および小梁受け大梁の設計

ST小梁と平行に位置するST大梁の断面は、断面の連続性を保つためST小梁と同形状とし、 $b \times D = 250 \text{ mm} \times 740 \text{ mm}$ (PC断面: 250mm×640mm)とした。

小梁受け大梁の形状は、梁幅を柱幅と同面とし $b \times D = 640 \text{ mm} \times 740 \text{ mm}$ (PC断面: 640mm×590mm)とした。小梁との接合位置では梁側面に深さ75mmの欠き込みを設けているため、構造断面は $b \times D = 550 \text{ mm} \times 740 \text{ mm}$ (梁両



写真-4 施工時外観(教室棟柱建て方時)

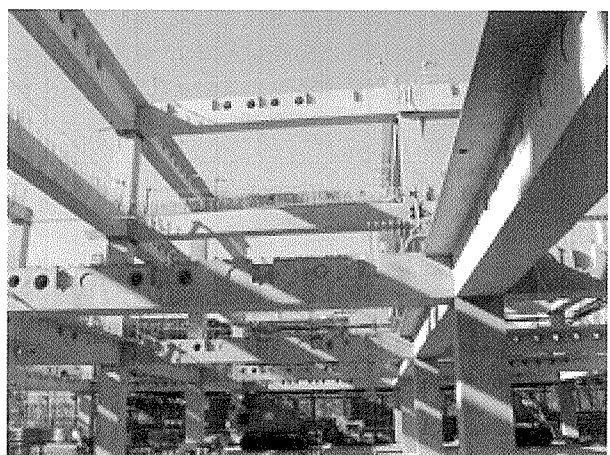


写真-5 施工時外観(センター棟)

側面増打ち 45 mm) とした。

梁への現場でのプレストレスの導入 (以下, 2 次緊張) は, 柱建方後 2 階 ~ R 階の小梁受け大梁および ST 大梁を架設し, 目地モルタルの導入時強度発現後行った。ST 小梁架設前およびトッピングコンクリート打設前の PC 部材単体時に, プレストレスを導入することにより, プレストレス導入前の応力がほとんど生じないため, 工場でのプレストレス導入 (以下, 1 次緊張) を不要若しくは軽減することができた。

部材の設計は以下のように行った。

- 1) 大梁・小梁およびトッピングコンクリートの自重による応力に対しては, PC 梁単体断面にて設計した。(設計レベルはパーシャルプレストレス)
- 2) トッピングコンクリート硬化後の仕上げ荷重および積載荷重に対する大梁の端部上端応力は, 現場挿入の上

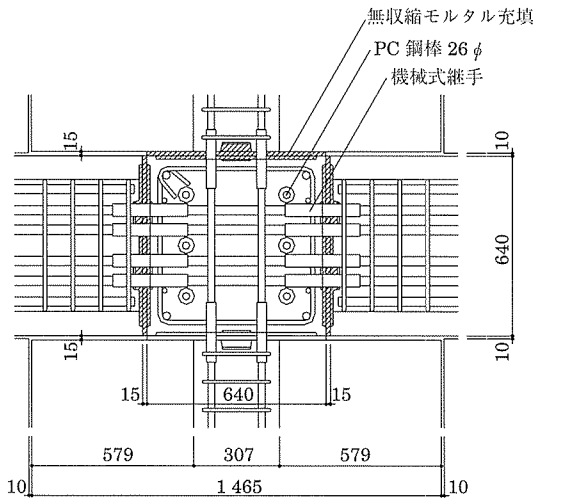


図 - 8 柱梁接合詳細図

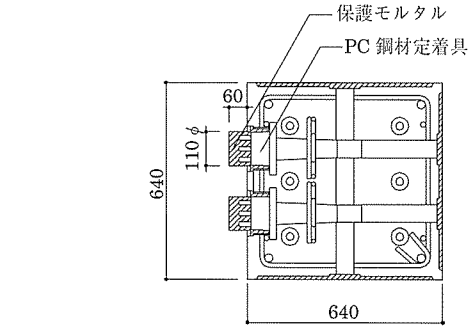
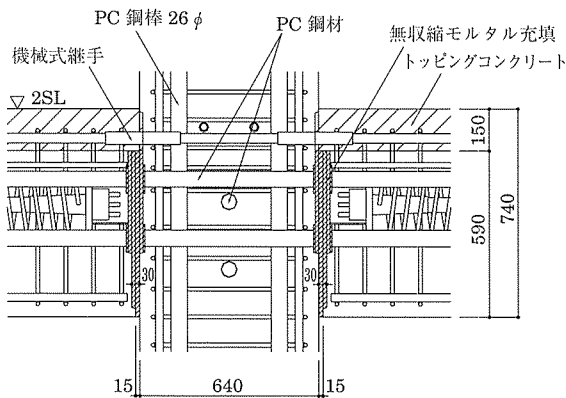


図 - 9 保護モルタル形状図

- 3) 地震時応力は, トッピングコンクリートを含めた合成梁として PC 鋼材および上端筋で負担した。

柱梁接合詳細図を図 - 8 に, 保護モルタル形状図を図 - 9 に示す。

本建物では, 意匠的な理由での柱断面や目地幅への制限や, 施工的な理由から, 以下のような工夫を行った。

- 1) 柱断面が 640 mm × 640 mm と小さく, 2 次緊張用の定着具が柱の PC 鋼棒と干渉するため, 保護モルタル部分を柱の外側に突出した。
- 2) 柱梁接合部の目地幅は 15 mm と狭く, 無収縮モルタルを確実に充填することが困難なため, 周囲のみを 15 mm として内側は梁小口を 15 mm 下げ, 目地幅を 30 mm とした。
- 3) 教室棟の桁行方向は建物長さが長いので, 通しケーブルとすると桁行方向に配置された小梁受け大梁のプレストレスによる不静定応力が大きくなる。そのため,

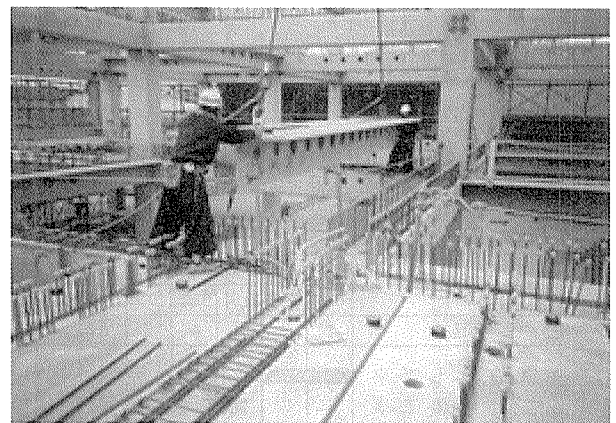


写真 - 6 小梁架設状況

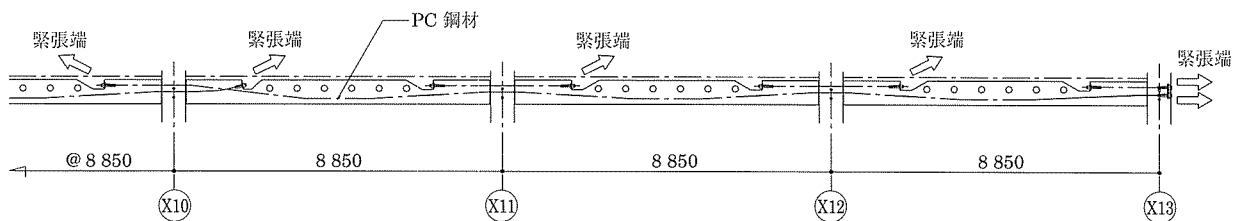


図 - 10 教室棟 桁行方向配線図 (X9 ~ X13 通り間)

桁行方向に配線される通しケーブル（3 スパンごとに分割して緊張）を 2 ケーブルにし、他の 2 ケーブルは柱・梁接合部のみとして全体の軸縮み量を抑制した。（図 - 10 参照）

また梁中央部のプレストレス導入力を補うため、架構の軸変形に影響しないよう工場にて 1 次緊張を行った。

4.3 ST 小梁の設計

ST 小梁の断面形状は、梁形は $b \times D = 250 \text{ mm} \times 740 \text{ mm}$ （PC 断面： $250 \text{ mm} \times 640 \text{ mm}$ ）、スラブ厚さは根元 60 mm、先端 40 mm とした。プレストレスの導入は工場でのプレテンション工法とし、6 本 - SWPR 7 BN 12.7 mm を配置した。

梁中央部の設計は合成断面のパーシャルプレストレスと

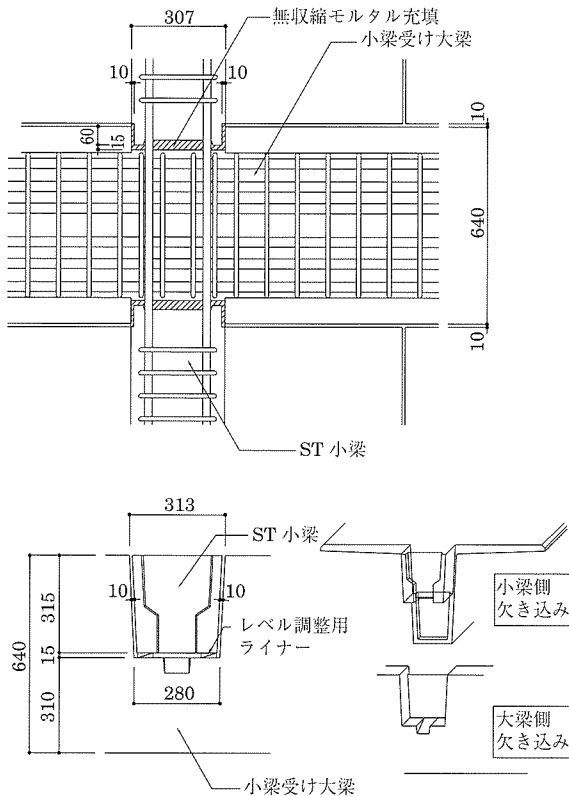


図 - 11 小梁受け大梁 - ST 小梁接合詳細図

して行い、端部は鉄筋コンクリート造として設計した。

小梁受け大梁 - ST 小梁接合詳細図を図 - 11 に示す。

大梁との接合は、大梁側面の欠き込みに小梁端部の上部を 60 mm 架け無収縮モルタルを充填し、上端筋配筋後トッピングコンクリートを打設し一体化を行っている。また小梁端部の目地モルタルの充填を完全に行うため、小梁端部は図 - 11 に示すような形状とした。

4.4 スラブの設計

スラブは ST 梁の PC スラブと厚さ 100 mm のトッピングコンクリートとの合成スラブとして設計した。

5. 施工概要

5.1 PC 部材の製作

PC 部材の製作は、フドウ建研株式会社北利根工場で行った。各部材の数量・型枠数を表 - 2 に示す。

表 - 2 PC 部材数および型枠数

部材	部材数	1ピースあたりの標準重量 (t)	1ピースあたりの最大重量 (t)	型枠数
PC 柱	73	11.5	11.5	2
小梁受け大梁	223	8.4	25.5	3
ST 大梁	138	4.9	13.2	2
ST 小梁	777	4.9	13.2	10
PC 幕板	84	1.0	1.0	2

本建物では ST 梁を除くすべての部分が打放しコンクリート仕上げとされるため、柱の打設方向や吊り治具の位置、型枠の転用計画等の検討を行い、仕上げには十分注意して製作した。

また工場の屋外ストックについても、PC 部材をビニールシートで完全におおうことにより、雨垂れ等の汚れを最小限とした。

5.2 工事工程

校舎棟の全体工程を図 - 12 に示す。

校舎棟の工事はセンター棟から教室棟の順序で行った。教室棟の X 1 ~ X 4 通りの 4 スパンは既存校舎使用中だったため、その部分を 2 期工事として残し、平成 14 年 4 月か

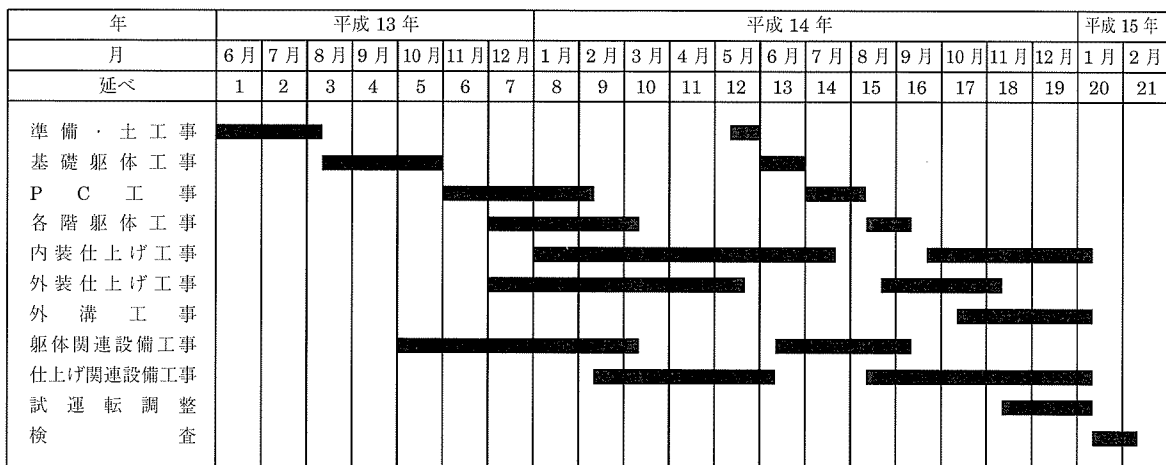


図 - 12 校舎棟 全体工程

