

物を吊り上げる装置

宮本 佳典*1・松尾 重人*2

1. はじめに

近年、PC 橋梁の建設工事では、架設工法の進展、作業の省力化、安全性の向上等を背景に、新しい施工機械が工事現場に導入されている。

PC 橋の工事現場では、資材、機材の荷役作業に始まり、プレキャスト桁やプレキャスト部材の架設作業にさまざまな架設機械や揚重機が使用されている。

ここでは、物を吊り上げる装置について、その歴史、仕組み、性能、使用例を最新の事例を交えながら紹介する。

2. ウィンチ

2.1 ウィンチの歴史

物を引っ張り、持ち上げ、移動させることは、太古の昔より人間が構造物を建造する際に必要不可欠な行為であり、これらを人力だけでなく、楽に、安全に、効率よく、より重い物を動かすために、人間はより便利な道具（ウィンチ）を開発してきた。

最初は人力による手巻きウィンチであり、その後、蒸気、エンジン、電動機へと変わってきた。現在の前身のウィンチが多く使用されたのは戦後の復興事業で、数多くの動力ウィンチが使用された。これらは、1 HPから50 HP程度の動力でエンジンからベルトで動力を取り、ドラムに設けた木片のテーパークラッチをハンドル操作することによりワイヤロープを巻き込んだ。ブレーキはバンド式片締めブレーキで、操作レバーを手足で操作することにより、ブレーキホイールを締め付ける構造であった。その後、電動機直結式のウィンチとなり、巻込み、巻出しはコントローラーや、押しボタンスイッチを操作することにより行われた。当初、変速機能のないかご形電動機が使用され一定速であったが、より便利に使用するため歯車変速機による変速や、極数変換電動機による変速が行われた。その後、電

気品が徐々に発展し、巻線形電動機による2次抵抗制御やサイリスター制御により速度変換が行われた。近年インバーターの発達により、かご形電動機を無段変速で使用できるようになった。

機械メーカーでは、PC 桁の引出し設備として油圧複胴ウィンチが開発されている。本ウィンチは定馬力制御を備えていて、重負荷低速、軽負荷高速の高い作業性が自動的に得られる。複胴なので牽引とおしみの2本のワイヤ操作ができる。おしみ側の油圧回路には、おしみ時の異常張力を防止するためリーフ弁が設けられている。操作は牽引側とおしみ側の2本のコントローラーで操作を行う。

2.2 ウィンチの仕組み

ウィンチとは、動力により駆動される歯車などにより減速して回転させるドラム（巻胴）にワイヤロープ等を巻き付け、物の上げ・下ろし、運搬、引張り作業などに使用する「巻上げ機」を言う。

ウィンチは、原動機、ベツト（台枠）・フレーム、ドラム（巻胴）、動力伝達装置（減速機）、ブレーキ（制動装置）から構成されている。また、機能からクラッチ、安全装置等も備えている。

ウィンチの種類は、原動機、ドラム（巻胴）などにより大別することができる。原動機によりウィンチの種類を分類すると図-1のようになる。

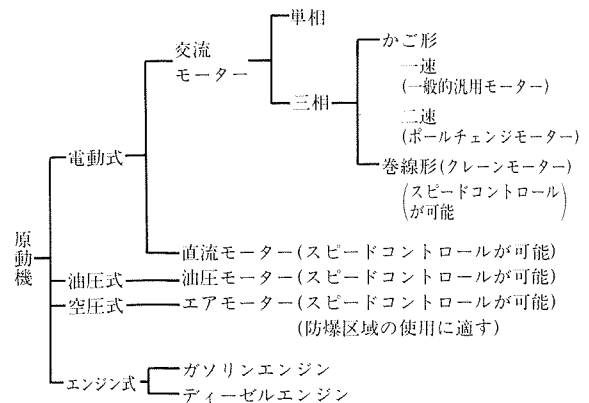


図-1 原動機による分類

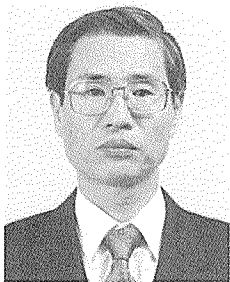
また、ドラムによりウィンチの種類を分類すると、次のとおりである。

(1) 単 胴

単胴は、1つの原動機に対し、1つのドラムを有するウィンチである。

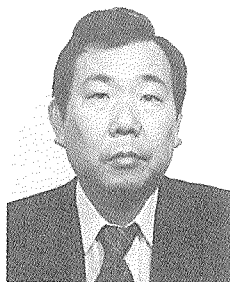
(2) 双 胴

双胴は、1つの原動機に対し、同軸で同回転のドラムを仕切り板等で分けて、何本かのロープを同時に巻くウィンチで



*1 Yoshinori MIYAMOTO

川田建設(株)
工事総括部 次長



*2 Shigeto MATSUO

ピーシー橋梁(株)
機材部 部長

ある。

(3) 複 胴

複胴は、1つの原動機に対し、2つ以上のドラムを有し、クラッチなどにより、単独または同時にロープを巻くウィンチである。

(4) ワーピングドラム

ワーピングドラムは、つづみ形のドラムにロープを数回巻き、摩擦力を利用し、張力をかけたり、緩めたりすることにより、物を引き寄せるウィンチである。

2.3 油圧ウィンチの性能表

代表的な油圧ウィンチの性能表を表-1に示す。

表-1 油圧ウィンチの性能表

呼 称	kW	22	37	55	75
巻込み力(最終層)	t	2.5~1.0	4.0~1.3	6.0~1.3	8.0~2.6
巻込み速度(最終層)	60 Hz	m/min 28~58	30~68	30~80	30~75
	50 Hz	m/min 23~48	25~56	25~67	25~62
ロープ径	mm	18	22	24	28
ロープ巻取り長さ	m	500	600	700	1 200
ブレーキ力(150%)	t	3.75	6	9	12
外形寸法	幅	mm 2 030	2 040	2 200	2 700
	長 さ	mm 3 970	4 200	5 250	6 270
	高 さ	mm 1 780	1 830	2 050	2 400
概略重量(オイル含む)	kg	4 100	6 500	8 500	11 800
電 源		AC 220/200 V		60/50 Hz	

2.4 PC桁引出し用油圧ウィンチの紹介

近年、機械メーカーにより開発されたPC桁引出し用の油圧ウィンチを写真-1に、その性能表を表-2に示す。

3. クレーン

3.1 クライミングクレーンの歴史

クライミングクレーンの原型は、約100年前にヨーロッパで開発された。

日本には、昭和28年に水平ジブ式のクライミングクレーンが、ドイツから輸入された。また、昭和36年にはジブ起伏式のクライミングクレーンが、ドイツからの技術導入により製造された。その後、日本で本格的に採用されたのは昭和41年で、建築基準法が改正され、最初に建設された霞ヶ関ビルからである。このビルで使用されたのは200 t・mクラスで、クライミング方式もワイヤロープ式であった。ビル建築用として使用されたクレーンは徐々に大型化し、現在は400 t・mクラスが主流となっている。クライミング方式も大半が油圧方式となっている。

橋梁建設用としては、昭和50年代後半の本州四国連絡橋の橋脚建設に多く使用された。また、同じ頃からコンクリート橋の橋脚建設および橋梁架設工事用としても使用されてきた。一般的には60 t・m~100 t・mクラスが多く使用されている。近年、第二東名・名神高速道路等の高架橋に採用されたプレキャストセグメント架設工法のセグメントの製作ヤードや、長大橋の橋脚、主塔の建設用には、400 t・mクラスも使用されている。

3.2 クレーンの仕組み

クレーンとは、荷を動力を用いて吊り上げ、およびこれ

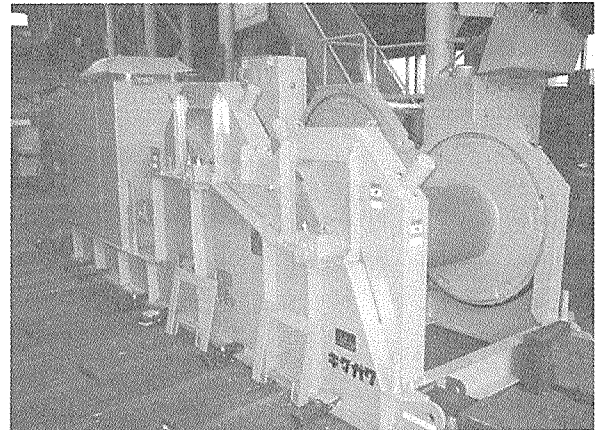


写真-1 PC桁引出し用油圧ウィンチ

表-2 PC桁引出し用油圧複胴ウィンチの性能表

型 式	HDW 3030S
基準定格点	10層目(φ18ロープ巻取り径:716mm)
ロープ張力	30.0 kN~12.0 kN
ロープ速度(巻込み)	20 m/min~40 (24~48) m/min
ロープ速度(巻出し)	40 (48) m/min
ワイヤロープ	φ18×1 000 m (12層巻き)
ブレーキ能力	前ドラム:両効き 45 kN 後ドラム:片効き 45 kN
ブレーキ構造	外締めバンド式ばね制動油圧開放 非常手動開放ハンドル式
油圧モーター	低速高トルクラジアルピストン型 HMKB 046 J 6 S 1
電動機	かご形 全閉外扇屋内 22kW×4P
電 源	AC 220/200 V 60/50 Hz
油圧ポンプ	可変容量アキシャルピストン型 K 3 VG 63-10 FR-10 M
オイルクーラー	自動運転空冷式
オイルタンク容量	170 L
作動油	ISO VG 56
制御方式	機械式油圧流量制御

を水平に搬送することを目的とする機械装置である。

クライミングクレーンは、架台、マスト、旋回フレーム、ジブ、動力装置、クライミング装置から構成される。また、付属機器として、昇降梯子、歩廊、電気機器収納ボックス、運転室、配電材、照明器具、安全装置等が装備されている。

クレーンは下記のように分類されており、クレーンの名称として使用目的、設置場所およびクレーンの運動方式や形によって、いろいろな名称が付けられている。

(1) 天井クレーン

天井クレーンは主桁の上にトロリーを設け、トロリー上に巻上げ・横行装置、主桁には走行装置を設けて三方向の運動をするものである。容量が大きくなると補巻装置を設けて、機動性をもたせている。

(2) ジブクレーン

旋回あるいは起伏する腕(ジブ)に荷物を吊り、荷役するクレーンである。橋梁建設工事においては、クライミングクレーンやパワーリーチなどのジブクレーンが使用される。

(3) 橋形クレーン

橋形クレーンは天井クレーンと同様に形式・種類が多

く、形式や荷役取扱物の名称を使って表現している。形式としては、下記の種類がある。

① 普通型橋形クレーン

単純な橋の形状をしたもので、工場の製品移動や機材置き場に使用され、門形クレーンと呼ぶことがある。

② ロープトロリー式橋形クレーン

製鉄所の製品積出岸壁に設置されている代表的なクレーンである。巻上げ・横行とも機械装置を陸側の桁上に設けた機械室に集中して設置し、巻上げ・横行運動をさせるものである。

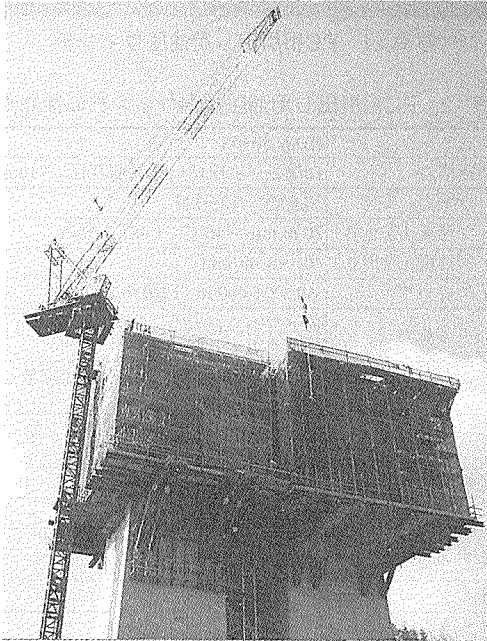


写真-2 クライミングクレーン

③ コンテナクレーン

コンテナ専用埠頭に設置されて、コンテナの荷揚げ、積込みの特殊吊り具（スプレッダー）をもつ岸壁用クレーンであり、現在世界中の港湾で使用している。

④ トランスファークレーン

コンテナ専用埠頭の後背地のコンテナヤードに設置され、コンテナクレーンから陸揚げされたコンテナをシャーシにより搬送し、ヤード内に積み付けるためのクレーンである。

本荷役システムは、アメリカンエクスポート・イスブライラインが開発したもので、クレーンの走行車輪はラバータイヤを採用し、走行路の変更を容易にできるようにした特徴をもっている。

(4) ケーブルクレーン

二組の相対する鉄塔の間にワイヤロープを張り、その上をキャリアーが横行して広範囲にわたる荷物運搬を行うクレーンである。

(5) フローチングクレーン (F/C)

台船にクレーン設備を搭載した起重機船である。国内で

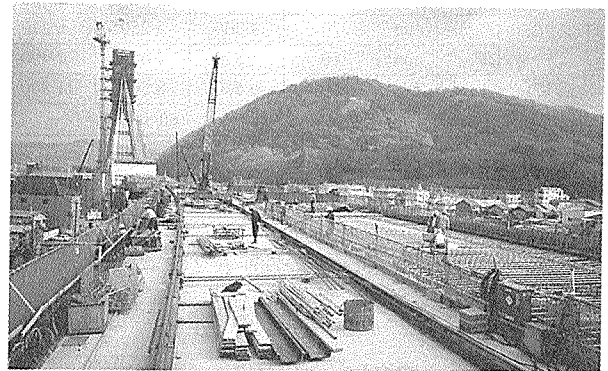


写真-3 パワーリーチ

表-3 クライミングクレーンの性能表

型 式		JCL 100 H			JCL 240 H			
作業半径	m	(25)	(30)	35	(32)	(35)	40	
定格荷重	t	(3.5)	(2.3)	1.5	(7)	(5.5)	4	
最大自立高さ	m	41.7			38.7			
速 度	巻上げ	低 速 中 速 高 速			低 速 中 速 高 速			
	荷 重	8.0			4.0			
	速 度	m/min	2.1	12.5	25	20	39	85
	起 伏	m/min	10.0/5.0			20		
	旋 回	r. p. m	0.52 (インバーター制御)			0.4		
電 動 機	昇 降	m/min	0.8			0.7		
	巻上げ	kW	26×6P 40%ED (インバーター制御)			55kW 40%ED DCM サイリスター制御		
	起 伏	kW	10/5×4/8P 25%ED			40kW 25%ED DCM サイリスター制御		
	旋 回	kW	5.5×4P (インバーター制御)			22×4P かご形		
電 源		200 V 50 Hz			400 V 50 Hz			
昇 降	方 式	油圧クライミング方式			油圧クライミング方式			
ス ト ロ ー ク	m	1.7			1.5			
安全装置		モーメントリミッター 過巻防止装置 起伏・旋回制限装置			モーメントリミッター 過巻防止・起伏制限装置 作業範囲制限装置			
最大揚程	m	130			200			
最大設置高さ	m	105			170			
総 重 量	t	45.5			108			
マスト断面寸法	m	1.2×1.2			1.9×1.9			

表-4 パワーリーチの性能表

型 式		E 16-2	E 24-2	E 40-3	E 60-3	
定格荷重 (t)×作業半径 (m)		2×8	2.8×8	3×13.4	4×15	
標準ブーム	m	9.5	9.5	15.0	19.0	
最長ブーム	m	—	15.5	24.0	28.0	
ジ ブ	m	4.2	4.2	—	—	
最大揚程	m	60	70	100	200	
電 源		200 V 50 Hz				
巻 上 げ	フック速度	m/min	21	21	21	38
	ロープ径×掛数	mm	φ 10×2	φ 12×2	φ 12×2	φ 14×2
	電動機出力	kW	10×6P	15×6P	18×6P	8×6P
起 伏	ロープ速度	m/min	22	33	42	42
	ロープ径×掛数	mm	φ 10×8	φ 10×8	φ 10×12	φ 12×12
	角 度	度	39~80	40~80	15~80	15~80
旋 回	電動機出力	kW	4×4P	6×4P	10×6P	15×4P
	旋回範囲	度	360	360	360	360
	速 度	r. p. m	0.42	0.48	0.46	0.59
	電動機出力	kW	0.4×4P	0.75×4P	4×8P	2.2
全装備重量		t	6.7	9.0	8.2	12.1
安 全 装 置	過負荷防止装置		付 き	付 き	付 き	付 き
	過巻防止装置		付 き	付 き	付 き	付 き
	起伏制限装置 (上・下限)		付 き	付 き	付 き	付 き
	起伏制限装置 (非常停止用)		付 き	付 き	付 き	付 き
	旋回制限装置		付 き	付 き	付 き	付 き
	旋回警報装置		—	付 き	付 き	付 き
	旋回ロックリミットスイッチ		付 き	付 き	付 き	付 き

は、4 100 t 吊りF/Cが最大である。

3.3 主なクレーンの性能表

代表的なクライミングクレーンを写真-2に、その性能表を表-3に示す。また、パワーリーチを写真-3に、その性能表を表-4に示す。

3.4 橋形クレーンの紹介

第二東名木曽川・揖斐川橋のプレキャストセグメント製作ヤードに設置され、セグメントを製作ヤードからストックヤードまで移動させる作業に使用された橋形クレーンを写真-4に、その性能表を表-5に示す。

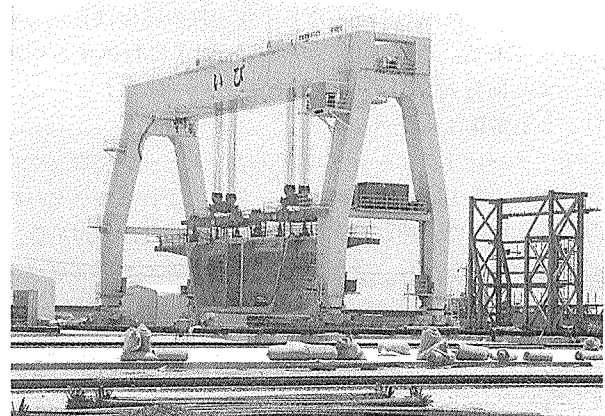


写真-4 400t橋形クレーン

4. 巻上げ機

4.1 巻上げ機の動向

巻上げ機は、荷を空中搬送する最も一般的な機器であり、あらゆる産業において、物流の合理化の主要機器として活躍している。

巻上げ機には、巻上げ・巻下げを基本とした、チェーンブロック、チェーンレバーホイスト、電気チェーンブロック、電気ホイストなどがあり、その使用目的によって、多種多様な製品が開発されている。また、巻上げ機は製造技術の進歩に伴って、小型・軽量化が図られ、小容量の可能性に富んだ機器も製品化された結果、労働環境の改善、作業安全性の向上に大きく寄与している。

(1) 電気チェーンブロック

電気チェーンブロックは、ロードチェーンの屈曲の自在性が良いという特徴を生かし、製品の小型・軽量化が図られたため、簡便な巻上げ機の代表的機器として成長した。近年において、フック間の最小距離を小さくしたローヘッ

表-5 400t橋形クレーンの性能表

吊上げ荷重	460 t (230+230)
定格荷重	414 t (207+207)
揚 程	21 m
巻上げ速度	1 m/min 2 m/min (無負荷時)
走行速度	5 m/min 10 m/min (無負荷時)
横行方向吊芯調整範囲	10.5 m~15.0 m (300 mmピッチ)
走行範囲	無制限
走行方向転換速度	30秒/90度
ジャッキ能力	200 t×200 st×4
電動機 (巻上げ)	55 kW×6P×2
電動機 (走行)	5.5 kW×8
電動機 (走行方向転換)	0.75kW×4
電 源	AC 440V 60Hz
発電機	400 KVA
レールスパン	41.5 m 90度方向転換: 10 m
補助クレーン	2.8 t×20 m揚程 (2基)
総重量	461 t

ド型や、2本の同期するロードチェーンによって、長尺物などを二点で吊る形式の製品が生産されるようになった。ローヘッド型は、天井が低く荷の吊り代がない工場や、シールド工法の狭いトンネル掘削工事に多く使われている。

(2) 電気ホイスト

電気ホイストは、ワイヤロープを巻き付けてあるドラムを回転させ、荷の巻上げ、巻下げを行う巻上げ機である。

(3) 電動ウィンチ

電動ウィンチは、ワイヤロープを巻き付けてあるドラムを回転させ、荷の巻上げ、巻下げを行う巻上げ機である。近年の電動ウィンチは、工事規模の大型化に伴い大容量、かつ高速のものが要求されるようになった。

定出力の極数変換モーターやモーターとクラッチによる二速、三速の速度切替え式製品も生産されている。また、インバーターの発達により、衝撃の少ない加減速を行う製品や微妙な位置合わせ制御なども行う製品も見られるようになった。

(4) チェンブロック

チェンブロックは、ロードチェーンの強度が向上したことにより、小型・軽量化が図られたため、使用用途、使用範囲が拡大された。

人力によって作業する巻上げ機であり、人が近くにいるために、耐久性の向上のみならず安全性の確保は必須の要求事項である。近年ではこのような要求に対処するために、より防錆効果の高い製品やモーター付きチェンブロックが開発されている。

モーター付きチェンブロックは、チェンブロックをベースに、巻上げ、巻下げ動作を人力に代わりモーターの力で行うもので、押しボタン操作だけで荷役作業が可能である。しかしながら、巻上げ速度は電気チェンブロックに比べて遅い。

(5) チェンレバーホイスト

チェンレバーホイストは、ロードチェーンをレバーハンドルの操作で、巻上げ、巻下げ、横引きする巻上げ機である。チェンレバーホイストも、チェンブロック同様ロードチェーンの高強度化により、小型・軽量化が図られ、あらゆる産業で使用されている。

4.2 モーター付きチェンブロックの紹介

架設術架設に使用されているモーター付きチェンブロックを写真-5に、標準的な性能表を表-6に示す。

5. ジャッキ式吊上げ装置

5.1 ジャッキ式吊上げ装置の動向

古くは成田空港日航第一ハンガー大屋根のリフティング工事、大阪万博お祭り広場大屋根のロウリング工事をはじめ、ケーソン圧入工事、スライディング(横移動)工事などに数多く使用されている。西武球場のドーム化工事では、直径145m、重さ2100tの膜屋根がジャッキを使用したリフトアップ工法により施工されている。

近年、橋梁工事においても、架設工事の大型化に伴い、作業性、安全性、経済性等の面から、ジャッキ式吊上げ装

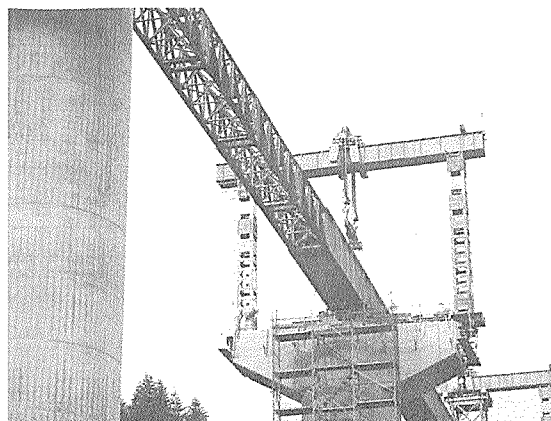


写真-5 モーター付きチェンブロック

表-6 モーター付きチェンブロックの性能表

型 式	MCB 200	MCB 300	MCB 400	MCB 500	
定格荷重	t	20	30	40	50
標準揚程	m	3.5	3.5	3.5	3.5
フック間最小距離	mm	1 640	1 740	1 850	2 000
電 源	AC 200 V 50 Hz				
モーター出力	0.8 kW×2・30min				
巻上げ速度	m/min	0.36	0.21	0.15	0.12
押しボタンコード長さ	m	4.7	4.8	4.8	5.0
ロードチェーン	線径	mm 11.1			
	掛数	本	6	10	14
試験荷重	t	25	37.5	50	60
自重	kg	380	510	750	980

置を使用した架設方法が、第二東名木曽川・揖斐川橋において実施されている。

5.2 ジャッキ式吊上げ装置の仕組み

ジャッキ式吊上げ装置とは、複数の保持機構(吊材を保持する機構)を有し、この保持機構を交互に開閉し、保持機構の間を油圧ジャッキなど動力を用いて伸縮させることにより、吊材を介して荷の吊上げ、吊下げなどを行う機械装置である。

ジャッキ式吊上げ機械は、

- ① 保持機構
- ② 伸縮部(ジャッキ)
- ③ 吊材
- ④ 架台

によって構成され、①～③を総称して「吊上げ装置」と言う。

ジャッキ式吊上げ装置は、吊材とそれを保持する保持機構によって、主にワイヤロープ方式、PC鋼より線方式(単線方式、多線方式)、テンションプレート方式およびテンションロッド方式などに分類される。

(1) ワイヤロープ方式

吊材にワイヤロープを使用し、これをコレットと呼ばれるくさび形状の部材で摩擦により荷を保持する方式である。

(2) PC鋼より線方式

吊材にPC鋼より線を使用し、分割された円錐形の自然噛み込み式くさび形状の部材で、吊材を噛み込むことにより

荷を保持する方式である。

(3) テンションプレート方式

吊材にテンションプレートを使用し、テンションプレートにはクランクピン用の孔が設けられている。この孔にクランクピンを差し込むことにより荷を保持する方式である。

(4) テンションロッド方式

吊材に鋼棒（テンションロッド）を使用し、コレットと呼ばれる爪をテンションロッドのステップに引っ掛け、荷を保持する方式である。

5.3 ジャッキ式吊上げ装置の紹介

ジャッキ式吊上げ装置を使用した橋桁のブロック架設の施工例を写真-6に示す。

6. おわりに

PC橋梁の建設工事で使用される「物を吊り上げる装置」について紹介した。本稿が、建設工事に携わる方々の参考になれば幸いである。

最後に、本稿を執筆するにあたり、(株)北川鉄工所、(株)キ

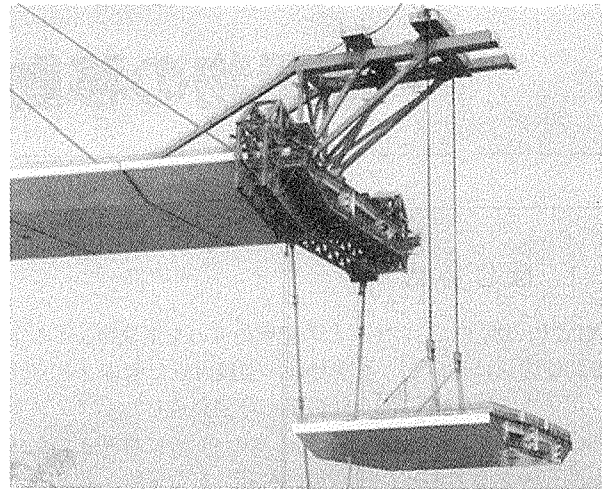


写真-6 ジャッキ式吊上げ装置による架設

トー、トーヨーコーケン(株)、(株)ホリウチから貴重な資料をいただいた。ここに深く感謝の意を表する次第である。

【2001年12月26日受付】