

## 鉄道橋合成箱桁におけるRC床版部の部分プレキャスト化工法

大成建設(株) 正会員 ○岩崎 郁夫  
 京浜急行電鉄(株) 吉住 陽行  
 大成建設(株) 熊坂 拓也  
 大成建設(株) 三桶 達夫

### 1. はじめに

本工事は、〔京急蒲田駅付近連続立体交差事業〕のうち、京急蒲田駅部の高架化を行う工事である。高架駅は、RC杭とRC地中梁を基礎とし、その上に2層の鉄骨ラーメン造とこれを接続する桁で構成されている。このうち、都道及び河川を横断して架かる軌道桁は、支間長約40m

の合成箱桁となっている。当初、RC床版は現場打ちコンクリートで計画されていたが、施工箇所が道路、踏切、鉄道、河川直上であるため、仮設吊足場や型枠支保工を要する従来工法での施工は困難であり、安全面・工程面・コスト面で、極めてリスクが高い。

これらの施工面でのリスクを大幅に低減することを目的に、今回、鉄道橋合成箱桁RC床版部の部分プレキャスト（以下、HPCaと略す。）化工法を提案し施工した。

本稿では、その技術的課題に対する検討内容および、本構造の挙動を確認する目的で実施した静的押抜き実験について報告する。

### 2. 工法概要

本構造は、両側張出し部のHPCa版を剛性の高いトラス鉄筋で一体化したもので、これらのHPCa部材をずれ止めを有する鋼箱桁上フランジ部に設置し、その後で現場打ちコンクリートを打設して床版を一体化し、さらに主桁とも合成化するものである（図-1および図-2参照）。鋼箱桁の上フランジが底型枠の役割を担うため、型枠設備や型枠組立時の足場部材が不要となる。また、均一な品質確保が可能な工場製作品を採用することで、RC床版の品質向上が可能となる。

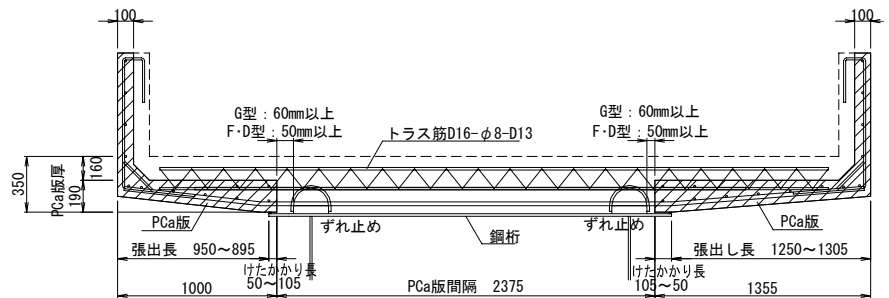


図-1 主桁断面詳細図

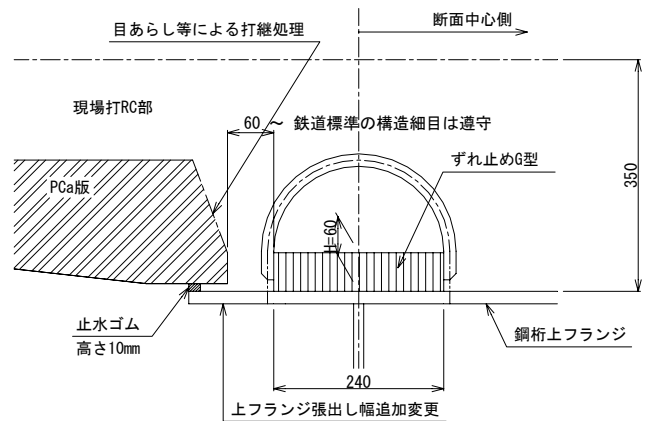


図-2 HPCa 床版詳細図



写真-1 HPCa 版設置状況写真

これまで鉄道橋においては、合成箱桁のRC床版部をHPCa化した事例はない。合成桁の構造上重要と考えられるのが鋼桁とRC床版の一体化に大きく影響するずれ止め及びその付近の構造である。このため、ずれ止めを含む鋼桁部分は全断面現場打ちコンクリートとした。

### 3. HPCa化工法の技術的課題

#### (1) HPCa版と現場打RC部の鉛直打継面の一体化

図-1及び図-2に示すとおり、ずれ止めからHPCa版までが近く、ずれ止めの応力伝達範囲内に鉛直打継面がある形となる。このため、鉛直打継面が一体化され、合成箱桁としての所定の性能を確保できていることを確認することが、重要な課題として考えられた。また、この鉛直打継面が疲労に対して安全性を有していることを確認する必要があった。

#### (2) 橋軸方向HPCa床版継目部の断面欠損部の安全性

橋軸方向のHPCa版の継目部については、HPCa床版下部高さ方向40mmの範囲に厚さ5mmの止水ゴムが取付けられる。また、HPCa版下面と鋼桁設置面に10mmの止水ゴムが取付けられる。このため、継目部では応力が伝達されない構造となり、断面欠損に対して安全性に問題ないことを確認する必要があった。

#### (3) 施工時荷重に対するPCa床版のたわみとコンクリートの漏れ

HPCa版架設時及びコンクリート打設時の床版の垂れ下がりや桁のたわみに伴う目開きの発生とコンクリートの漏れの危険性が懸念された。

### 4. HPCa化工法の技術的課題に対する検討と対策

#### (1) HPCa版と現場打RC部の鉛直打継面の一体化と疲労に対する安全性の確認

打継面は、一体のコンクリートとするために、原則、全面目あらし処理を行なうものとした。横方向の曲げモーメントに対し、打継面が常時全断面圧縮状態にあることが、HPCa版と現場打ちRC部分が一体構造でHPCa部が有効断面とできる要件といえる。

終局限界状態に対する照査において、鉛直打継面で応力状態を検討した結果、一部に最大 $0.21\text{N/mm}^2$ という微小な引張応力が発生するが、ほぼ全断面圧縮状態であり、想定される荷重の範囲内では打継面が開くことはないと考えられる。

また、鉛直打継面の疲労については、コンクリートのせん断とひび割れに関する確認を行なった。この結果、せん断力及び鉛直打継面の主応力度が、コンクリートのせん断耐力の31%及び引張強度の45%とそれぞれある程度余裕があり、疲労に対し安全性が確保できているものとした。

#### (2) 橋軸方向HPCa床版継目部の断面欠損部の安全性確認

今回、主桁橋軸方向の合成前及び合成後の照査において、HPCa版に止水ゴムを取付けた継ぎ目部高さ方向40mmと鋼桁との設置面10mmの計50mmを原設計断面から欠損させた断面で計算を行なったが、終局限界及び使用限界状態の照査において、十分に安全であることが確認できた。

#### (3) 施工時荷重に対するHPCa床版のたわみとコンクリート漏れ防止対策

床版の橋軸直角方向の垂れ下がりについては、HPCa版架設時及びコンクリート打設時の応力・たわみの計算からトラス鉄筋の仕様・径・本数を決定した。また、HPCa版に埋め込んだプレートと鋼桁に工場製作時に取付けておいたスタッドボルトとを接合することで過大なたわみが生じないようにした。

さらに、HPCa版設置後、弾性シール材でコーキングすることでコンクリートの漏れを防止する計画とした。この結果、実施工において、床版の垂れやたわみ、コンクリートの漏れ等大きな問題は見られなかった。

### 5. 実験概要

本工事におけるHPCa床版は多くの利点を有するが、これまで鉄道橋での適用実績はなく、一部に

PCa部材を採用したRC床版と鋼桁との一体化に大きく影響するずれ止めやPCa床版と現場打ちコンクリートとの打継部付近におけるせん断力の伝達に関しては十分な知見が得られていない。そこで、このような挙動を確認する目的で静的押抜き実験を実施した。

今回製作した試験体の概要を図-3に示す。試験体は、各部位の寸法は実物大とし、載荷荷重による偏心作用がないように対称性を有した試験体とした。設計終局限界荷重に対する安全性の確認をするものを2体 (TYPE-I), ずれ止めの破壊レベルまで載荷させるものを1体 (TYPE-II) の計3体を製作した。なお、各試験体のHPCa版の打継面には目あらしを施した。また、設計上、HPCa版と現場打ちコンクリートの打継部付近は死荷重状態で全圧縮状態となるため、各試験体とも荷重載荷前にPC鋼棒の緊張力によって、その状態を再現するようにした。なお、TYPE-II 供試体は、HPCa版部の鉛直方向中央部に50mmの空隙を設けて耐力を下げるようにしている。載荷荷重は終局限界時の水平せん断力とし、表-1に示すサイクルで最終荷重まで載荷・除荷を繰り返した。なお、載荷には5000kN油圧ジャッキを使用した。本実験における計測項目はHPCa版と現場打ちコンクリートの境界面の鉛直方向ずれ・水平方向開き、HPCa版のコンクリートひずみとした。図-4のように、露出したHPCa版両面にそれぞれ鉛直変位計を4箇所、水平変位計を2箇所、コンクリートひずみゲージを6箇所に配置し、計測を実施した。

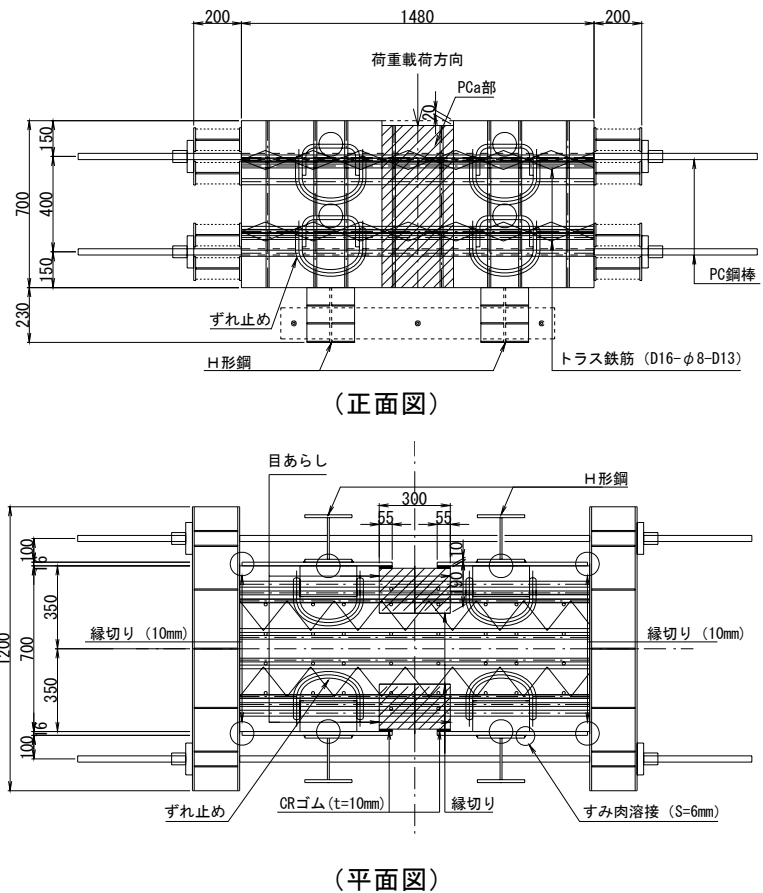


図-3 試験体の概要

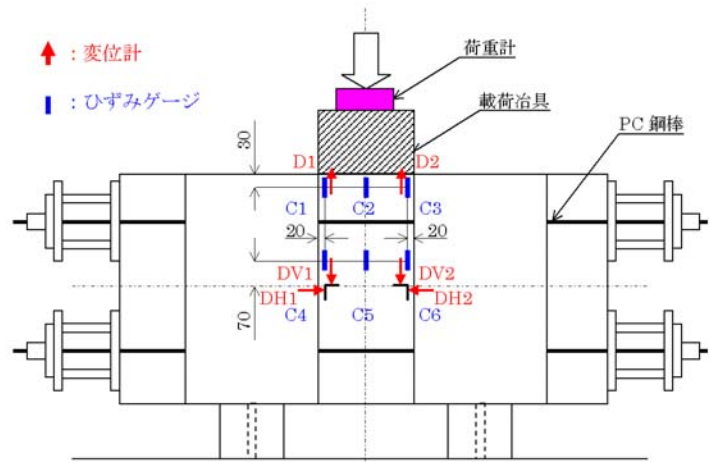


図-4 計測位置

表-1 載荷サイクル

試験体	数量	載荷サイクル
TYPE-I	2体	0kN → (除荷) → 320kN → (除荷) → 960kN → (除荷) → 2400kN → (除荷)
TYPE-II	1体	0kN → (除荷) → 160kN → (除荷) → 480kN → (除荷) → 2520kN → (除荷)

注) 表中のTYPE-I : 320kN, TYPE-II : 160kNはそれぞれ終局限界状態の設計水平せん断力, TYPE-II : 2520kNはずれ止め破壊荷重である。

6. 実験結果

TYPE-I の実験結果を図-5に示す。載荷荷重と鉛直方向ずれ・水平方向開きの関係を示したグラフによると、設計終局限界荷重レベル (320kN) まで載荷させた場合の鉛直方向ずれおよび水平方向開きはほとんどなく、設計終局限界荷重の8倍程度の荷重を載荷させた場合でも、鉛直方向ずれの最大値は0.25mm程度にとどまっていることがわかる。コンクリートひずみは、最大荷重 (2400kN) を仮にHPCa版のみで受けた場合を想定して算定されるひずみ約700 $\mu$ に対して、計測値の平均は約200 $\mu$ 程度であることから、現場打ちコンクリート部と一体となって載荷荷重を分散させていると考えられる。また、ひび割れの発生も認められず、設計終局限界荷重においても十分な安全性を有していることが確認できた。

TYPE-II では、計算上のずれ止めの破壊荷重相当 (2520kN) まで載荷を行ったが、ひびわれの発生は認められなかった。このため、最終的に実験装置の能力上限 (4500kN) まで荷重を上げた。その結果も、耐力が急激に低下するような状態には至らなかった (図-5)。

各供試体は、実橋の配筋を忠実にモデル化しており、HPCa版と現場打ちコンクリート部には、最大D25の鉄筋および、D16のトラス鉄筋が貫通している。また、HPCa版の打継面を目あらししており、これらのことがHPCa版と現場打ちコンクリート部のずれせん断力に対するずれ止めおよび、開き止めの効果に大きく寄与しているものと考えられる。

7. おわりに

本工事は、鉄道橋合成箱桁のRC床版の一部にプレキャスト部材を採用した初の工事となる。今回の各種検討および実験により、本工法が構造的にも安定したものであることが確認できた。本工事における知見や実績が、今後の鉄道橋合成箱桁における床版のプレキャスト化の発展や都市部における鉄道橋合成箱桁の架設工事に対して参考になれば幸いである。施工後の追跡調査結果をフィードバックし、今後の活用につなげるよう努めたい。最後に、計画段階からご指導をいただき、実験を実施していただいた大阪工業大学の松井繁之教授に感謝の意を表します。

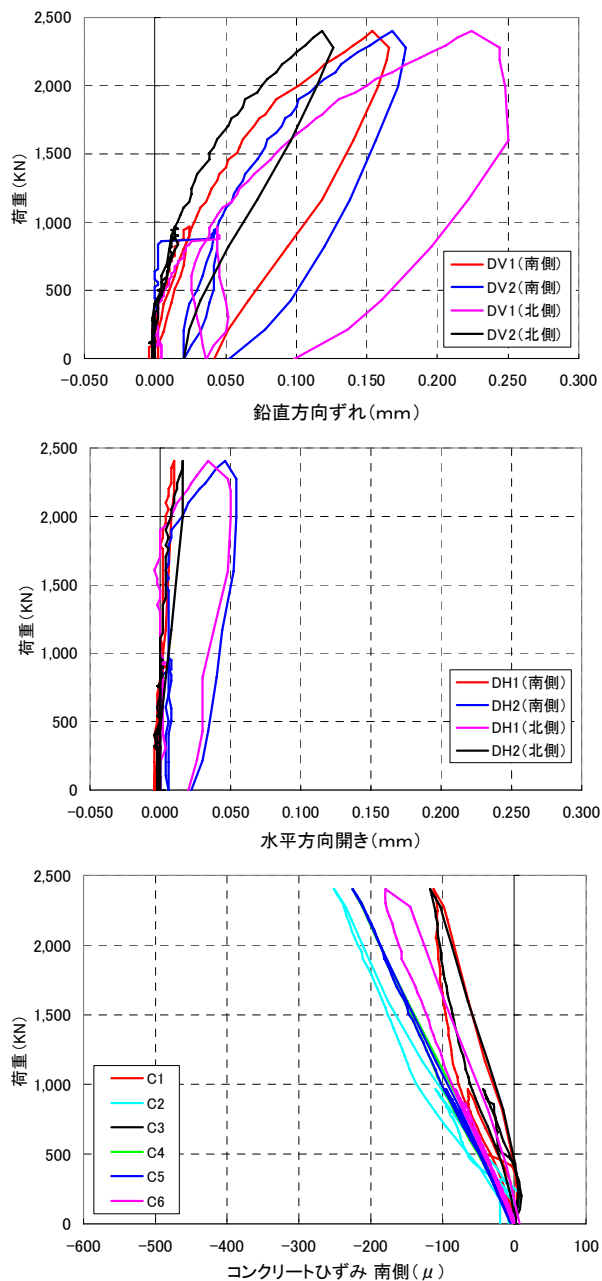


図-5 実験結果 (TYPE-I)

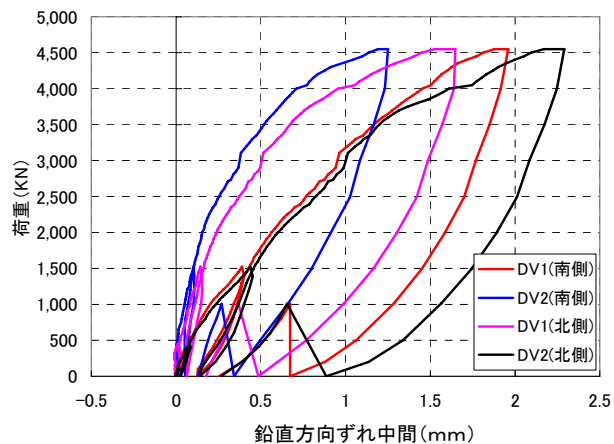


図-6 実験結果 (TYPE-II)