

51. ルーフプッシュアップ工法の開発

(株)竹中工務店：*宮口 幹太・藤井 卓美
三井 建

1. はじめに

ルーフプッシュアップ工法は、中高層ビルの建設において初めに屋根となる最上階部分を構築し、ジャッキ装置を用いて徐々に押し上げながら下階を構築していく工法である。本工法は、1990年に名古屋の柳橋三井ビルにおいて初めて実施工に適用され、施工の全天候化や作業の安全性向上等の面で良好な結果を得た。その後、対象作業範囲の拡大や施工装置の開発等、工法の改良を進め、2番目の実プロジェクトとして1994年に同和火災名古屋ビルに適用した。この工事においては、作業の安全性のより一層の向上と省力化が図られており、施工の全天候化や最上階プッシュアップ作業の付加価値をさらに高めることができた。

本報では改良した工法と同和火災名古屋ビルにおける適用概要、及び施工装置概要を述べる。

2. 工法概要

2.1 工法のねらい

本工法は”安全に、早く、少人数で、楽に”ビルを建てることをねらいとしている。作業の安全性を向上させるためには、高所作業を削減することに主眼をおいている。工期を短縮するためには、躯体工事工程に設備工事を取り込み作業の並行化を図る。また、省人化を図るためには、タクト工程各作業日の作業人数を標準化し、メンバーを固定化することにより1人1人が複数種の作業を行う多能工化を図る。

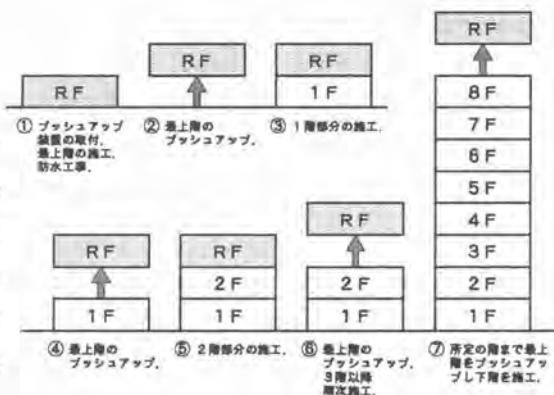


図-1 施工法の基本構想

2.2 施工法の基本構想

図-1に示すように最上階を最初に構築し、ここにプッシュアップ装置や揚重機械等の生産設備を集約化し、駆動階と称す。そしてこの駆動階を外周養生(シェルターと称す)で覆って全天候作業環境を確保しながら順次プッシュアップして建物を構築していく。

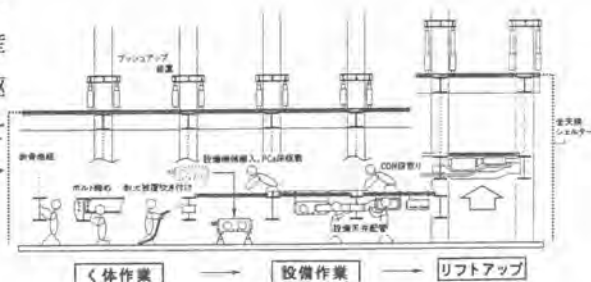


図-2 床鉄骨地組工法

2. 3 施工法の改良点

初めての実施工適用後の主な改良点を以下に示す。

1) 床上鉄骨地組工法

梁鉄骨を完成した下階床上で地組し、床版と天井設備機器を取り付けた後、駆動階とロッドで連結し、駆動階をブッシュアップする際に同時にリフトアップする。

図-2に作業状況を模式的に示す。在来工法ばかりでなく、前回の適用事例と比較しても高所作業が大幅に削減されており、作業時の安全性が著しく向上している。また、直接床上から地組した鉄骨に耐火被覆を施し、天井裏の設備機器及び配管類を取り付けることができるので、工事用の仮設足場が不要となる。

2) 全天候作業環境の効果の具現化

駆動階下部の作業スペース（作業階と称す）の周囲をシェルターで覆い、雨風の影響を遮断しているため、決められた日に決められた作業を計画通り実施することができる。また、全天候作業環境を活かして設備工事を躯体工事に取り込み並行作業とし、仕上げ工事に早期に着手することにより工期短縮が可能となる。

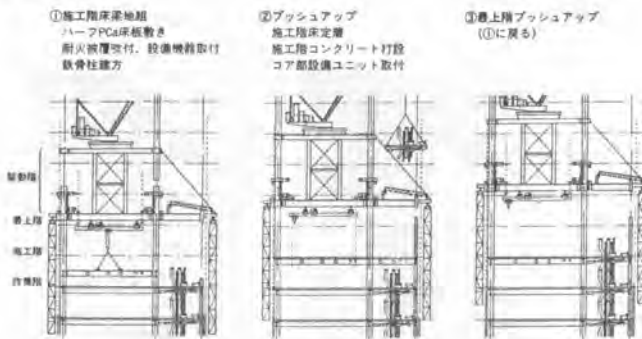


図-4 施工手順



写真-1 施工時外観

表-1 建物概要

名称	同和火災名古屋ビル
用途	事務所
建築面積	816.10 m ²
延床面積	11,880.43 m ²
構造	SRC, S
階数	地下2階、地上14階、塔屋2階
最高高さ	68.5 m
工期	1993.10~1995.5

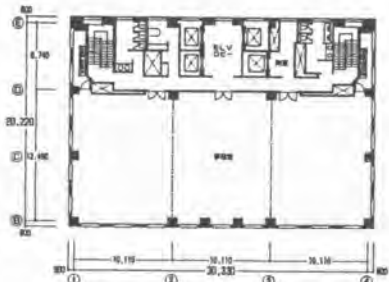


図-3 基準階平面図

2. 4 適用概要

改良後の本工法を適用したオフィスビルの建物概要を表-1に示し、図-3に基準階平面図を示す。この工事においては、吹き抜け空間のある3階までは在来工法で構築した後、最上階を先行構築し、4階から14階の構築に本工法を適用した。写真-1に施工時の外観を示す。建設資材は地上から屋上に設置した走行ジブクレーンによって、駆動階から張り出した荷取りステージまで揚重され、その後、駆動階床下に設置した天井走行スライドクレーンによって所定の位置へ運搬される。施工手順を図-4に示す。鉄骨柱は屋上のクレーンで上方から建て込み、下部の柱と溶接接合した後、その鉄骨柱に上昇反力を確保しながら、油圧ジャッキ装置で駆動階をブッシュアップする。今回の施工法では、常時、8本全ての柱で駆動階の荷重を分担しているため、本工法採用に伴う駆動階の鉄骨補強は極めて軽微である。

3. 施工装置概要

3.1 ブッシュアップ装置

ブッシュアップ装置は、上昇機構をより単純化し、施工上必要な機械設備を軽減するとともに、鉄骨の形状等は極力従来のままで適用可能な装置を目指した。

上方から継ぎ足される本設柱に反力を確保して上昇する機構としたことで、システムをより簡素化することができ、また、本体鉄骨に対する加工も高さ約1m毎に左右2枚の反力プレートを溶接するのみと非常に軽微なものとなっている。表-2に仕様、写真-2に設置状況を示す。

1本の柱に対し2本の油圧ジャッキと上下のフレームとから構成されるこのブッシュアップ装置はラチェット機構を取り入れて昇降時の反力ピンと反力プレートの噛み合わせを確実にしている。2枚の反力プレートに掛かる荷重はイコライザー機構により機械的にバランスされ、昇降時及び施工時の安全が確保されている。また、8台のブッシュアップ装置からなるブッシュアップシステム全体では、個々の装置に取付られたストローク計、油圧計等によりジャッキストロークを自動制御して、昇降時の駆動階水平レベル精度を確保している。図-5に駆動階上昇時の隣り合う2台のブッシュアップ装置①②の負担荷重の変化と装置①と最も遅い装置とのストローク差の変化を示す。ジャッキスピードの差によって①から②に負担荷重が移行していることと、ストローク差が管理範囲の10mm以内に制御されていることがわかる。

3.2 高能率ジブクレーン

屋上に設置されるクレーンは地上の荷取り場から施工階へ資材を揚重するだけでなくブッシュアップの反力となる本設柱を上方から継ぎ足作業や建物コア部のく体工事、外装P C a板の取付等の作業に使用される。ブッシュアップ装置によって

表-2 '7'7/77'装置仕様

負荷荷重	120 ton
ストローク	max 1,300 mm
上昇反力確保	反力プレート方式
上昇速度	正味 4mm/sec
上昇方式	連続上昇遠隔操作方式
水平レベル	自動制御
計測項目	上昇ストローク
	負荷荷重



写真-2 装置設置状況

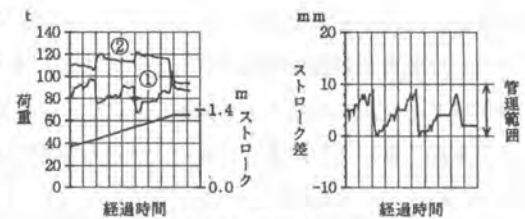


図-5 負担荷重及びストローク差

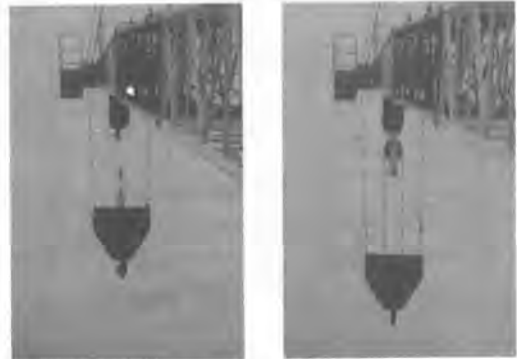


写真-3 切替実施状況

表-3 高能率ジブクレーン能力表(U-100 7'-A 20m)

ワイヤリング	2本掛	4本掛
吊能力	5.6 t	1.2 t
巻上速度	36 m/min	18 m/min

支持される駆動階の上に設置されるため、吊り能力の高い軽量なジブクレーンが必要であり、さらにタクト工程内で一定の揚重回数を処理するために高速揚重が要求された。そこで走行式のジブクレーンに、従来ではワイヤの仕込み直しと監督署の変更検査が必要であった巻上ワイヤの掛数の切替を自動でおこなえるワイヤリング自動切替装置を付加した高能率ジブクレーンを開発し設置した。今回採用したジブクレーンは巻上げワイヤを2本掛けにした時の軽量物高速揚重と4本掛けにした時の重量物揚重とを両立させ高い揚重能力を実現した。写真-3に切替状況、表-3にワイヤリングの切替による能力変化を示す。

3.3 低機高天井走行スライドクレーン

駆動階床下に設置される天井走行スライドクレーンは施工階において、鉄骨の地組、P C a床板の敷込み等の他に、設備機器など様々な資材の運搬組付けに使用される。シェルターの外側に張出して設置された荷取りステージから資材を取込み、柱間を通過し走行方向と直交方向にスライドビームを張出すことで柱より奥であっても目的位置に揚重物を運搬することができ、さらに、低機高、低反力とすることで本設く体に対する補強を軽減する低機高天井スライドクレーンを開発採用した。図-6に概要、表-4に主要能力、写真-4に作業状況を示す。

4. まとめ

本工法を実施に適用した結果、所期の開発のねらいがほぼ達成され、必要な仮設資材や鉄骨補強が極めて軽微であり鉄骨の原設計もほとんど変更する必要がなかった。また、サイクル工程も最終的には基準階6日タクト工程を実現することができ、5日タクトの実現も十分可能であるという目処がたった。

本工法は、まず第一に作業者が動きやすい環境を実現することを目指しており、必ずしも性急な自動化は目指していないが、今後も種々のプロジェクトへの適用検討を通じて工法のレベルアップを図る予定である。

最後に本開発にあたりご協力頂いた関係各位の皆様へ深く感謝いたします。



写真-4 作業状況

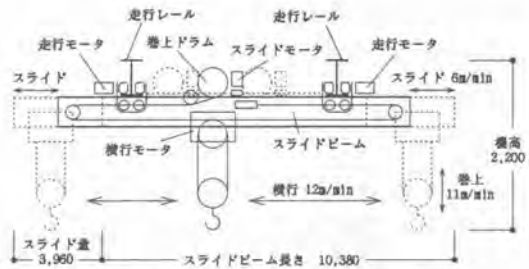


図-6 低機高天井走行スライドクレーン 概要と各部の名称

表-4 主要能力

機高	2,200 mm	横行速度	12 m/min
吊能力	4.9 t	巻上速度	11 m/min
揚程	10 m	スライドビーム長さ	10,380 mm
走行速度	15 m/min	スライド量	3,960 mm
スライド速度	6 m/min	操作方法	無線/有線