

準逆打ち工法で厳しい工期を克服した大規模工事の施工報告

Report of Semi-upside-down method applied to the Large-scale Construction for overcoming severe conditions

川村 堅一* 縄野 茂*
Kenichi Kawamura Sigeru Nawano
尾形 和広*
Kazuhiro Ogata

要 約

契約工期 24 ヶ月として工事を入手したが、別途既存解体工事にて立ち退き等の遅れにより工事着手が 55 日の遅れとなった。すべての既存解体工事終了は着工から 98 日後まで遅延した。これらの状況をふまえ、準逆打ち工法を採用し地上鉄骨建て方を在来工法より 1.5 ヶ月早めた。また 1 階床を作業床として長期有効利用し、せまい敷地内での効率的な搬出入計画を行った報告である。

目 次

- § 1. 建物概要
- § 2. 工期短縮へのポイント
- § 3. 準逆打ち工法の計画と施工
- § 4. 準逆打ち工法の活用による先行床の利用
- § 5. まとめ

§ 1. 建物概要

敷地面積：6,272.33 m²
建築面積：5,629.25 m²
法廷床面積：46,818.91 m²
軒高：39.4 m
最高高さ：44.5 m
最高階高：S+RC+SRC 造
地下・地上階数：地下 2 階・地上 9 階・塔屋 1 階
建物用途：商業施設・公益施設・業務施設・駐車場

§ 2. 工期短縮へのポイント

地上階、地下階の工事を同時施工とする準逆打ち工法のメリットの早期実現と 1 階作業床をできるだけ長く有効利用できる仮設計画とする。

鉄骨建て方スピードに追従可能な躯体資機材の揚重方法については、足場材、スラブ筋等を鉄骨建方の進捗に合わせ、各フロアに荷揚げする必要がある。これら条件に対応可能なフレキシブルな揚重計画とする。

せまい敷地を克服し、各搬入車両のスムーズな入退場

のみならず、コンクリート打設関係車両とその他の搬入車両が交錯せずに両立して入退場できる仮設計画とする。

§ 3. 準逆打ち工法の計画と施工

3-1 今回採用した準逆打ち工法の概要

通常の順打ち工法同様手順にて地下掘削及び基礎躯体施工後、基礎底盤部より地下 2 階分を延長した地下鉄骨（原設計は地下 1 階より SRC 造）を建て、1F 梁、スラブを地下躯体施工前に施工し 1 段目の切梁に置き換え、1 階スラブを作業床として地上工事と地下工事を同時に進めるものである。

3-2 今回採用した準逆打ち工法の選択理由

(1) 杭工事の段階で構芯柱が必要となる本逆打ち工法では変更申請と構芯柱の手配が間に合わない。

(2) 地中障害物の総量が明確でなく、掘削土搬出と地中障害物搬出工程にて思わぬ後期遅延の恐れも考えられる。よって地上での掘削機械と揚重レイアウトがある程度自由に計画可能な掘削計画とする必要がある。

(3) 杭頭からの地下鉄骨建て方とせず、地下耐圧盤からの建て方とした理由は、①耐圧盤の躯体ボリュームが大きく耐圧盤の鉄筋材（約 700 t）の取り込みを効率よくクレーンにて行いたい。②耐圧盤コンクリート（約 9,000 m³）を後打ちとすると地上コンクリートと同時に打設する地下コンクリート量が増え、工程短縮計画、逆行する。③地下切梁解体搬出や地下鉄骨建て方時に足場条件がよいので、安全に作業できると考えた為である。

*東北支店いわき出張所

3-3 施工にあたっての構造検討項目

(1) 地下2階仮設延長柱の設計

仮設延長柱の使用条件を下記内容に設定をし、解析を行い構造断面を決定した。

使用条件

- ・ 耐圧盤は完了
- ・ B1階、B2階の柱はSRCのSのみの状態
- ・ 地上部分鉄骨完了
- ・ 地上部各階スラブコンクリート打設完了
- ・ 地上仕上げ完了

検討結果

本設B1階のSRC鉄骨柱部分を耐圧盤まで延長するにあたり、B1階部と同形、同材質にての延長とした(図一1参照)。付随してB2階に延長された鉄骨柱によりB1階梁筋が鉄骨柱にぶつかり施工できないため、鉄筋比を確保しつつ主筋本数を減らして鉄骨ウェブに貫通孔を設け梁主筋を通す必要が出た。耐圧盤の配筋補強も必要となり、合わせて構造変更を行った(図一2参照)。

(2) 1階先行床スラブと梁の作業条件と補強

1階先行床を作業床として使用するための条件(図一3参照)

- ・ 100t油圧クレーンにての鉄骨建て方と走行
- ・ 50tラフタークレーンでの鉄骨荷取りと走行
- ・ 生コン車2台並列走行と大型車走行
- ・ 作業床としての複数の乗り入れ口
- ・ 地下への資材取り込み仮設開口の設置
- ・ 上記以外部分は補強対象としない

検討結果

- ・ 100tクレーン作業時のアウトリガー反力に対して主にSRC梁のメンバーアップと梁主筋の本数増加
- ・ 100tクレーン、50tクレーン走行に対しスラブ配筋の増加
- ・ 生コン車、大型車両の走行に対しスラブ配筋の増加
- ・ 作業床への乗り込み部分はハネ出しとなっているため、S小梁本数の増加とSMW心材へのスタッドボルトによる一体化
- ・ スラブ上での作業は設計基準強度 27 N/mm^2 発現後から開始、切梁としての性能は 12 N/mm^2 以上必要

3-4 施工にあたっての現場施工検討項目

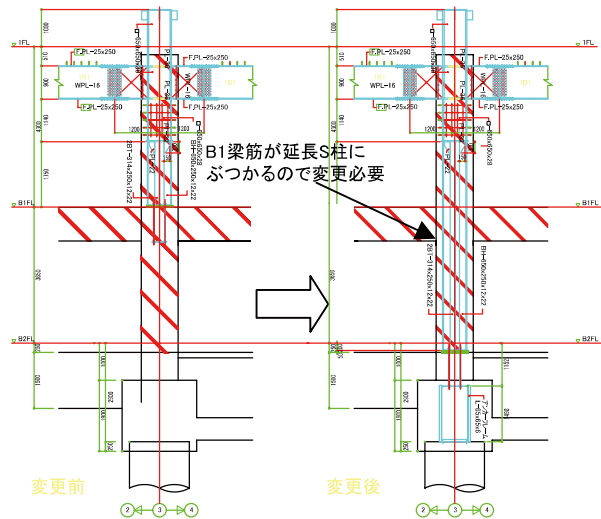
(1) 先打ち部分と後打ち部分の範囲決定

1階の梁は、S造およびSRC造がある。また、地下1階の壁の量が多いことにより、下記の項目を考慮して打設範囲を決定した。

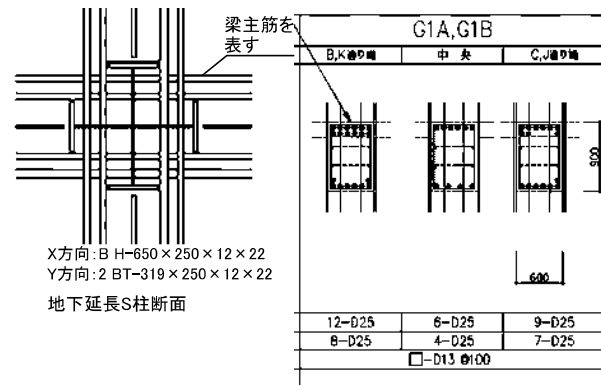
- ・ 地下資材搬出入に必要な仮設開口の位置
- ・ 切梁や構台等仮設山留め等との干渉
- ・ 後打ち部分のコンクリートの打設のしやすさ。また実際に可能か。

決定した打設計画に基づく範囲を以下に記す。

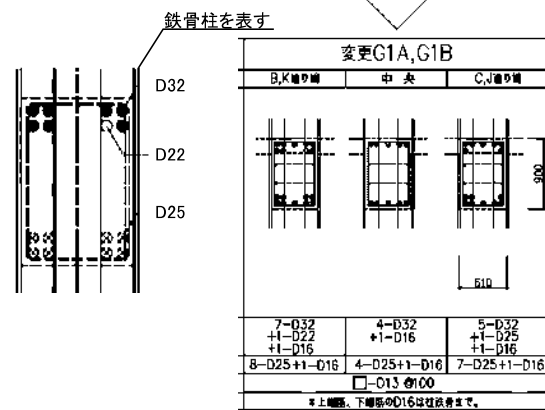
① 先打ちとする範囲



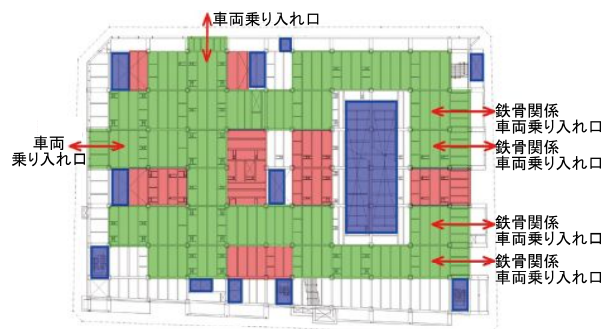
図一1 地下2階部分に鉄骨柱を延長



X方向: B H-650 × 250 × 12 × 22
Y方向: 2 BT-319 × 250 × 12 × 22
地下延長S柱断面



図一2 地下1階の梁配筋の変更(抜粋)



図一3 作業範囲計画図

- ・ 仮設開口以外の1階床スラブ
- ・ 1階床スラブを受けるSRC梁
- ・ SRC梁の梁筋が定着する柱の柱頭部分

② 後打ちとする範囲

- ・ 仮設開口とした1階床スラブ
- ・ B1階帳壁及び同時打ちするSRC梁. 先打ちスラブを受ける為, SRC梁の両側に平行に仮設にてS梁を設けてSRC梁を後打ちとした. 理由は帳壁の壁厚が1000mmと厚くコンクリートボリュームが多い為, 梁下の壁コンクリートの打設とすると, 非常に労力が掛かると考えた為である.
- ・ SRC梁の下部に付く壁厚200mmの耐震壁
- ・ S梁のみが取り合う単独SRC柱
- ・ 柱頭を先打ちした柱の下部

(2) 先打ち躯体の施工

① NS工法による1階SRC梁の施工

1階先打ちSRC梁の支保工兼足場にNS工法を採用した(図-4参照). これにより先打ちコンクリート打設後に梁下支保工の解体を待つことなく1段目切梁の解体搬出を早く開始出来る為工程的に有利になった. 採用するにあたり注意した項目として, 梁筋とNS固定金具との干渉, 足場枠と切梁の干渉, 躯体形状とNS足場枠の干渉, 自重を支える梁鉄骨自体のたわみとねじれ防止に依じての梁メンバーアップなどを実施した. また地下1階の耐震壁でないRC壁については, すべて乾式壁に変更し, 梁下の差し筋をなくしNS工法での労力を緩和した.

② 柱筋の施工

柱の主筋は, B1F・B2F分を1本ものとし圧接箇所をB2Fの1箇所でのみ行う工夫をした. この場合の柱主筋の長さは約8mとなり吊りこみにはクレーンを使用して行った. 柱筋の柱頭180度フック部分にワイヤーを掛け, 番線にて結わえ落下防止対策とした.

(3) 後打ち躯体の施工

① 後打ちコンクリートの打設方法

a. 順打ちによる打設(図-5~7参照)

単独柱や外周耐力壁(帳壁)などで先行床と同時施工しない範囲とした部分を1階床部より順打ち打設した. この打設方法を多くとることで打設の労力が緩和される.

b. 打設管による土圧壁の打設(図-8および9参照)

SMW連続壁に接する土圧壁はすべて打設管(VU-φ150)により打設した. 打設管は壁延長方向に@1000~1500で配置した.

c. 耐震壁の打設(図-10および11参照)

コンクリートヘッドより50mm程度上まで打てるように型枠打ち込みじょうごを作成して打設. 圧入管の使用は各業者の経験不足と力量を考慮し取りやめた.

なお, 打設管での打設では, 上階からの打設に対して下階の梁下へのコンクリート充填確認が必要な事と, た

たきの人間が打設場所の下部に適時移動するため打設管へ番号をふり, 地下型枠の打設管がある部分に同じ番号をスプレーでマーキングして連絡を取り合い打設部へ下部作業員が移動する指標とした. 充填確認は職員がペン

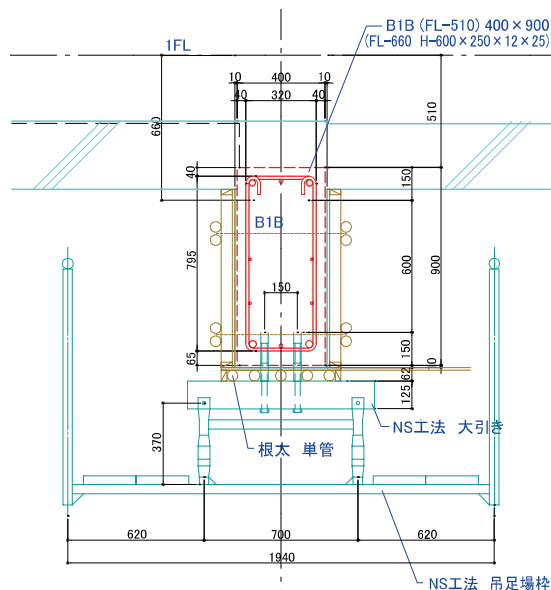
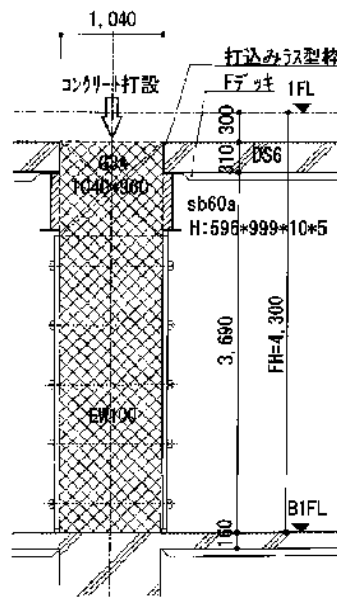


図-4 NS工法断面図



■部は後打ちコンクリートを示す

図-5 後施工の順打ち帳壁断面図



図-6 準打ち帳壁開口



図-7 準打ち柱開口



図-10 型枠じょうごより打設状況

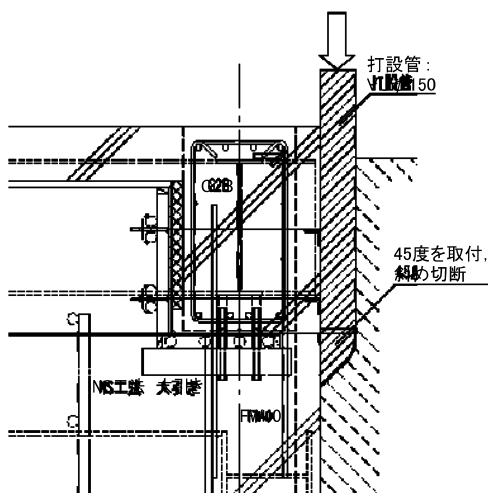


図-8 打設管セット図



図-11 型枠じょうごより打設状況



図-9 打設管より打設状況

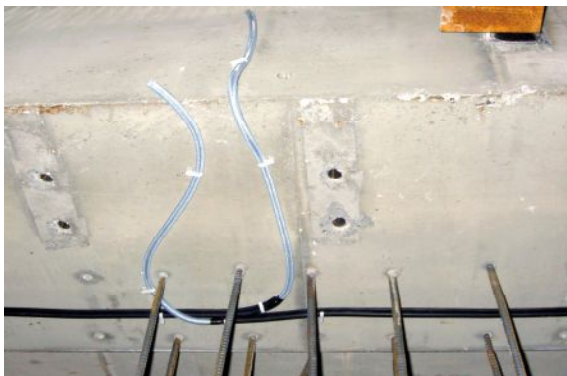


図-12 グラウト注入ホース (セット状況)

ライトにて型枠上部の隙間より目視した。1回の打設量は最小 50 m³、最大 140 m³、平均 78 m³であった。

② 打ち継ぎ処理

先打ち部と後打ち部の水平打ち継ぎ部は、コンクリート天端がブリージング等によりコンクリート打設後に沈下し、隙間が生じるという問題がありこれをグラウト注入で対応した。地下水位がGL-0.9m~2.9mと高い為、水密性も要求される。そこで、グラウト充填用のゴムホース(アデカウルトラホース)を先打ち躯体へ取り付け、後打ち躯体の強度発現後、収縮がある程度進んだところで注入を行った(図-12および図-13)。水密性の必要な外周部にはタイプ1を使用。内部耐震壁にはタイプ2を使用した。タイプ1は、ホースのゴムが水膨張タイプとなっている。4週強度確認後、乾燥収縮をできるだけ進



図-13 グラウト注入ホース (注入前)

行させ内部仕上げ工事前にグラウト注入した。使用グラウトはアデカ総合設備「AEC-10」。注入量はコンクリートに5mm空隙ができるものとして算出し予定数量をたてた。実際に施工したところ予定より11%程度多く入った。

§4. 準逆打ち工法の活用による先行床の利用

4-1 地下切梁構台解体と鉄骨建て方 (図-14)

1階先行床の1段目切梁としての性能は、コンクリート強度12N/mm²発現を持って達するという検討結果をもとに、最終打設工区の強度確認後に1段目切梁の解体を構台上より開始した。切梁解体搬出には約1ヶ月かかる予定とし、鉄骨建て方に重複させない計画とした。

4-2 地上鉄骨建て方と鉄骨以外の資材搬出入計画

建て逃げした鉄骨建て方完了部分では、地上デッキ上へのスラブ筋、足場材の荷揚げ、スラブコンクリート打設、地下躯体材料搬入、地上コンクリート打設完了部へは内外装材の荷揚げ、設備資材の搬入作業が追従する。これらの作業を効率的に実施するため、スラブ上への車両乗り入れ口を3方向に設け各工程にて複数の搬入が可能となるように計画をした。これらの入り口は搬入を優先とし外壁を後施工とした。ただし建物の半分のエリアは2階階高が3,300mmしかない為、大型車両の搬入が出来るように運行経路上の2階梁とスラブを後施工として対応した。(図-15参照)

4-3 鉄骨建て方

建て逃げ工法を採用した。建て方用として100t油圧クレーン、荷取り用50tラフタークレーンを2班用意し建て方を行った(図-16参照)。基本的に1列スパンごとに最上階まで建て方を行い、次のエリアへ移動を繰り返す。荷取りは後方の50tラフターにて行い、スラブ上へ施工区分のみ荷卸し仮置きした。柱ジョイントは建て方エースを使用した。

4-4 デッキスラブ上への資材の搬出入 (図-17)

鉄骨本締めタイミングにて前工区のデッキスラブ上へ鉄筋材、足場材を荷揚げする。手前の工区の鉄骨建て方に全フロアに搬入させる。デッキインサートとコン止め施工時に足場を施工し、即、スラブ配筋にとりかかる計画とした。コンクリート打設後すみやかに外装搬入取り付けへと移行できるようにした。なお各フロアへデッキ敷き後資材を取り入れるのにランサマーを採用した。

4-5 コンクリート打設関係車両の乗り込み

ポンプ車及び生コン車の設置場所は他の搬入車両と動線を分けて設置した。地上への配管はデッキスラブを貫通し3箇所堅穴を設けた。地下への配管は仮設開口を利用した。およそ120回の打設をスラブ上から行った。

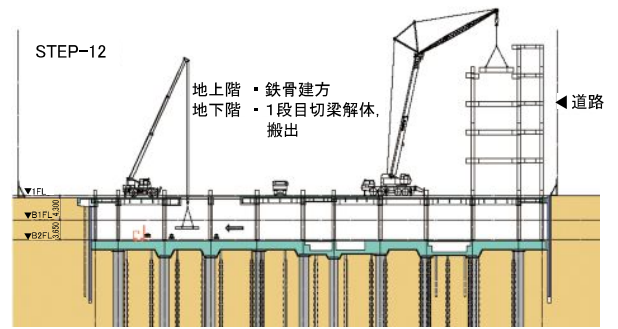
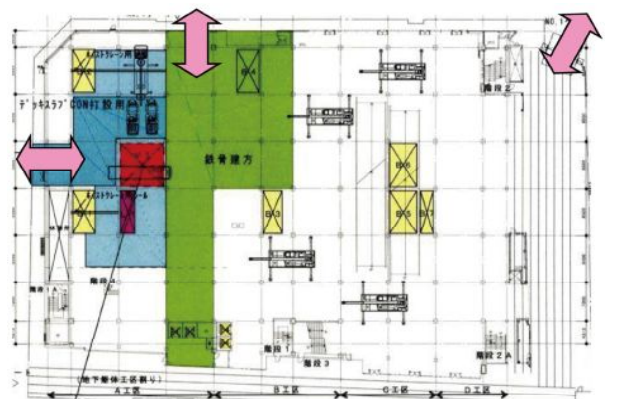
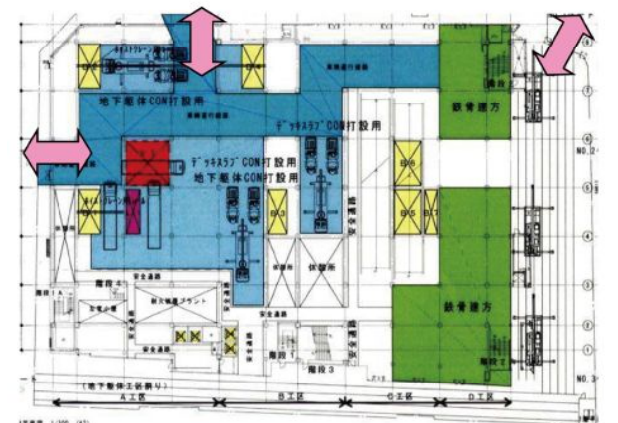


図-14 地下切梁解体搬出と地上鉄骨建て方図



建て方後20日目



建て方後60日目

図-15 進捗状況予定図



図-16 鉄骨建て方状況

4-6 地下資材の減量と搬出入 (図-18)

地下への搬出入量を減らす為、地下2階のスラブ型枠をFデッキに変更し搬出入資材を減量した。搬出入には天井走行2.8tホイストクレーンを2つの開口に2機設け地下への揚重に利用した。

4-7 地上階への内外装材, 設備資材他の取り込み

(1) 屋上クレーンによる取り込み (図-19)

鉄骨建て方完了工区の最上階に走行式クレーンを設け1階から屋上までスラブに8m×8mの仮設開口を設置し1tタイプのバルンサーにて各階へ荷取りを行った。内外装材, 設備資材, 仮設材の搬出入に利用した。

(2) ロングスパンエレベーターによる取り込み

外部には設置不可能な為、デッキスラブへ仮設開口を設け、鉄骨小梁スパンに納まる2機のロングスパンエレベーター (900k・W4.5m) を建物内部に設置した。

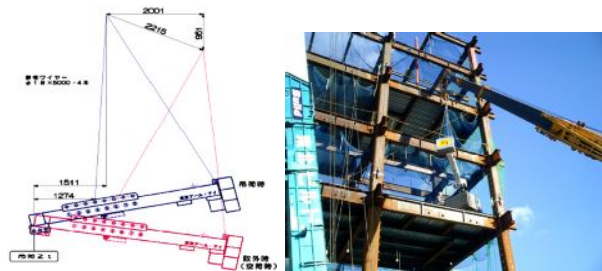


図-17 バランサーにより躯体資材荷揚げ状況

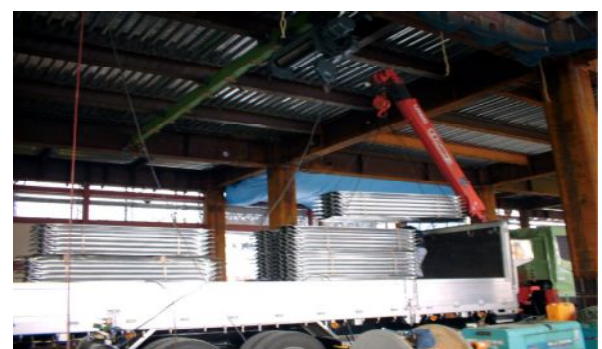


図-18 ホイストにて地下資材を搬出入

§ 5. まとめ

先行床工法採用によるメリットとして工期の短縮が上げられるが、1階作業床の利用により敷地条件の悪い建屋でも資材の搬出入などに有効に活用できることも判明した。また、作業環境として本逆打ち工法に比べ排気ガス等に対する仮設設備が軽微となる。ただし、デメリットとして、後打ち躯体の施工に関し、在来工法と比べ、労務費の割り増しが多く、また新しい工種が発生すること。さらに、先打ちする躯体にて後打ち部との納まりや施工しやすさなどを考慮して計画をたてる必要があり、一般的な工事計画に比べ時間が掛かることがあげられる。

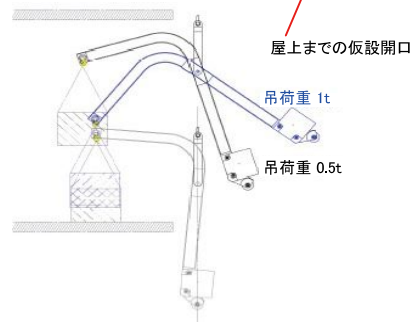
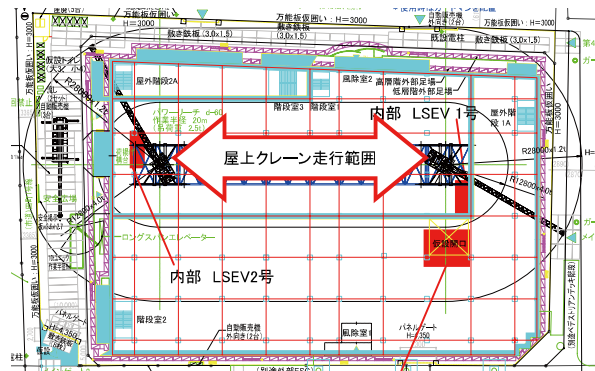


図-19 荷揚げ計画平面図と内部搬入用バルンサー