

ライオン平井新研究棟の設計・施工

森田 明*1・小林 直樹*2・松田 卓也*3・鷹嶋 啓美*4

本計画は4地区に分散していた研究開発施設をライオン平井事業所敷地内に統合するための再開発計画（ライオン平井地区R & Dセンター再開発）である。構成は管理厚生棟・研究A・B・C棟の4棟に加え、各棟を繋げる連絡デッキを計画した。管理厚生棟および各研究棟は平面計画の自由度を高めるため居室部を18.9mの無柱空間とし、現場打ちPC梁採用した。連絡デッキ棟は全長約160mに渡っており、施工時における施設利用者への配慮から現場作業を極力少なくしたPCaPC造を採用している。

キーワード：PCaPC造、渡り廊下、PC梁地組

1. はじめに

本計画は4地区に分散していた研究開発施設をライオン平井事業所敷地内に、統合拡充するための再開発計画（ライオン平井地区R & Dセンター再開発）である。現在完了しているI工事（管理厚生棟・研究A棟）と、II期工事では研究B・C棟の計4棟に加え、連絡デッキを計画した（図-1）。

本稿では現場打ちPC大梁を採用し地組により工期短縮を図った各研究棟と、柱・梁・スラブについてすべてPCa化したPCaPC造を採用した連絡デッキについて、設計・施工上の特徴について述べることとする。

2. 建築計画概要

ライオン平井地区R & Dセンター再開発では食堂などを有する管理厚生棟と開発等を行う研究棟A・B・C棟と

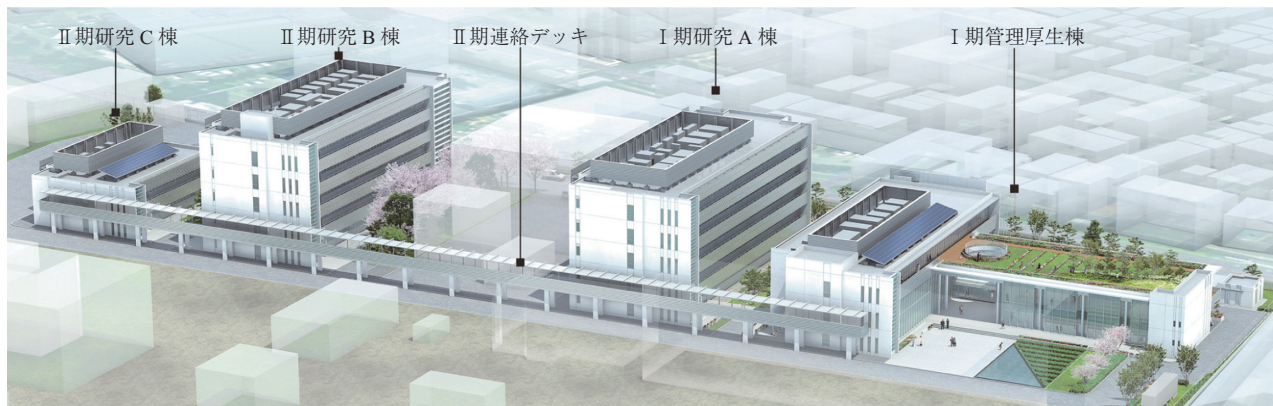


図 - 1 全体パース



*1 Akira MORITA

(株)松田平田設計
構造設計部



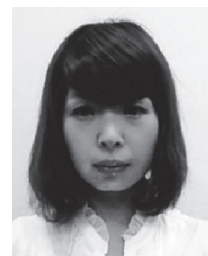
*2 Naoki KOBAYASHI

(株)松田平田設計
構造設計部



*3 Takuya MATUDA

ライオンエンジニアリング(株)
技術統括部
(設計・監理監修)



*4 Hiromi TAKASHIMA

オリエンタル白石(株)
東京支店
PC建築グループ設計

○特集／工事報告○

各棟を2階レベルで繋げる連絡デッキを計画をしている。
各研究棟は居室空間を18.9mの無柱空間とすることで、レイアウト変更にも柔軟に対応できる計画としている。連絡デッキは全長約160mに渡り、各棟への人の行き来のほかに梁下にインフラの幹線をとおり各棟に供給している。また、連絡デッキの施工時においてすでに使用されている管理厚生棟・研究A棟へ近接していることから、全部材をPCa化を図った。

下記に建築概要を示す。

- 名称：ライオン平井地区R&Dセンター再開発
- 発注者：ライオン株式会社
- 所在地：東京都江戸川区平井7丁目2番1号
- 敷地面積：40 724.57 m²
- 建築面積：研究A, B棟 1 257.57 m² 研究C棟 677.40 m² 連絡デッキ 445.90 m²
- 延べ面積：研究A, B棟 5 520.02 m² 研究C棟 1 168.91 m² 連絡デッキ 891.80 m²
- 階数：研究A, B棟 地上5階 研究C棟 地上3階 連絡デッキ 地上2階
- 設計・監理：ライオンエンジニアリング・松田平田設計
- 施工：清水建設（Ⅰ期工事）、大成建設（Ⅱ期工事）
- 用途：研究所
- 工期：2008年3月～2009年3月（Ⅰ期工事）、2012年1月～2013年1月（Ⅱ期工事）
- PC製作・工事：オリエンタル白石

3. 構造計画概要

3.1 各研究棟

各研究棟の代表伏図と軸組図を図-2, 3に示す。各研究棟はほぼ同形状で計画されており、平面計画は建物の南北にコアを配したダブルコアとすることで偏心がなくバランスの良い計画とした。平面計画は自由度を考慮し無柱空間としており、採用スパンは桁行方向のスパンが6.4m、梁間方向の18.9mの純ラーメン構造である。

基礎形式は設計GL-60mのN値50以上の砂礫層を支持層とした高支持力杭を採用した。

設計ルートはルート3とし、大地震後には研究員の安全確保に加えて機能確保が図られるよう重要度係数を保有水平耐力時において1.25として計画している。

本建物の主な用途は商品開発等の実験器具が置かれる実験室である。積載荷重は文部科学省により定められている建築構造設計指針（平成21年版）の実験室を参考とし、床用で4 000 N/m²と設定した。さらに、将来的な居室のレイアウト変更に対応できるようにコア以外の居室空間の積載荷重を実験室用の積載荷重に統一させた。

以上の条件から、梁間方向の18.9mのロングスパンには現場打ちPC大梁を採用した。プレストレスの有効率 μ を0.85とし、PC大梁の梁断面はPC鋼線10-12.7 ϕ ～12-12.7 ϕ の鋼線を4ケーブルにより片引きで緊張力を与えることで、梁断面をおおむね500×1 200mmで計画した。平面計画が1スパンであることから、PC大梁が取り

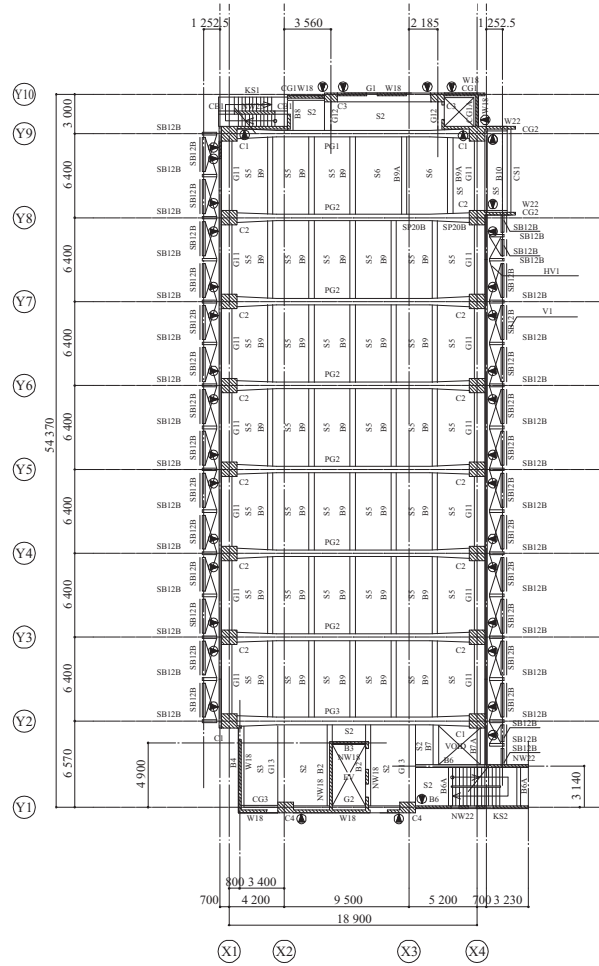


図-2 B棟伏図

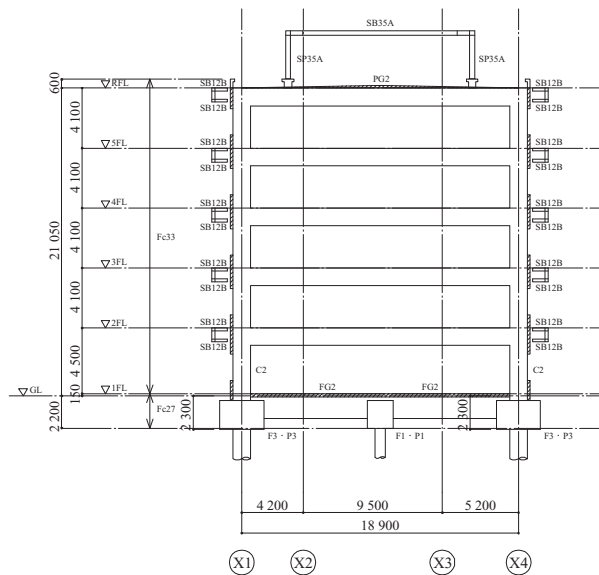


図-3 B棟軸図

付く柱はすべて側柱となるため、大きな長期モーメントが作用するが、PC大梁の緊張力により端部のモーメントが低減し、柱断面を1 100×1 200mmで計画した。

3.2 連絡デッキ棟

連絡デッキは管理厚生棟と研究 A 棟がすでに使用されているなかでの施工が大きな問題となった。躯体工事時には連絡デッキにより利用者の動線が分断されてしまうため、現場での作業期間を極力短くする必要があった。

以上の条件から、構造種別は鉄骨造と PCaPC 造について検討をおこない、梁間方向の剛性を確保できることや現場での施工性を考慮し、PCaPC 造を採用した。

設計ルートは柱断面を扁平な壁柱としたことで柱断面積を確保しルート 1 の強度型とした。また、建物長さが全長約 160 m に渡るため中央に EXP.J を設け 2 棟に分割している。

基礎形式は設計 GL-35 m の N 値 30 以上の砂礫層を支持層とした高支持力杭を採用した。杭打設に際しては各棟と近接しているため、狭小地で採用されるアポロタイプの杭打ち機により打設を行った。

PCaPC 梁の設計に際しては、9.1 m スパンとなる桁行方向の緊張力はパーシャルプレストレスを指し、梁と梁の目地部についてはパーシャルプレストレスを指した。また、緊張力の導入は摩擦によるロス等を考慮し、3 スパンごとに分割する計画とした。

柱は緊張力は導入しておらず、柱と基礎および梁との接合は機械式継手を使用し接合させた。また柱断面は 330 × 1 400 mm の扁平柱とすることで地上部での有効通路幅を確保した。

4. 連絡デッキ棟構造計画概要

この章では以下に連絡デッキ棟の構造計画概要を詳しく述べることにする。

連絡デッキ棟は既存の研究棟 2 棟と今回の新築研究棟 2 棟を繋ぐ計画となっている。構造種別の選定にあたっては

それぞれ 4 棟の建物と連絡デッキ棟が近接することから、既存建物を養生することなく、かつ、既存建物内部からの研究者の移動を妨げないような計画（工期削減）とした。具体的には連絡デッキ棟の構造種別に PCaPC 造を採用し、地上部でのコンクリート打設をなくし、固定支保工による施工を行わないことで、鉄筋・型枠・コンクリート打設工事の削減を図るとともに、騒音・廃棄物の低減に努めた。

実際の工程は、研究者が盆休みとなる期間を利用し、建方が終了できるように綿密なタイムスケジュールを作成し約 2 週間で建方を行った。

また、敷地内の研究棟が隣接していることから、建方時のクレーンの大きさが制限されるため極力部材断面を小さくする必要が生じた。このテーマに関してはコンクリート強度を高くすることで、部材断面を縮小し、建方時の部材重量の低減を図った。また、強度が高くなることで、小さい断面で設計ルートが「ルート 1」を確保でき、変形性能の向上も図れた。PC 構造とすることで、「大スパン」と「剛性の確保」という相反する条件に対して解決することが可能となった。

平面計画は、長辺方向（桁行方向）約 160 m、短辺方向（スパン方向）約 2 m で柱を均等に配置して単純明快なものとしてわかり易い計画としている。スパン割は 9.1 m、軒高は最大 5.08 m である（図 - 4）。

建物長さが 100 m 以上となるため、途中でエキスパンションを設け、地震動の相互作用や収縮ひび割れに配慮した計画としている。本構造は全面的に高品質・高強度コンクリート（Fc 60）を用いた構造として計画されている。

PCa 圧着工法の採用理由を下記に示す。

- ① 平面計画上均一なスパン
- ② 耐久性の向上
- ③ 耐震性の向上

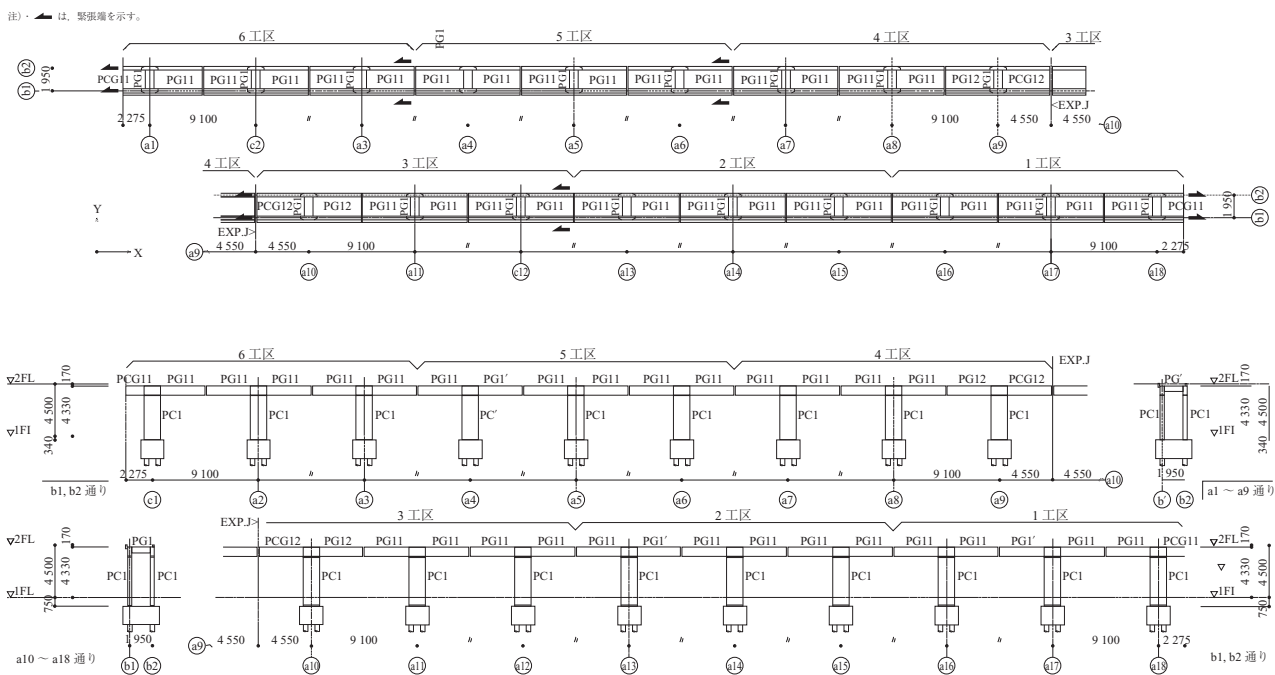


図 - 4 伏図・軸組図

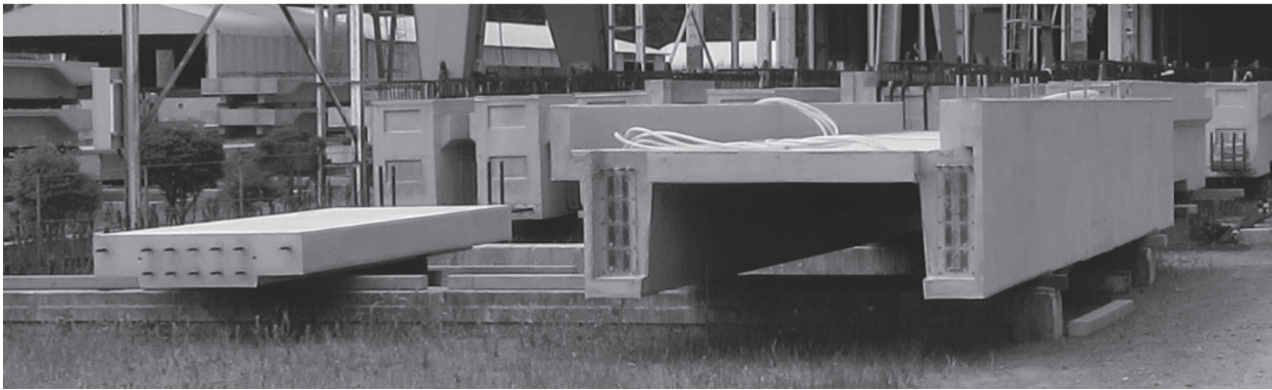
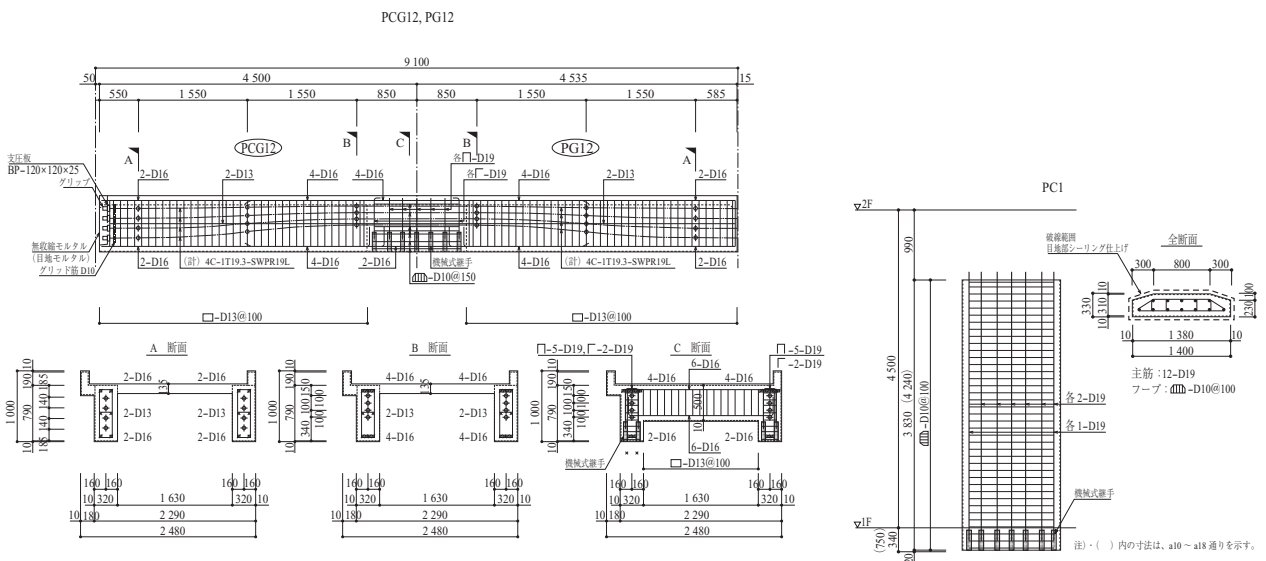


写真 - 1 PCa柱 (左), PCaPC床梁 (右)



PCa柱・梁接合部 納まり要領

PCa梁接合部 納まり要領

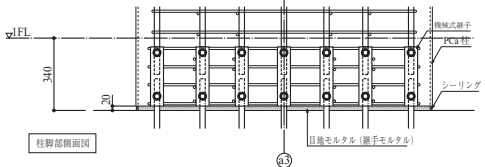
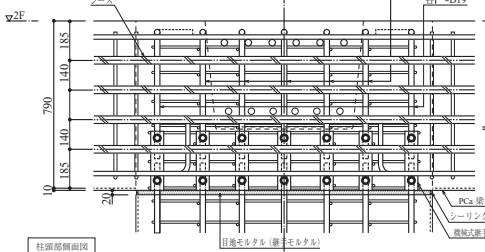
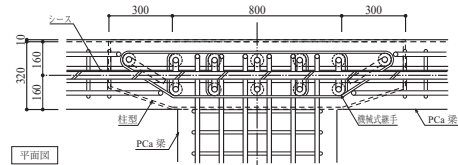
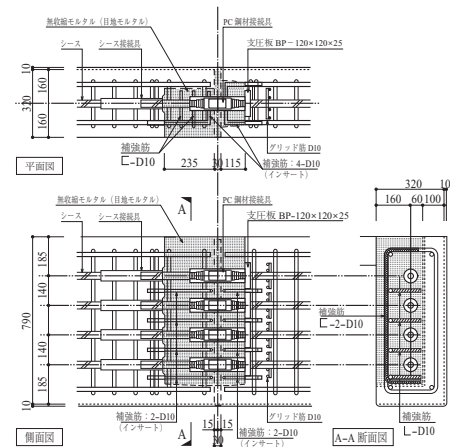


図 - 5 接合部配筋詳細図

- ④ 多連続スパンにおける不静定二次応力の最小化
 - ⑤ 工期短縮
 - ⑥ 現場作業員の省人化
 - ⑦ 運搬車両総数減による交通振動・渋滞の防止
 - ⑧ 躯体用型枠ベニヤ板の不使用等の地球環境への配慮
- など、諸々のメリットがあげられる。

プレキャスト造にすることで、天候に左右されずに高品質で均一な部材が得られ、工期の安定化と短縮化が図られた。通常、床スラブはハーフPC版を架設した上にコンクリートを打設する合成スラブとなるが、本計画では、床梁と一体となるようにプレキャスト化している。

4.1 耐震設計方針

本設計は設計ルート「ルート1」とし、有効率 $\eta = 0.85$ のポストテンション工法で、PCa部材の設計時断面応力度レベルはパーシャルプレストレスとする。

PCa柱は変断面となるため、等価な断面に置換して断面諸係数を設定した。梁断面はスパン方向はPC単体で、桁行方向は合成断面にて行っている（写真-1）。

最大層間変形角はスパン方向1/1644、桁行方向1/2971である。

4.2 部材計画

梁せいはスパン方向320×790mm、桁行方向700×500で桁行梁は19.3ΦのPC鋼より線を4C（ケーブル）使用した。柱断面は310×1286mmとなる。PC鋼より線定着工法はCCL工法を採用した。

4.3 主要部材の接合

- ・基礎～1階基礎梁：場所打ち鉄筋コンクリート造
 - ・基礎～柱、柱～大梁：鉄筋機械式継手
（図-5 PCa柱・梁接合部納まり要領，PC1，PCG12・PG12参照）
 - ・大梁・床：梁通し型のPC鋼線圧着接合
（図-5 PCa梁接合部納まり要領参照）
- 床構造と桁構造を一体化することで施工手順や材料の削減が図られた。

PC緊張工事は工場での1次緊張は行わず、現場での緊張のみ行った。

4.4 PC架設手順（設計時）

構造検討をするにあたって、①プレストレス導入によるフレームの弾性収縮、②PC部材の乾燥収縮などによる不静定二次応力を最小とする緊張計画とし、圧着工法によってこのフレーム部分を剛節構造とした。

下記に示す施工手順を示す。

1. a10～a12通りまでの1階PCa柱を架設。柱脚部機械式継手グラウト注入。
 2. a10～a12通りまでの2階PCa梁架設。柱頭部機械式継手グラウト注入。
 3. PCa梁にPC鋼線を配置後、目地モルタルの打設。目地モルタルの強度確認後、プレストレストの導入
 4. 緊張後、グラウト注入
 5. 以上のPCa部材組立施工順序（1～4）に従い、3→2→1→4→5→6工区の順に施工を行う。
- X方向の施工時応力は、架設時を想定したT型形状の

断面とプレストレス導入時、支保工解体時としている。また、設計時応力は上記の施工時応力と仕上げ・積載荷重時、地震時の組合せ応力として検討している（図-6）。

PCa部材運搬時の部材確認はPCa部材の製作・運搬・架設時に作用する応力が最大となる場合を考慮し、作用応力に安全率を1.3倍とするとともに、鉄筋の許容引張応力度はひび割れを考慮し $f_t = 120$ (N/mm²)とした。

4.5 詳細設計

梁の接合方法はPC鋼より線の接合具を用い連結し、目地コンクリート打設後、緊張工事を行った。PC鋼より線の接合具は鋼線のジョイントカップラにて鋼線を連結し、定着出来る接合金物で、とくに、鋼線が短かくて定着が難しい場合に使用される（写真-2）。

X方向

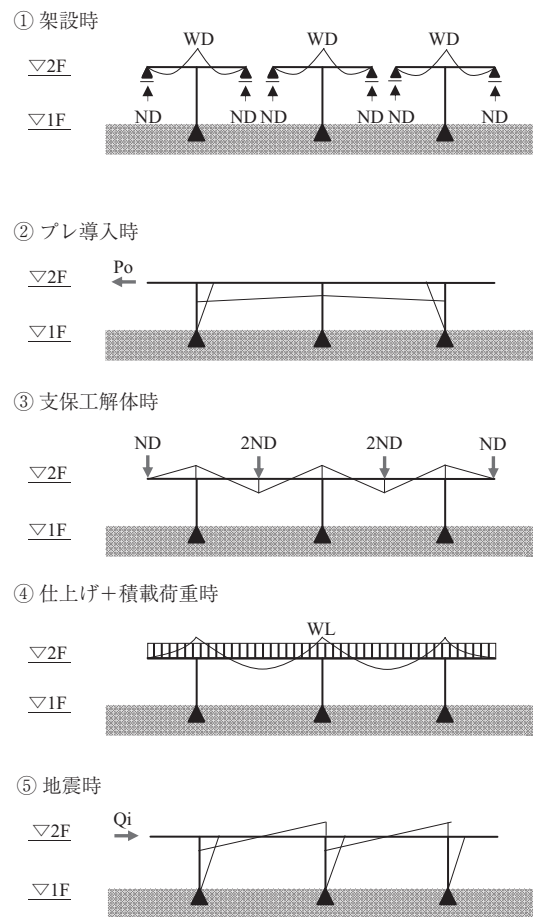


図-6 PCa部材施工順序に伴うモデル化



写真-2 大梁ジョイント

5. 連絡デッキ棟施工計画概要

5.1 PCa 部材の製作

本工事に使用される PCa 柱・PCa 床梁部材数および部材の最大重量を表 - 1 に示す。なお、PCa 床梁部材はスラブと一体化した部材なので鋼製型枠も大型化し、その型枠の継ぎ位置、脱型方法や製品の寸法誤差に注意して製作した。

また、出荷までのストックについても有害な損傷を与えないように、PCa 部材に適した支持位置に台木を置き汚れや発錆にも注意した。運搬においては、事前に道路や現場搬入路を調査し、運搬時に破損やひび割れが生じないように注意した。(表 - 2、写真 - 3、4)

表 - 1 製作部材数と最大重量

部材種類	部材数	部材最大荷重
PCa 柱	36 P	4.6 t
PCaPC 梁	18 P	19.8 t

表 - 2 製品の寸法許容差

版長	± 10 mm	工場規格
版幅	+ 5 ~ -3 mm	工場規格
版厚	+ 5 ~ -3 mm	工場規格
シース位置	± 10 mm	設計図書
金物位置	± 10 mm	工場規格

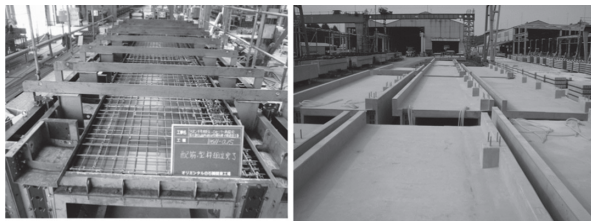


写真 - 3 PCa 床梁配筋・ストック状況



写真 - 4 PCa 床梁運搬状況

5.2 PCa 建方 (図 - 7、写真 - 5、6)

PCa 部材の建方は、全長 160 m を 2 つのエリアに分け、

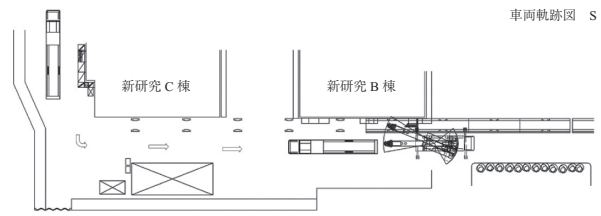


図 - 7 PCa 建方計画



写真 - 5 PCa 柱建方状況



写真 - 6 PCa 床梁建方状況

25 t 油圧クレーンを建物外部に配置し建方を行った。

PCa 柱部材の建て起こしは、ウレタンマットを使用し、部材が損傷しないよう建方時の吊り込みは、あらかじめ部材にセットされたインサートに吊治具を使用した。

5.3 緊張工事

本工事に使用した PC 鋼材は、スパン全長にわたって貫通しているケーブル (ロングケーブル) である。この方法により建物全体を一体としている。その PC 鋼材の種類と導入力を表 - 3 に緊張作業状況 (写真 - 7) に示す。

表 - 3 使用 PC 鋼材と緊張力

部材	鋼材種類	鋼材本数	導入時緊張力
PCaPC 梁	1-19.3φ SWPR19L	4 C / 梁	317 kN/C



写真 - 7 緊張作業状況



写真 - 8 PCa 建方工事完了

5.4 全体工程

全体工程表を図 - 8 に示す。本工事は、建物の全体工程 14 ヶ月に対して、PCa 建方工事の工期は、16 日間で終了した。(写真 - 8) 現在使用中の研究施設内での工事なので、使用者の作業動線を損なわないよう施設の休日を利用した短工期の施工であった。

また、通常の在来工法(約 1 ヶ月)に比べて約 0.5 ヶ月

の工期短縮が図れ、型枠支保工の存置期間も含め、現場エリア内での資材の搬出入車両および作業員についても最小限にすることができた。

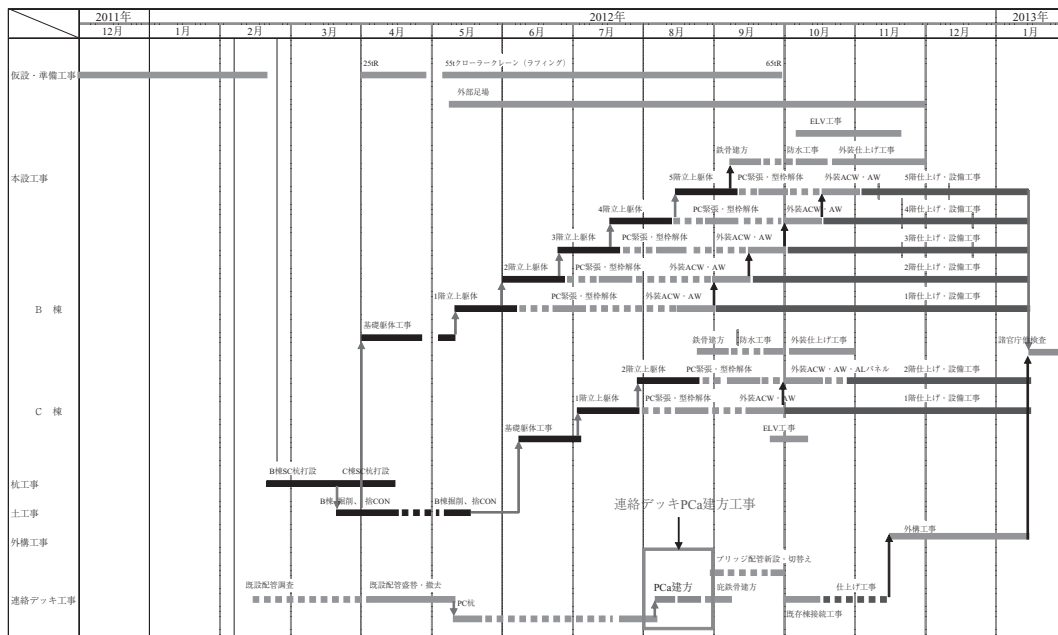


図 - 8 全体工程表

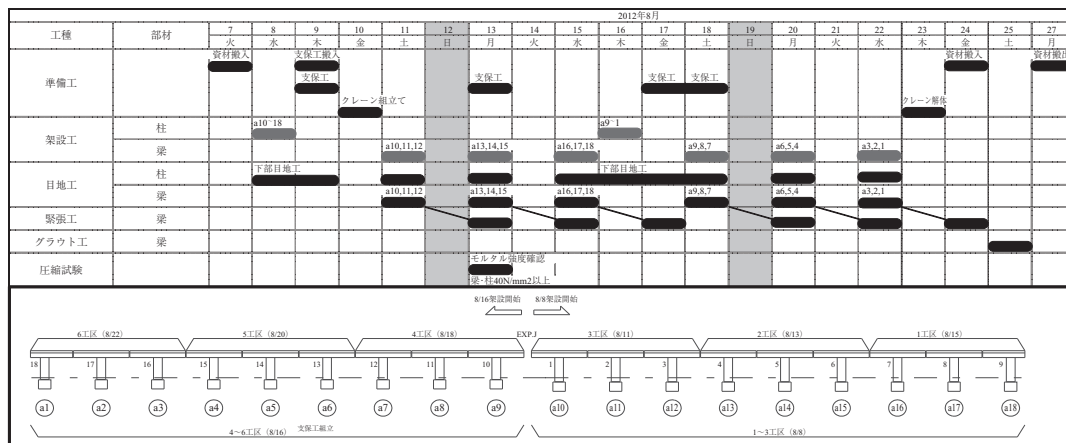


図 - 9 PCa 建方工程表

6. 研究棟 3 棟 建方計画概要

各研究棟施工にあたり敷地面積が大きく施工ヤードに十分なスペースを確保できることから、地組により PC 大梁の配筋およびシース管の配管工事を行った（写真 - 9）。

本工事では PC 大梁の主筋およびスターラップを配筋を行ったあと、PC 鋼線を通すシース管を配管し固定までを地上部で行った。地上での作業後、クレーンにより施工階へ設置し（写真 - 10, 11）、梁に接続する小梁等の配筋を行いシース管の位置の最終調整しコンクリートの打設を行った。

通常、PC 大梁のシース管の配管作業は梁の配筋後に側面型枠を一部外して鉄筋の合間を縫い行うため、作業スペースが狭く足場の悪い作業となる。

本工事では地組を行うことにより、配管工事を十分なスペースと安定した足場の基で実施することができたことから、作業が円滑化され作業効率を向上させるとともに精度の高い施工を実現させた。

また工程的にも柱の配筋および型枠工事と平行して PC 大梁の配筋とシース管の配管を行うことができ、1フロアにつき2週間で工程計画を行った。地組による工期短縮効果として各フロアで2日程度短縮し、全体の躯体工事としては2週間の工期短縮となった。

7. ま と め

本プロジェクトを設計・施工するにあたり、ライオン関係者の皆様にご協力をいただき、深く感謝の意を表します。また、全工期を通じて綿密な工程管理を確立し、工期内に高品質・高精度な建物を実現した清水建設、大成建設の関係者の皆様にこころから深く感謝いたします。



写真 - 9 PRC 大梁配筋状況



写真 - 10 PRC 大梁配筋状況



写真 - 11 PRC 大梁配筋状況

【2013年4月30日受付】