

## 30. 鉄道営業線連続立体交差化工事における機械化施工事例の紹介

東急建設㈱ ○児玉 和彦、早川 正、井藤 幹雄

### 1. はじめに

都市交通網の改善を目的として整備される鉄道の連続立体交差化工事は、列車の安全運行を確保することはもちろん、限られた時間・限られた用地のもとで行われる。また、騒音・振動など周辺環境に配慮して工事を行なう必要がある。

現在、東急建設共同企業体が施工している京浜急行電鉄㈱発注の「京急蒲田駅付近連続立体交差事業」第2工区においても、狭隘な作業空間で効率良く、かつ安全な作業が求められており、これらの要求を満足すべく営業線直上に高架橋を構築する「直接高架工法」を採用している。本工法での施工にあたり、東急建設㈱と京浜急行電鉄㈱、㈱タダノと共同で、鉄道営業線を跨いでクレーン作業を行うことのできる「直接高架施工機」を開発し、用地の取得を最小限にとどめることによる事業期間の短縮と、騒音などの周辺環境に配慮した施工を行なっている。また、柱や梁などの部材を安全に効率良く運搬し、狭隘な箇所でもクレーンを使用せずに重量物を軌道内に搬入・運搬することのできる「軌陸式重量物運搬台車」を開発し、平成 18 年 3 月から使用している。今回、更に PCa 柱の架設開始に合わせ、工期短縮と安全性の向上を目的とした「PCa 柱建起し装置」を開発し、平成 20 年 2 月より導入している。

本報文では、鉄道営業線工事における作業可能時間拡大と工期短縮、作業の安全性向上を目的とした、これら「直接高架施工機」<sup>1)</sup>「軌陸式重量物運搬台車」<sup>2)</sup>の現場導入事例及び効果について、更に今回開発した「PCa 柱建起し装置」の開発経緯と現場導入事例及び効果について報告する。

### 2. 工事概要

本事業は交通の円滑化、安全性の向上、地域の発展、利便性の向上を目的とし、都市高速鉄道京浜急行

電鉄本線の平和島駅から六郷土手までの延長約 5.4km(事業区間約 4.7km)の区間、および同空港線の京急蒲田駅から大鳥居駅までの延長約 2.1km(事業区間約 1.3km)の区間を連続的に立体交差化する「京急蒲田駅付近連続立体交差事業」である。この立体交差化により環状8号線、第一京浜など計28箇所の踏切道が解消される。

本事業では、用地買収による工期の遅れを防ぐため「直接高架工法」を約半分の区間で採用している。東急建設共同企業体は事業区間約 6.0km のうち第2工区である工事延長 893.5m を担当し、工区内の全てにおいて直接高架工法で施工を行なっている。全体事業の概要を図-1に、第2工区工事概要を表-1に示す。

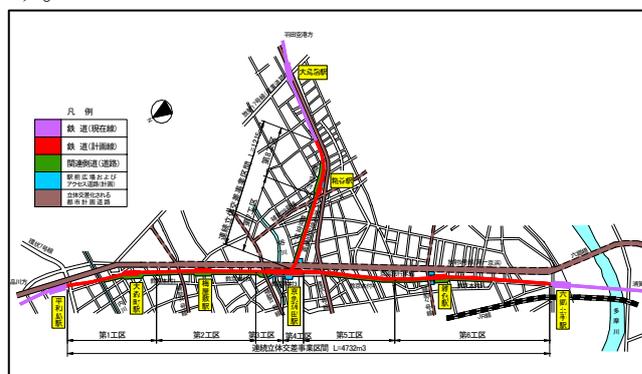


図-1 事業全体の概要

表-1 第2工区工事概要

工 事 件 名	京急蒲田駅付近連続立体交差事業 第2工区
工 事 場 所	京浜急行電鉄本線 6k820m500~7k714m000
発 注 者	京浜急行電鉄㈱
工 期	平成 14 年 1 月~平成 27 年 3 月
工 事 内 容	工事延長:893.5m 工法:直接高架工法 基礎杭築造数:162本 高架橋構築数:26 踏切撤去数:5箇所

### 3. 高架橋構築の施工手順

第2工区における高架橋の構築では、基礎杭の施工を行う「杭施工用高架施工機」(以下、杭施工機という)と柱や梁などの部材の架設を行う「柱梁架設用高架施工機」(以下、柱梁架設施工機という)の2基の「直接高架施工機」(図-2)を使用している。基礎杭工事では基礎杭の施工位置まで「杭施工機」を移動させ、作業床上に装備されたクレーンを使用して掘削機を設置し基礎杭の掘削を行う。その後、クレーンを使用して鉄筋籠の建込み作業を行い、コンクリートを打設し基礎杭の築造を行う。

「柱梁架設施工機」は、「モーターカー及び軌陸式重量物運搬台車で運搬された柱・梁・スラブなどを、装備されたクレーンを使用し建込みおよび組立を行い、ラーメン高架橋を構築する。高架橋構築の施工フローを図-3に示す。



図-2 直接高架施工機による施工イメージ図

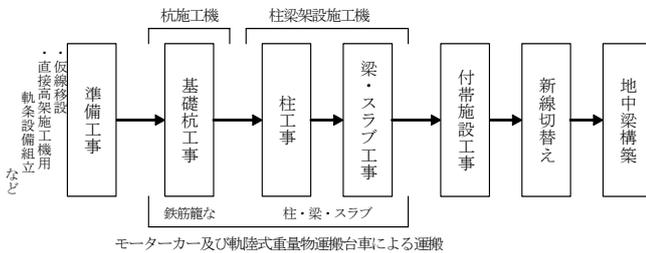


図-3 高架橋構築の施工フロー

## 4. 直接高架施工機の概要

### 4-1. 杭施工機

高架橋の基礎杭を施工するにあたり、掘削機の移動及び基礎杭用の鉄筋籠建込み作業を行うクレーンを

装備し、基礎杭施工の作業床を設けた「杭施工機」である(写真-1)。表-2に杭施工機の仕様を示す。



写真-1 杭施工機導入状況

表-2 杭施工機の仕様

クレーン	クレーン能力	25t × 10m
	最大揚程	25m
	最大作業半径	22m
	ブーム長さ	10.6m~25.0m
架台	作業床寸法	長さ21m 幅10.55m~13.2m
	ジャッキアップ量	500mm
	走行速度	13.4m/30min
	作業床搭載	掘削機25t 鉄筋籠2.5t×5本
	質量	190t(積載物含まず)

### 4-2. 柱梁架設施工機

工場で製作されたプレキャスト部材の柱や梁を装備されたクレーンにて建込み及び組立を行う「柱梁架設施工機」である(写真-2)。表-3に柱梁架設施工機の仕様を示す。



写真-2 柱梁架設施工機導入状況

表－3 柱梁架設施工機の仕様

クレーン	クレーン能力	30t × 8m
	最大揚程	25m
	最大作業半径	22m
	ブーム長さ	10.6m～25.0m
架 台	作業床寸法	長さ 19.5m 幅 10.55m～13.2m
	ジャッキアップ量	500mm
	走行速度	13.4m/30min
	質 量	205t(積載物含まず)

## 5. 軌陸式重量物運搬台車の概要

軌陸式重量物運搬台車(写真－3)は、作業ヤードから容易に軌道内へ入線出来る台車であり、従来のモーターカーによる部材の運搬に比べ、運行経路の短縮、運行経路上での保線作業等の問題解消が可能である。また、作業ヤード内(軌道外)で事前に部材の積み込み作業が行えるため、き電停止を待たずに部材の積み込みができ、線路閉鎖直後に軌道内運搬が開始できる。

構造としては、自走式軌道走行台車の前後に、地上走行用車輪切替ユニットが取り付けられ油圧シリンダの操作により、地上走行用車輪が張出し・格納する構造となっている。



写真－3 軌陸式重量物運搬台車

### 5－1. 軌陸式重量物運搬台車の特長

軌陸式重量物運搬台車の特長を以下に、仕様を表－4に示す。

- ・レールに対して直角方向に走行できるため、回転や切返しを必要とせず、省スペースでの入線が可能
- ・軌道短絡防止のため、軌道走行車輪に絶縁車輪を使用

- ・地上走行車輪に絶縁と、軌道防護を目的としたゴム製のソリッドタイヤを使用
- ・動力源は、発電機と商用電源の2種類から供給可能
- ・緊急時の対策として台車の前後に連結装置を装備し、故障時の他車両による牽引が可能
- ・荷台スライド機構により、直上の架線の影響を受けずに荷取りが可能

表－4 軌陸式重量物運搬台車の仕様(内は荷台スライド型)

最大積載量	25t (20t)
台車自重	14.3t (17.8t)
台車長	7,460 mm (7,230 mm)
台車幅	2,730 mm
台車高さ	2,600 mm (2,640 mm)
軌道走行速度	0.9km/h～1.8km/h
地上走行速度	0.08km/h～0.4km/h
電 源	200V 10Kw

## 6. PCa柱建起し装置の概要

### 6－1. PCa 柱建起し装置開発の経緯

高架橋工事のPCa柱架設作業に限らず、建築工事の鉄骨柱架設などにおいても、通常柱部材は作業ヤードに水平仮置され、建方に補助クレーンを用いる相吊り方式が主流であり、クレーン設置のスペースの問題やクレーン間の合図やバランス保持に注意が必要であるなどの問題がある。これらの問題を解決する手段として当社では以前より、補助クレーンを必要とせず省スペースで鉄骨柱の建起しが可能な「鉄骨建起し装置」<sup>3)</sup>の開発を行っており、建築現場における鉄骨部材の建起し作業に使用している(写真－4)。今回のPCa柱建起し作業においても同様に、限られたスペースで効率よく作業を行うことの出来る装置の開発が求められ、これまでの鉄骨建起し装置の技術を応用し、さらに以下の特殊条件を考慮し開発を行った(写真－5)。

- ・建起し時、PCa柱下端部のジョイント鉄筋に荷重がかからない構造とする
- ・近隣に密接した場所での夜間作業となるため、建起し時の衝撃を極力低減できる構造とする

・直接高架施工機上の狭隘なスペースに設置するため、走行フレームの走行速度、走行範囲の制限ができる構造とする



写真-4 鉄骨建起し装置



写真-5 PCa 柱建起し装置

### 6-2. PCa 柱建起し装置の構造

本装置は回転架台、走行フレーム、走行レールユニットの 3 つの主要構造部により構成される。図-4に全体図、表-5に仕様、図-5に建起しイメージ図を示す。

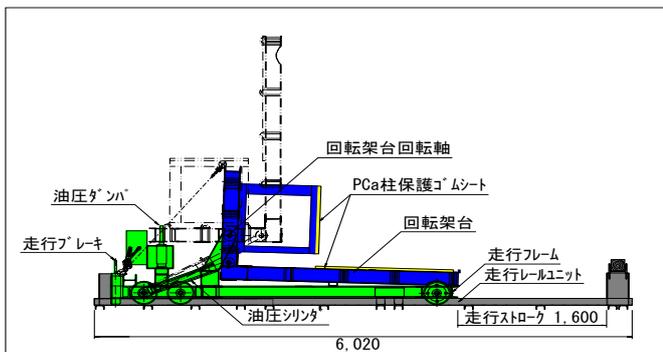


図-4 PCa 柱建起し装置全体図

表-5 PCa 柱建起し装置の仕様

定格荷重	25 ton
本体寸法(走行レールユニット含)	L 6,020mm × W 2,000mm × H 1,900mm
本体質量	2950 kg
回転架台高さ	650mm
建起し時走行	鉄車輪 6輪滑走追従方式(速度調整ブレーキ付)
回転架台復帰機構	油圧ガンパ(自重復帰方式)

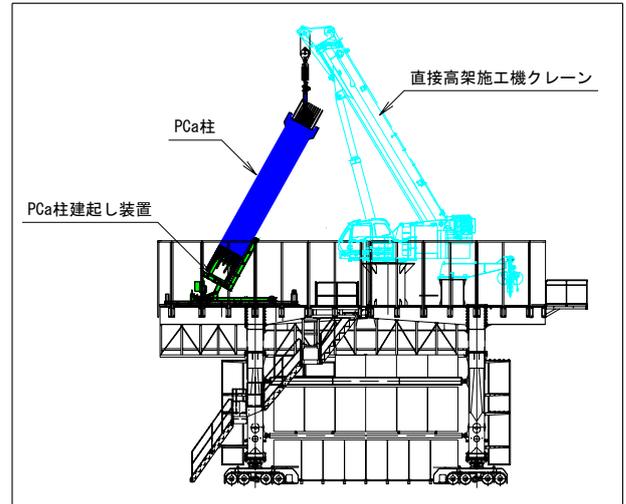


図-5 PCa 柱建起しイメージ図

#### 1) 回転架台

PCa 柱下端部を支持し、建起し終了直後には全垂直荷重が作用する構造上重要な部位である。今回、走行フレーム回転軸受けを偏心させ、回転架台回転軸を変更することにより建起し終了直前の鉛直落下衝撃を大幅に軽減した(図-6)。

建起し作業終了後の回転架台リセットは、回転架台の自重を利用することにより、油圧回路のバルブ開閉のみでリセットが可能な無動力方式とした。

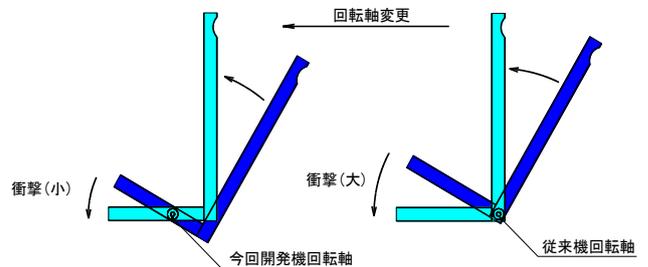


図-6 回転軸位置変更

#### 2) 走行フレーム

PCa 柱建起し時に PCa 柱の荷重を受けながら直線滑走する機構である。滑走時の速度を制限するため走

行ブレーキを装備した。また、回転架台の回転軸変更と合せ、油圧ダンパを設置することにより(図-3)建起し終了直前の鉛直方向の衝撃をほぼ皆無にすることが可能となっている。

### 3) 走行レールユニット

今回、直接高架施工機上での狭隘なスペースでの建起し作業となるため走行レールユニットを装備し、走行範囲と走行速度の制限を可能とした。また本体の浮上がりによる脱線を防止するため、浮上がり防止装置を装備した。

### 6-3. PCa 柱建起し順序

本装置を用いた作業フローを図-7に示す。

- 1) 仮置き架台上に置かれた PCa 柱に建起し装置を移動させセットする。
- 2) PCa 柱下部を治具にて固定し、上端部へ吊り治具を取り付ける。
- 3) PCa 柱上端部をクレーンにて吊上げる。
- 4) クレーンにて PCa 柱を吊上げることで、本装置が吊り芯方向へ移動する、回転架台は吊り芯方向へ移動しながら回転し PCa 柱が直立するまで追従し建起し完了となる。

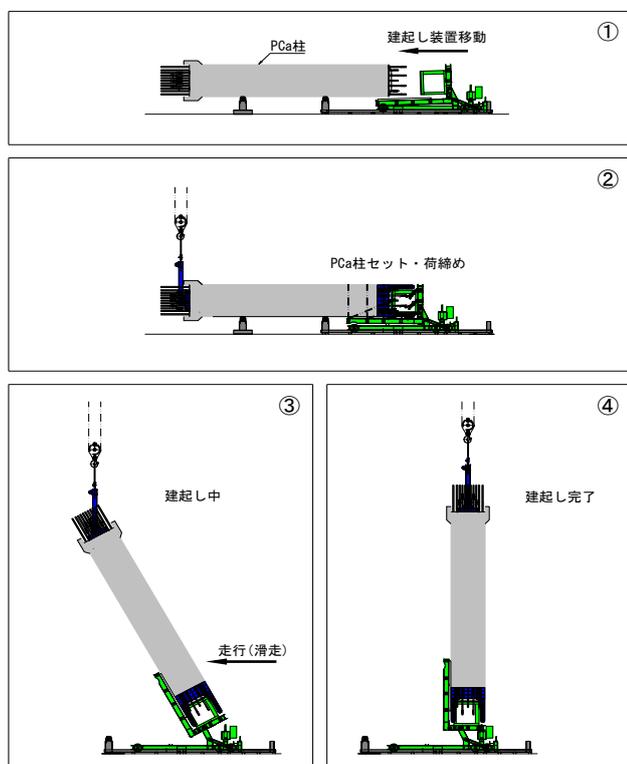


図-7 作業フロー

## 7. 現場導入事例と効果

### 7-1. 直接高架施工機

〔京急蒲田駅付近連続立体交差化事業〕第2工区において、用地の取得を最小限にとどめることによる事業期間の短縮と、周辺環境への配慮を目的とし直接高架工法を採用している。

本工事では、基礎杭の施工を行う「杭施工機」と、柱・梁の架設を行う「柱梁架設施工機」の2基の「直接高架施工機」を使用することにより、以下の効果を確認している。

- ・営業線を跨ぐ形で作業床を設置し、作業を行うことにより、線路敷地内での高架化工事が可能となった
- ・基礎杭の施工においては、営業線に影響を与えることなく昼間での作業が一部可能となった
- ・「直接高架施工機」に搭載のクレーンに電動モータを採用することで騒音が抑制できた



写真-6 基礎杭施工状況



写真-7 PCa 柱架設状況



写真-8 PCa 部材架設箇所

### 7-2. 軌陸式重量物運搬台車

軌陸式重量物運搬台車を使用し、部材の運搬を行うことにより、以下の効果を確認している。

- ・き電停止を待たずに部材の積込み、架設箇所への運搬が可能となった
- ・運搬距離、運搬時間の短縮による架設作業時間の拡大が可能となった
- ・モーターカーによる運搬に比べ、保線作業や他工区での作業の影響を受けず、計画的な運搬が可能となった



写真-9 軌道内搬入状況



写真-10 軌道内運搬状況

### 7-3. PCa 柱建起し装置

PCa 柱建起し装置を使用し、柱部材の建起しを行うことにより、以下の効果を確認している。

- ・相番機、補助クレーンを必要とせず、PCa 柱の建起しが可能となった

・「柱梁架設施工機」上に設置することにより、き電停止を待たずに建起し作業ができ、架設作業時間の拡大が可能になった

・「柱梁架設施工機」上での建起し作業であり、クレーンオペレータが直接目視しながらの作業であるため、作業性が大幅に改善された



写真-11 PCa 柱建起し状況

## 8. おわりに

〔京急蒲田駅付近連続立体交差化業〕第2工区において、平成16年度の「直接高架施工機」の導入に始まり、「軌陸式重量物運搬台車」「PCa 柱建起し装置」の導入を行うことにより、作業時間の大幅な拡大と施工の生産性向上による工期短縮に効果があることを確認した。得られた知見などを今後に活かし、更なる効率の向上、安全性の向上に貢献する機械へと発展をさせていく所存である。

最後に本装置の開発・製作・導入にあたり、ご協力いただいた京浜急行電鉄㈱の関係各位に心から感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 井藤幹雄, 荻原克巳, 平井幸雄: 鉄道営業線上に高架橋を構築する移動式直接高架施工機, 平成16年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集, pp.219-222, 2004
- 2) 中村聡, 荻原克巳, 安藤喜敏: 軌陸式重量物運搬台車の開発と鉄道営業線高架化工事への適用, 平成18年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集, pp.107-110, 2006
- 3) 西尾仁, 福地良介: 鉄骨柱建起し装置の開発, 建設機械, pp.46-52, 1998-11