

鉄道ラーメン高架橋の プレキャスト構築工法について

鈴木隆文¹・古賀誠²・津久井雄史³・十束唯男⁴
須藤英明⁵・白仁田和久⁶・岩瀬祐二⁷

¹正会員 東京急行電鉄株式会社 鉄道事業本部 工務部 第一工事事務所
(〒211-0025 神奈川県川崎市中原区木月1-36-18)

²東京急行電鉄株式会社 鉄道事業本部 工務部 第一工事事務所
(〒211-0025 神奈川県川崎市中原区木月1-36-18)

³東急建設株式会社 鉄道本部 元住吉作業所 (〒211-0025 神奈川県川崎市中原区木月642)

⁴正会員 東急建設株式会社 鉄道本部 元住吉作業所 (〒211-0025 神奈川県川崎市中原区木月642)

⁵正会員 鹿島建設株式会社 東京土木支店 第一土木統括事務所
(〒107-0052 東京都港区赤坂 5-2-39 円通寺ガデリウスビル 3F)

⁶工修 東急建設株式会社 技術本部 土木エンジニアリング部
(〒150-8340 東京都渋谷区渋谷1-16-14)

⁷川田建設株式会社 東京支店 技術部 (〒114-8505 東京都北区滝野川6-3-1)

複々線化や立体交差化により交通網の改善を図る鉄道高架化工事は、既設営業線の安全確保を優先するため、多くの時間的・空間的制約のもとで行わなければならない。「鉄道ラーメン高架橋のプレキャスト構築工法」は、このような条件の下で、工場製作したプレキャスト部材を施工箇所へ搬入し組立て、接合部のコンクリートを打設して鉄道ラーメン高架橋を構築する工法で、合理的で施工性に優れた工法である。本論文では、営業線直上へRCラーメン高架橋を建設する際に本工法を採用した事例を紹介する。

キーワード:鉄道高架化, 営業線直上, プレキャスト部材, 合理化施工, 省力化施工, 品質向上

1. はじめに

東急東横線は、渋谷と元町・中華街を結ぶ主要な路線であり、1日当たりの乗降客数は、約107万人である(図-1)。現在、東横線の抜本的な混雑緩和策として東横線の複々線化事業を実施している。この事業の内、武蔵小杉駅～日吉駅間の線増工事区間は、営業線の大部分が密集した住宅地に挟まれており、用地確保が困難であるため、営業線直上にラーメン高架橋を構築し、地上と高架の上下2層構造の複々線化とすることとした。この高架橋を従来の場所打ち工法で施工した場合、夜間作業の長期化、型枠支保工組立・解体時の騒音振動等の近隣周辺への環境対策が課題となった。そこで、①騒音振動の低減、②工期短縮による夜間作業の軽減、③狭隘な施工用地への対応を目的として、営業線直上での躯体構築では国内初となるハーフプレキャスト部材(以下、

HPCa部材)を用いたプレキャスト構築工法¹⁾²⁾(以下、HPCa工法)を採用した。工場製作のHPCa部材を用いることにより、高品質かつ周辺環境に配慮した施工が可能となった。



図-1 工事位置図

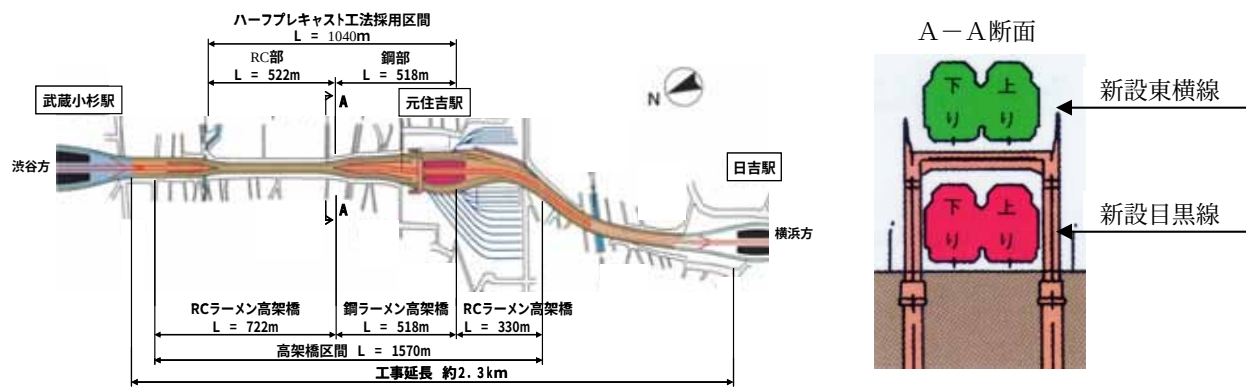


図-2 工事計画図

本論文では、HPCa工法の概要を紹介すると共に、本工法を適用した東急東横線線増工事のうち、柱間隔が広くHPCa部材重量が重い最も施工条件の厳しい特殊部での施工概要を紹介する。なお、一般部での施工概要については、別途文献を参照されたい^{3) 4) 5)}。

2. 工事概要

主な工事内容は以下のとおりである。①武蔵小杉駅～元住吉駅間は既設営業線の直上にラーメン高架橋を構築し上下2層構造とする。②元住吉駅前踏切において本線を高架化し、遮断時間の改善を図る。③現在の元住吉駅は急行待避機能を有する地上2面4線の島式ホームであるが、高架後は現在位置から踏切を隔てて隣接する車庫部上空へ移設し、2面6線の島式ホームとする。

工事延長は摺付区間および補強盛土（RRR）区間を含む約2.3kmで、高架橋区間は約1.6kmである。この内、HPCa工法採用区間は約1kmであり、RCラーメン高架橋が延長522m、鋼ラーメン高架橋が延長518mである（図-2）。

3. 工法概要

(1) 本工法の概要

本工法は、工場製作されたプレキャスト部材を現場へ搬入し、組立て、柱梁接合部と上床版に場所打ちコンクリートを打設し、ラーメン高架橋を構築する工法である。一般的な施工順序を図-3に示す。

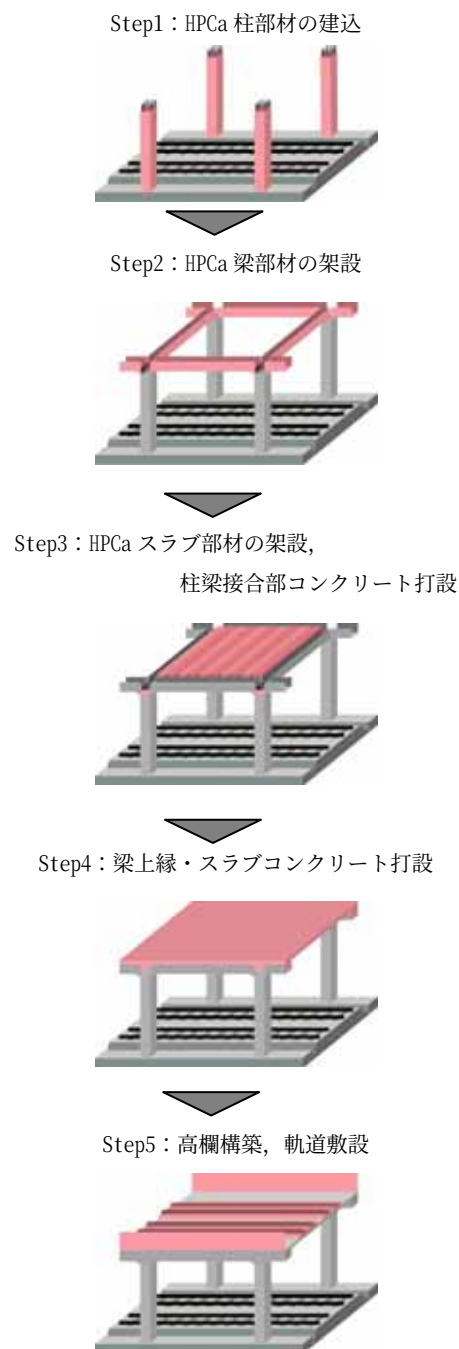


図-3 施工順序

(2)本工法の特長

①型枠・支保工機能を有するプレキャスト部材を用いるため、現場での型枠・支保工の組立解体作業が省力化できると共に、これらの作業に伴う騒音も低減できる。結果として、工期短縮、周辺環境に配慮した施工が可能となる。

②現場の施工条件により、フルプレキャスト部材、または、場所打ちコンクリートを併用するハーフプレキャスト部材の選択が可能である。

③部材を工場製作するため安定した品質が確保できる。



写真-1 端横梁部材

4. 設計・HPCa部材概要

(1)設計概要

HPCa工法でラーメン高架橋を構築する場合、HPCa部材を架設し、順次場所打ちコンクリートと一体化を図るため、各施工段階で構造系、荷重および断面の構成が変化する。そこで、設計・施工指針¹⁾に準じて、各施工段階毎および完成系における照査をおこない、通常の固定式支保工で構築するラーメン高架橋と遜色がないことを確認した。

また、RCラーメン高架橋は当初設計において横梁間にスラブを支持する中間横小梁が配置されていたが、中間横小梁をプレキャスト化した場合、縦梁との接続方法および仮支持構造を設けることが困難なことから中間横小梁を廃し、スラブ厚を増すことで全体の剛性を確保した。このスラブ厚の増加は、高架橋上の列車走行時における転動音の軽減が期待できることから、高架橋供用後の周辺近隣環境へも配慮した設計となっている。

なお、中間横小梁の省略とスラブ厚の増加の相殺により、高架橋全体の死荷重の増減が殆どないことから、耐震性能上も問題とならないことを確認した。



写真-2 中間横梁部材



写真-3 縦梁部材

(2)断面形状

HPCa部材の断面形状は、運搬および揚重条件を満足する範囲で、場所打ちコンクリート量を少なく出来るように横梁部材はU型断面、縦梁部材は矩形断面、スラブ部材はスラブを1径間内で線路方向に5分割した上で突起を設けたW型断面とした。ただし、縦梁部材端には、機械式継手作業用スペースとして、切欠きを設けた。写真-1～4に各部材形状を示す。



写真-4 スラブ部材

(3)鋼材配置

HPCa部材には、設計通りの下側鉄筋および帯筋を配置すると共に、施工時の荷重に抵抗できるプレス

トレスを導入する為、PC鋼線を配置した。

ここで、スラブ部材は線路方向に分割されているが、隣り合う版との連続性を確保できるように線路方向鉄筋には、ループ式継手を採用した。

また、部材の架設に際して、部材に配置されている鉄筋同士が交錯する箇所については、一方の部材の鉄筋を部材端にて機械式継手とし、架設終了後に接続することとした。

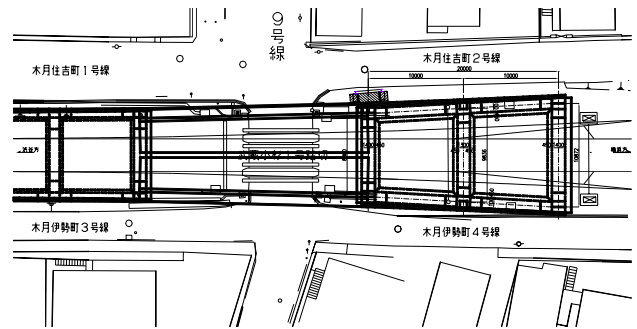


図-4 元住吉1号高架橋位置図

5. 施工概要

(1) 施工順序

HPCa工法採用区間の線形は武蔵小杉1号踏切より終点方の元住吉1号高架橋部を除きほぼ直線となっており、両側には側道を有する。この章では、分岐器部直上に位置し、架設条件の最も厳しい元住吉1号高架橋の施工について述べることにし、図-4に高架橋位置図を、図-5に元住吉1号高架橋の施工順序を示す。

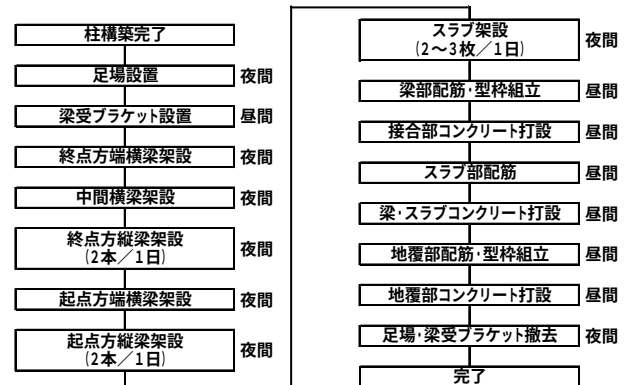


図-5 元住吉1号高架橋施工順序

(2) クレーン選定および車両配置

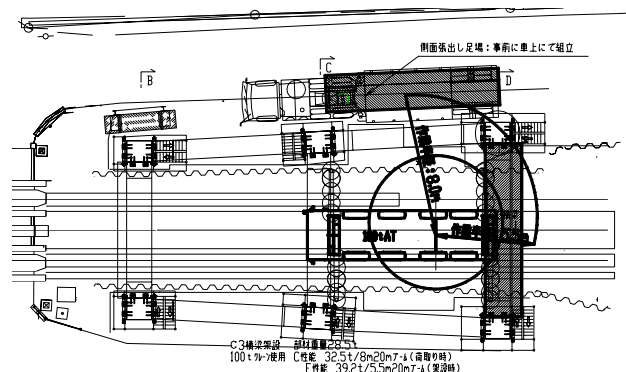
元住吉1号高架橋のHPCa部材重量は、梁部材が17.5t~28.5t、スラブ部材が8.6t~9.5tとスラブ部材に比べ梁部材の重量が重いこと、また、架設該当箇所の側道の幅が約4mと狭いこと等を考慮し、梁部材の架設は軌道内に配置した100tクレーンにより、スラブ部材の架設は側道に配置した50tクレーンにより行うこととした。部材重量が最大である終点方横梁仮設時の車両配置図を図-6に示す。

軌道内からの架設時には、クレーンの旋回に際しトロリー線が支障するため、上下線ともそれぞれ1.5m外側に移動した。また、梁部材吊上げ時のアウトリガー部足元養生は、施工基面の地耐力の検討を行い安全性を確認した上で、直接、軌道枕木にアウトリガー反力が載荷しないよう、枕木部を切欠いた専用の敷鉄板を製作し、これを設置した。

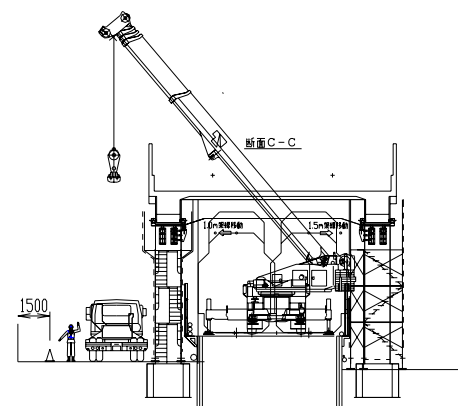
(3) HPCa部材架設計画

HPCa部材の架設は夜間き電停止後に軌道内にクレーンを配置し行いが、当夜の架設に先立ち、梁部材については高架橋外周側に型枠・配筋・コンクリート打設等の作業に必要な作業足場を兼ねた防護柵の設置を行った。このように設備を前もって梁部材に装着しておくことにより、設備設置の為の夜間作業の低減が図れる。

HPCa梁部材の架設順序は、横梁下縁側軸方向鉄筋が縦梁下縁側軸方向鉄筋より鉛直方向下側に位置す



平面図



断面図

図-6 車両配置図

るため、横梁部材の架設を先行することとした。

(4)型枠・配筋・コンクリート打設作業計画

HPCa部材の架設後は、HPCaスラブ部材が営業線に対する防護工を兼ねるため、型枠・配筋・コンクリート打設といった作業は、昼間におこなうこととした。各作業にあたっては、HPCa部材の落下防止対策、コンクリートノロの飛散養生対策に万全を期して行

った。

柱梁接合部には、接合部の確実な一体化を図るため、収縮低減材を混和したコンクリートを用いた。

(5)施工状況

写真-5～13に施工状況を示す。



写真-5 柱施工完了



写真-6 梁架設状況



写真-7 梁架設完了



写真-8 施工完了



写真-9 梁架設完了



写真-10 スラブ架設完了



写真-11 配筋完了



写真-12 コンクリート打設状況



写真-13 施工完了

6. おわりに

本論文では、RCラーメン高架橋にHPCa工法を適用した事例を紹介したが、本工事においては鋼ラーメン高架橋のスラブへもHPCa工法の部分適用をおこなった。鋼ラーメンについては、別途文献を参照されたい⁶⁾⁷⁾。

近年、工事中における近隣住民への環境に対する配慮が特に求められており、今後は近隣住民との共生が最重要課題となる。一方、鉄道営業線近接工事においては、列車の安全運行を確保しながらの施工となるため、必然的に夜間作業が多くなり、夜間の振動騒音が問題となっている。

営業線直上への高架橋構築にハーフプレキャスト工法を適用することは、これらの課題を一度に解消できる工法であり、環境、安全の面からも今後、鉄道改良工事に大きな影響を与えるものと考えられる。しかし、部材製造コストは高いというのが現実で、工法の普及と共にコストの低減が求められる。そこで、コストに関しては、製造費に留まらず、工期短縮による保安費の低減や保線電気作業の省力化を含めたトータルコストの把握が課題であると考えられる。

参考文献

- 1) 財団法人鉄道総合技術研究所：ハーフプレキャスト工法を適用した鉄道ラーメン高架橋の設計・施工指針，H11.3
- 2) 鉄道ACT研究会：PR対象工法一覧，No.15「鉄道ラーメン高架橋のプレキャスト構築工法」，2005.11
- 3) 鈴木隆文・犬塚真一：鉄道営業線直上における鉄道ラーメン高架橋（ハーフプレキャスト工法）の施工について，土木学会第59回年次学術講演会，pp.213～214，H16.9
- 4) 須藤英明・小西哲司・山本隆昭・古賀誠：ハーフプレキャスト工法による鉄道営業線直上高架橋部材の設計製作，土木学会第59回年次学術講演会，pp.319～320，H16.9
- 5) 須藤英明・小西哲司・山本隆昭・古賀誠：ハーフプレキャスト工法による鉄道営業線直上高架橋の施工実績，土木学会第60回年次学術講演会，pp.527～528，H17.9
- 6) 十束唯男・服部尚道・小西哲司・岩瀬祐二・山本隆昭・鈴木隆文：鉄道営業線直上における鋼ラーメン高架橋へのハーフプレキャストスラブの適用，土木学会第59回年次学術講演会，pp.321～322，H16.9
- 7) 十束唯男・服部尚道・小西哲司・岩瀬祐二・山本隆昭・鈴木隆文：鉄道営業線直上における鋼ラーメン高架橋へのハーフプレキャストスラブの適用，土木学会第60回年次学術講演会，pp.589～590，H17.9