

21. 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

東急建設㈱ ○中村 聡、荻原 克巳、安藤 喜敏

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複々線化や立体交差化工事は、既設路線の安全性を確保することはもちろん、多くの時間的・空間的制約のもとで行なわれる。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。東急建設㈱、㈱奥村組、㈱森本組の3社共同企業体が担当する京浜急行電鉄㈱発注の京急蒲田駅付近連続立体交差事業第2工区においても敷地の制約等があるため、仮線用地を使用せずに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「移動式直接高架施工機」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。今回、更に工期短縮と安全性向上を目指し、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月から柱や梁などの部材の運搬に適用している。本稿では、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軌陸式重量物運搬台車の開発と導入効果について報告する。

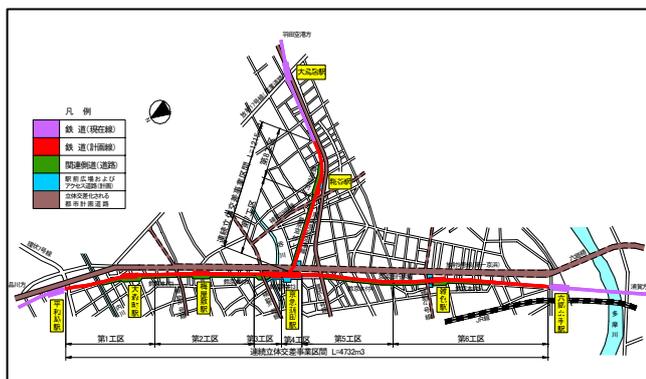


図-1 事業全体の概要

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㈱、㈱奥村組、㈱森本組の3社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。

表-1 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「杭施工機」と柱や梁などの部材の架設を行う「桁架設施工機」の2機の「移動式直接高架施工機」(図-2)を使用している¹⁾。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。

「桁架設施工機」は、モーターカーや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 移動式直接高架施工機施工イメージ図

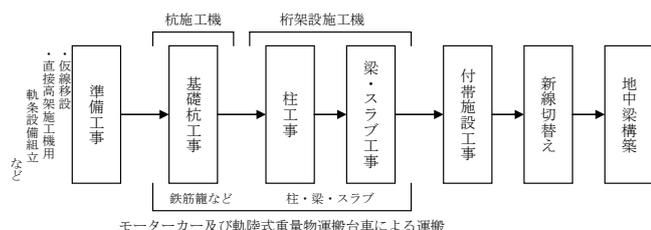


図-3 高架橋構築の施工フロー

4. 軌陸式重量物運搬台車開発の経緯

「移動式直接高架施工機」を用いた「直接高架工法」を採用することにより用地買収の縮小が可能になる反面、広い作業用地を確保することが困難になる。そのため、柱や梁、スラブなどの部材を施工箇所まで運搬する場合、工事区間から約7km離れたモーターカー基地からモーターカーによって運搬することになり、運搬に時間を要してしまうことや、運搬経路上での他工事や保線作業により作業状況に応じた運搬が容易に

できないなどの問題が生じた。また、工区内に作業用地を確保できたとしてもクレーンを使用して軌道内に部材を搬入する際、き電停止後に作業を開始するため実作業時間が短くなるなどの問題も想定された。

これらの問題を解決する手段として重量物を積載した状態で地上を走行し、軌陸切替え機能により軌道内に重量物を搬入・運搬可能な「軌陸式重量物運搬台車」を開発することとなった。

当社では以前より「重量物運搬台車」など、現場等における重量物運搬装置の開発を行っており、鉄道高架橋工事での鉄骨部材の陸上運搬やコンクリート部材の運搬(写真-1)などの実績がある。今回の「軌陸式重量物運搬台車」の開発には、これまでの重量物運搬装置の技術を応用し、軌道走行や軌陸切替えなどの新しい機能を付加している。



写真-1 重量物運搬台車による運搬

5. 軌陸式重量物運搬台車の概要

5.1 構造

軌陸式重量物運搬台車(図-4)は、自走式軌道走行台車の前後に、地上走行用車輪と軌陸切替え用油圧シリンダが組込まれた地上走行ユニットが取付けられている構造になっている。通常の軌陸車輛は軌道走行用車輪が上下動することにより軌陸の切替えが行なわれるが、軌陸式重量物運搬台車では地上走行用車輪が上下動することにより軌陸の切替えを行なう構造になっている。電源は内蔵されている超低騒音型発電機から供給される。



図-4 軌陸式重量物運搬台車

5.2 仕様

軌陸式重量物運搬台車の仕様を表-2に示す。運転はペンダントスイッチによる操作で行なうため運転席などは無く、操作者は運搬台車と共に歩いて移動する。地上走行は作業ヤード内のみでの移動となるため移動距離も短く、走行速度よりも安定性を重視するため地上走行速度を低速に設定し、最大 0.4km/h とした。また、軌道走行速度は操作者が道床を歩いて移動できる速度に合わせ、最大 1.8km/h とした。地上走行時における方向転換は左右タイヤの回転速度や方向を変化させて行い、狭いスペースでも方向転換が可能な構造としている。

表-2 軌陸式重量物運搬台車の仕様

最大積載量	25t
台車自重	14.3t(整備質量)
台車長	7,460 mm(荷台長さ 5,490 mm)
台車幅	2,730 mm(荷台幅 2,600 mm)
台車高さ	2,600 mm(手摺高さ 1,100 mm含む)
軌道走行速度	0.9km/h~1.8km/h(3段階切替え)
地上走行速度	0.08km/h~0.4km/h(3段階切替え)
電源	200V 10Kw, 100V 3Kw(照明用)

鉄道営業線内を走行するため軌道走行用車輪は絶縁車輪とし、レールを横断する形で走行する地上走行用車輪は絶縁とレールの保護を目的としてゴム製のソリッドタイヤを使用している。また、緊急時の対策として台車の前後に連結器と連結棒を配置し、故障した際には他の車輛で牽引が可能な構造になっている。電源についても発電機と商用電源の2種類から供給可能な機能を備え、搭載した発電機が故障した際にも分電盤

などから電源を供給し駆動が可能である。

5.3 運搬手順

軌陸式重量物運搬台車による運搬作業では、昼間に運搬する部材をクレーンで荷台に積み込み、夜間線路閉鎖後に地上走行を行い軌道内に入線する(写真-2)。入線する際は、軌陸式重量物運搬台車の特長であるレールに対して直交方向に地上走行する機能を使用して、回転や切返しをせずに省スペースに入線できるため狭隘な場所でも長尺物の搬入が可能になっている。軌道内入線後は軌陸切替用油圧シリンダを縮め、軌道走行用車輪をレールにセットし、地上走行用車輪を地面から離れた状態で軌道走行を行う。基礎杭の築造や高架橋の構築を行っている直接高架施工機まで部材を運搬し、クレーンで部材をおろす(写真-3)。荷おろし後、軌道内入線箇所まで移動し、地上走行車輪を張出して軌道外まで移動する。

6. 軌陸式重量物運搬台車の導入効果

6.1 運搬作業の効率化による工期短縮

鉄道営業線工事では、き電線やトロリー線などの鉄道施設に接近する恐れのある揚重作業などを行う場合、き電停止後に作業を開始しなければならないが、軌陸式重量物運搬台車によって揚重作業を必要としない軌道内搬入が可能になり、停電を待たずして線路閉鎖後に運搬作業を開始することができる。京急蒲田駅付近連続立体交差事業第2工区では、モーターカー運搬による往復時間が線路閉鎖時間内に行なわれるため、夜間作業での作業時間が拡大され、運搬作業の効率化が図られている。また、他工区の工事や保線作業によってモーターカーによる運搬ができない場合や、作業状況に応じて運搬することにより効率化が図られている。

6.2 運搬に係わる環境負荷低減

軌陸式重量物運搬台車の導入による環境負荷低減について検討するため、部材を運搬する際に消費する燃料をモーターカーと軌陸式重量物運搬台車について京急蒲田駅付近連続立体交差事業第2工区の条件下で比較する。検討に際し、比較するモーターカーのエンジンの最大出力を 290ps とし、燃料消費量を最大出力 290ps のディーゼルエンジンに相当する 12.5ℓ/h と



写真-2 地上走行による軌道内搬入

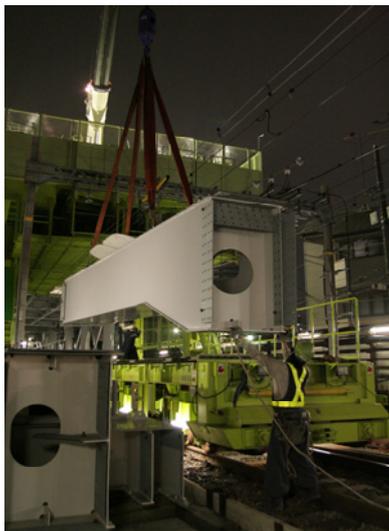


写真-3 直接高架施工機による荷おろし

した。また、軌陸式重量物運搬台車の燃料消費量は搭載した発電機(デンヨーDCA-13SPK)の75%負荷時燃料消費量である9.2ℓ/hとした。運搬距離(片道)はモーターカーが7km、軌陸式重量物運搬台車が600mであるが、走行速度が異なるため運搬所要時間はモーターカー、軌陸式重量物運搬台車ともに片道で30分とした。表-3にモーターカーと軌陸式重量物運搬台車の燃料消費量を比較したものを示す。表-3の結果からモーターカーに比べ軌陸式重量物運搬台車が片道の運搬1回につき軽油1.7ℓ、往復の運搬1回につき軽油3.3ℓの燃料消費量を低減することがわかる。

表-3 燃料消費量による比較

運搬機械	時間あたりの燃料消費量(ℓ/h)	運搬距離(km)	運搬所要時間(分)	運搬1回(片道)の燃料消費量(ℓ)
モーターカー	12.5	7.0	30	6.3
軌陸式重量物運搬台車	9.2	0.6	30	4.6

次に、周辺環境影響低減効果について比較するため、部材を運搬する際に発生する騒音について検討を行った。表-4にモーターカーと軌陸式重量物運搬台車を使用して部材を運搬した際に測定した騒音測定結果を示す。騒音測定はアイドリング時と軌道走行時の2つの条件で行った。

表-4よりアイドリング時ではモーターカー、軌陸式重量物運搬台車ともにほぼ同じレベルの騒音であるのに対し、軌道走行時における騒音はモーターカーよりも軌陸式運搬台車が5dB低い。騒音レベルが5dB増加すると音の強さは約3倍に増えるとされている。²⁾

表-4 運搬時の騒音測定結果

	アイドリング時	軌道走行時
モーターカー	75.3 dB	80.9 dB
軌陸式重量物運搬台車	75.7 dB	75.9 dB

5. おわりに

平成18年3月から京急蒲田駅付近連続立体交差事業第2工区に軌陸式重量物運搬台車を導入し作業時間の大幅な増大により、現場の生産性向上、工期短縮、環境負荷低減などに効果があることを確認することができた。得られた知見などを基に軌陸式重量物運搬台車の更なる改良を行い、多種多様な工事において生産性の向上や効率化を行える機械として成長させていきたいと考えている。また、当事業の運搬以外の工種でも様々な工夫を行い、今後も工事の効率化や安全性向上を目指していく所存である。

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) 五十嵐隆重: 自然災害・公害対策技術シリーズ No.1 騒音・振動, 白亜書房, pp20-28, 204