

地下工事用低床式重量物運搬据付機 CZ50

Low-Slung Heavy Material Conveyor/Installer for Underground Construction Work CZ50

吉田 泰弘*
Yasuhiro Yoshida

建築の逆打ち工法の地下く体工事では、上部がふさがれた空間で、重量物の資材を水平に運搬し、据え付けを行う。この工事の改善を狙い、低い車高で5トンの重量物を運搬し、据え付けすることができる機械を開発した。この機械は、ラジコンで作業機を6自由度に操作性よく位置合わせすることができる。これにより、作業の安全と効率化を図ると共に、地下く体工事で梁や床板をプレキャスト化した汎用的な構法が採用可能となった。

During underground structure work using the reverse construction method, heavy members and materials need to be conveyed horizontally and installed in an overhead-closed jobspace. In order to improve efficiency of this type of construction work, we have developed a low-slung machine having capabilities for conveying and installing heavy members and materials weighing up to 5 tons in the workplace. With this automatic machine, the work equipment can be controlled under six optional degree operations using a remote controller with easy operation. This machine is expected to improve the safety and efficiency of underground construction work and, moreover, general construction methods using precast beams and floorings can now be applied to underground construction work.

Key Words : Handling, Conveyance, Positioning, Low-Slung, Six Optional Degree Operations, Remote Controller, Underground Construction Work, PCa Construction Method, Fork

1. はじめに

建築の地下工事は順打ち工法と逆打ち工法とがある。通常の順打ち工法は、地下の土砂をすべて掘削した後、地下のく体（建物本体）を最下階から上に向かって構築する。それに対し逆打ち工法は、一階の床を作りそこから下にむかって土を必要だけ掘削しながら地下く体を構築する工法である。

逆打ち工法は、山留壁を自らのく体でしっかりと支えるため安全であり、仮設の支保工がほとんど不要のため効率がよい。また、地下と地上の工

事を同時に進めることができるので工期が短くなるという大きな特長を持っている。そのため、大規模な地下工事では逆打ち工法が採用される割合が多くなってきている。しかし、全体としてその施工割合は少ない。その理由の一つは、上部に先行く体ができているその下の限られた空間で、大量の重量物資材を運搬し、据え付けという適当な機械が無いからである。

この問題を解決し、地下く体工事の生産性を大幅に改善するために、地下工事用低床式重量物運搬据付機を開発した。

2. 現状の問題と開発のねらい

逆打ち工法での地下く体工事は、その上部に先

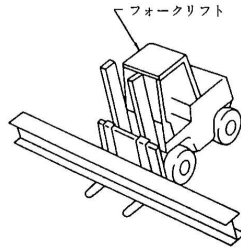
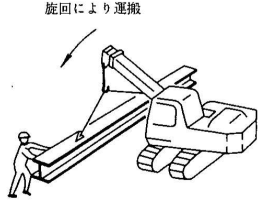
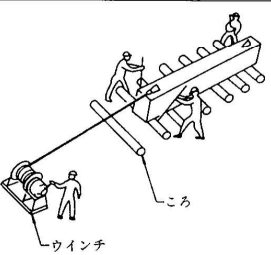
	フォークリフト	小型クローラークレーン (4.9 t) (または中型ラフテレンクレーン10~20 t)	ウインチ + ころ + ひと
運搬方法の概略			
重量	2 t 以下	能力は4.9 t だが実用的な作業半径から2~3 t 以下	重量について特に制限はない
作業性	●進行方向に対し垂直に梁を乗せるので、柱等の間を運搬するのは困難。 ●タイヤ式が多いので、捨てコン等で路面を管理する必要があるので使用が限定される。	●つりの走行で運搬できるのは2 t 以下。 ●長い距離の運搬には、空荷移動→つり→旋回をくりかえすので効率悪い。 ●大重量の運搬には、中型のクレーンを使用するが、クローラ式は特殊でタイヤ式のラフテレンクレーンとなり、路面の管理が必要。しかも、作業半径が大で作業性極端に悪い。	●原始的な道具を使用するため、あらゆる重量条件に対応できるが、効率、作業性は非常に悪い。

図1 現状の地下工事における重量物の運搬方法

行床く体があり、ふさがれているため、地上の大型クレーンを使用することができない。また、地下へ資材を投入する仮設開口の場所が限られているため、地下に降ろした資材を据え付ける場所まで水平に運搬することが必要である。また、それを上部がふさがれた空間で据え付けなければならない。

図1に現状の地下工事における重量物の運搬方法を示すが、適当な機械が無いため効率が悪く危険な作業となっている。

さらに、地上の工事で行われているPCa 構法（プレキャストコンクリート製品を多用した構法）を地下のく体工事に採用することが望まれている。図2に地下でのPCa 構法で扱う部材の概略を示すが、扱う部材の重量が重く、PCa 床板を梁上に据え付けるといった現状の汎用機械では困難な作業がある。このため、地下でのPCa 化はほとんど行われていない。

以上の背景から地下の逆打ち工法において、下記の狙いで地下工事用低床式重量物運搬据付機を開発した。

(1) 限られた作業空間（高さ2 m）で重量物の運搬と据え付けを安全で効率よく行う。

(2) 鉄骨大梁、PCa 梁、PCa 床板等の部材の運搬と据え付けを行い、地下く体工事でのPCa 構法の採用を可能にし、生産性を大幅に向上する。

ただし、大梁はPCa 化すると重量が20トンと大きくなり、特殊な機械となるため、従来の型枠を使用した鉄骨鉄筋コンクリート造による構法とし、汎用性と経済性を重視させた機械を狙う。

(3) そのほか、小物の資材（型枠、支保工、鉄筋等）の運搬にも対応できるようにし、地下工事全般に使用できる汎用性のある機械とする。

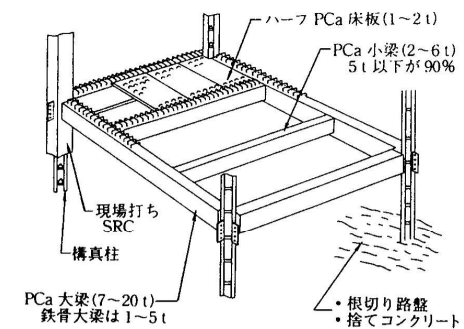


図2 地下逆打ちでのPCa 構法と扱う部材の重量

* 環境・システム事業本部 建設ロボット部

3. 重量物運搬据付機の構造と特徴

重量物運搬機の外形及び外観写真を図3、写真1に、またその主要な仕様を表1に示す。以下その主要な特徴についてのべる。

(1) 低い車高で、高い据え付け高さ

運搬姿勢で車体の荷台高さを1 mと低くしている。このため、大梁の据え付け高さを2 mに設定することで、高さ1 mの部材を持ってもその下をくぐり、小梁などの運搬ができる。しかも、据え付け高さが3 mあるので、運搬した小梁をそのまま持ち上げ、据え付けすることができる。

図4に作業機のリンク構成を示す。これを見るとわかるように、荷台の高さを低くするために、ブーム、アーム、リンク、およびシリンダを荷台を最も下げた位置で、シューの中に完全に納める構造としている。

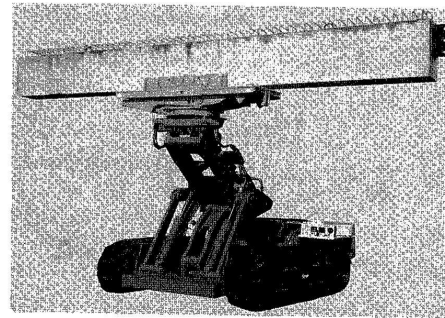


写真1 重量物運搬据付機 CZ50 の外観

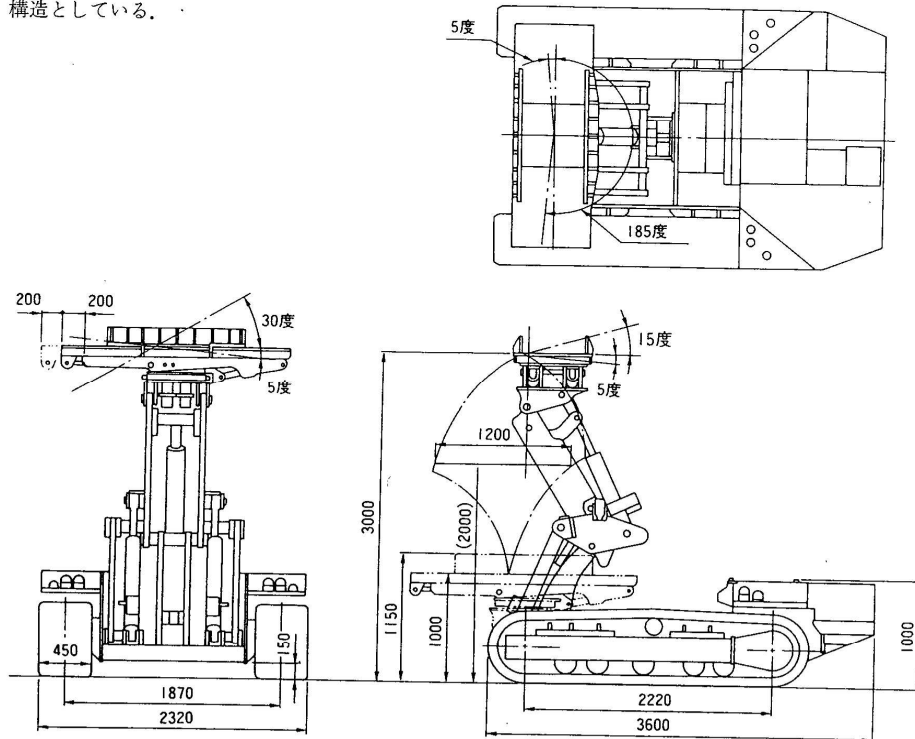


図3 重量物運搬据付機 CZ50 の外形

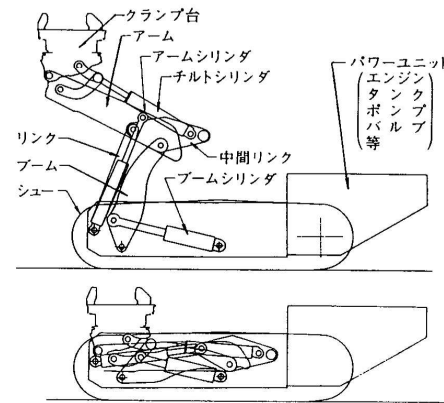


図4 重量物運搬据付機 CZ50 の作業機のリンク構成

(2) 定格荷重5トン

定格荷重は5トンである。車体は重量物を車体の上方に持ち上げる構造としているため、安定性がよい。このため、定格の部材を持ち、最も作業機を前方に伸ばしても転倒することがなく、安定して保持することができる。

部材はクランプでしっかりとつかむ構造になっているので、安全である。

(3) 安全容易なラジコン操作

機械の操作はラジコンにより、機械に密着することなく見やすい場所から操作することで、安全で効率のよい作業ができる。運搬時は、車体と梁の向こう側は見にくいので、全体が見渡せる場所から操作することで、安全に運搬ができる。また据え付け時は、位置合わせの場所を見ながら操作することで、効率のよい据え付けができる。

図5にラジコン操作盤の形状を示す。操作盤は小型軽量で操作性がよい。また、このラジコンは種々の安全機構を織り込んでいる。その中の二つを以下に示す。

- ① ラジコンの無線データは電波障害による誤動作防止のため、IDコード、反転2連送、パリティコードにより電波を3重にチェックする。これにより、妨害電波を受けると自動的に動作を停止する。このため、妨害電波による誤動作は

表1 重量物運搬据付機 CZ50 の主要仕様

運転整備重量	kg	7800	ラジコン	使用電圧	—	微弱電圧	—
エンジン出力	PS/rpm	35/2400	操作有効距離	m	10		
車体長さ	mm	3600	周波数	MHz	141.3, 141.73	2波切機	
全高	mm	1150					
車体幅	mm	2320	最大上昇高さ	mm	3000		
最低荷台高さ	mm	1000	最大リーチ	mm	1200		
最大定格荷重	kg	5000	左右スライド量	mm	左200～右200		
クランプ幅 (スベータ付)	mm	320～520 (180～380)	旋回度	度	～5～185度		
			アングル(左右傾)	度	～5～30度		
			チルト(前後傾)	度	後方5度～前方15度		
走行速度	km/h	1.6	シリンダ落下防止装置(ブーム、アーム、チルト)				
最低地上高	mm	150	安全装置				
足回り型式	—	ゴムクローラ式	クランプ圧低下警報				
平均接地圧(空荷)	kg/cm ²	0.40	重心荷重に対する過負荷警報				
※(最大定格荷重)	kg/cm ²	0.65	運転資格				

ない。

- ② 操作盤に傾斜スイッチを内蔵しており、角度が50～80度に傾くとエンジンが停止する。この機能により、オペレータが誤って転倒したときや、操作盤を落とした時に、レバーが誤って押され、車両が暴走することを防止する。

(4) 6自由度に動く作業機

作業機の動きは、上下、前後、左右、旋回、アングル(左右傾)、チルト(前後傾)と6自由度を持っている。このため、任意の姿勢に位置合わせが可能である。また、チルトは、ブーム、アームとダブル平行リンクを構成させており、ブーム、アームを動かしてもチルト角は変化しない。このため、ブーム、アームを動かしながらチルト角を一定にしようとする、熟練を要する三同時操作がない。このため、レバーの動かし方を覚えれば誰にでも簡単に操作ができる。

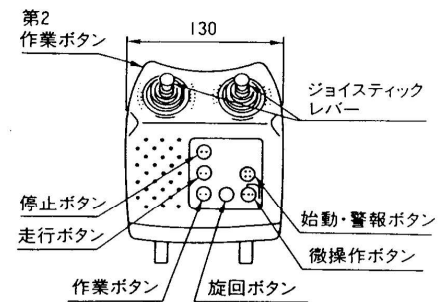


図5 ラジコン操作盤

(5) 操作性の良い油圧コントロール

作業機の動きをコントロールする油圧回路には、作業機の負荷を感知し、必要な圧力と流量に油をコントロールする機能が付いている。このため、重量物をもって負荷が大きくなっても、同じように操作性良く操作ができる。

また、作業機のスピードは、標準モードのほか、微操作モードと超微速モードと三つのスピードモードを持っている。特に超微速モードは、ポンプの吐出量を最小にし、各シリンダへの回路を絞ることで、非常にゆっくりしたスピードになる。(標準モードの1/5～1/25) このため、ボルトの穴を合わせる精度の必要な位置合わせが簡単にできる。

(6) 高い安全性

数々の安全機構により、高い安全性を確保している。

① シリンダ落下防止弁

油圧配管の破損に対し、作業機が落下しないように、ブーム、アーム、チルトのシリンダに落下防止のロック弁を装着している。

② クランプ圧低下警報

クランプの回路にはアキュムレータと逆止弁を装着し、圧力を保持する。万一、クランプ圧が設定以下に低下すると警報（ブザー＋赤回転灯）を発する。

③ 偏心荷重に対する過負荷警報

部材の重心をつかまず、偏心してつかむと、偏心力が過荷重となる。これを防止するために、アングル、チルト、旋回の回路圧が設定以上になると警報（ブザー＋赤回転灯）を発する。

(7) 豊富なアタッチメントによる汎用性拡大

クランプ部でアタッチメントをつかむことで、種々のアタッチメントがワンタッチで装着できる。クランプ部はアタッチメントのピンがクランプ部の穴にはまり込む構造になっており、はずれない。しかも、アタッチメント用の油圧源を持っており、油圧力を要するアタッチメントにも対応できる。

アタッチメントは現在のところ、PCa床板アタッチメント、フォークアタッチメント、ベッセルアタッチメントを準備している。

4. 実工事における評価

本機を実際の建築工事現場に使用した。(稼動時の写真を写真2から写真5に示す) その結果、下記の評価を得た。

- (1) 5トンまでの鉄骨大梁、鉄骨小梁、PCa小梁を安全で効率よく運搬し、据え付けることができた。従来、小型クレーンによる鉄骨の据え付けは1日当たり10ピース程度だったが、本機により20ピース以上の据え付けが可能となった。
- (2) 大梁の下をくぐって鉄骨小梁、PCa小梁等を運搬し据え付けることができるようになった。小梁は、従来は現場打ちのRC造がほとんどであり、本機により小梁のPCa化が可能になった。
- (3) PCa床板アタッチメントをつけることで、ハーフPCa床板を梁の上に据え付けができるようになった。これにより、逆打ちの地下階の床

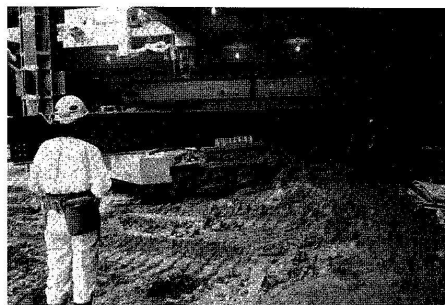


写真2 梁下をくぐり鉄骨の運搬

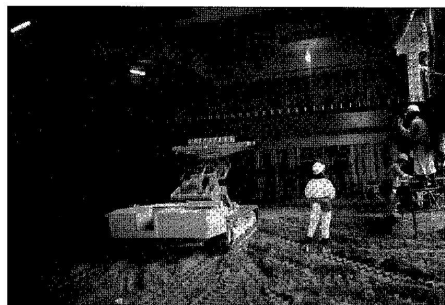


写真3 鉄骨小梁の据え付け

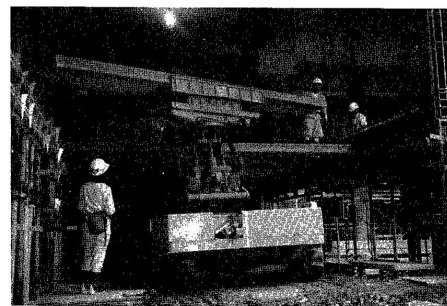


写真4 ハーフPCa床板の据え付け



写真5 フォーク作業

工事において、ハーフPCa床板を使用した汎用的な構法が初めて可能となった。1日最大53枚のハーフPCa床板を据え付けることができた。

特に地下における本PCa構法は、床の型枠サポートが不要で、次の掘削の工程に影響を及ぼさないで、地上以上に生産性の向上率の大きい優れた構法であり、今後普及していくことが期待できる。

- (4) フォークアタッチメントにより仮設開口から降ろした小物資材（型枠、鉄筋、サポート等）を、すぐに梁の下をくぐり使用する場所に運搬ができた。従来は人力により運んでいたもので、省力化が図られた。また、仮設開口の下が資材で混雑することがなくなった。

5. おわりに

地下工事における重量物のハンドリングは、機

械化が遅れている。その中で本機は、高さの制限された地下の空間で重量物の運搬と据え付けを効率よくこなし、しかも汎用性のある機械である。今後は、より多くの現場で使っていただけるよう、下記について検討して行きたい。

- (1) より多くの現場に使用できるように、アタッチメントを充実し、機械を改良し、汎用性のある機械とする。
- (2) 多様な地下工事の運搬と据え付けに本機のみでなく、他の機械との組み合わせなど、システムとして対応する。

なお、本開発は㈱竹中工務店と共同で行いました。

また、現場での試験施工でお世話になった建築工事現場の皆様がこの場を借りて深く感謝いたします。

参考文献

地下工事用低床式重量物運搬据付機CZ50の開発：吉田：建設の機械化'94. 11
地下工事用低床式重量物運搬据付機CZ50：吉田：建設機械'95. 5
地下空間でのPCa梁水平運搬機の開発：吉田・大西：H6年度建設機械と施工法シンポジウム論文集
ミニパワーショベルラジコン仕様車：吉田・中村・浅山・荒川：コマツ技報 Vol.38 No.130 1992

筆者紹介



Yasuhiro Yoshida

よしだ やすひろ
吉田 泰弘 1982年、KOMATSU入社。油圧ショベル、ミニショベル、建機応用商品、新建機の開発設計に従事。現在、環境・システム事業本部建設ロボット部。

【筆者からひと言】

とにかく、高さ1mの中に複雑に動く作業機を織りたみ、押し込んだことが、設計時に苦勞したところで、自慢の点です。かなり趣味的な設計かなとも感じましたが、ユーザの要求品質とあっており、良い評価をもらい、よかったなと思います。