

CFT造による高層事務所ビルの施工

Construction of the High-rise Office Building by CFT Structure

安居院 徳重*1	小川 雅史*1	花岡 清勝*1
Norishige Aguin	Masafumi Ogawa	Kiyokatsu Hanaoka
徳田 秀之*1	小林 賢二*1	住 学*2
Hideyuki Tokuda	Kenji Kobayashi	Manabu Sumi

要旨

旧鴻池ビル(大阪府中央区)の跡地に建設された高層事務所ビル(地上26階、最高高さ111.1m)では、上部躯体の主体構造は鉄骨造、柱にはCFT造が採用されている。本報告ではCFT関連工事を中心に、鉄骨建方やカーテンウォール取り付け等の工事の施工計画・管理について報告する。綿密な施工計画・管理により高精度・高品質の躯体構築を行うことができた。

キーワード：高層事務所ビル CFT造 鉄骨建方 カーテンウォール

1. はじめに

大阪のメインストリート「御堂筋」に面し、商都の拠点として繁栄した船場地区に位置する当敷地には、約40年にわたり鴻池ビルがあった。平成20年2月に旧鴻池ビルの地上部解体工事からスタートした当プロジェクトは、地下部の先行解体工事などを経て、平成21年3月より新築工事を開始した。新たなビル「本町南ガーデンシティ」(写真1)は、地下2階、地上26階、最高部高さ111.1mの高層事務所ビルであり、市街地での大規模地下工事を安全かつ短工期で施工するため逆打ち工法を採用した¹⁾。本報告ではCFT関連工事を中心に、鉄骨建方やカーテンウォール取り付け等の工事において高精度、高品質の躯体構築を可能とした施工計画・管理について報告する。

2. 建物概要

地上部の主体構造は鉄骨造であり、柱には円形鋼管柱(950~800φ、t=70~19mm)および4面ボックス柱(600角、t=50~19mm)に設計基準強度(Fc)42~60N/mm²のコンクリートを充填するCFT造が採用されている。

4~24階の基準階は貸事務室として計画され、幅約60m、奥行き約17mの広々とした無柱空間で、レイアウトの変更に容易な空間となっている(写真2)。また、大地震時に建物に作用するエネルギーを吸収させる制震ブレース(アンボンドブレース)をコア廻りに配置し、建物の主要な構造部材の損傷を軽減している(図1)。

外装は、御堂筋の歴史を継承した基壇部(1~4階)の重厚

な石貼り(PCa版)と、床から天井まで1枚ガラスによる広い開口部が確保された高層部(5階以上)のカーテンウォールからなっている。



写真1 建物全景

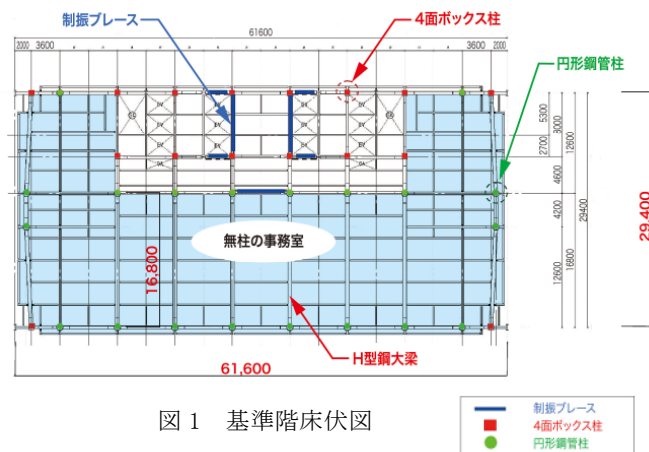


図1 基準階床伏図

— 制震ブレース
■ 4面ボックス柱
● 円形鋼管柱

*1 大阪本店 建築部 *2 技術研究所 建築技術研究部門



写真2 広い事務室空間

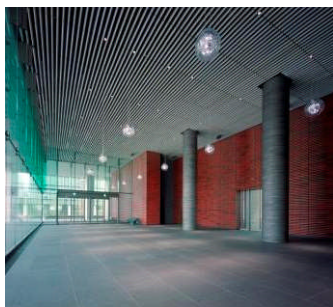


写真3 1階エントランス

3. 仮設計画

敷地は長辺が約 80m、短辺が約 47mであり、西面(御堂筋)および南・北面の3方向がそれぞれ一方通行の道路に面している。工事車両の動線については、自治会からの要望もあり東側の心齋橋筋商店街を横断しない計画とするため、道路各面に出入口を設置して、御堂筋からの入退場とした。

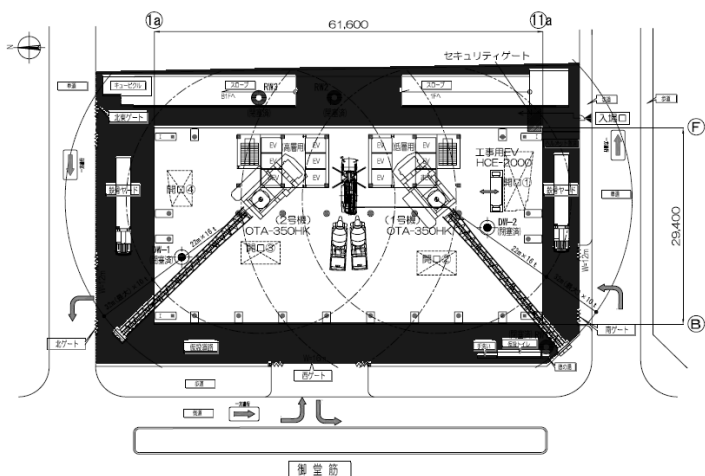


図2 地上仮設計画図

地上建屋は、敷地境界から約 6m~9mセットバックしており、地下(逆打ち)工事用の仮設開口は建屋の内部に4ヶ所設けた。揚重機(タワークレーン)は3階の鉄骨上に OTA-350HK(32m-10t~22m-16t)を2台設置し、フロアクライミング方式により鉄骨2節ごとにせり上げを行った。

タワークレーンによる鉄骨やPCa版の荷取りは、建屋外周の南北のヤードから行い、地下工事の動線と調整しながら揚重作業を行った(図2)。

4. 鉄骨工事

4.1 溶接施工試験

構造特仕様に基づき、コア廻りに採用されている4面ボックス柱の製作に際して、計画された全ての溶接施工部(角溶接継手、内ダイアフラムとスキンプレートの溶接継手、

仕口溶接継手)に対する作業性と溶接部の健全性を確認するために、鋼材の材質ごとに実際と同サイズのボックス柱を製作し、溶接施工試験を行った。写真4、5に試験体の製作状況と、内ダイアフラムのエレクトロスラグ溶接施工状況を示す。

「溶接施工試験項目」

- ①外観検査、②超音波探傷検査、③マクロ試験
- ④引張試験(十字引張試験、溶着金属引張試験)
- ⑤衝撃試験、⑥硬さ試験



写真4 試験体製作確認

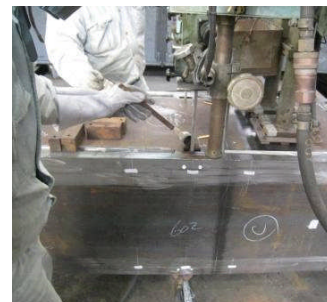


写真5 内ダイアフラム溶接状況

組み合わせ鋼材のうち、特に地下1階~4階のスキンプレートには、引張強さ 550N/mm²の大臣認定鋼 T-DAC385C(住友金属製)を採用し、鉄骨製作の面では過去に実績の無い組合せであったが、機械試験の結果、各継手の品質ならびに性能について、判定基準を十分に満足する値が確認された。



写真6 溶着金属引張試験



写真7 試験片確認

4.2 鉄骨の製品管理

本工事で採用した鉄骨製作工場は、7社(Sグレード2社、Hグレード5社)である。製作前には構造設計者主導のもと、各工場の製作担当者や、第三者の受入検査会社とともに、「キックオフミーティング」を実施し、製品管理や検査方法などの打合せを行ない、それに基づいた品質管理を行った。

各節の製作時には中間検査を実施し、加工・組立および溶接中部材の品質を確認した。また、製作完了後には、小梁や間柱などを含めた部材全数を対象に、製品検査を実施した。各種検査や試験は80回を超える頻度となったが、設計・監理者とともに、大阪本店建築設計部の構造担当者も毎回同席し、厳格な管理を行った。

4.3 鉄骨建方計画

逆打ち工事の基準床となる1階床版(トップスラブ)の構築完了後、養生や仮設道路の整備を行い、地上部の鉄骨建方は、平成21年9月より開始した(写真8)。



写真8 1節鉄骨建方

地上部の鉄骨は10節に分割し、5階以上の基準階(階高4m)では、3フロアを1節(L=12m)とした。基準階では、全体(平面)を10ブロックに分割し、図3に示す①～⑩の順序で、東側のコア廻りを先行して建方を行った。1日の取付け部材は平均で45ピース、1節あたり実働17日間のサイクルで施工した。

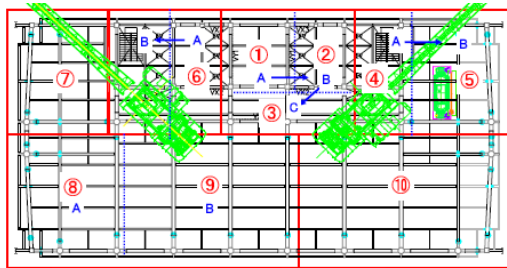


図3 基準階建方ブロック

鉄骨建方工事中は、近接する周辺道路や商店街に対する安全対策として、早朝より2台のタワークレーンと南北のヤードを利用して、1台は柱鉄骨の建方、もう1台で上部へ設置した架台上へ梁鉄骨などの荷揚げ作業を行い、通勤ラッシュの時間帯までにトレーラーを退出させた。また、外周の柱建方後、飛来・落下防止用の垂直ネットを先行して取り付け、日中は建屋外部でのクレーン作業を行わない計画とし、安全性を向上させた。



写真9 梁鉄骨の荷取り

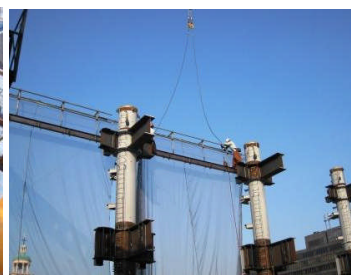


写真10 外周の先行ネット



写真11 3節(基準階)鉄骨建方

鉄骨の精度管理には、3次元光波測量器を使用した「鉄骨建方精度管理システム」を採用した。周辺の複数の建物にターゲットシールを貼り付け基準座標とし、柱の吊り込み前にあらかじめ柱頭部の所定位置に取り付けた測定用のターゲットシールを視準して柱の位置を確認する方法である。また、建ち直しには目違い調整機能をもつ建方治具(鉄骨バーチカルシステム ATOMU)を使用し、「柱建方時」の精度補正で梁入れをスムーズにした他、「本締め前後」および「溶接後」においても再度位置計測を行い、変位を詳細に把握することにより次節の建方の参考とした。

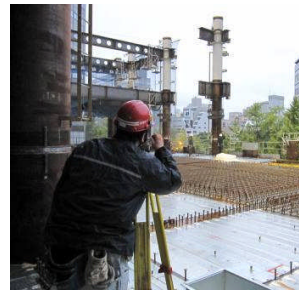


写真12 柱建方



写真13 柱建ち直し

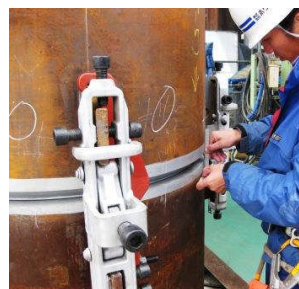


写真14 溶接前自主検査



写真15 第三者UT検査

特記仕様に基づき工事現場溶接部については全数、第三者検査機関による超音波探傷試験(UT検査)を実施し、同時に食違いやズレ、アンダーカットなどの外観検査も実施したが、JASS6に規定されている管理許容差以内の精度を確保することができた。

5. CFT造充填コンクリート

5.1 CFT造の概要

鋼管柱へのコンクリートの充填は、地下1階から地上24階まであり、地上部の圧入高さは最大で約101mである。充填コンクリートの強度は、11階床面+700mmより下部が設計基準強度(F_c)60N/mm²、上部が F_c 42N/mm²である。打設方法は、地下部がブーム式コンクリートポンプ車を用いたフレキシブルホースによる「落とし込み充填工法」、地上部は「圧入工法」を採用し、3層に分割して施工を行った(図4)。

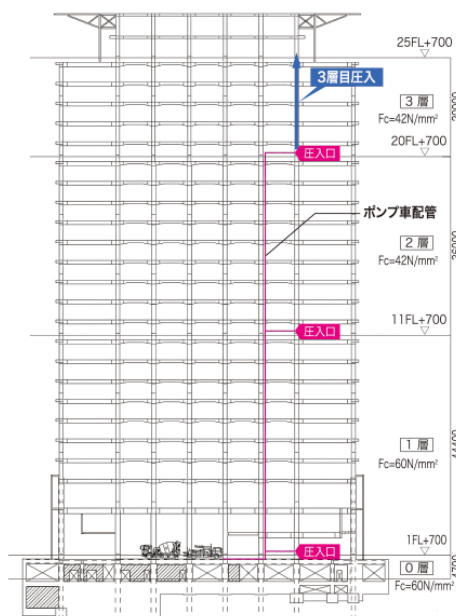


図4 地上部の圧入計画

5.2 コンクリートの調合

本工事に用いたCFT充填コンクリートは、設計仕様に基づき低熱ポルトランドセメントを使用し、大阪本店が大臣認定を取得したものとした。コンクリートの調合は、高層階へのフレッシュ性状を考慮し、 F_c 42、60N/mm²とも同一調合(W/C35%)とした。実施にあたっては、室内試験練りの他、実機試験を行い、フレッシュ性状の経時変化等を確認している。



写真16 実機による経時変化の確認状況

5.3 落とし込み充填工法

地下階(0階, 4.7m)の充填コンクリートの打込みは、ブーム式コンクリートポンプ車を用いて、フレキシブルホースによる打設を行った。地下階の鋼管柱は通しダイアフラムまたは、内ダイアフラム形式であり、ダイアフラム中央に設けた打設孔にホースを差し込み、検尺テープと目視によりホース先端がコンクリート上面より出ないように管理し、毎分1m以下の打設速度となるようポンプストロークを調整しながら打設した(図5)。

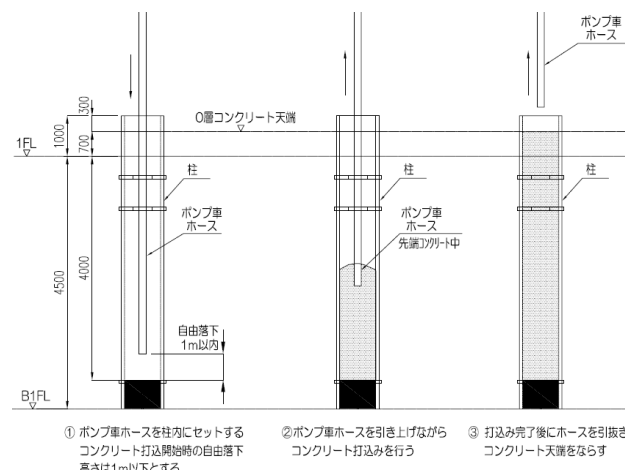


図5 地下階(0階)の落とし込み充填

5.4 圧入工法

地上部コンクリートの圧入施工は、1階、11階、20階の各フロアにスライドバルブ式の圧入治具を設けて行った(写真18)。今回の施工では、「CFT柱圧入管理システム」を採用し、配管下部では圧入時圧力と1分間あたりのストローク数を常時計測することにより、コンクリートの閉塞など不具合の早期発見に努めた。また、鋼管上部からは検尺テープとLED照明付きのCCDカメラを挿入して、圧入速度の管理とモニターによる鋼管内の充填状況の監視を行った。圧入工法によるコンクリートの打設手順を図6に示す。

今回の圧入施工では、垂直・水平を合わせて最大で150mを超える配管長さとなった。配管に作用する圧力は計算の結果、3層目で約9MPであったが、各階の担当職員と圧送・打設作業者が無線機で頻繁に連絡を取り合い、1分間の打ち上げ高さが1.0m以下となるようにポンプの圧送ストロークを調整しながら慎重に施工した結果、計画値どおりに圧力を抑えることができた。また、4面ボックス柱は「内ダイアフラム形式」、低層部の円形鋼管柱については「通しダイアフラム形式」であるが、ダイアフラム中央の打設孔や、4隅の空気抜き孔からのコンクリート流出状況を常時モニター画面で監視することができたため、高層部への圧入においても確実な品質管理を行うことができた。

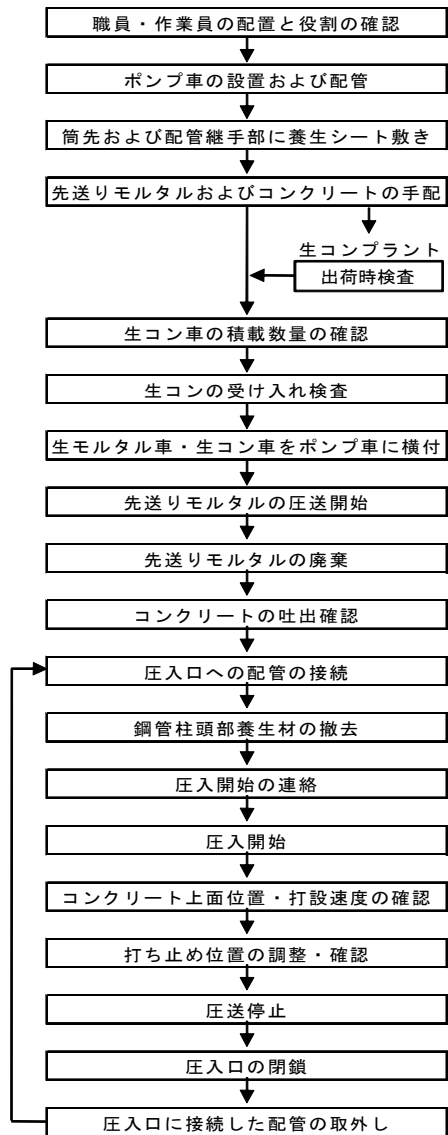


図6 圧入打設手順

CFT 造充填コンクリートの施工では技術研究所支援の下、建築・機械担当職員と協力業者(コンクリート工・ポンプ工)による専門チームを組織し、綿密な計画と管理を行った結果、平成21年12月～平成22年4月にかけて全15回の打設を無事完了し、所定の品質を確保することができた。

6. 外装カーテンウォール

5階以上の外装には、東西面がアルミ製の「ユニットカーテンウォール」、南北面には「ガラスカーテンウォール」が採用された。また、各面の窓には日射熱を大幅に減らすことができる「Low-eペアガラス」(遮熱高断熱複層ガラス)が採用されている。以下に概要を示す。

① 鋼管内残水の有無を確認し圧入治具をセット



写真17 残水確認



写真18 圧入治具

② 圧力計と計測器のセット



写真19 配管圧力計



写真20 計測器設置

③ 柱頭のカメラ・モニター・検尺テープのセット



写真21 柱頭計測器設置

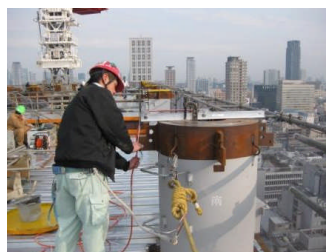


写真22 柱頭計測器セット

④ 配管圧力・打設速度・充填状況(圧入階のモニター)を監視しながらコンクリートを充填



写真23 圧入充填状況



写真24 モニター監視

6.1 東西面のユニットカーテンウォール

東西面は、幅1.2m・高さ4.0mの部材を1ユニットとしたアルミ製のカーテンウォールで、サッシ面から約400mmのはねだし部を持つ縦フィンをもつ縦フィンを1.2mピッチで配置することによって、直射日光の室内への侵入を減少させている。また、サッシ下部には新鮮な外気を取り入れるための自然換気口が設けられており、執務者のリフレッシュ効果を期待している。カーテンウォールの施工にあたっては、ガラスや背面のバックボードなどを、あらかじめ工場に取り付けて現場へ搬入した。専用のパレットで搬入された部材は、そのまま工事用エレベーターで取り付け階へ揚重し、現地で縦フィンをセットした後、取り付けを行った。外壁への

取り付けには、東西の外部に設置したレール走行式のホイストクレーンを使用し、無足場で施工した。

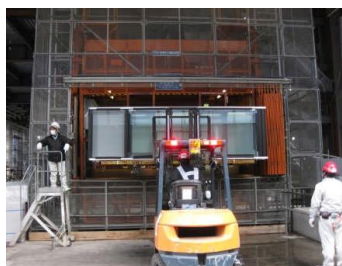


写真 25 ユニット搬入



写真 26 フィン取り付け



写真 27 外部取り付け



写真 28 外部取り付け

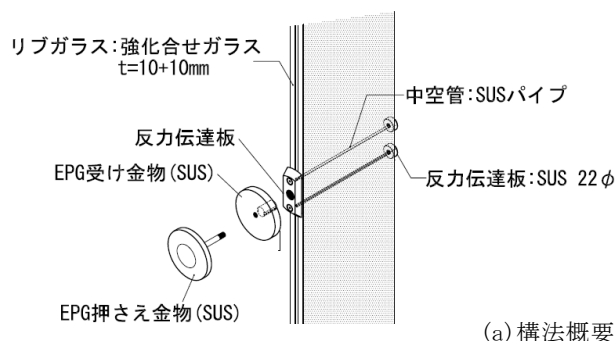
6.2 南北面のガラスカーテンウォール

南北面は、スパンドレルのアルミサッシと、面ガラス・リブガラス(スティフナー)で構成された「ガラスカーテンウォール」であり、EPG(Edge Pointed Glazing)構法が採用された。これは、面ガラスの目地部分を通して SUS 製の金属部材(EPG 金物)を取り付け、強化合せガラスで構成された室内側のリブガラスを反力に、部分的にガラスを支持する構法である(図 7)。当構法の施工にあたっては、メーカーの日本板硝子(株) 千葉事業所において実大試験体を作製し、施工性を確認した他、設計仕様の各種性能試験(水密・耐風圧・層間変位など)を実施して、安全性を検証した。

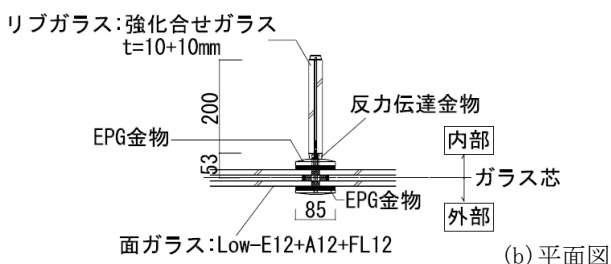
現場施工においては、工事用エレベーターにより施工階へ材料を搬入した後、寸法・キズ・気泡などの「取り付け前検査」を行い、品質を確認した後、取り付けを開始した。

施工階におけるガラス材料の運搬・取り付けには、0.9 t の電動フォークリフトと吸盤機を使用した。また、外部の作業用足場には、3S システムによる連層吊足場を設置し、2 フloorごとにタワークレーンによるせり上げを行った。ガラス取り付け後は、「完了時検査」を全数実施し、掛かり代やクリアランスの実測・キズの最終確認などを行い、検査結果の記録を行った。

外装工事の計画・施工にあたっては、設計・監理者、メーカー、施工業者による「外装検討分科会」を立ち上げ、定期的に各種取り合い・納まりや、意匠性を具現するための検討会を実施した。また、各種の性能検討や試験を積み重ね、関係者で合意品質を確認後、製作・施工を行った結果、所定の品質を確保することができた。



(a) 構法概要



(b) 平面図

図 7 EPG 構法



写真 29 実大性能試験

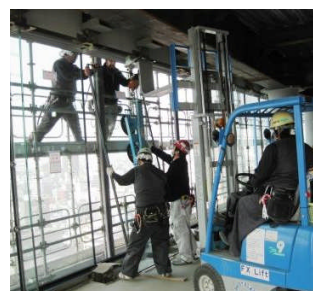


写真 30 現場取り付け状況

7. まとめ

「本町南ガーデンシティ」における CFT 関連工事、鉄骨建方やカーテンウォール取り付け工事等について報告した。綿密な施工計画・管理により高精度・高品質を確保することができた。今回得られた貴重な経験やデータを今後の工事へ展開していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 安居院徳重, 小川雅史, 北中勉: 逆打ち工法による高層事務所ビルの施工、鴻池組技術研究報告、Vol. 20、pp. 21-26、2010. 7

工事概要

工事名称	本町南ガーデンシティ新築工事
工事場所	大阪市中央区北久宝寺町 3-27-1 他 4 筆
発注者	積水ハウス 株式会社
設計監理	株式会社 日建設計
施工	鴻池・大林共同企業体
工期	平成 21 年 3 月～平成 23 年 3 月(新築工事)
構造規模	鉄骨造(CFT 造)、一部 SRC 造・RC 造
	地下 2 階 地上 26 階
	延床面積 46,778.59 m ² 、建築面積 1,914.61 m ²