

小野薬品工業 水無瀬研究所 第3研究棟の設計・施工

— PCa 多角形柱・梁とST版によるコミュニケーションスペース —

山浦 晋弘*1・秋田 智*2・松本 裕之*3・重松 謙佑*4

本建物は大阪府の北東部、京都府との府境に位置した小野薬品工業水無瀬研究所に計画された地上6階、塔屋1階、軒高38.0m、延床面積が約13,500m²の研究棟である。関西と北陸に分散していた機能を集約した「ものづくり拠点」として位置付けられており、BCP（事業継続計画）対策の観点から大地震後も建物機能を損なうことなく使用できるように免震構造を採用している。十分な免震効果を得るために必要な架構の剛性を確保し、研究施設として求められるフレキシビリティ、遮音性や防振性を備えるため、上部構造の構造種別は鉄筋コンクリート造（一部プレキャスト・プレストレストコンクリート造）とした。

キーワード：PCaPC造、免震構造、多角形柱、ST版

1. はじめに

計画地はJR東海道本線島本駅の北約0.4kmに位置した小野薬品工業水無瀬研究所の敷地内で、既存の施設群に隣接して新たな研究施設を増築する計画である（図-1、写真-1）。

外観デザインは、JR東海道本線や阪急京都線から見える範囲（東西および南面）は既存施設群の意匠を継承し、研究所全体としての統一感を確保した。一方で敷地内に向けた北面は、全面的にガラスカーテンウォールの外装として新しさを表現するとともに、吹抜けや中間フロア、縁側空間を設け、研究者同士の交流を促進する仕掛けにより、イノベーションを育む研究環境を実現している。

平面計画では実験室等の研究スペース、それに付随する機械室エリア、所員のコミュニケーションスペースを明快にゾーニングしているほか、モジュール化や大スパン化を図ることでフレキシビリティの高い研究施設を目指した。

気密性や遮音性が求められる研究施設は閉鎖的になりがちであるが、各室間の間仕切りにガラス面を多く取り入れることで、研究スペースとコミュニケーションスペースの一体感を創出するとともに、研究室からも外光を感じられ

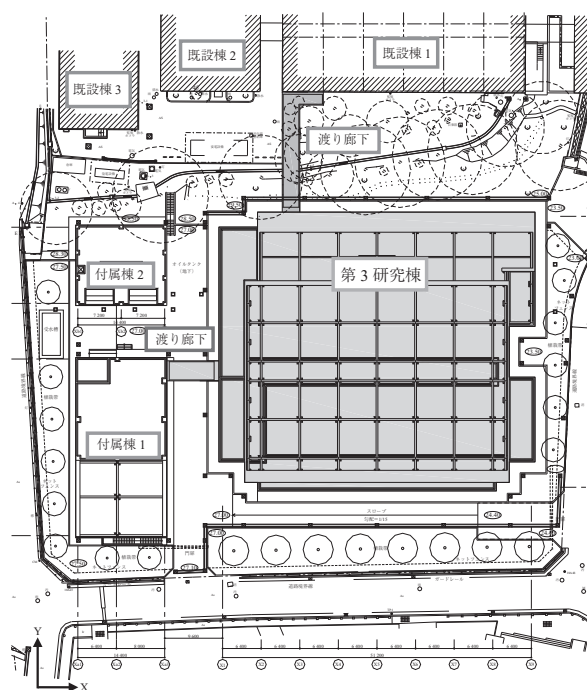


図 - 1 建物配置図



*1 Nobuhiro YAMAURA

(株)安井建築設計事務所
大阪事務所 構造部長



*2 Satoshi AKITA

(株)安井建築設計事務所
大阪事務所 構造部



*3 Hiroyuki MATSUMOTO

(株)安井建築設計事務所
大阪事務所 構造部



*4 Kensuke SHIGEMATSU

オリエンタル白石 (株)
東京支店PC建築グループ

るアメニティの確保を図った。また、見通しの良い研究室は万が一の事故でも早期発見できるため、総合的に安全性の高い研究環境につながっている。

2. 構造計画概要

本建物は 51.2 m × 43.1 m のほぼ正方形の平面形状をしている。基本グリッドは X 方向 6.4 m × 5 スパン、Y 方向は 12.8 m + 16.0 m + 8.8 m のスパン割りとしてフレキシビリティを確保するものとした。

構造形式は、地震時において施設利用者や研究機器の安全性を確保し、災害後もスムーズに業務が継続できるように、免震構造を採用した。免震構造では上部構造の水平剛性を一定以上確保する必要があること、また、研究所として求められる遮音性や防振性といった建物機能を考慮して、構造種別は鉄筋コンクリート造（一部プレストレストコンクリート造）の純ラーメン架構とした。主として設備架台となる塔屋階は、鉄骨造によるラーメン架構として計画している（図 - 2）。

東日本大震災の影響による労務事情（職人不足・労務費の高騰）を勘案し、施工性、工期、仮設費を含めた建設コストから総合的に判断して、柱・梁・スラブの各部材を可能な限りプレキャスト(PCa)化した積層工法を採用した。

Y 方向ではプレストレストコンクリート造として最大



写真 - 1 建物全景（鳥瞰写真）

16.0 m の大スパン化を実現させ、空間のフレキシビリティを確保するとともに免震装置の効率化を図っている。

PCaPC 造となる Y 方向では、各 PCa 部材の接合には圧着工法を採用し、一方で PCaRC 造となる X 方向はブラケット形式の PCa 柱 - 梁ユニットとし、スパン中央部に現場打ちコンクリート部分を設けてラーメン架構を構築するものとした。12.0 m を超える Y2 ~ Y4 間の PCaPC 梁は、運搬と重機の作業半径による重量制限（車両 + 乗員 + 部材 ≤ 40 t）から 2 分割して製作し、現場緊張の圧着工法によ

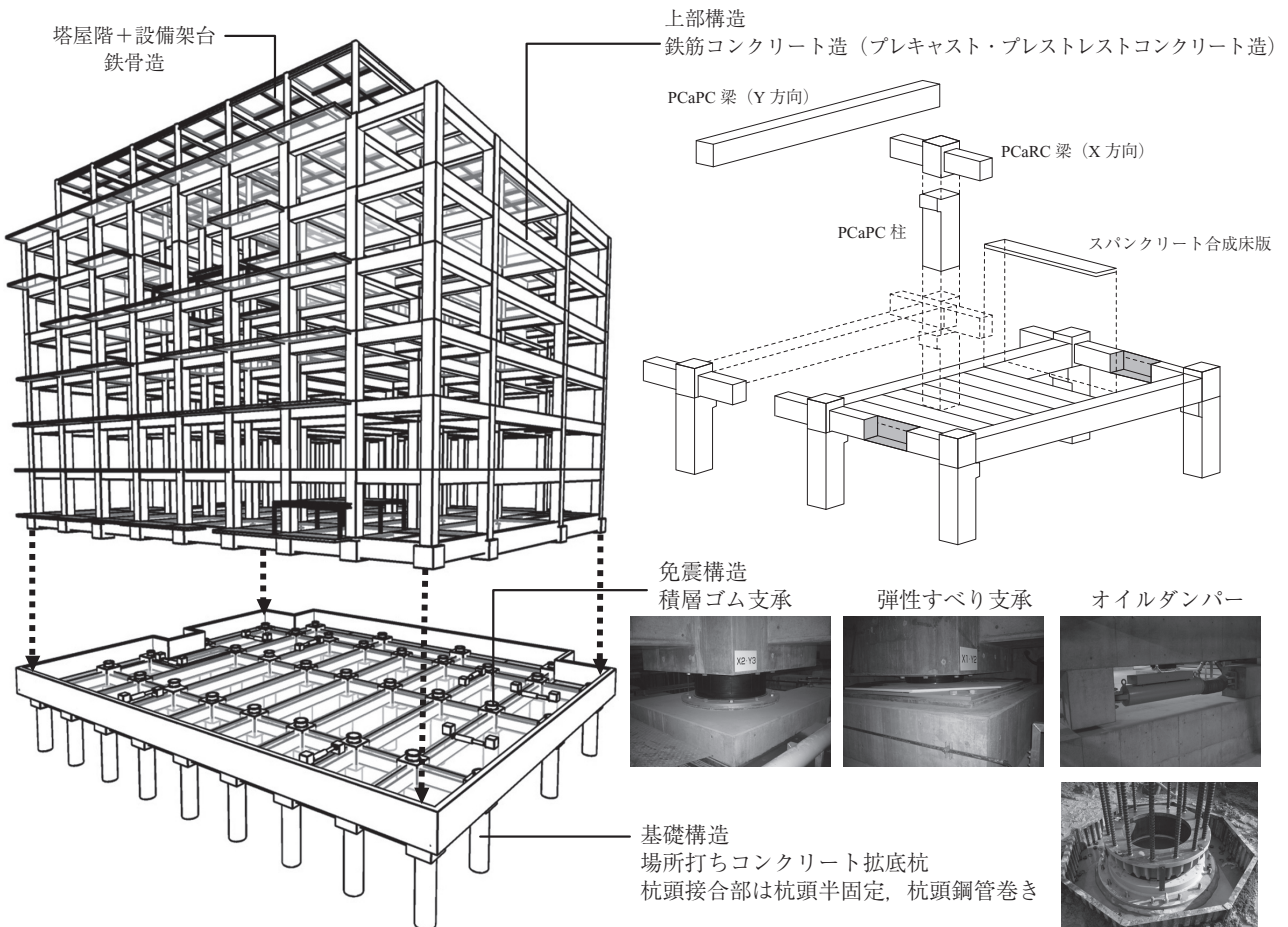


図 - 2 構造計画のポイント

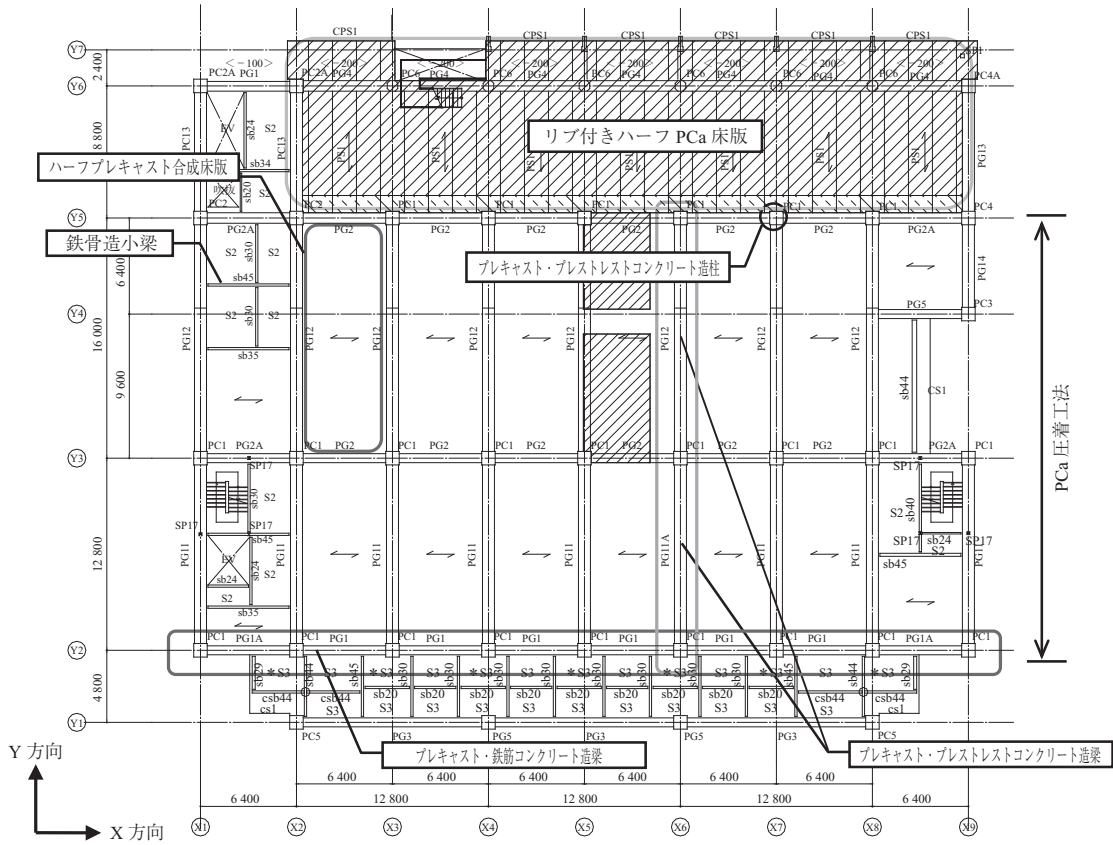


図 - 3 4階 略図

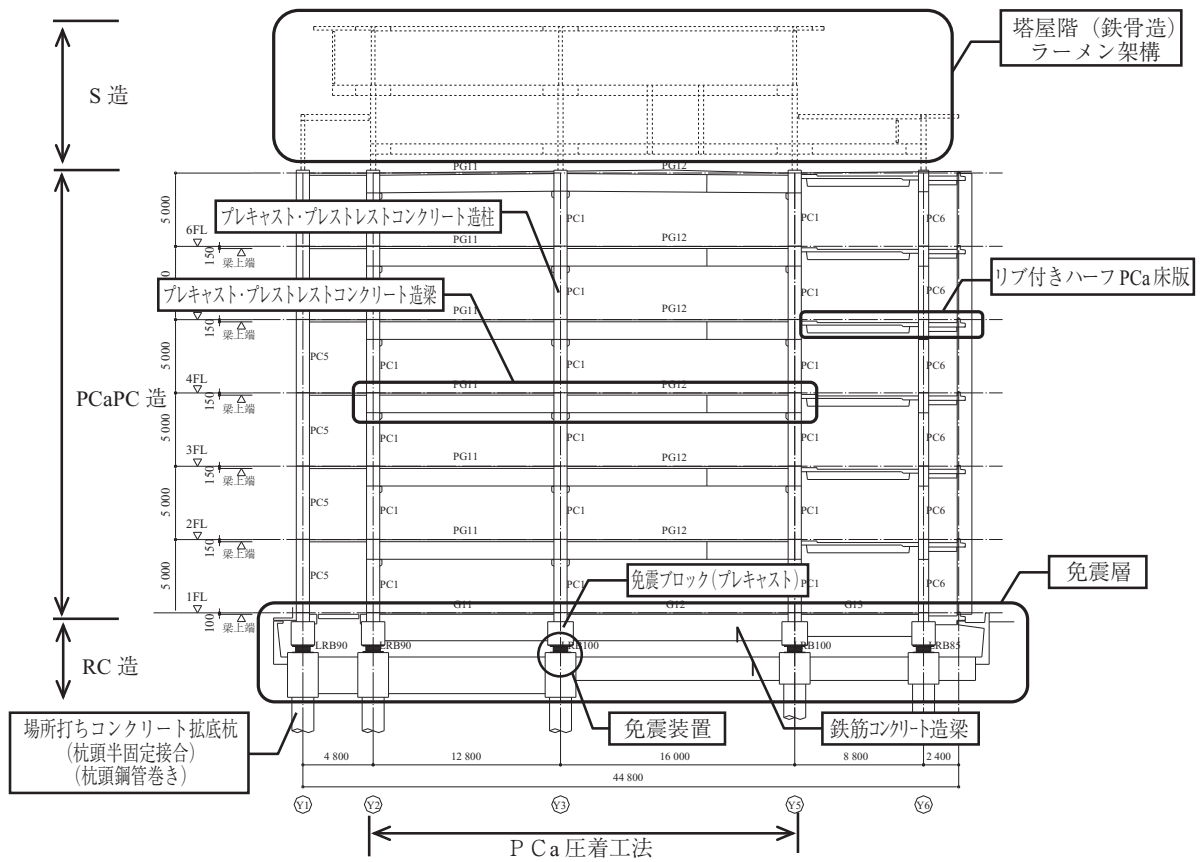


図 - 4 Y方向 略軸組図

って一体化するものとした。

柱材の直下において免震装置が取付く基礎部分（免震ブロックと呼ぶ）には高い強度が要求され、PCa柱との圧着の施工性を確保するためにPCa化した。また、プレストレスによる免震装置への影響を回避するため、1階梁は現場打ちの鉄筋コンクリート造梁としている。

北側のY5～Y6通り間は、リブ付きハーフPC床版を用いてY方向の大梁を省略し、Y6通り架構は八角形柱と六角形梁として、天井は設けずに構造部材と意匠性を兼ね備えた空間を目指した（図-3, 4）。多角形柱は横向きで段階的な打設計画として、斜め部分のコンクリート充填性に留意して製作を行ったほか、部材の養生は屋内とし、雨垂れ等の汚れ防止に努めた。架設時には部材間の目地を化粧目地として、部材間の小さなずれが目立たないように配慮した。

3. 基礎構造

地盤調査の結果から敷地内で支持層の傾斜が確認された

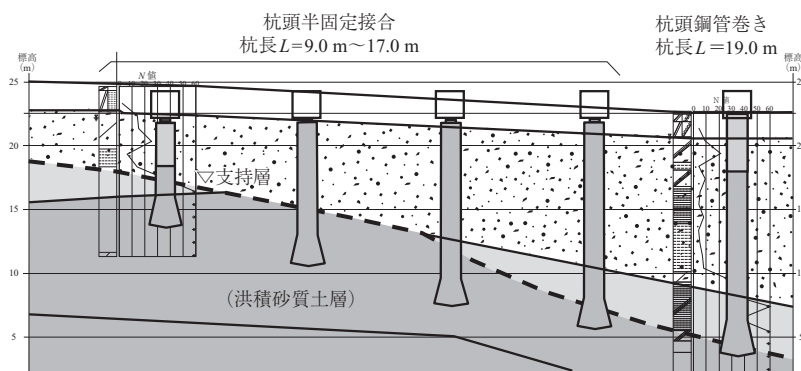


図 - 5 杭頭接合部の種別と配置 (断面図)

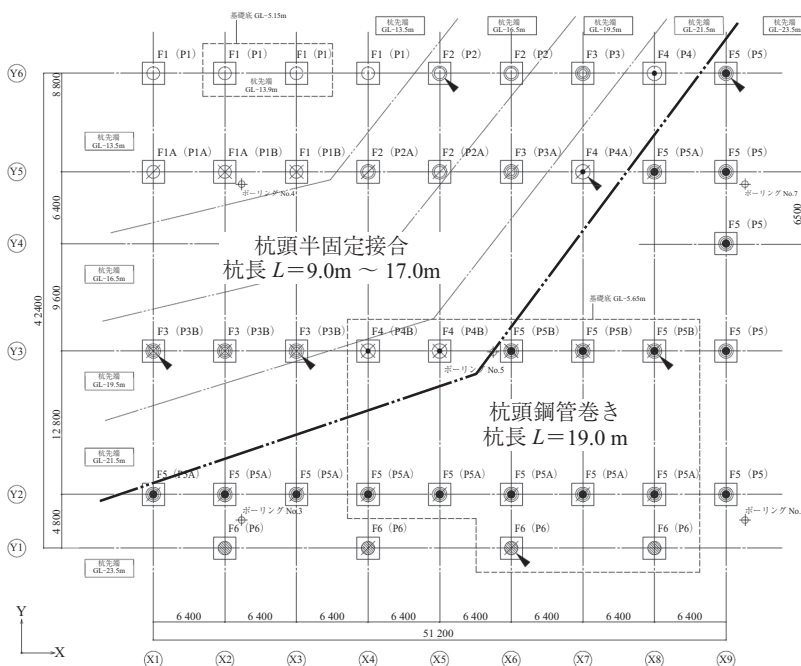


図 - 6 杭頭接合部の種別と配置 (杭伏図)

ため、基礎構造は独立フーチングの杭基礎とし、SGL-9.0m～18.0mに分布するN値50以上の砂礫層を支持層とする場所打ちコンクリート底底杭を採用した。

支持層が傾斜しているため、杭長は $L = 9.0\text{m} \sim 19.0\text{m}$ と大きく異なる。杭長の短い杭 ($L = 9.0\text{m} \sim 17.0\text{m}$) は軸径1400～1500φで杭頭に半固定接合を採用し、長い杭 ($L = 19.0\text{m}$) は1700φの杭頭固定（上部4.5mは鋼管巻き）とすることで、短い杭への応力集中と偏心による振れを緩和している（図-5, 6, 7, 写真-2）。

地震時の水平力はすべて杭で負担するものとし、上部構造の慣性力による応力、地盤の強制変形によって生じる応力を組み合わせて設計用応力とし、杭体が短期許容応力度以下となることを確認している。

同時に、杭頭に作用するせん断力が、支承部の短期許容せん断力以内であること、地震時に生じる曲げモーメント状態において、杭頭の回転角が支承部の許容回転角（±1度）以内であることを確認した。

杭長が大きく異なるものの、杭軸径や杭頭の接合条件(杭

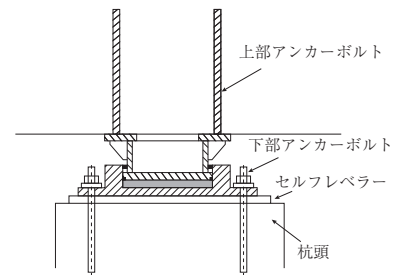
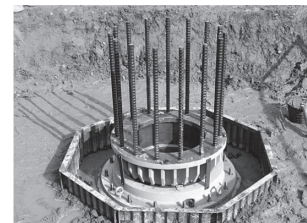
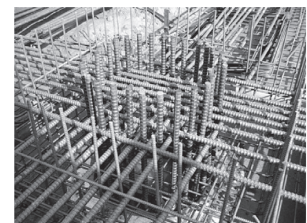


図 - 7 杭頭半固定接合の模式図



設置された杭頭部の支承



基礎梁の配筋状況



左上側が半固定接合、右下側は鋼管巻き

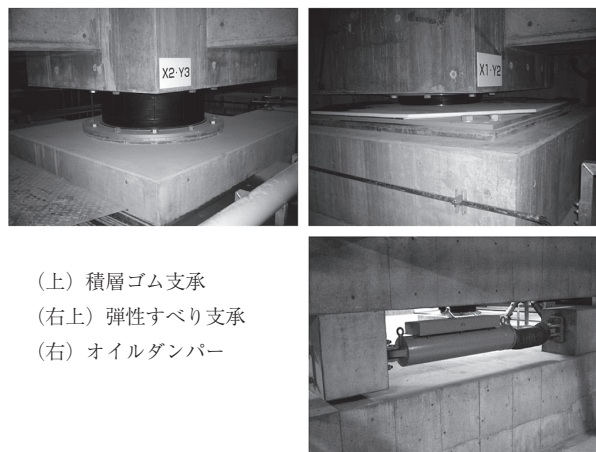
写真 - 2 杭頭半固定接合

頭固定と杭頭半固定)を組み合わせて剛性を調整した結果、ねじれの影響を小さく抑えることができた。また、各杭位置での沈下量 (= 杭先端部の沈下量 + 杭体の軸変形量)は変位差として 3 mm 以下、変形角にすると最大でも 1/3 000 程度であり使用上の問題が生じない範囲内にある。

4. 免震構造

免震装置には鉛プラグ入り積層ゴム支承、天然ゴム系積層ゴム支承、および弾性すべり支承を組み合わせた免震システムを採用している(写真 - 3)。また、オイルダンパー(最大減衰力 663 kN, 限界速度 130 cm/s)を各方向に 4 基ずつ 8 基を配置し、その減衰効果により「極めて稀に発生する」地震動に対して免震層の変形を性能保証変形(550 mm)以内に留めている。

地震応答解析に用いた振動系モデルは等価せん断質点系モデルとし、上部構造の履歴法則として、PC 柱と RC 梁



(上) 積層ゴム支承
(右上) 弾性すべり支承
(右) オイルダンパー

写真 - 3 免震装置

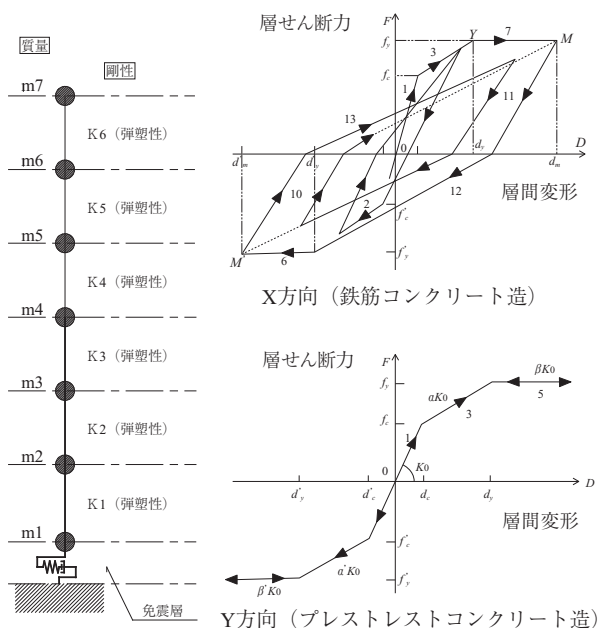


図 - 8 振動系モデルと上部構造の履歴特性

で構成される X 方向では剛性減型トリリニア、PCaPC 部材で構成される Y 方向には非線形弾性型を採用した。なお、積層ゴム支承の履歴ループは、せん断ひずみによって特性が変化する修正バイリニアモデルとしている(図 - 8)。

地震応答解析(レベル 2 地震動: ばらつき標準)の結果、最大応答層せん断力係数は各部材の許容応力度設計に用いた層せん断力係数 ($C_i = 0.12 \sim 0.275$) 以下、免震層の最大変形量は 485 mm である(図 - 9)。

- ×--- 観測波1 (ELCENTRO 1940 NS)
- △--- 観測波3 (HACHINOHE 1968 NS)
- 告示波2 (HACHINOHE 1968 NS)
- ◇--- サイト波1 (南海 NS)
- サイト波3 (有馬 NS)
- 観測波2 (TAFT 1952 EW)
- 告示波1 (JMA神戸 NS)
- ▲--- 告示波3 (乱数)
- ◇--- サイト波2 (南海 EW)
- サイト波4 (有馬 EW)

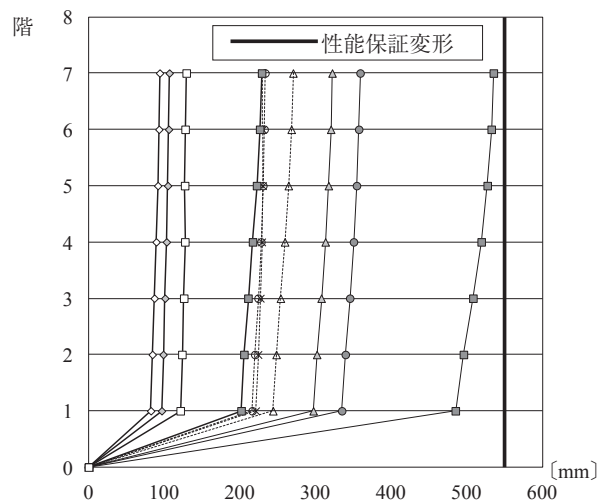


図 - 9 最大応答変位 (Y 方向) レベル 2 地震動 標準

5. 施工計画

本工事では、施工効率から重機 2 台を使用する計画を検討した。敷地条件から重機が配置可能な場所は、建物西面および南面である。しかし、新研究棟の西側に計画した付属棟を先行して施工する必要があったため、西面ではなく、南面に重機を配置する計画とした。

2 台の重機を南面に配置しようとした場合、重機の組立解体および搬入車輛のスペースを確保できない問題が生じる。このため、一部であと施工の区間が発生するものの建物中央付近に 700 t タワークレーンを配置し、南面に 200 t クローラークレーンを配置することで問題を解決した。

この計画により、700 t タワークレーンにて建物全体の揚重計画を行い、南面にて組立解体ができる 200 t クローラークレーンとの併用で経済的かつ効率的な施工ができる重機計画を実現させた。図 - 10 に重機配置平面計画図を示す。

また、搬入計画については、部材搬入車輛のフロントに搬入ゲートごとで色が異なる通行許可証を掲示し、搬入の間違いを防止し、分単位での搬入計画を実施した。

揚重計画においては、各クレーンの作業量が適正かつ最大限になるように精査を行い、日々の部材の取付けマップを作成して、使用重機および部材の取付け順序を明確化する

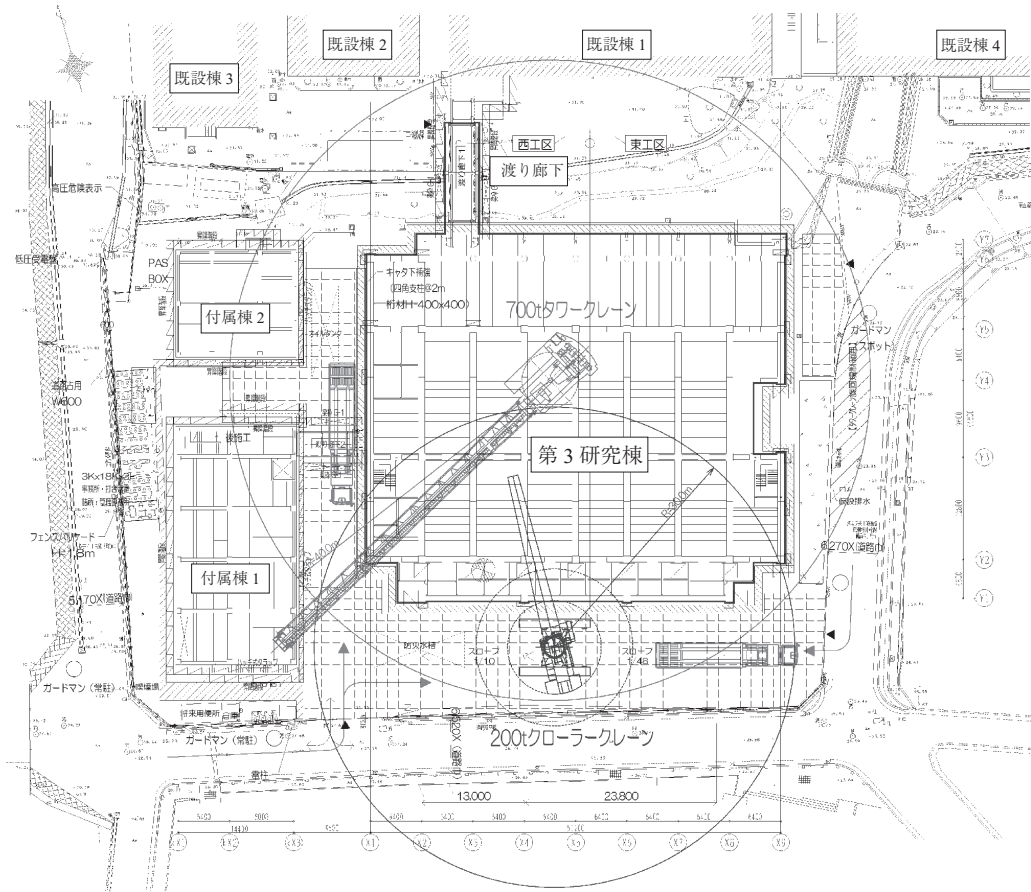


図 - 10 重機配置平面計画図

ることでクレーンの交錯を防止した。

柱部材はトラバーサーを使用して2本ごとの吊込みを行い作業性の向上をねらった。トラバーサーは、柱を2本吊りする際に吊り具間の干渉を防ぎ、柱以外の部材においても吊ワイヤーの角度を調整して、バランス良く吊り上げることを可能としている。トラバーサーの仕様は、柱2本・梁材・PC床版・スパンクリートといったすべての部材に適用できるものとし、玉掛けワイヤーの入れ替え手間を削減し、作業の効率化を図った。

タクト工程(図 - 11)は、揚重効率および施工性を向上させることにより、最短となるように22日で計画した。

揚重効率の向上を図るため以下の工夫を行った。

- (1) 柱部材の2本同時吊りの採用
- (2) すべての部材で使用できるトラバーサーの製作
玉掛けワイヤーの掛替え手間削減
- (3) PCa部材の搬入時間を考慮した
重機2台の詳細な使用計画を作成

また、施工性の向上を図るため以下の工夫を行った。

- (1) レベル調整ボルトの使用による取付け速度を向上
- (2) レーザーマーカの使用による取付け位置の確認速度を向上
- (3) ガイド金物の使用による取付け速度の向上

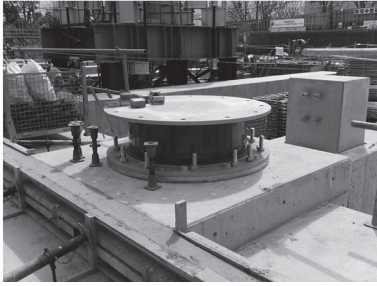
工区	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日	15日	16日	17日	18日	19日	20日	21日	22日	
西工区	準備工 PC支保工・PC鋼骨組立	柱22P	梁18P	梁2P	梁2P	梁2P	梁2P	梁2P	梁2P	梁2P	梁2P	梁2P	梁2P	梁2P	梁2P	梁2P	梁2P	梁2P	梁2P	梁2P	梁2P	梁2P	梁2P
東工区	準備工 PC支保工・PC鋼骨組立	柱19P	梁4P	梁15P	梁15P	梁15P	梁15P	梁15P	梁15P	梁15P	梁15P	梁15P	梁15P	梁15P	梁15P	梁15P	梁15P	梁15P	梁15P	梁15P	梁15P	梁15P	梁15P

図 - 11 タクト工程

○ 特集 / 工事報告 ○

実際の工程としては、ガイド金物と梁受け仮設材を改良するなどの工夫を重ね、タクト工程より短縮することができ、全層で実働8日間の短縮、マスター工程からは18日

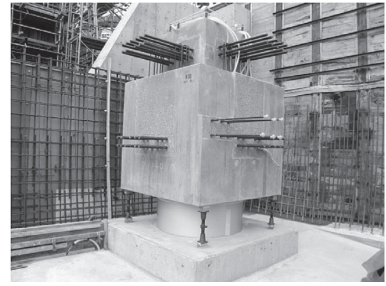
間も前倒してPC取付け工事を終えることができた。施工時における各工程を写真 - 4 に示す。



積層ゴム支承の設置



免震ブロックの架設



免震ブロックの設置



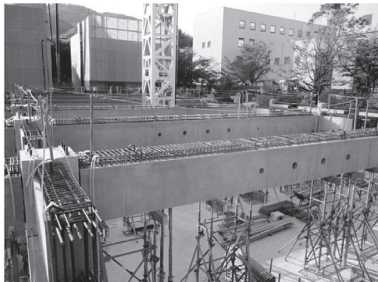
1階 RC 梁の施工状況



PCa 柱の架設 (2 ピース楊重)



PCa 柱の架設



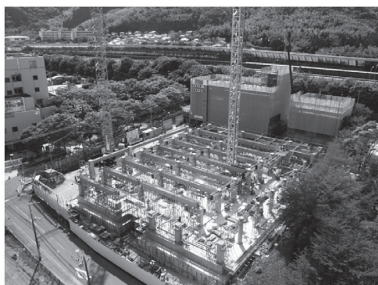
梁間方向 PCaPC 大梁の架設



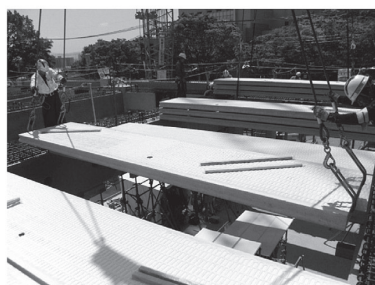
桁行方向 PCaRC 大梁の架設



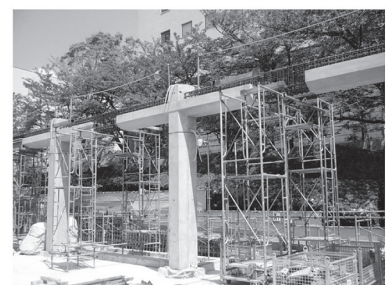
桁行方向 RC 梁の現場継手



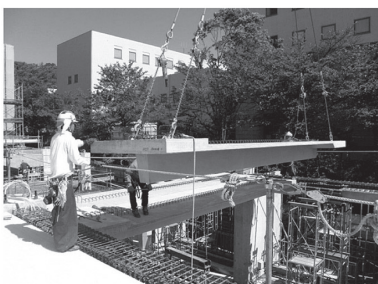
PCa 部材の架設状況



ハーフ PCa 床版の架設



PCa 八角形柱・六角形梁の架設



リップ付きハーフ PCa 床版の架設



リップ付きハーフ PCa 床版 (ST 版)



コミュニケーションスペースの架構

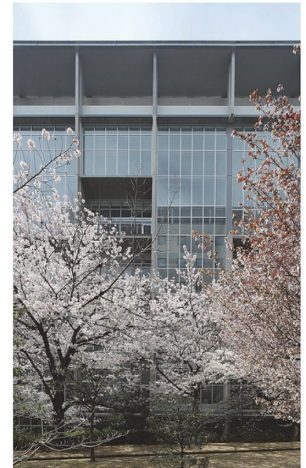
写真 - 4 施工時における各工程



北面ファサード (2月夜景)^{※1}



建物外観 (北東面)^{※1} 右側は渡り廊下



北面ファサード (4月)^{※1}



コミュニケーションスペース (1)



コミュニケーションスペース (2)



コミュニケーションスペース (3)



リブ付きハーフ PCa 床版



吹抜部の鉄骨階段



大会議室



北面ファサード^{※1}



北面テラス^{※1}



渡り廊下 (鉄骨造)

写真 - 5 建物各部の竣工写真

6. おわりに

写真 - 5 に建物各部の竣工写真を示す。計画の段階から竣工に至るまで、大変お世話になりました小野薬品工業(株)水無瀬研究所の方々をはじめ、工事・施工に携わったすべての関係者の皆さまに心から御礼申し上げます。

ものづくりの拠点として第3研究棟が機能し、ここから新たな薬が生まれ、多くの患者の方々に希望が届けられることを願っております。

※1 写真撮影：竹中工務店 古川泰造

【2016年5月10日受付】