

石打込みプレキャスト SRC 構造柱の製作

なかのしま
ー中之島ダイビル新築工事ー

大阪支店	建築部	土井幸二
建築本部	設計部	古林桂太
建築本部	設計部	藤尾聡美
ピー・エス・コンクリート	兵庫工場	黒田大志

概要：大阪の行政・経済・文化の中心部である中之島に、平成 21 年 3 月、外観に石の打ち込まれたルーバー状の細い柱が林立する姿が印象的な超高層事務所ビルが完成した。このルーバー状の細い柱は、建物外周部に 1.6m の間隔で配置された SRC 造の構造柱であり、内部にレイアウト自由な無柱空間を実現させるとともに、仕上げに石のパネルを全長に渡って打ち込むことで外装材としての機能も併せ持つ。また、この柱は内部鉄骨架構と同時期に、構造柱兼外装材として一度で建方を行うことで、現場でのコンクリート打設や石の貼り付けなどの作業が工程上のクリティカルにならないこと、および超高層ビル施工時の外部作業を極限まで減らし安全性を確保するため、鉄骨柱と石材を打ち込み、2 層を 1 柱としたプレキャスト化が採用された。本報告は、フロアあたり 98 本、総数 1666 本におよぶその柱の製作に先だって行われた各種実験と、それらにより決定した製作方法などについて紹介する。

Key Words：石打込み、プレキャスト SRC 柱、仕上げ、ファサード、裏面処理、コンクリート充填性

1. はじめに

本建物が位置する大阪市北区中之島 3 丁目を含む中之島西部地区は、21 世紀における大阪の国際化・文化・ビジネスの中核として、大阪市の中之島西部地区開発構想に基づいた開発がなされている地域である。その中に「中之島 3 丁目共同開発」と称する、ダイビル(株)、関西電力(株)、関電不動産(株)の 3 社が所有する敷地の共同開発が行われており、第 1 期としては地上 41 階、高さ約 195m の「新関電ビル」が 2004 年に完成している。これは当社としても兵庫工場で製作した PCa パルコニー部材が採用された建物である。

その後、共同開発の第 2 期として、旧関電ビルが解体され、その跡地に「中之島ダイビル」が 2009 年 3 月に竣工した。写真－1 に建物全景を示す。

また、第 3 期として隣に位置する(写真－1 手前)現ダイビルが解体され、新たに「中之島ダイビル・ウエスト(仮称)」が計画されている。



写真－1 建物全景



土井幸二



古林桂太



藤尾聡美



黒田大志

2. 建築概要

2.1 建築工事概要

工事名称 : 中之島ダイビル新築工事
 発注者名 : ダイビル(株)
 所在地 : 大阪府大阪市北区中之島三丁目1番他
 階数 : 地上35階, 塔屋3階, 地下2階
 建物高さ : 最高部高さ 160.00m, 軒高 149.90m
 敷地面積 : 4,735.71m²
 建築面積 : 2,693.04m²
 延床面積 : 79,467.08m² (容積率対象面積 74,743.87m²)
 構造 : 地上部: 鉄骨造, 一部 (鉄骨鉄筋コンクリート造, 鉄筋コンクリート造)
 地下部: 鉄骨鉄筋コンクリート造, 鉄筋コンクリート造
 用途 : オフィス, 店舗
 設計監理 : (株)日建設計
 施工 : 鹿島建設(株)
 PCa 柱製作 : (株)ピーエス三菱 (製作工場: ピー・エス・コンクリート(株)兵庫工場)
 工期 : 2006年10月～2009年3月 (PCa 製作: 2007年6月～2008年6月)

2.2 PCa 部材製作工事概要

本建物の平面形は長辺方向 82m, 短辺方向 27.6m, 立面形は基準階高 4.1m で地上 35 階, 塔屋 3 階を合わせた最高高さは 160m である。プレキャスト SRC 構造柱(以下 PCa-SRC 柱)は図-1 の基準階伏図に示すように@1.6m で外周部に設けられ, 柱記号 C6, C7*, C8* で示す部材である。1 フロアでは 98 本(ここで図-1 に示す柱記号括弧書きの MC1 は PCa-SRC 柱と同断面形状で鉛直軸力を受けないプレキャスト RC 造の飾り柱)である。また, 図-2 南面軸組図に示すように低層部 5 階までは在来工法の S, SRC 構造とされ, 5 階～35 階, P1～P3 階, PR 階の計 34 層を 2 層 1 節とし, 17 節に分割してプレキャスト化され, 1 節分の部材長さは基準階高 4.1m × 2 層 = 8.2m から現場ジョイント部分 0.5m を引いた約 7.7～8.6m でありその総数は 1666 ピースとなる。

また前述した RC 造の飾り柱(MC1)は基本的に 1 層の 4.1m ごとに分割されており, その数は 462 ピースで, 合わせた総製作部材数は 2128 ピースである。

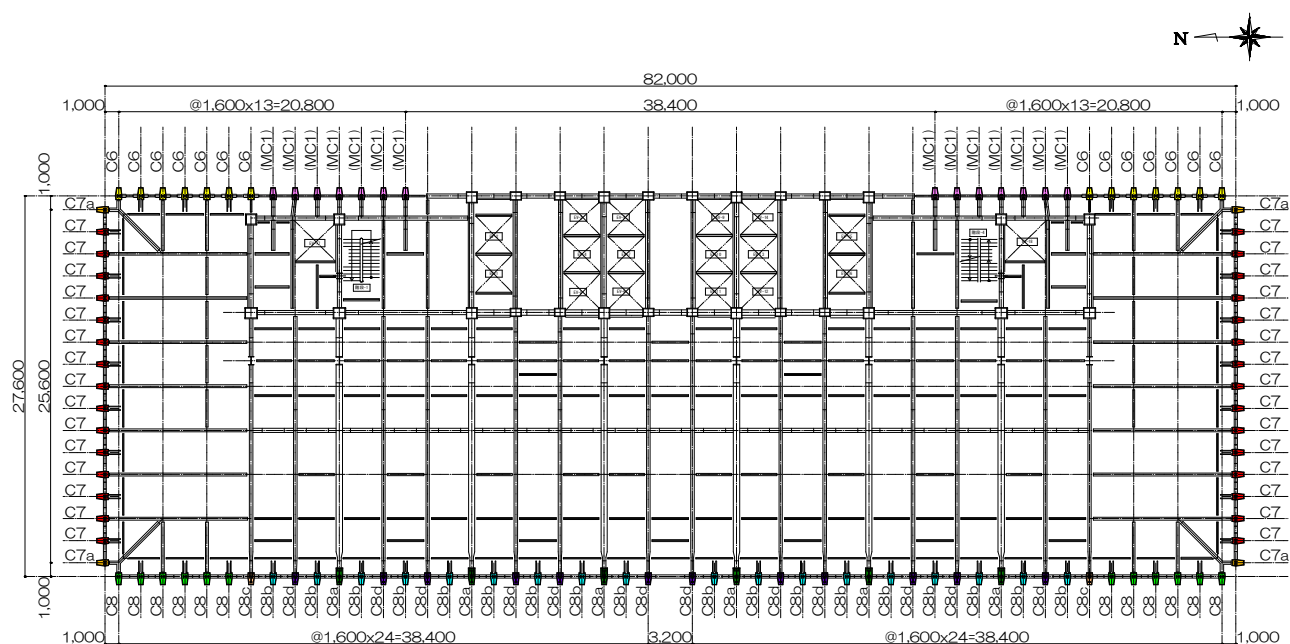


図-1 基準階伏図

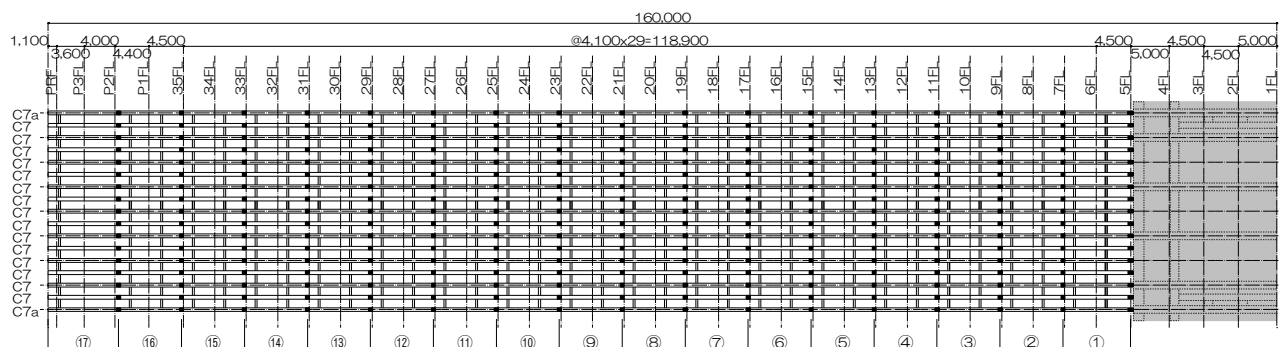


図-2 南面軸組図

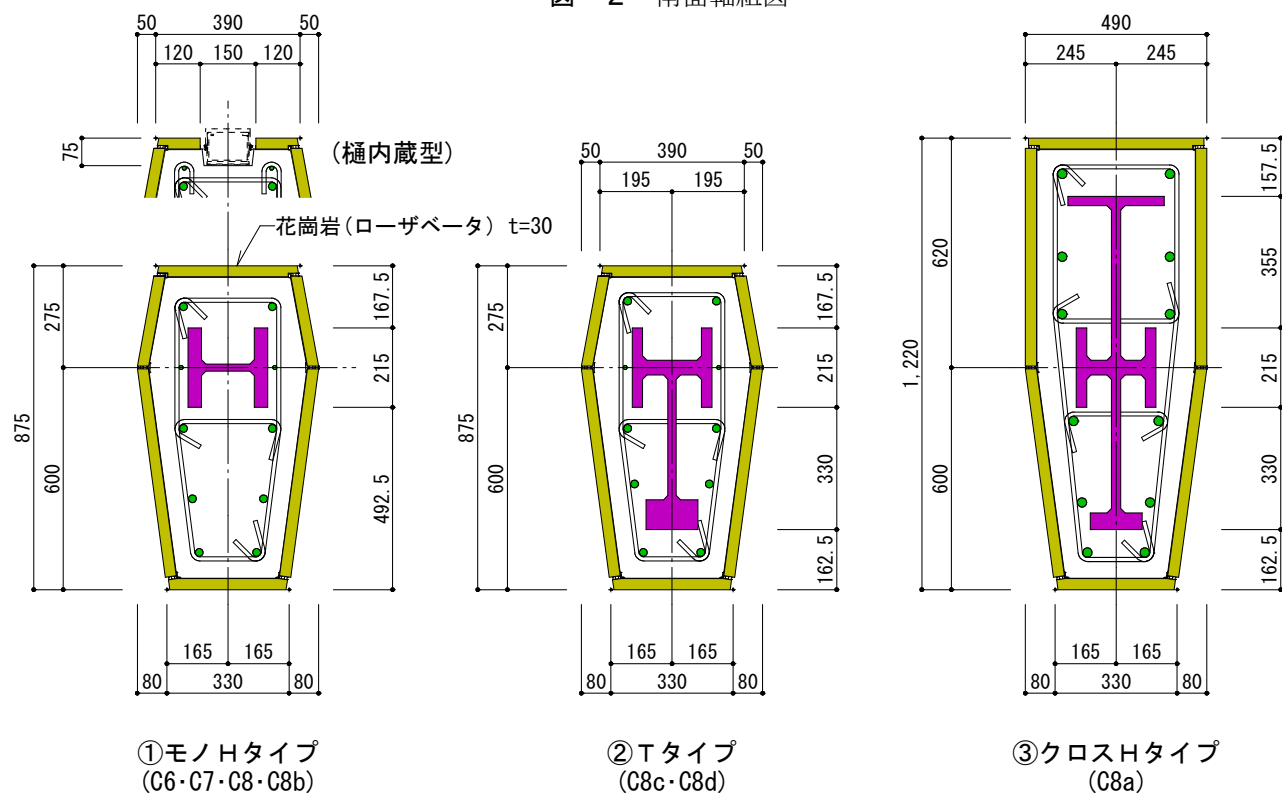


図-3 PCa-SRC柱断面形状

PCa-SRC 柱の断面は、外部からの視点において縦ルーバー状に極限までスレンダーに見せ、そして開口部を極力大きくとるという要求から、超高層建物を支える上で構造上必要最小限となる断面幅が検討された。その結果、図-3に示すように、内蔵する鉄骨柱は外径 215×215 を基本にフランジ、ウェブ厚を変化させるよう設定され、その内蔵鉄骨柱を囲む主筋・フープ筋の納まり、かぶりの確保、打込み石材の厚さ 30mm から設定された幅は 490mm となっている。その内蔵鉄骨柱の芯から外部面(図-3 下側)に向かって、よりスレンダーに見せるための勾配がとられ 330mm まで絞られている。さらに内蔵鉄骨柱の芯から内部面へ向かって、室内の視点からも検討され、内部面(図-3 上側)では 390mm に絞られており、全体としては長方形に近い六角形の形状を呈している。

構造上の断面は、耐震・耐風上必要な性能から①モノ H タイプ・②T タイプ・③クロス H タイプの 3 種類に分類されている。強軸方向の断面せいは基本的に 875mm であるが、③のクロス H タイプは内部コア柱と外部柱をつなぐ大スパンの鉄骨大梁を受けるため、強軸方向に断面せいは大きく 1220mm に設定されており、1 層あたり PCa-SRC 柱 98 ピース中の 6 ピースがそれにあたる。また②の T タイプは 14 ピース、残りの 78 ピースが①のモノ H タイプであり、全体の約 80%がこのタイプで構成されている。

①のモノ H タイプにおいては、同図の上の樋内蔵型に示すように、室内側に角型パイプによる縦樋を内蔵させるための台形の溝を設けたタイプが約半数配置されている。

3. 製作に向けての各種試験

3.1 コンクリート充填性確認試験

3.1.1 目的

最初に、PCa-SRC 柱のコンクリート打設方法とその充填性が懸念された。4 面を石材に囲まれた形状であること、内蔵鉄骨 H 型柱の内部まで完全に充填する必要があることなどから柱を立てた状態で柱頭部小口から打設する「縦打ち」や、型枠を斜めに配置し、柱脚部からポンプにより圧入する「斜打ち」も検討対象とされたが、2 層 1 柱で約 7.7m の長さがあること、中間部に鉄骨梁が突出しておりコンクリートの流入が妨げられること、型枠が複雑で設備が膨大になりコストアップとなることが検討され、長尺部材では通常の打設方法である柱を倒した状態での「横打ち」打設とした。

横打ちでの打設には、大きく以下に示す 2 点の問題が懸念された。

- ① 4 面が石材打ち込みであるため、1 辺の石材を開けておき、コンクリート打設直後に打ち込む「田植え」とする必要がある。(現場もしくは工場での後貼り施工も考えられたが、全長に渡って長期的に脱落等のない貼り付け施工管理の難しさ、脱落防止に必要なアンカーボルトが表面に見え、意匠上好ましくないことなどから田植えによる打ち込みが採用となった)
- ② 内蔵鉄骨 H 型柱のウェブ裏面にコンクリートを完全に充填させる必要がある。

以上のような問題点を克服する製作方法を確立することを目的とし、実大断面での打設確認試験を行った。

3.1.2 試験体概要

試験体は実大の断面 3 タイプに対し、図-4 に示すように柱を輪切りにし、石材の 2 枚分の割付にあたる長さ約 1m の供試体 3 体とした。図-4 に側面図の一例(②T タイプ)を示すが、鉄骨と主筋は両端に突出させている。これは試験後に試験体を中央で切断して充填性を確認した後、現場でのジョイント部の施工試験に用いるため、本部材の柱頭、柱脚同様に製作したことによる。

3.1.3 コンクリート調合

本部材のコンクリート調合を表-1 に示す。コンクリートの設計基準強度は $F_c=60\text{N/mm}^2$ であり、柱内の充填性を考慮し高流動コンクリート(フロー60cm)とした。

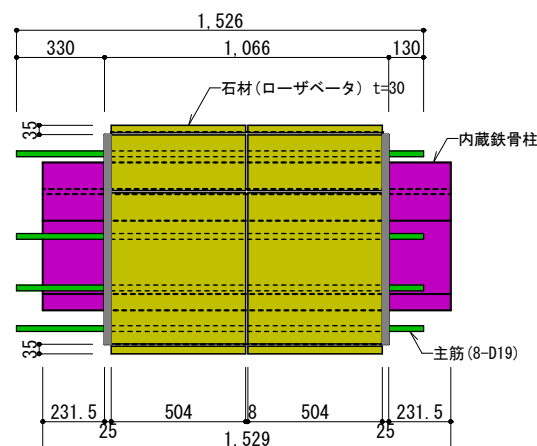


図-4 充填確認試験体

表-1 コンクリート調合

W/C (%)	S/a (%)	単位重量(kg/m ³)					
		W	C	S	G	M1	M3
33.5	45.5	170	507	754	903	3.80	0.20

M1:高性能減水剤(I 種) M3:AE 剤(I 種)

3.1.4 コンクリート打設要領

コンクリートの打設は、③クロス H タイプについて断面のせいが大きく、側枠をセットした状態で中央鉄骨ウェブ裏の充填状況が上面より確認できないことから、鉄骨部材を上下反転して仮置きを行い、ウェブ裏面の先行打設を行った。その要領を図-5 に示す。

その他の部材については、ウェブにコンクリート打設確認と棒状パイプレータの挿入できる孔 50ϕ を@500、打設確認と空気抜きのための孔 25ϕ を@100 で設け、図-6 の要領で山型のコンクリート振り分けシュート(写真-2)を用いて打設した。これは最

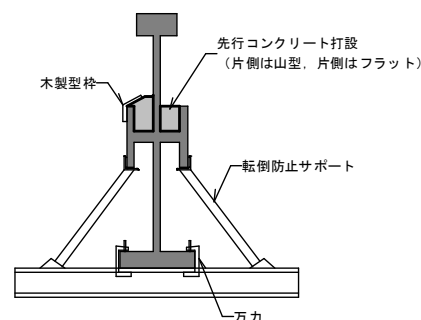


図-5 クロス H タイプ先行打設

初にウェブ上部にコンクリートが落下し、打設確認孔が塞がれないようコンクリートが鉄骨の両サイド部分を通り、下部へ流れ込むようにしている。この要領で下部から上部へ向かって充填され、ウェブの確認孔よりウェブ裏が完全に充填されたことを確認して振り分けシュートを外し、上部のコンクリートを打設することとした。

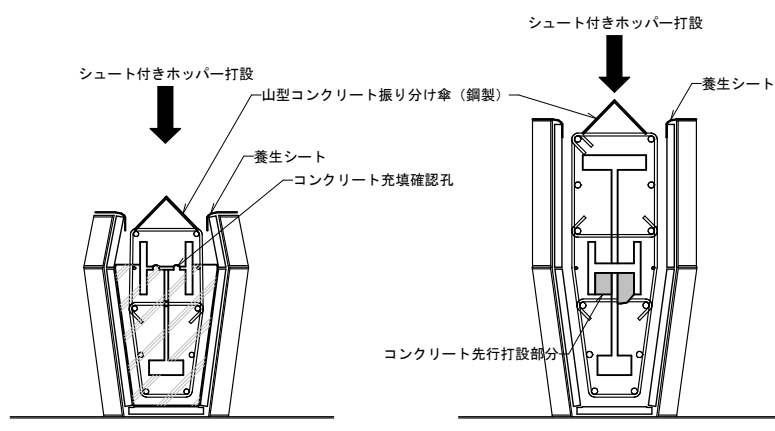


図-6 コンクリート打設要領

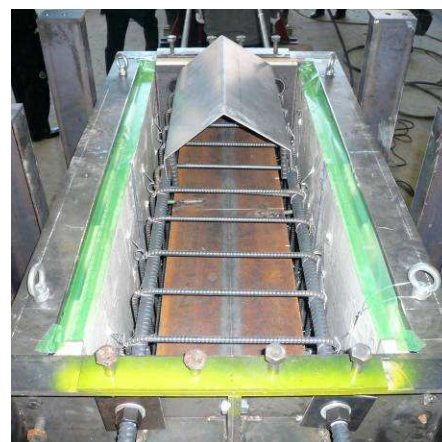


写真-2 打設振り分けシュート

3.1.5 石材の田植えによる打込み

石材の田植えによる打込み要領を図-7に示す。一度コンクリートを石材裏面レベルより2～3mm高い状態でならし、田植え用の石材をセット、裏面の気泡を逃がすためにゴム製ハンマーにて石材表面を軽くたたく手順とした。しかしコンクリートの打設レベルの管理が非常に困難であり、何度も石をセットしては外し、再度コンクリートを投入してならすことの繰り返しのため非常に時間を要し、本部材の製作時には製作工程上からも改善することが求められた。

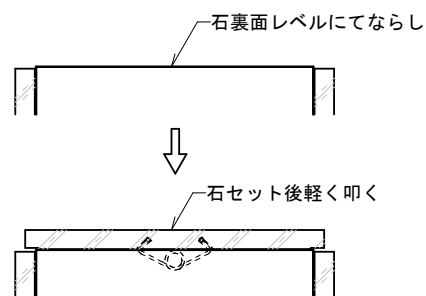


図-7 田植え石打込み要領

3.1.6 充填状態の確認

試験部材のほぼ中央部にてワイヤーソーにより切断し、充填状態の確認を行った。切断状況を写真-3に示す。その結果はタイプごとに写真-4のとおりである。コンクリートの充填状況は全体的に非常に良好であったが、フランジ、ウェブ下面に若干の気泡が見られた。実製作においてはウェブに設けた確認孔の位置調整と、コンクリート調合の見直し、打設手順の徹底によりほぼ完全に充填できることが確認された。



写真-3 切断状況



写真-4 試験体切断面

3.2 打込み石材の曲げ変形性能確認試験

3.2.1 目的

通常の石材打込み PCa 部材では、地震時などにより本体建物が大きな変形を受けた場合、PCa 部材そのものが変形することや、本体建物の剛性に寄与することが無いよう、部材に取り付けるファスナー金物により、本体建物と動きを分離し吸収することが前提とされている。そのため、通常施工される石材の裏面処理は、石材とコンクリート間の水分等の遮断を行い、濡れ色や白華の発生を防ぐ目的として必要な厚さのシーリング材塗布がされる。しかし PCa-SRC 柱に打込む石材は、構造柱であることから、地震時における柱の曲げ変形が生じた場合でも、図-8 に示すように、石材には曲げ変形を伝えず、割れ、脱落などが無く健全に保たれることが要求される。これに対する方法として、①石材とコンクリートの縁を予め切っておく、②柔軟な裏面処理剤を厚めに塗り変形を吸収させる、という2案が考えられ、試験により確認を行い、実製作に反映させることを目的として行った。

また同時に、コンクリートに石材を保持する目的であるシアコネクターの数、配置が妥当であるかについての検証も行った。

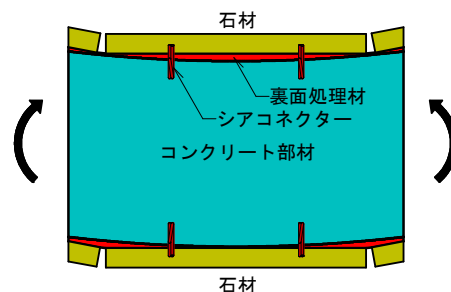


図-8 曲げ変形時の状態

3.2.2 予備試験

曲げ変形性能確認本試験（鹿島建設技術研究所にて実施）に先立って、試験体に用いる裏面処理方法を選定するための予備データを収集するため、図-9 に示す厚さ 120mm、長さ 2300mm の PCa 板下面に 9 枚の石材を打ち込み、単調 2 点载荷による曲げ試験を行った。

試験体は表-2 に示す石材の裏面処理方法を実験要因にした 5 体とした。試験体①以外の 4 体は絶縁シート、クッション材により絶縁を行った試験体である。

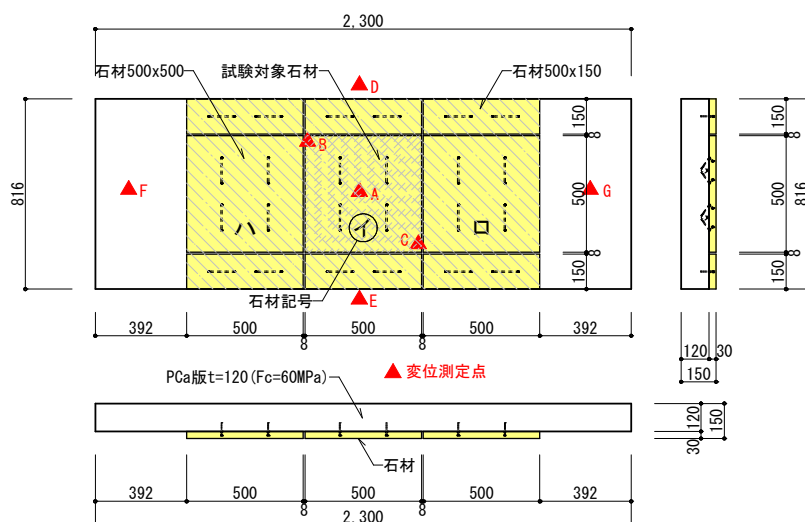
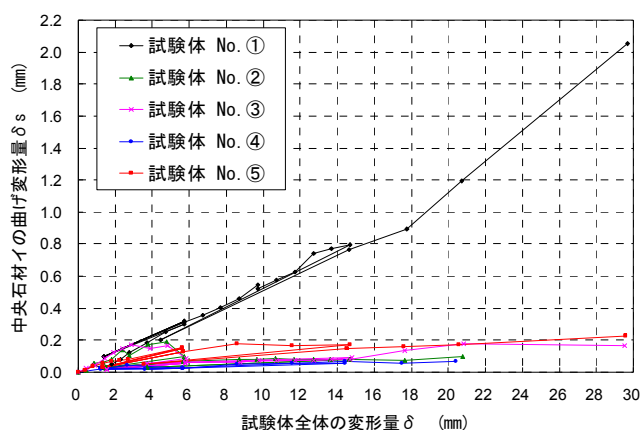


図-9 曲げ変形性能予備試験体

表-2 試験体要因

試験体 No.	裏面処理方法
①	裏面処理材 1mm 塗布
②	裏面処理材 1mm 塗布＋絶縁シート（ポリフィルム 0.1mm）
③	裏面処理材 3mm 塗布＋絶縁シート（ポリフィルム 0.1mm）
④	裏面処理材 0.3mm 塗布＋柔らかいクッション材貼付（シロマー R3(青)3mm）
⑤	裏面処理材 0.3mm 塗布＋硬めのクッション材貼付（シロディン NB3(ピンク)3mm）

予備試験結果として、9 枚の石材のうち中央に配置された石材(イ)の 3 点の変位計(A,B,C)による曲げ変形量 $(A-(B+C)/2)$ と試験体全体の曲げ変形量との関係を試験体ごとに図-10 に示し、試験体 No.①における試験後のひび割れ状態を写真-5 に示す。



図－１０ 石材の曲げ変形量



写真－５ 石材のひび割れ(No.①)

図－１０によれば試験体 No.①の石材の曲げ変形は、他の試験体に比べ明らかにコンクリート部材の変形に比例して追従していることがわかる。試験体 No.①中央石(イ)にひび割れが発生したのは、全体の变形 $\delta = 12\text{mm}$ 時点であり、その時の石材曲げ変形量は $\delta s = 0.63\text{mm}$ である。石材変位計の間隔($500 - 50 = 450\text{mm}$)から、石材の曲げ曲率としては $R = 40,179\text{mm}$ 時点でひび割れが発生したことになる。

その他の試験体について、石材の最大曲げ変形は 0.2mm ($R \approx 120,000\text{mm}$) でほぼ横這いとなり、変形は進行せず、写真－６，７に示すように、裏面処理材とコンクリートの離間が進み、最終まで石材がひび割れることはなかった。



写真－６ 石材とコンクリートの離間(No.⑤)

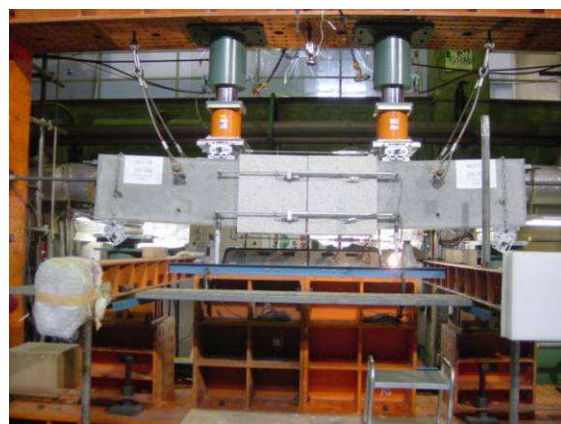


写真－７ 石材とコンクリートの離間(No.③)

3.2.3 曲げ変形性能確認本試験

予備試験の結果をもとに、鹿島建設(株)技術研究所において、より実物大に近い形状(500×500 の梁材)での曲げ試験が行われた。その状況を写真－８に示す。

ここではその詳細は割愛するが、予備試験の結果から、絶縁することにより離間し、割れを発生させないことが可能であるが、万一にも割れた際の落下防止が期待できることから、接着性のある裏面処理材(弾性エポキシ系接着剤「エポソフト F」)の厚さを主要要素として行った。その結果、厚さ 2mm において、大地震時において想定するヒンジ部の最大曲げ変形に対し健全であることが確認され、 1mm と 2mm を柱部材の曲げ変形量の大きさの範囲で使い分けて使用することに決定した。



写真－８ 曲げ変形性能確認本試験状況

3.3 実大製作試験

本製作に先立って、実物と同形状の図-3に示す3タイプの実大部材製作による確認試験を行った。代表としてTタイプ(C8dタイプ)の側面図を図-11に示す。図中の★印が、前述した石材の裏面処理厚さを2mmとする範囲を示し、その他の石材は裏面処理厚さ1mmである。その他、鉄骨形状を含め全ての要素で実部材と同様の部材とし、以下の項目について確認を行い、後述する製作要領を決定した。試験状況の一部を写真-9にまとめて示す。

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| (1) 裏面処理材塗り厚管理 | (6) 打設直前のシアコネクター取付状況 |
| (2) コンクリートの打設手順 | (7) 打設面石貼り田植への施工性 |
| (3) 石材の型枠固定方法 | (8) 打設後における目地形成状況 |
| (4) 鉄骨の支持、精度の確保要領 | (9) ハンドリング、仮置き要領 |
| (5) 鉄筋の支持、精度の確保要領 | (10) 中、長期仮置きによるクリープ変形 |

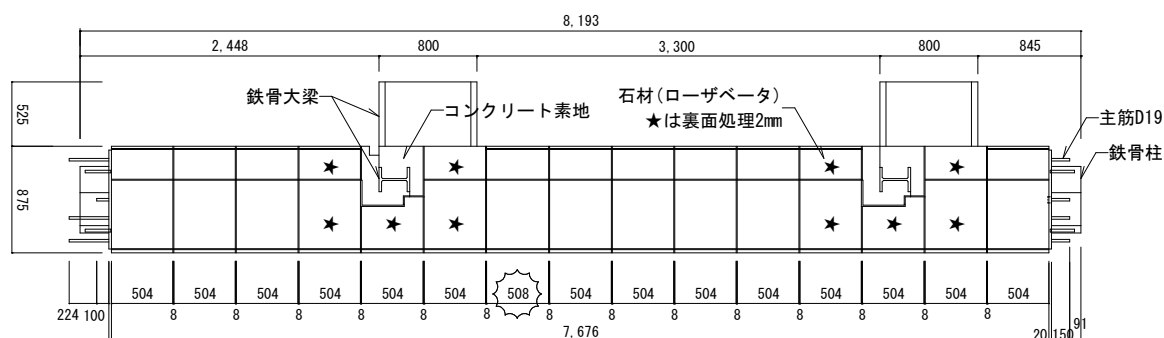


図-11 実大製作試験体(C8dタイプ)



膜厚計による裏面処理厚管理



CCDによる型枠内部確認



切断による梁接合部充填確認

写真-9 実大製作試験状況

3.4 シアコネクター引張試験

石材打ち込み PCa 部材では、通常でも行われている試験であるが、本工事においても採用された石材種とシアコネクターによりコンクリートに打ち込んだ状態での引張強度確認のために行った。その概要図を図-12に、試験状況を写真-10に示す。その結果はシアコネクター1カ所あたり平均約2kNであり、破壊は石材のコネクター用孔部分で生じた。この結果より、本部材での石材面積あたりのシアコネクター本数を決定している。

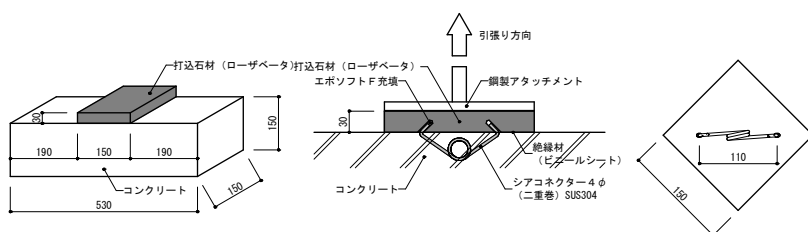


図-12 シアコネクター試験体概要



写真-10 引張試験状況

4. 本製作要領

4.1 全体製作フロー

製作に先だって行われた前述の各種確認試験を踏まえ、最終的に決定した本製作のフロー図を図-13に示す。図中の各項目に対し管理項目、要点、管理値等を決めたQC工程図を作成し、事前に各作業責任者、担当者に周知徹底させて製作を行った。図中の赤で囲んだ作業は、本製作に対し特に注意を払って管理を行う重点管理項目とした作業である。

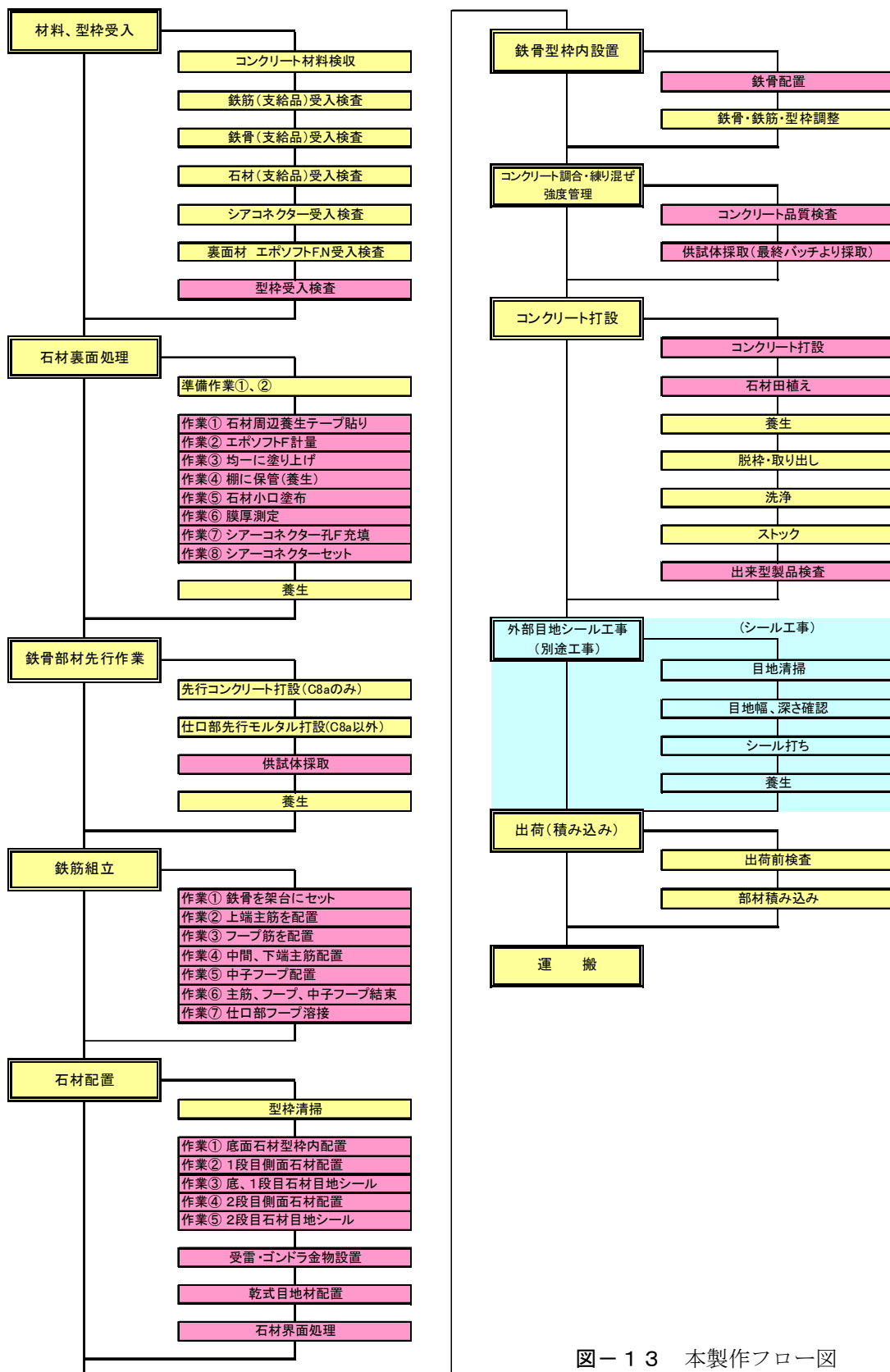


図-13 本製作フロー図

4.2 全体製作計画

製作は図-14に示すように、兵庫工場内の第2工場全体を石材裏面処理、石材養生、型枠、鉄筋組立エリアに区分けを行い、石材、鉄骨の材料移動時の落下等によるトラブルが無いよう、移動が極力少なくなるように配置した。型枠の配置に関しては、現場における施工上の精度と建方工程を効率的に行うため、図中の型枠タイプA-1とA-2、A-3とA-4、など図-1の基準階伏図における2本の隣り合う柱を1セットとして鉄骨梁による本接合を行って製作することが要求された。

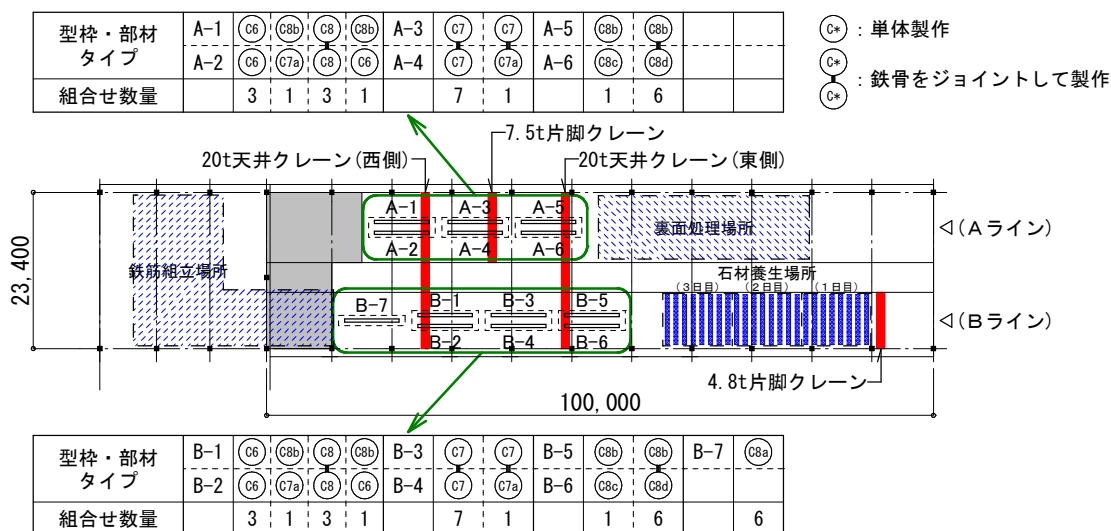
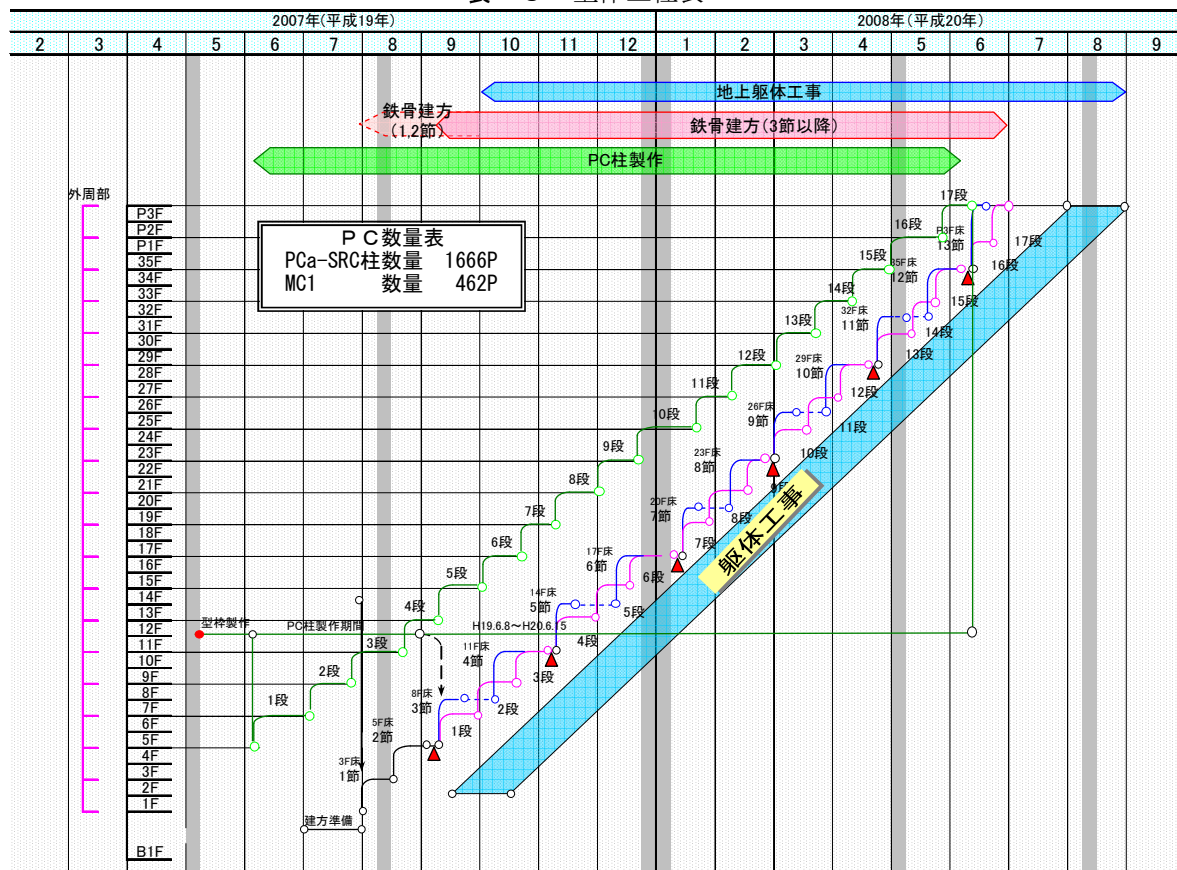


図-14 工場内配置図・製作組合せ表

全体躯体工事に対する PCa-SRC 柱の製作工程を表-3に示す。図中の緑色が PCa-SRC 柱の製作を示すが、最終の17段の建方工程に合わせ、1段あたりの柱本数98本に対し、型枠は図-14に示す13台でAラインとBライン交互に1日最大7本の打設を行い、1段あたりの製作日数は実働16日、製作期間は約13ヶ月と設定して進めた。

表-3 全体工程表



4.3 石材の裏面処理

石材の裏面処理作業は、①石材周辺の養生テープ貼り付け、②裏面処理剤の塗布(塗布量は重量により管理)、③表面をヘラで均一に伸ばすという作業の流れを図-15のようなローラーを置いた作業台により流れ作業で行った。

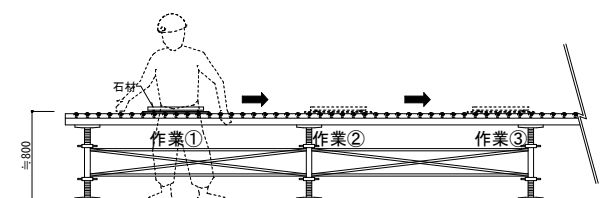


図-15 裏面処理作業台

裏面処理厚1mmと2mmの違いはシアコネクターに写真-11に示すように赤色でマーキングを行い区別している。

また、シアコネクターの取付作業の効率化を図るために考案した、写真-12の取付工具を用いて作業を行った。

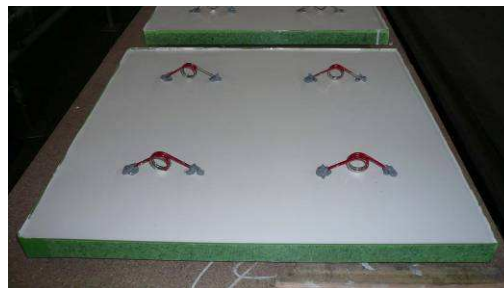


写真-11 裏面処理状態



写真-12 取付工具

4.4 鉄骨ウェブ裏への先行充填

クロス H(C8a)タイプの鉄骨については、3.1.4項で述べたように、鉄骨ウェブ裏は鉄骨を上下反転させてコンクリートの先行充填作業を行うが、その他の部材では、柱梁仕口部ダイアフラムに囲まれた図-16に示す範囲を完全に充填させるため、図-17の要領で下部に型枠を設置しウェブに設けた15φ孔より先行で高強度無収縮モルタルの充填を行った。

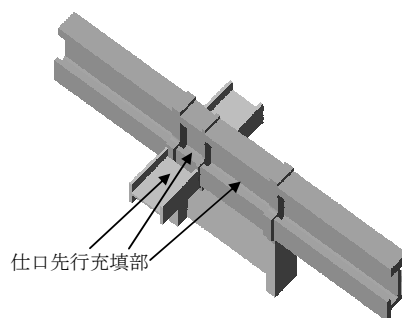


図-16 鉄骨仕口部

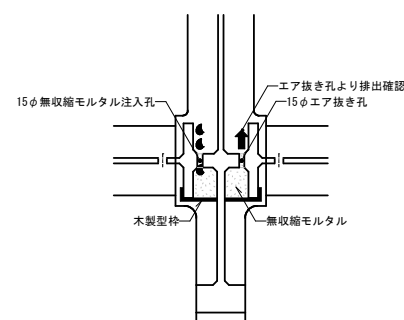


図-17 先行充填要領

4.5 型枠への石材と鉄骨の配置

型枠への石材の配置は、型枠側面で内側に傾斜した石材を確実に支持し、コンクリート打設により石材のズレ等が生じないことが要求される。これは図-18に示すように、石材の8mmの目地部より、M5のSUSボルトにより型枠外部から引き込むこととした。鋼製型枠への石材の配置状況を写真-13に示す。

鉄筋が先組みされた鉄骨の型枠内への配置は、クレーンにて吊り上げた鉄骨が横振れし、石材、シアコネクターに接触して破損させないように、型枠上端近くまで降ろし、鉄骨両端付近に取り付けたガイドポスト(鋼管)に、鉄骨両端から張り出して設けた仮治具を挿入し、ポストに沿って振れずに下降するようにした。その状況を写真-14に示す。

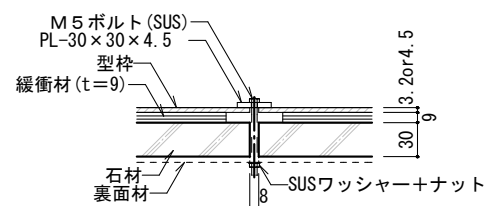


図-18 石材取付要領



写真-13 石材配置状況



写真-14 鉄骨配置ガイド

4.6 鉄骨の精度確保

PCa-SRC 柱は、建方した際にそのまま石材が打ち込まれた外装材となるとともに、構造柱として、上下の接合部では打ち込まれた鉄骨どうしを厳しい許容誤差の範囲で現場溶接によりジョイントを行う必要性から、型枠に対して配置される鉄骨の精度管理は、非常に厳しい管理が要求される。とくに、2 本を 1 セットで梁の本接合を行って打設する部材の柱頭部、柱脚部の間隔(スパン)は管理値 0mm を目標値として管理を行った。その精度を確保するために型枠に設けた調整機構と調整要領を図-19 に示す。

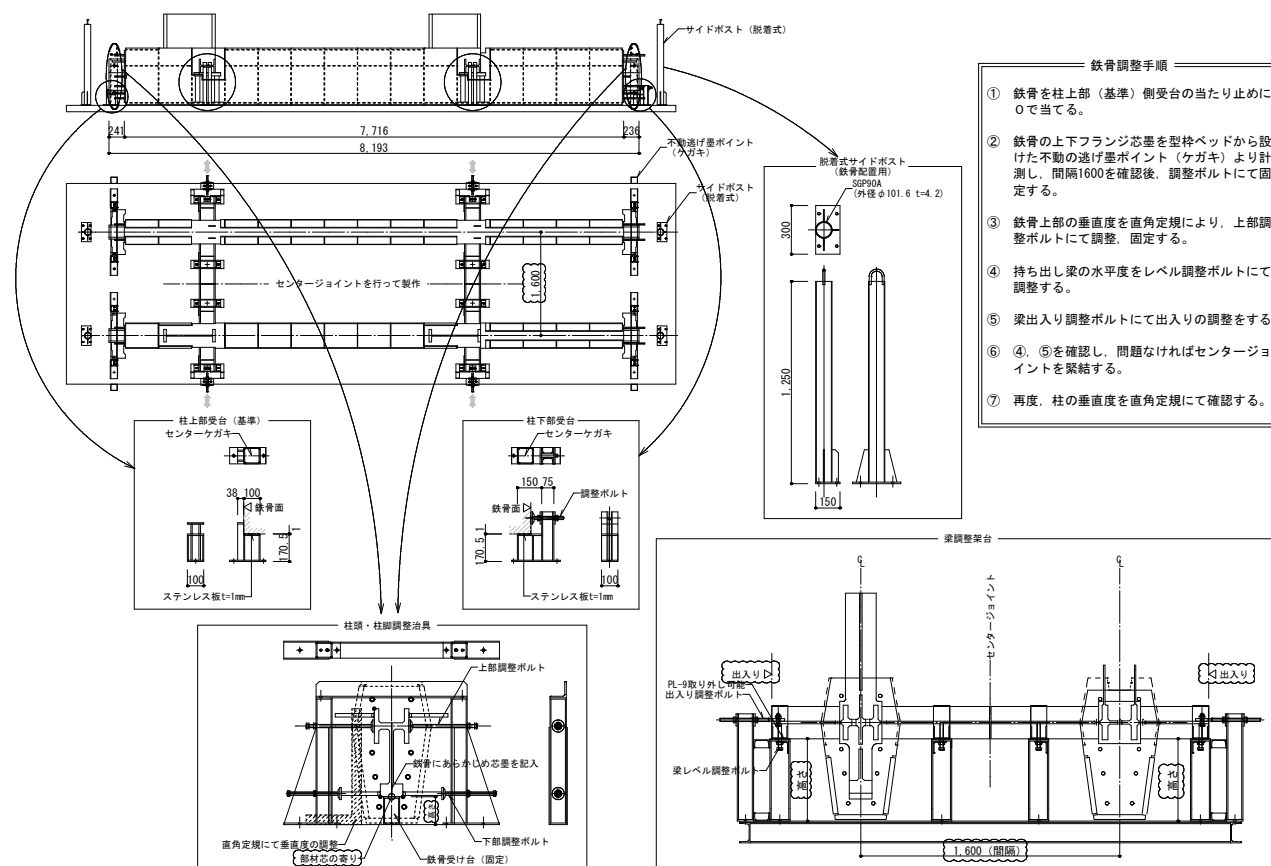


図-19 鉄骨配置要領図

4.7 コンクリート調合と打設

コンクリートの調合は充填試験(3.1.4 項)で得た結果をもとに、さらに充填性を確保するため、粗骨材の最大寸法を 20mm から 15mm に、フロー管理値 $65 \pm 7.5\text{cm}$ 、空気量 $3.0 \pm 1.5\%$ に改善した。改善後のコンクリート調合を表-4 に示す。

表-4 実施コンクリート調合

W/C (%)	S/a (%)	単位重量(kg/m ³)					
		W	C	S	G	M1	M3
32.0	48.0	175	547	769	841	4.38	0.00

コンクリートの打設はタイプごとに詳細な手順を作成し、打設時間管理を行った。T タイプとモノ H タイプの打設要領を図-20 に示す。T タイプでは柱断面を 3 層に、モノ H タイプでは 2 層にそれぞれ分割して、層ごとに長さ方向 1~4 の投入場所順に打設する。T タイプの①層目では振り分けシュートの片側から打設して下部フランジの下面を流れ、打設側と反対側に充填されたことを確認、②層目で振り分けシュート両側から打設し、上部ウェブ裏の充填を確認孔より行い、③層目でシュートを外し上面まで打設した。モノ H タイプでは下部フランジが無いので、①層目から振り分けシュート両側からの打設を行い、ウェブ裏の充填確認を行って②層目で上面まで打設した。打設時間は柱 2 本を 1 組として 30 分以内を目標とした。

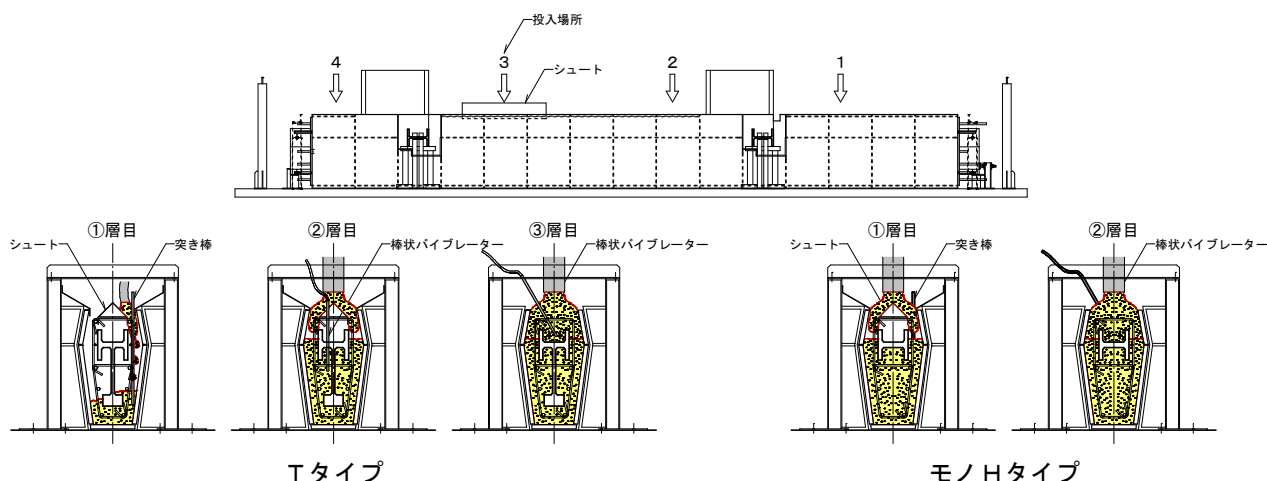


図-20 コンクリート打設手順

4.8 石材の田植えによる打ち込み

石材の田植えによる打ち込みは充填試験(3.1.5 項)、実大打設試験等の結果をもとに図-21の要領で行った。設計レベル+3mm 程度盛り上げた状態で打設後、石材を仮セットして裏面部にコンクリートが付着しているかを数回確認し、ビブラート(振動器)、ゴムハンマーにより石材が設計レベルとなるまで軽く叩き、上部から押さえ金物により固定した。当初は非常に手間を要したが、製作を重ねるごとに作業員の熟練等もあって、充填状態は良好となり時間についても短縮することができた。

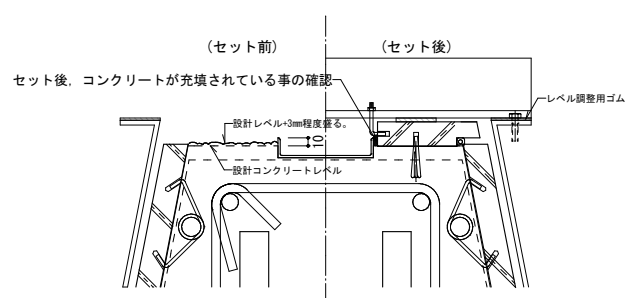


図-21 石材田植え手順

4.9 取り出し、ストック、運搬

部材の取り出しは基本的に柱頭、柱脚部に突出した鉄骨を利用して、石材に損傷を与えないように慎重に吊り上げ、取り出しを行った。その状況を写真-15に示す。

工場内でのストックは、石目地のシーリング作業が容易に施工できるよう、山留め材により、下面より 600mm 程度浮かした状態でストックした。その状況を写真-16に示す。

出荷前には石材の汚れ、損傷、浮き等が無いか、目視と打音検査により全数の石材チェックを行い記録している。

運搬についても石材に損傷を与えないよう、写真-17に示すようにトレーラーに架台を設置し、突出した鉄骨梁にて荷重を支え、部材を浮かせた状態で運搬を行った。



写真-15 取り出し状況



写真-16 スtock状況

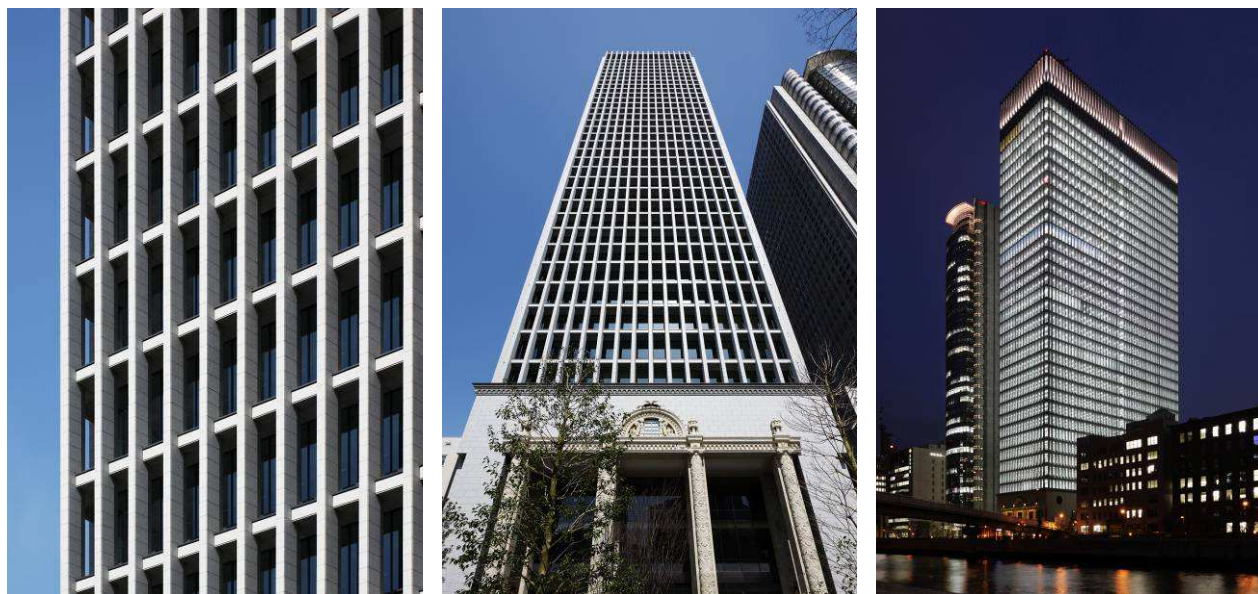


写真-17 運搬荷姿

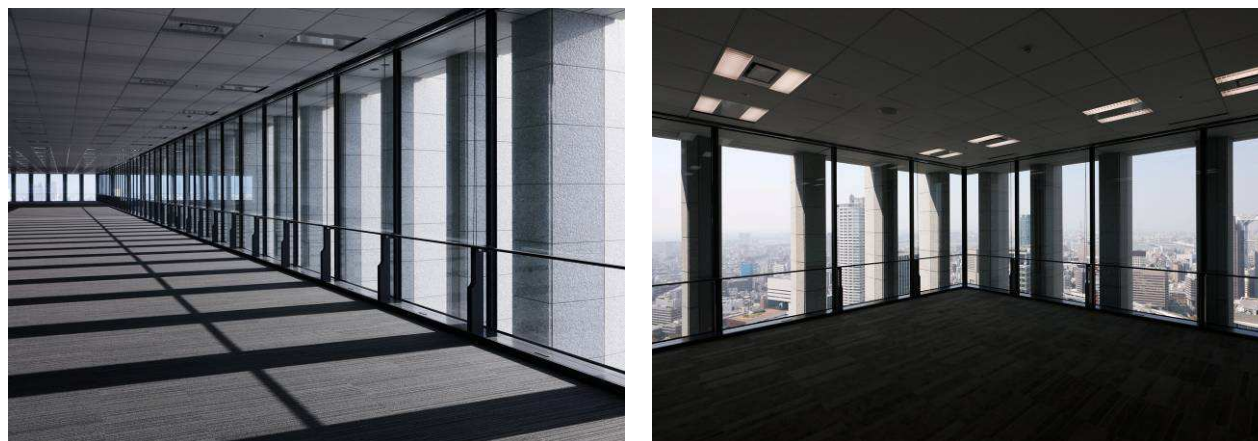
5. まとめ

超高層ビルの外部構造柱に石を打ち込むという日本でも初めての試みであり、その全ての問題要素を取り除くために行った各種実験の実施等においても、なかなか思うように進まないことが多く、さまざまな苦労があった。また、本製作を開始してから、石材、鉄骨、鉄筋、打ち込み金物等、非常に多くの材料を全数間違いなく打ち込み、高い精度で製品として出荷し、全体工程に支障を与えないようにするために多大な労力を要した。しかし、関係者全員が困難な仕事に前向きにチャレンジし、そこで新しい発想、技術が生まれ、問題を乗り越えて無事、全数の製作と出荷を終えることができた。竣工したその姿は、大阪中心部の超高層ビル群でも、PCa-SRC 柱とそれをつなぐ水平の底とが織りなした彫りの深い外観(写真－18)により、一段とその品格を感じる建物となっている。

今後、優れたファサードと居住環境とを効率的に得ることを可能とできる構法であることから、増加するであろう意匠と構造とが兼用された PCa 部材の製作工事において、本報告が何かの参考となれば幸いである。



写真－18 外観



写真－19 内観

謝辞

本工事の発注者であるダイビル株式会社、設計監理の株式会社日建設の皆様を始めとし、全体施工の鹿島建設株式会社建築管理本部、技術研究所、工事事務所の関係者皆様から多大なるご指導、ご助言を賜りました。また、関係各協力業者の皆様の多くのご協力を得ました。ここに紙面をお借りして感謝の意を表します。