

スーパーストラクチュアフレームの合理化施工

石川 敦雄・安富 良久・井ノ口 浩一

(仮称) PCP 丸の内ビルは、直径3.4 m、高さ55 mのCFT柱(スーパーコラム)と梁せい6 m、梁幅2 mのBOX梁(トランスファガーダ)で構成されるスーパーストラクチュアフレームを有する超高層ビルである。この大規模フレームの施工は、掘削工事・逆打躯体工事と並行して作業を進めながら、約6カ月間という非常に短い期間で完了させなければならなかった。また、高層部荷重を支える架構として構造上非常に高い品質が要求される部位でもあった。

ここでは、当プロジェクトにおいてスーパーコラムおよびトランスファガーダの構築に採用した二つの施工法の施工計画・実施結果について報告する。

キーワード：スーパーストラクチュア、先行構築、リフトアップ

1. はじめに

(仮称) PCP 丸の内ビルは、東京駅八重洲南口に建設される地下4階、地上32階の超高層オフィスビルであり、地下・低層部には高層部荷重の1/2以上を支えるスーパーストラクチュアフレームがある。全体工期27.5カ月(工期率85%)の短工期でこの建物を完成させるためには、スーパーストラクチュアフレームの構築を合理化する必要があった。

当プロジェクトではこの巨大な架構の施工法として、スーパーコラムの先行構築、トランスファ

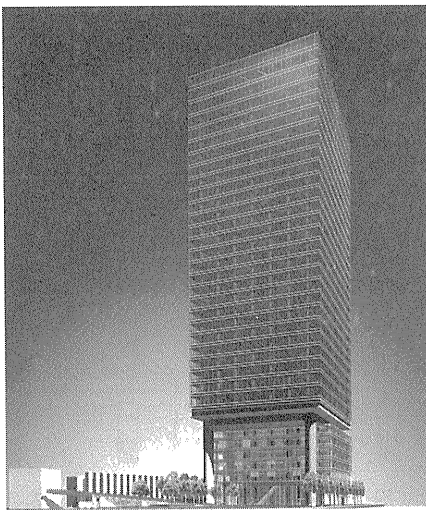
ガーダのリフトアップ施工を採用し、順調な工程と設計品質を確保した。

これら二つの施工法について、施工計画および実施結果について報告する。

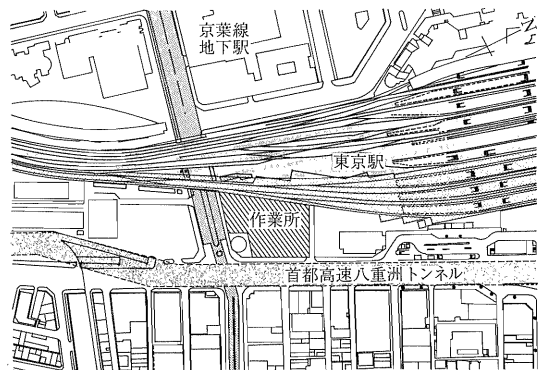
2. プロジェクト概要

プロジェクトの概要を以下の項目別に示す。

- ・工事名称：(仮称) PCP 丸の内ビル新築工事
- ・建築地：千代田区丸の内1-1-25 外
- ・事業主：日本パシフィックセンチュリーグループ(株)
東日本旅客鉄道(株)
- ・建築主：レールシティ東開発(株)
- ・設計・監理：日建設計(株)、(株)竹中工務店
- ・施工：竹中・鹿島共同企業体
- ・工事期間：1999年8月5日



図一 建物外観



図二 建築地および周辺状況

～2001年11月20日

- ・用途：事務所，店舗，ホテル
- ・規模：地下4階，地上32階，塔屋1階
- ・敷地面積：6,382.87 m²
- ・建築面積：3,051.90 m²
- ・延床面積：81,751.97 m²
- ・建物高さ：SGL+149.8 m

3. 構造概要

この建物のスーパーストラクチャフレームは，地下20 mから地上35 mまで立上がる直径3,400 mmのCFT柱（スーパーコラム）4本とそれらをつなぐ梁せい6,000 mm，梁幅2,000 mmのBOX梁4台で構成されている。

表一 スーパーストラクチャ部材構成

	スーパーコラム	トランスファガーダ
ピース分割	10ピース/本	10ピース/台
最長ピース	7,700 mm	10,800 mm
最大重量ピース	46 t	36 t
鉄骨総重量	柱1本 350 t	梁1台 250 t

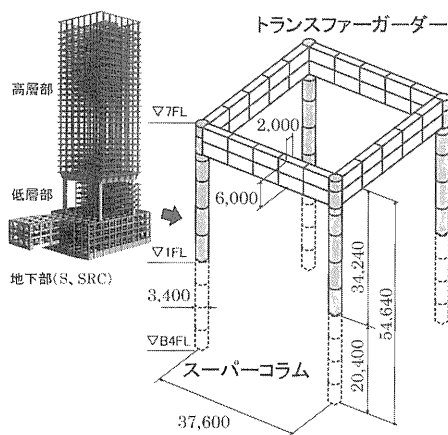


図-3 スーパーストラクチャフレーム

4. 工法概要

(1) スーパーコラムの先行構築

当プロジェクトを契約期限内に完成させるためには，2000年8月にスーパーストラクチャ工事を完了させ高層鉄骨工事に着手しなければならなかった。この条件を解決するためには，従来の構

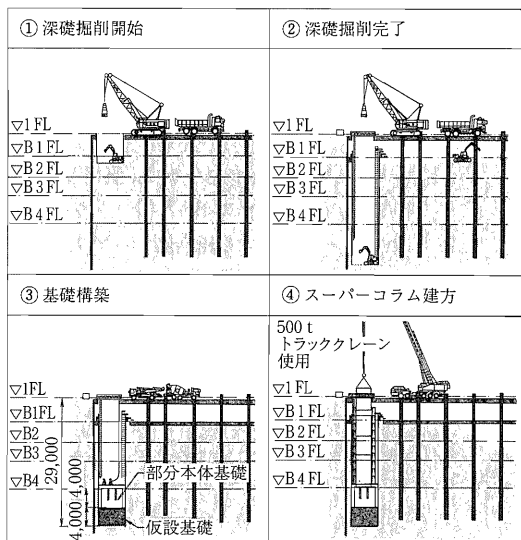


図-4 スーパーコラムの先行構築

真柱施工法で設置できないスーパーコラムを逆打ち地下躯体工事に先行して構築する必要があった。そこで，大口径深礎掘削を本体建物掘削工事に先行して行い，その堅孔内部に部分基礎を構築することによりスーパーコラムを先行設置する施工方法を考案・実施した。

(2) トランスファガーダのリフトアップ施工

トランスファガーダを地下工事と並行で作業しながら構築するためには，限られた作業エリア・動線の中で搬入から組立て・接合までの全ての作業を行わなければならない。

複数の施工法を比較・検討した結果，当プロジェクトでは，省仮設・省スペースで施工可能なリフトアップ工法を採用した。

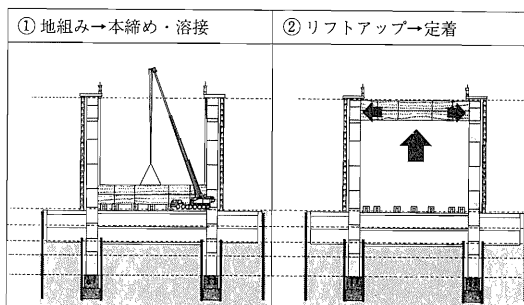


図-5 トランスファガーダのリフトアップ

5. スーパーコラムの先行構築

(1) 施工計画

深礎掘削は山止めとして円形鋼矢板ユニットを採用した。掘削径は、建方・溶接作業を行うための足場が設置できるサイズとして直径6 mとした。また、部分基礎の下部には本体基礎が完全に構築されるまでの鉛直荷重を支持するための仮設基礎が必要となる。部分基礎のみで支持しなくてはならない鉛直荷重2,300 t/本（6節完了時）に対する地盤支持力、弾性沈下量の解析結果をもとに、直径6 m、深さ4 mの円柱状仮設基礎を構築した。

(2) 実施結果

(a) 円形鋼矢板ユニットによる深礎掘削

GL-28.5 mまでの大口径深礎掘削は、土砂搬出をクラムシェルとミニバックホウで、山止め組立てを人力で行い、豎孔1箇所を20日間で完了させた。

(b) スーパーコラム

スーパーコラムは「建方-溶接-高強度コンクリート打設」という手順を10節分繰返して施工した。スーパーコラム4本を同時に効率よく建方するため、作業エリア中央に500 tトラック

表-2 地盤支持力の検討

仮設基礎深さ	支持層	地盤許容支持力度	判定 (> 81 t/m ²)
0 m	砂	54.7 t/m ²	×
1.0 m	砂	89.0 t/m ²	△
2.5 m	砂	126.5 t/m ²	○
4.0 m	固結シルト	178.6 t/m ²	○

○；安全に支持できる，△；支持できる，×；支持できない

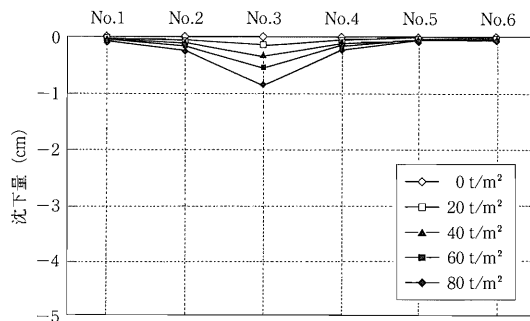


図-7 弾性沈下量の検討（基礎深さ4.0 m）

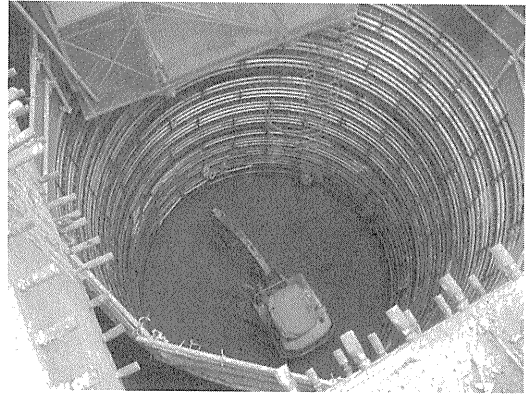


写真-1 深礎掘削状況

レーンを定置して40 tを超える大重量ピースの建方を行った。

直径3,400 mm、板厚32~100 mmのピースを溶接で接合するスーパーコラムは、柱1本の延べ溶接長さが10,000 mを超える。

そこで溶接作業を準標準化し、クリティカルとなる溶接作業を中断なく進めるため、柱4本の工程を時間単位で調整して5~8名の溶接工により対応可能な工程を組立てた。結果として柱1本の施工を60日間という短工期で完了させることができた。

(c) 建方精度の確保

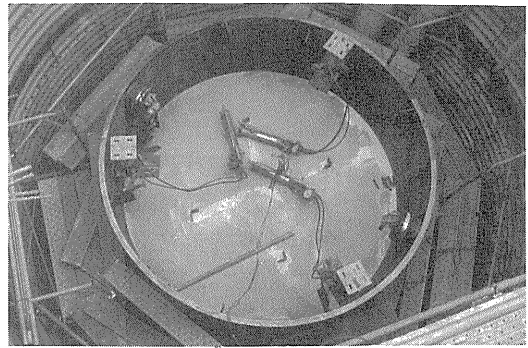
スーパーコラムとトランスファガーダとの溶接接合部のルートギャップは15 mmに設定されており、構造上の品質を確保するため、スーパーコラムの鉛直精度は±10 mm以内が要求された。

高さが55 mある鋼管柱を自立建方する施工において要求精度を確保するためには、ジョイント部の目違いおよび建方ピースの鉛直度を微細に調整するための機構が必要であった。また、スーパーコラムはピース重量が40 tを超えるため、歪み直しワイヤ等を用いた通常の見直し方法を適用できなかった。そこで4箇所ガイドピース（写真-3参照）と3台の油圧ジャッキ（50 t、ロックナット付き、写真-4参照）を用いた建方方法を考案・実施した。

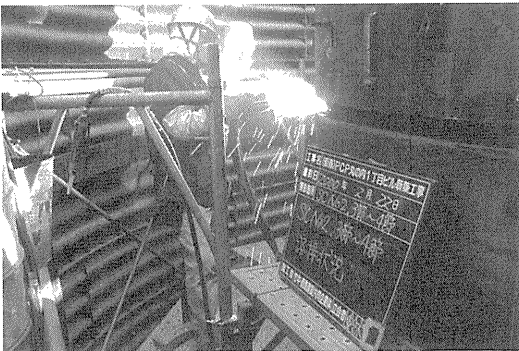
建方・調整手順としては第一に、ガイドピースに従って所定の位置に落とし込まれたスーパーコラムに対して、ガイドピースに付けたボルトの押し引きにより水平位置、目違いの調整を行う。その後、油圧ジャッキ3台を連動させて建方ピース



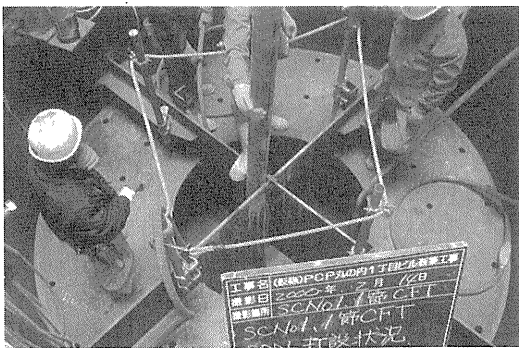
(建方状況)



写真—4 建入れ調整ジャッキ

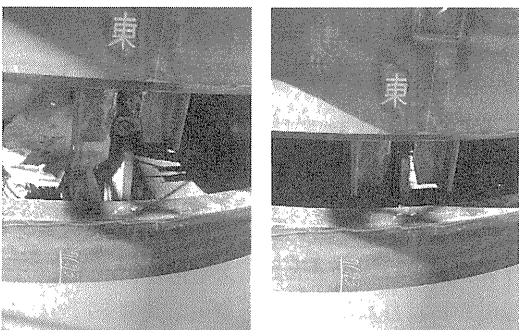


(容接状況)

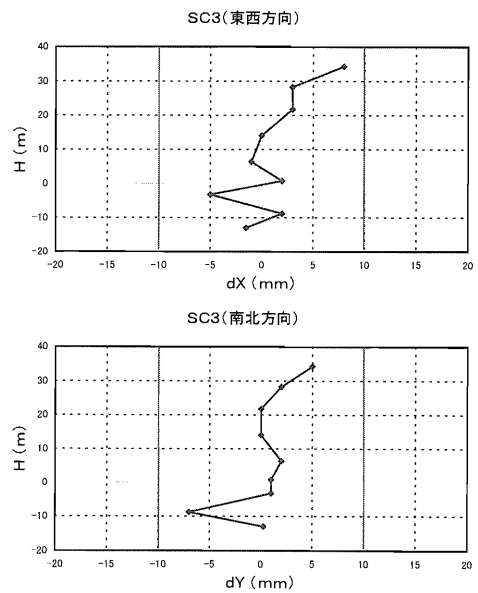


(コンクリート打設状況)

写真—2 スーパーコラム施工状況



写真—3 ガイドピース



図—8 建方精度測定結果

の鉛直度・レベルおよび上端での水平位置を調整し振り固定する。

溶接後の建方精度は、最終的に図—8 に示すように柱全長にわたって±10 mm 以内を確保できた。

6. トランスファガーダリフトアップ工法

(1) 施工計画

(a) リフトアップ工書の概要

今回のリフトアップ工事では地下工事の動線、作業エリアを確保するため、トランスファガーダを1台ずつ地組みして、順次リフトアップした。この手順の採用によりリフトアップ設備の転用が可能となり、作業の平準化ならびに施工コストの低減が実現できた。

また、トランスファガーダ組立て精度の確保、地組み日数の短縮のため、全てのトランスファガーダを製作工場で仮組みしパイロットホールを設けた。リフトアップ工事内容を表-3に示す。

(b) 狭小隙間でのリフトアップ

通常のリフトアップ工事では躯体施工誤差を考慮し、定着部に調整のための部材を設けてリフトアップ後の実測により製作・取付けを行う方法が一般的である。この方法を採用した場合、調整材を製作する期間だけ工期が延び、部材製作、ジョイント部増加によるコストアップが生じる。

リフトアップ施工時の構造解析から、吊上げるトランスファガーダの荷重によりスーパーコラムは約10mm内側に変位することが予測された。

表-3 リフトアップ内容

項目	内容
リフトアップ重量	250 t/回
リフトアップ回数	4回
揚程	27 m
ジャッキ設備	200 tステップロッドジャッキ×2台
計測項目	ジャッキ荷重、ジャッキストローク

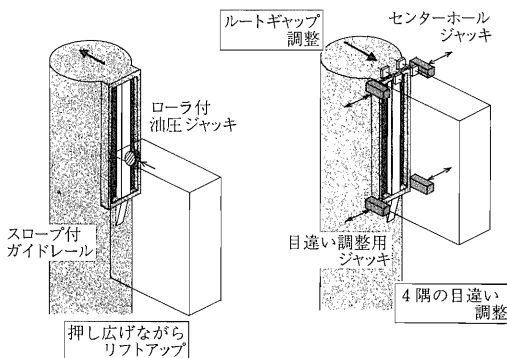
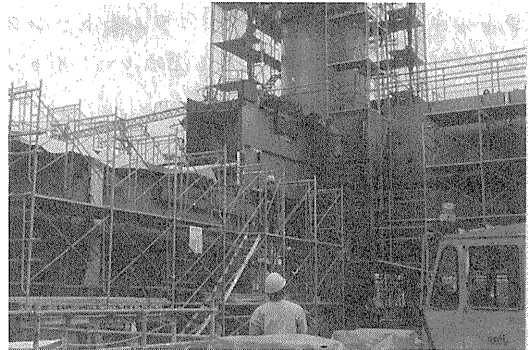


図-9 調整機構

この変位および施工誤差によりスーパーコラム仕口とトランスファガーダがリフトアップ時に干渉する可能性があった。

そこでトランスファガーダ内側上部にローラ付きジャッキを取付け、スーパーコラムを押し広げながらリフトアップする方法を考案し、互いの干渉を回避する機構を設けた(図-9参照)。この方法により調整材を設けることなく定着を可能にした。



(1F床上下でのトランスファガーダ組立て状況)



(第1回リフトアップ状況)



(リフトアップ完了後)

写真-5 リフトアップ施工状況

(2) 実施結果

(a) 調整材不要のリフトアップ工法

調整材を不要にしたことによってリフトアップ設備の即日盛替えが可能となり、1台目の地組み構台組立てから4台目の仮定着までの全てのリフトアップ工事を実動35日間で完了させることができた。

(b) 接合部の調整

図-9に示すように定着高さまでリフトアップした段階でローラ付きジャッキとセンタホールジャッキを用いて、スーパーコラムとトランスファガーダとの溶接ジョイント部のルートギャップを調整した。

仕口のずれに対しては、トランスファガーダの隅に取付けた油圧ジャッキ4台を用いて目違いを構造上許容される寸法内に調整した。このような調整機構を採用したことにより、設計品質を確保したスーパーストラクチュアを構築することができた。調整機構の仕様を表-4に示す。

表-4 調整機構

機能	仕様	台数
柱スパンをひろげる	ローラ付き油圧ジャッキ (50t) + ガイドレール	2
柱スパンを狭める	センターホールジャッキ (50t) + ロッド	4
目違いを調整する	油圧ジャッキ + 仮設アーム	8

7. おわりに

スーパーストラクチュアフレームの施工法として、スーパーコラム先行構築工法、トランスファガーダリフトアップ工法のそれぞれを採用し、掘削工事・逆打ち躯体工事と並行作業を可能にするとともに、契約工期を遵守するための短工期施工を実施した。

これら2工法の実施にあたっては保有する技術を結集するとともに、土木施工技術などの分野にも目を向け、さまざまな課題を克服した。

結果としてスーパーストラクチュアフレーム工事を計画工程に対して3週間短縮し、2000年5月中旬に完了させた。これにより、地上鉄骨工事に早期に着手することができ、順調な工程を確保できた。

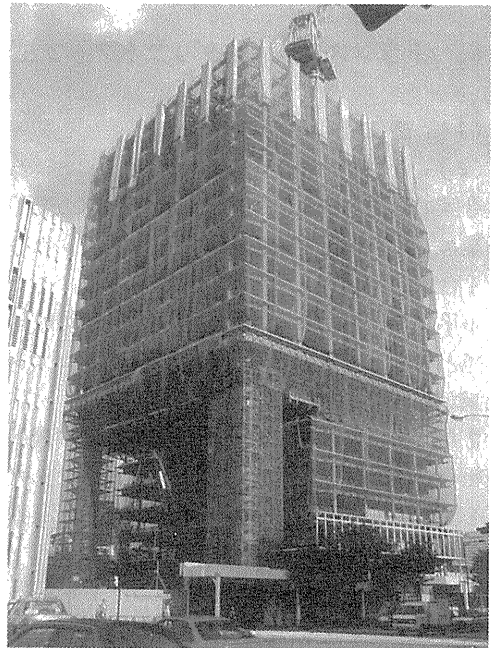


写真-7 2000年10月の施工状況

2001年11月には、スーパーストラクチュアフレームに支持され、透明なガラスカーテンウォールに包まれたこのビルが東京駅の新たなランドマークタワーとして人々の目を引くことになるところであろう。

[筆者紹介]

石川 敦雄 (いしかわ あつお)
 (仮称) PCP丸の内ビル新築工事竹中・鹿島共同企業体
 計画担当



安富 良久 (やすとみ よしひさ)
 (仮称) PCP丸の内ビル新築工事竹中・鹿島共同企業体
 作業所長



井ノ口 浩一 (いのくち こういち)
 (仮称) PCP丸の内ビル新築工事竹中・鹿島共同企業体
 工事長

