

本設柱に取付けて使用するジブクレーン

— ブランチクレーンの開発 —

鈴木秀之・三浦 拓

逆打ち工法採用建設現場での揚重作業を高効率化するために、開口横の本設柱にクランプにて取付ける形式のジブ伸縮式クレーンを開発した。

この機械は、逆打ち工法採用建設現場において、1階から地下階へ仮設材、鉄筋、型枠、デッキなどを荷降ろしすることを主目的に製作された。作業半径3.5~5.5m、定格荷重2tの能力を有し、電動で伸縮、起伏、旋回する。ジブ先端軌跡を立体的に規制できる機構を備えており、2階のスラブや大梁の下端との衝突を回避しながら、1階の空間を最大限に活用した揚重作業を実現している。

キーワード：クレーン、逆打ち工法、地下工事、柱取付け、クランプ、衝突防止

1. はじめに

建設現場においては、品質の確保、コストダウン、工期短縮、安全性の向上、環境負荷の低減など、様々なテーマにおいて常に改善・改良の努力が行われている。

中でも工期短縮に対する発注者からの要望は年々高まっており、施工サイドの大きな課題となっている。

工期短縮を目的とした施工方法の一つに、逆打ち工法と呼ばれるものがある。これは1階床を先行施工し、地下躯体を支保工としながら、上層から順次下層へと躯体を施工していく工法である(図-1)。この方法は地上工事と地下工事を並行して進めることができるため、工期面で大きなメリットが期待できる。

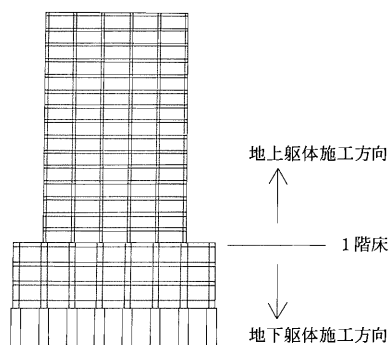


図-1 逆打ち工法概念図

逆打ち工法では、1階から地下階への資機材等の揚重がスムーズにできるかどうか、工程面、安全面の鍵を握る。

本報文では、そのような逆打ち工法における揚重を主目的としたクレーンの開発について、仕様や特徴を中心に報告する。

2. 既存技術について

逆打ち工法における地下階への資材の搬入には、下記のような方法がある。

- ① 地下階の施工の進捗と並行しスロープ(本設、仮設)を設置し、車輛を直接目的階まで降ろす。
- ② エレベータやリフトを設置し、1階から取込み、目的階に運ぶ。
- ③ スラブ開口(本設、仮設)を利用し、クレーンやホイストを用いて揚重する。

①は、本設のスロープが最下階まである建物や、敷地面積が大規模の作業所には有効であるが、都心の建設現場では難しいケースが多い。

②は、安全面や作業効率では有効である。しかし、仮設のエレベータやリフトは、基礎ベースを設置後、上方にクライミングしていく機構の機械が大半であるため、逆打ちのように下方に施工が進むケースには適用が難しいのが現状である。

上記のような理由から、③のようにスラブ開口を利用して揚重を行う方法を採用している作業所が多くなっている。

スラブ開口を利用する場合、揚重機としては1階の

表-1 既存技術の欠点

移動式クレーン
<ul style="list-style-type: none"> ・2階に駄目工事の発生することが多い ・設置に必要な面積が広く、動線に支障を与える ・運用コストが高い ・排ガス、騒音が発生する ・免許取得者でなくては運転できない ・スラブに作用する反力が大きい
電動ホイスト
<ul style="list-style-type: none"> ・巻上げ速度が遅い ・モノレールであるため、作業範囲が限定される ・揚程が小さい ・2階に駄目工事の発生することが多い ・走行レールの設置に手間がかかる ・電源キャプタイヤハンガが必要になる

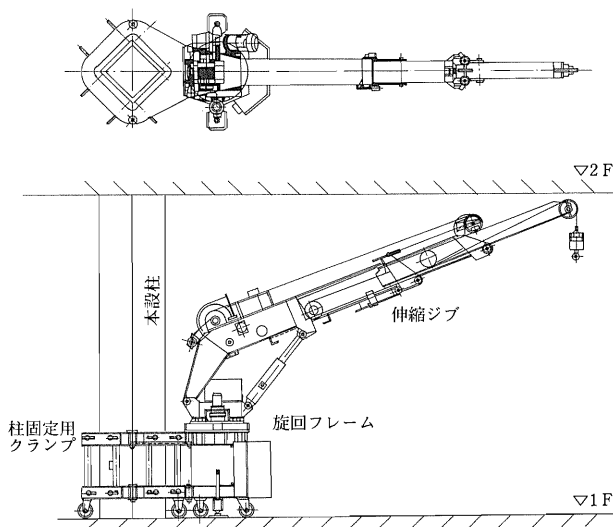
開口横に設置した移動式クレーンか、開口上部の梁下に設置した電動ホイスを使用することになる。しかし、これらの方法には、表—1のような欠点がある。

これらの欠点を解消する目的で開発を行ったのが本設柱取付け式ジブクレーンである。

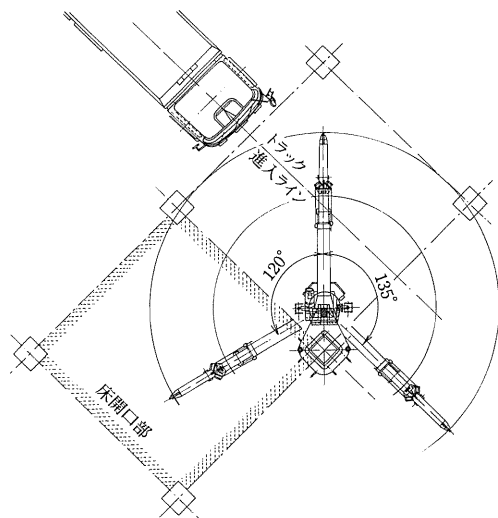
3. 開発機の概要

(1) 機械仕様

本設柱取付け式ジブクレーンの全体組立図を図—2に、標準的な設置状況を図—3に示す。クレーンは伸縮ジブ、旋回フレーム、柱固定用クランプより構成される。



図—2 全体組立て図



図—3 標準的な設置状況

動作としては、

- 巻上げ、
- ジブ伸縮、
- ジブ起伏、

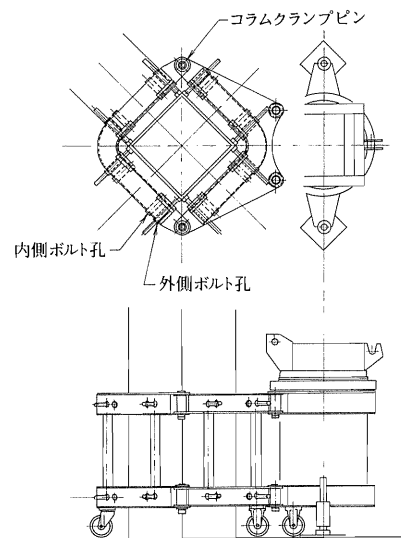
- 旋回、
- の4動作が可能である。
機械仕様を表—2に示す。

表—2 機械仕様

定格荷重	2.0t一定	
作業半径	5.5~3.5m	
速度	巻上げ	25 m/min
	ジブ伸縮	4.8 m/min
	起伏	20.0 s
	旋回	0.7 rpm
電動機	巻上げ	11.0 kW 4P インバータ制御
	ジブ伸縮	3.7 kW 4P
	起伏	3.7 kW 4P (油圧方式)
	旋回	0.4 kW 4P インバータ制御
揚程	30 m (最大巻上げ時のフックより)	
電源	200 V 50 Hz	
安全装置	過荷重警報装置 (フック警報) 過巻上げリミット (ギヤ式) 伸縮リミット (ジブ伸縮センサにより規制) 起伏リミット (ジブ伸縮センサにより規制) 旋回リミット (ギヤ式) 上限, 前方規制装置	

(2) 柱取付け用クランプ

柱取付け用クランプ (コラムクランプ) の詳細図を図—4に示す。上下2段の開閉型クランプ部のボルトを本設柱の側面に対し締付ける方法を採用した。



図—4 柱取付け用クランプ詳細図

クランプの1辺に使用するボルトは上下段共に2本である。ボルト1本に対し内側と外側のボルト挿入孔を設けてあるので、

- ① 外側-外側、
- ② 外側-内側、
- ③ 内側-内側、

と使用する孔の組合せを替えることで、最小 500 mm 角から最大 750 mm 角の柱に1種類のクランプで対

応することができる。

このクランプの考案により、下記のような効果を得ることができた。

- ① 仮設のピースなどの取付けをしなくてもクレーンが設置できる。
- ② クランプ位置を床レベルから締付け可能な位置としたため、開口横での高所作業なしで組解体、盛替えができる。
- ③ 盛替え作業が簡便（鳶工2名による1~2時間程度の作業、2tフォークリフト使用；図-5）であるため、作業所内の複数の開口に移設して使用することができる。

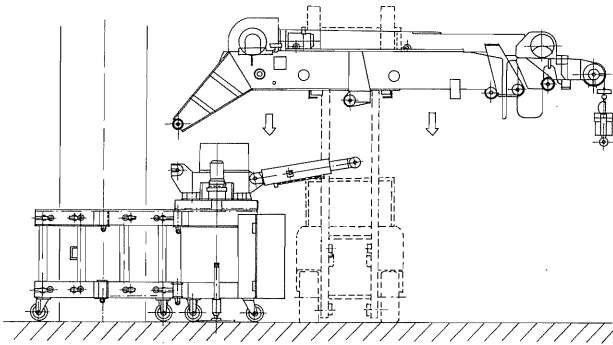


図-5 組立て・盛替え状況

- ④ 反力を本設柱と梁近傍のスラブで分担するため、移動式クレーンなどに比べてスラブに作用する荷重を抑えることができる。一般的な作業所の1階床であれば、補強無しに設置することができる。

(3) ジブ先端軌跡制御装置

本クレーンの開発構想段階でのねらいの一つに、1階において10t車から直接の荷取りをする、というものがあつた。

そのような場合、標準的な建物では、ジブ先端を上階の大梁下レベルまでに抑えた作業では揚程を確保することができない。必然的に上階スラブ下までジブを伸ばした作業が発生する。さらに荷取り完了後には、一旦、大梁下を通過させ、開口側に旋回しなくてはならない。

上述のような状況下においては、日常的な運用の中で本設躯体にジブ先端を衝突させるというトラブルが起こり得ると想定された。

そこで本機では、本設躯体（柱、梁、床）との衝突を防止するため、クレーンのジブ先端位置に対して上方及び前方の規制を設けることとした。

概要図を図-6に示す。

ジブ先端位置の規制は、計6点に対して行うことができる。

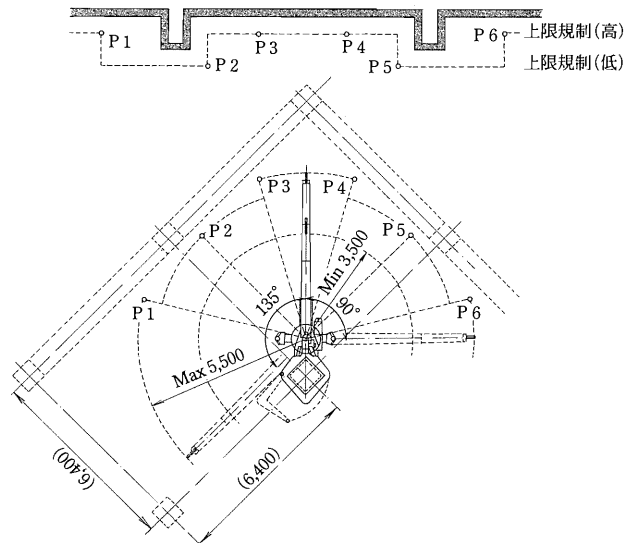


図-6 作業範囲規制概要

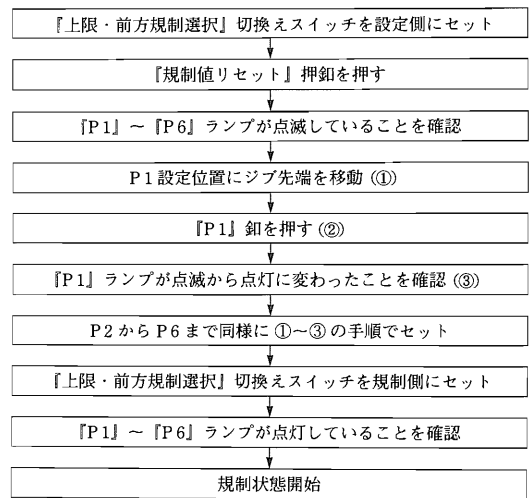


図-7 規制ポイント入力フロー

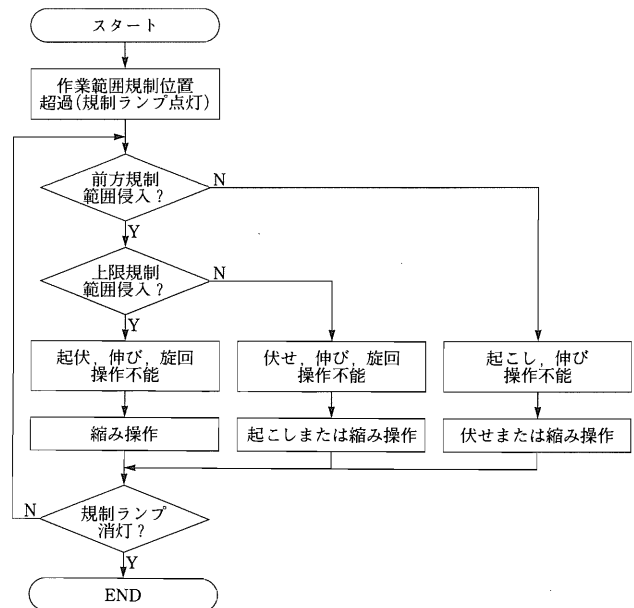


図-8 作業範囲規制の制御フロー

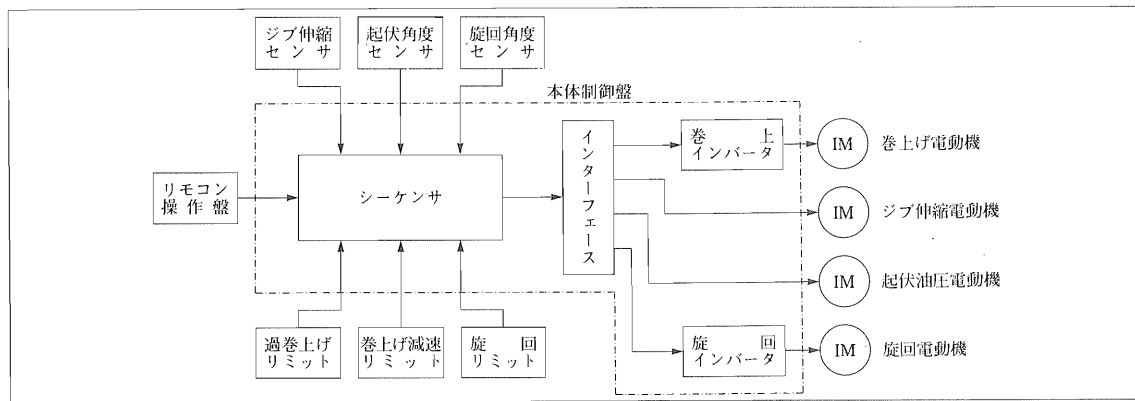


図-9 システム構成

クレーンの設置が完了後、左旋回りリミット位置（図中P1）から順次ジブ先端を移動させ、規制するポイントの位置情報をティーチングによって装置にインプットしていく（図-7）。

実際の揚重作業時にはジブ伸縮センサと起伏角センサによってジブ高さ及び作業半径を、旋回角センサにより旋回角を検出する。この検出値と規制値の比較、判定をシーケンサにより行い、規制位置を超過しようとした場合、伸縮、起伏、旋回の各動作が自動停止する（図-8、図-9）。

このような機能を持たせることにより、下記のような効果を得ることができた。

- ① 平面的な規制だけでなく、立面的にも可能なものとしたため、大梁下端やスラブ下端といった異なるレベルに対して設定できる。これにより限られた空間を最大限に活用し、車輛荷台へ積降ろしをスムーズに行うことができる。
- ② 従来目測に頼っていたジブ先端と躯体との衝突防止を自動的に行うため、旋回速度などをフルに生かした揚重作業が可能となる。

4. 開発による成果

本クレーンの開発により、下記のような成果が得られた。

(1) 必要設置高さ

クレーンの能力を発揮できる最低の高さとして4mと抑えたため、2階に後施工部分を残さずに設置することが可能となった。

(2) コスト

本クレーンは、クレーン運転特別教育修了者であれば運転が可能である。そのため、専任のオペレータを必要とせず、各職において揚重作業を行うことができ

る。またホイストのように仮設受梁やレール等の鋼材の段取りをする必要もない。機械本体の使用料が主であるため、作業所で稼働させる際の総コストは、移動式クレーンやホイストよりも低く抑える事ができた。

(3) 安全性、作業性

本設柱取付け式のクランプと、作業範囲規制装置の



写真-1 設置状況 (その1)



写真-2 設置状況 (その2)

表-3 従来技術との比較

機 種	柱取付け型クレーン	移動式クレーン	電動ホイスト
呼称能力	2 t	— 16 t	— 2~3 t
使用能力	2 t×5.5 m	○ 2.7 t×11 m	○ 2~3 t
作業平面範囲	開口揚重に最適な作業半径確保	○ 広範囲をカバー	◎ モノレールのため作業範囲が限定
巻上げ速度	0~25 m/min	○ 0~115 m/min	◎ 8.4 m/min 一定
揚 程 (1 Fl-m)	25 m B 4 F 程度まで可能	◎ 30~40 m B 4 F 程度まで可能	◎ 12 m (通常) 通常は B 2 F 程度まで
必要設置高 (梁下)	4.0 m 2 F 駄目なしで可能な場合が多い	○ 8~10 m ほとんどの場合 2 F に駄目工事が発生	× 5.6 m ほとんどの場合 2 F に駄目工事が発生
占有設置面積	2.25 m ² 柱際の若干の面積	○ 44.77 m ² 広い設置面積が必要 動線に影響	× 0 m ² 荷取り階床は占有せず
固定方法 (補強・ピース)	柱側面周囲を締付けて固定するため仮設ピース不要	◎ 床置自重 19.2 t 最大反力 16 t に対する補強	○ 上階梁の下面に走行レール用ピースが必要
移動・盛替え	フォークリフトにて分割盛替可能	○ 移動性が良く、必要ときに発注可能	◎ 簡便な盛替えは不可能 解体後、設置が必要
組立て解体工事	組解体工事 1~2 h 仮設材不要	○ 組立て・解体工事なし	◎ 組解体工事 1 日 走行レール設置あり
仮設電気工事	電源工事必要	○ なし	◎ 電源 CT ハンガー必要
機械使用料	[22%]	○ [100%]	△ [6%]
総コスト (3 カ月) (45~75 日稼働)	[53%]	◎ [100%]	△ [62%]
安 全 性	本設躯体との衝突防止装置を装備	◎ 倒壊・本設躯体との衝突の危険性有り	○ 取付け工事が高所作業モノレールのため横引作業が発生
環境に対する影響	なし	○ 排ガス、騒音有り	× なし
運転免許・資格の面での 専任コスト	クレーン運転特別教育修了者	○ 移動式クレーン運転免許取得者	△ クレーン運転特別教育修了者
総合評価	開口揚重専用機として最適な能力で、 ローコストを実現。 2 F の駄目なしで設置できる。	34 ◎ 機械能力は高いが使用頻度が高くなる とコスト的に非常に高くなる。	27 ○ 機械は安価だが、仮設材料・工事費が かかり、能力・安全面からも B 1 F 程 度までの使用に適する

評価点 ◎…3, ○…2, △…1, ×…0点とした

導入により、組立て、稼働、解体と、全てのステップにおいて安全性、作業性を向上させることができた。

本開発機の設置状況を写真-1、写真-2に、特徴を従来技術と比較したものを表-3に示す。

5. 外装取付け用クレーンへの技術応用

逆打ち用の本設柱固定式クレーンで得られた技術を

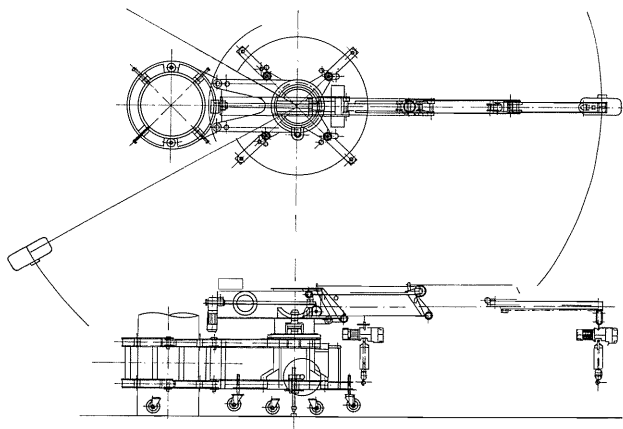


図-10 外装取付け用ジブクレーン全体図

応用し、外装取付け用クレーンの開発も行った。全体組立て図を図-10に、仕様を表-4に示す。

表-4 外装取付け用ジブクレーン仕様

定格荷重	1.0 t 一定	
作業半径	1.15~5.00 m	
速 度	巻 上 げ	7.3/2.4 m/min (50 Hz)
	ジブ伸縮	3.6 m/min (50 Hz)
	旋 回	0.25 rpm
	センタジャッキ	ジャッキ昇降レバー 8.0 mm/15 回転
電 動 機	巻 上 げ	1.80/0.60 kW 40/20% ED
	ジブ伸縮	1.5 kW 4 P
	旋 回	0.2 kW 4 P
	センタジャッキ	手 動
揚 程	最大 15 m	
旋回範囲	±150 度	
対応柱径	φ1,000~φ900 mm	
電 源	AC 200 V 50 Hz	
操作方式	有線リモートコントロール	
電 源	20 m	
チェーンサイズ	φ8.0 mm	
安全装置	旋回リミット ジブ伸縮規制リミット 過負荷警報装置 過巻きリミット	

このクレーンはフロア内の柱から柱へと盛替えながら、カーテンウォール等の外装材を取付けることを目的に作られた(写真-3)。階毎の盛替えは、仮設エレ

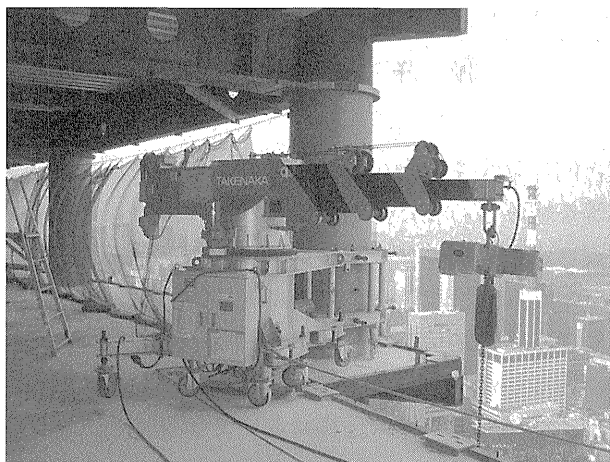


写真-3 外装取付け用ジブクレーン外観



写真-4 外装取付け用ジブクレーン使用状況

ベータで行うことができる。

外装取付け用の場合、荷の吊出しはクレーン設置階の1~2フロア下となる(写真-4)。そのため、クレーン動作として、起伏は必要ないため省略した。また、カーテンウォールを中心とした外装材の大半は1t未満であるため、定格荷重は1.0tとした。

本機を使用することで、従来のタワークレーンや外周設置のホイスト、建物内部設置のミニクローラクレーン等を用いた工法と比較して、作業性や安全性を向上させることができる。

6. おわりに

本柱取付け型クレーン開発機を導入した作業所における評価は概ね良好なものである。更なる作業性、安全性の向上を目指し、改良すべきポイントを模索していきたいと考える。

JCMA

【筆者紹介】



鈴木 秀之(すずき ひでゆき)
株式会社竹中工務店
東日本機材センター
機械担当



三浦 拓(みうら ひらく)
株式会社小川製作所
取締役
技術部長

建設機械図鑑

本書は、日本建設機械要覧のダイジェスト版として、写真・図版を主体に最近の建設機械をわかりやすく解説したものです。建設事業に携わる方々、建設施工法を学ばれる方々、そして建設事業に関心のある一般の方々のための参考書です。

A4判 102頁 オールカラー 本体価格2,500円 送料600円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館) Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289