

21. バランスアームを用いたコンクリート二次製品の敷設機械

鹿島道路（株）

伊藤 圭祐
○ 中渡瀬 圭吾
岩田 真幸

1. はじめに

建設現場において歩車道ブロックやU字溝などのコンクリート二次製品の敷設・間配りはクレーン機能付き油圧ショベルを用いた設置作業で行うことが多い。しかし、油圧ショベルは機械の構造上、設置作業に求められる精細な垂直上下の作業は難しく、オペレータの技量が求められる。また、このような作業時にはヒューマンエラーによる挟まれ等の接触事故が多発していた。歩車道ブロック敷設時の機械作業については設置場所への間配り作業が主であり、実際の設置は人力で行っている。そのため重量物取扱いによる作業員の身体的負担が大きい。建設業界では高齢化や、人手不足が深刻化しており、作業全体の省力・省人化、身体的負担の軽減、安全性の向上が求められている。

そこで、不整地運搬車の走行部をベース車両として荷役工場などで使用されているマテリアルハンドの一種であるバランスアームを搭載し、誰でも簡単に安全にコンクリート二次製品を運搬・設置することが可能な敷設専用機械（当社名称：パワーアシストセッタ）を開発した。本稿は当該敷設機械（写真-1）を報告するものである。



写真-1 パワーアシストセッタ

2. 従来のコンクリート二次製品の敷設方法

前述の通り、従来の敷設作業においてはクレーン機能付き油圧ショベルを用いて作業（写真-2）するが多い。この場合、オペレータとコンクリート二次製品を敷設する作業員が必要であり、重機と人の近接混在作業となり安全上問題である。また重量物であるコンクリート二次製品の運搬・間配り方法についても作業員の身体的負担を考慮する必要があった。



写真-2 油圧ショベルを用いた設置作業

3. パワーアシストセッタ概要

3.1 ベース車両の選定

車両の選定については、コンクリート二次製品をパレット搬入状態のまま車両荷台に積載でき、且つ運搬能力を有したもので検討を進めた。また現場での使用を想定し、舗装面や十分に整地されていないような場所でも運用できるようゴムクローラで、8tセルフローダーでも回送できるように小型の不整地運搬車の走行部を採用することとした。

3.2 バランスアーム特徴

図-1 にマテリアルハンドの一種であるバランスアームの構成を示す。平行リンク機構と電動モーター

タによるパワーアシストにより、アーム先端部の動きが本体部内の水平及び垂直ガイドレール内のローラに支えられているため、水平（前後）、垂直（昇降）の動作を作業員の腕の力だけで無理なく操作することが可能である。

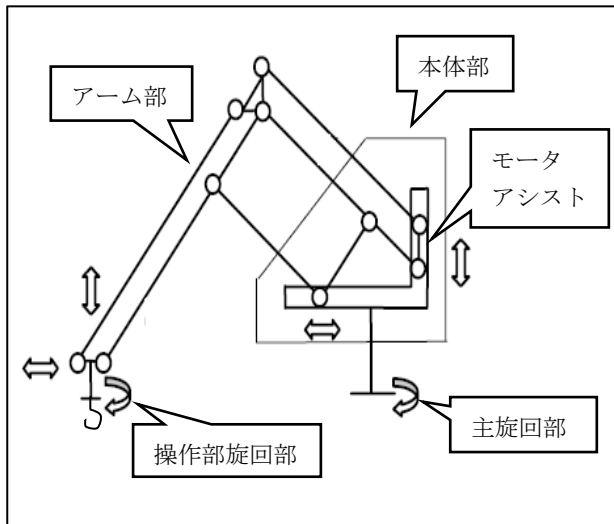


図-1 バランスアーム構成

3.3 操作部特徴

コンクリート二次製品の荷降ろし、据え付けは設置する作業員が操作レバー（写真-3）を操作し、垂直水平動作を行いながら作業する。操作レバーのグリップ部ブレーキボタン（写真-3 黒い部分）を押し続けることで任意の位置に水平（前後）動作させることができ、左右に回転させることでアームが垂直動作（昇降）し、回転量によって昇降速度の調整が可能なので、設置操作する際の微調整を容易に行うことができる。また主旋回部は自由回転することができるので、片手で全ての作業を行うことができるように設計されている。垂直動作は電動アシストモータの制御方式にサーボ制御を採用しており、負荷の変動があっても自動的にバランスを保ち、0kg から 120kg(最大負荷)まで同じ感覚で安定した無段階操作が可能である。操作レバーから手を離すと旋回を含めアームの動きすべてにブレーキが掛かる構造となっており、掴んだコンクリート二次製品をその状態で保持することができるので、作業員の感覚通りに操作することができ、安全に作業を行うことができる。

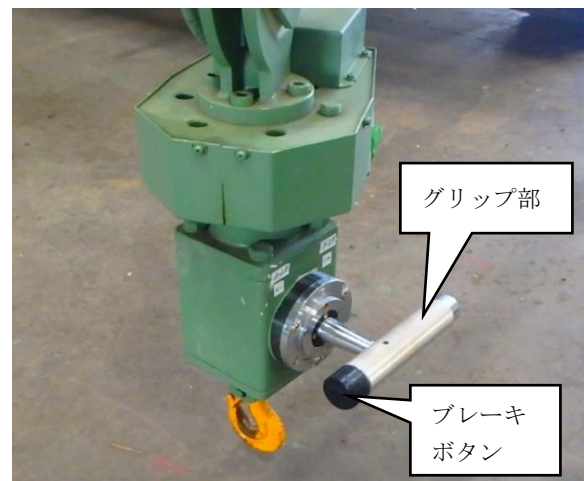


写真-3 バランスアーム操作レバー

3.4 独自開発した自動水平維持装置

バランスアームの、主旋回部は作業員の意のままに回転できるようになっているので、現場の傾きに対して荷の重さによっては意図しない方へ回転してしまう事がある。そこで、自動水平維持装置を搭載した支持台（写真-4）を独自に開発した。荷重によりバランスアームが勝手に動かないよう、常に水平を維持する機能を備えている。支持台は3本のシリンダにより支えられており、これらシリンダの伸縮によって水平を保つよう制御されている。その際、制御するべきシリンダ伸縮量は、バランスアーム支持台に固定されているスロープセンサが支持台の傾きを検知し、制御ユニット（写真-5）がその傾き量から各シリンダの最適な伸縮量を計算することによって決定される。実際の各シリンダの伸縮量は各シリンダに装備されているストロークセンサによって常に計測されている。この自動水平維持装置の一連の制御により不陸による傾きがある場所でもバランスアーム支持部を常に水平に保つことができ、安定した作業を行える構造となっている。

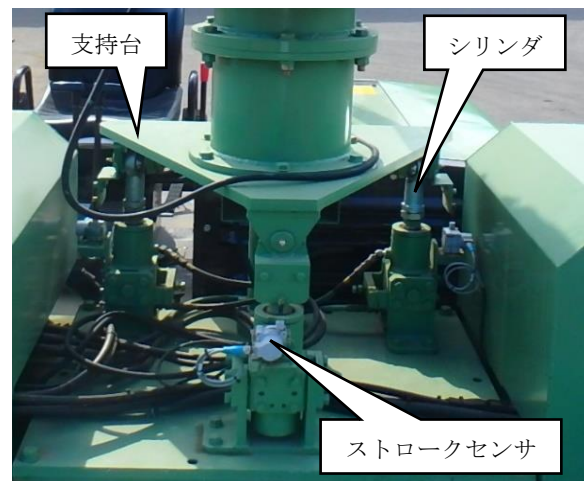


写真-4 バランスアーム支持台



写真-5 自動水平維持装置制御ユニット

3.5 操作電源

バランスアームの動作電源としてAC200Vが必要なため、車体に単相発電機を積載し、使用していない油圧回路を動力として利用している。発電機的主要仕様を表-1に示す。

表-1 発電機的主要仕様

駆動源	油圧モータ
出力	5KVA
形式	回転界磁型交流発電機
極数	4極
周波数	50Hz
定格回転数	1,500/min
電圧	AC200V
重量	90kg

3.6 仕様

パワーアシストセッタとバランスアームの主要仕様を表-2、表-3にそれぞれ示す。また車体正面から見た作業可能範囲を表したものを図-2に示す。

表-2 パワーアシストセッタ主要仕様

機械寸法	全高	2,780mm
	全長	3,860mm
	全幅	2,000mm
	重量	3,310kg
走行速度	変速	HST(2段切り替)
	高速	0~11km/h
	低速	0~6km/h
最小回転半径	約2.3m	
登坂能力	25度	
動力伝達装置	主変速形式	HST(2連モータ)
	操向装置型式	2ポンプ2モータ
	ブレーキ型式	油圧式
	クローラ	320×58×90

表-3 バランスアーム主要仕様

動力伝達	ラック&ピニオン
駆動方式	電動モータ
持上荷重	120kg
旋回半径	2.8m
上下移動速度	0~18m/min
電源電圧	AC200V

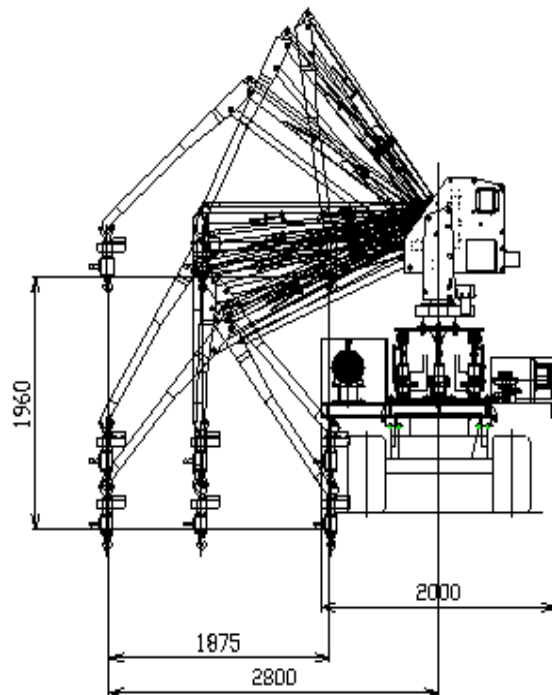


図-2 ハンドリング範囲図

3.7 運用方法

不整地運搬車の走行部をベースとして使用しているため、現場での移動走行は不整地運搬車の有資格者が行っている。設置作業においては、マテリアルハンドを使用した100kg以下のコンクリート二次製品の取り扱いのみであるため小型クレーンには該当せず、移動式クレーンの資格を有していない者でも操作することが可能である。また、作業者が一人で操作作業出来る為、作業の省人化に大きく寄与している。

現場運用においては、機械構造で転倒の安全率は5倍以上確保されているが、軟弱地盤や急勾配の場所では安全のため使用を禁止している。

4. 現場事例紹介

2021年3月から同年6月までに3現場でコンクリート二次製品の間配り・据え付けを試験的に行った。表4に工事概要とコンクリート二次製品の種類と寸法を示す。

表-4 コンクリート二次製品の設置を行った工事概要

場所	千葉県	石川県	埼玉県
工事概要	道路改良工事	ショッピングモール新築工事	野球グラウンド移転工事
二次製品種類	両面歩車道ブロックA	片面歩車道ブロックA	U字溝
寸法	高さ	200mm	200mm
	長さ	600mm	1000mm
	重量	49kg	73kg
			55kg

写真-6, 写真-7, 写真-8 はそれぞれの現場においてコンクリート二次製品の設置・間配りを行った状況である。操縦未経験者に操作を行ってもらい、スムーズに設置できることを確認でき、取扱の容易性を実証することができた。重量物の取り扱いも身体的負担の軽減・省力化となり、設置微調整を行う作業が追われるほどの効果が得られた。また現場内の不陸のある場所（写真-9）においても自動水平維持装置によってバランスアームを水平に保つことができ、クレーン機能付き油圧ショベルと比べ安定して安全に作業できることを確認した。

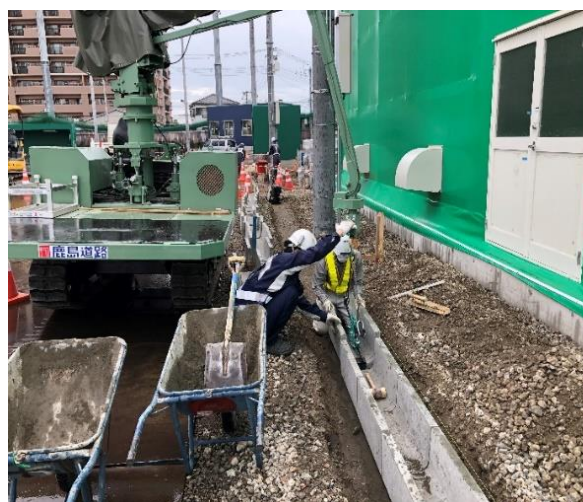


写真-8 U字溝設置状況写真



写真-9 不陸のある場所における使用状況



写真-6 両面歩車道Aブロック設置状況



写真-7 片面歩車道ブロックA設置状況

5. おわりに

本稿では、コンクリート二次製品の運搬・設置専用機械パワーアシストセッタの開発を報告した。これまでこれらの重量物施設はクレーン機能付き油圧ショベルを用いた作業で設置箇所付近まで間配りを行い、実際の設置は人力作業にて行っていたが、当該敷設機械の開発により身体的負担の軽減、省力・省人化、安全性の向上に絶大な効果が発揮出来る。今後は、情報化施工技術を取り入れて設置位置・高さのガイダンス機能を導入するなど、現場の意見を考慮した改良を進めていく所存である。

参考文献

- 1)元田技研株式会社：
<http://www.motoda-giken.co.jp/wp-content/uploads/2018/05/YmantokucyouR1.pdf>
- 2)1台で運搬と敷設作業が可能に新作業車・パワーアシストセッタ誕生， 鹿島道路社内報 KIT PLUS, Vol2 p.10 , 2021