

(21) 鉄道ラーメン高架橋のプレキャスト構築工法の開発(その1)  
 -ハーフプレキャスト部材を用いた合成梁の載荷実験-

東急建設(株)技術研究所	○ 服部 尚道
東急建設(株)技術研究所	宮城 敏明
川田建設(株)工事本部	正会員 得能 達雄
(財)鉄道総合技術研究所	玉井 真一

1. はじめに

過密化する都市空間において交通網の改善を図るため、複々線化や立体交差化による鉄道高架橋の建設が各方面で計画・施工されている。従来、このような工事は、既設路線の安全確保を優先するため時間的・空間的制約のもとで行わなければならない、大規模支保工を必要とした場所打ち工法により施工されていた。このため、作業の効率化・省力化、騒音・振動対策、資材ヤードの確保などが問題となっていた。

筆者らは、これら諸問題を解決するため、経済的で耐震性に優れたラーメン形式の鉄道高架橋を、工場製作したプレキャスト部材を用いて組立て施工する「鉄道ラーメン高架橋のプレキャスト構築工法」の開発を行った。プレキャスト化は柱、梁、スラブを対象としており、各部材は軽量化や支保工の簡略化を図るため型枠支保工機能を有するハーフプレキャスト部材とした。また、ハーフプレキャスト部材は構造部材の一部として機能させるものとし、現場で打設する場所打ちコンクリートと合成し一体となって荷重に抵抗することを目的としている。そこで、場所打ちコンクリートとハーフプレキャスト部材の一体性の確保と合成部材の耐力および変形挙動を確認するため、各合成部材の静的載荷実験を実施した。ここで、ハーフプレキャスト柱を用いた合成柱については、既往の耐震実験<sup>1)</sup>により場所打ち工法とほぼ同等の耐震性能を有することが確認されている。

本論は、本工法の概要を紹介するとともに、ハーフプレキャスト部材を用いた合成梁の一体性と曲げ終局耐力を確認することを目的とした静的載荷実験結果について報告するものである。

2. 本工法の概要

本工法は、あらかじめ工場製作した柱、梁、スラブのハーフプレキャスト部材を現場で架設および接合し、場所打ちコンクリートと一体化してラーメン高架橋を構築するものである。図-1に本工法の施工順序を示す、また、柱、梁、スラブのハーフプレキャスト部材の形状を図-2に示す。本工法では、ハーフプレキャスト部材を構造部材の一部として機能させることを目的としており、すべてのハーフプレキャスト部材と場所打ちコンクリートの打継面に凹凸を設け一体化を図るものとしている。

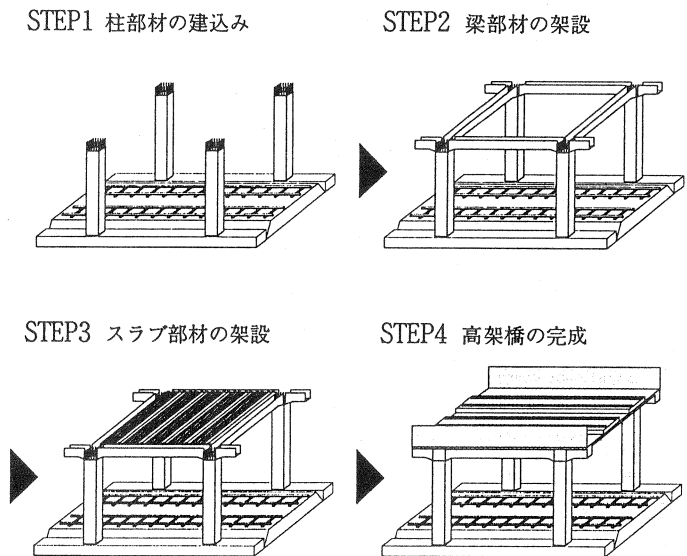


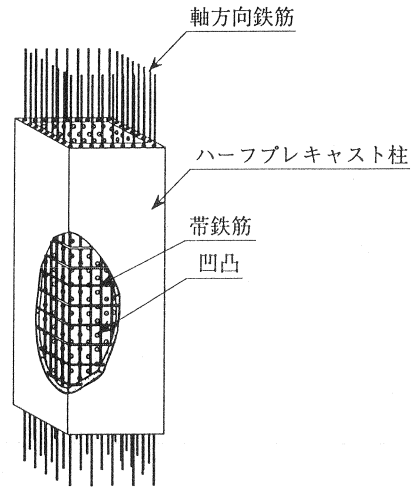
図-1 本工法の施工順序

まず、図-1のSTEP1において、基礎の上にハーフプレキャスト柱部材を架設後、軸方向鉄筋の配置および接合と柱基部における帯鉄筋の配筋を行い、鉄筋のかぶりを確保する根巻きコンクリートと中空部分を充填する中詰めコンクリートを打設する。ここで、図-2(a)に示すように、ハーフプレキャスト柱部材は中空断面形状であり、軸方向鉄筋位置にあらかじめシースが配置され、シースの周囲には型枠支保工を兼用するため帯鉄筋が配置されている。なお、後挿入する軸方向鉄筋はグラウト<sup>2)</sup><sup>3)</sup>により固定する。また、打継面には一体性を確保するため円形の凹凸を設けており、凹凸の寸法はコンクリート強度比を考慮した表面積が凹部と凸部で等価なものとし、その高さは4~5mm、その間隔は40から50mmとする。

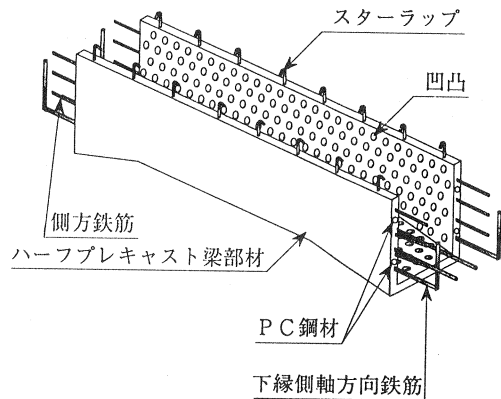
次に、図-1のSTEP2において、ハーフプレキャスト梁部材を架設後、柱梁接合部の配筋を行い、中詰めコンクリートを打設する。ここで、図-2(b)に示すように、ハーフプレキャスト梁部材はU形断面形状であり、支間方向(部材軸方向)にPC鋼材、下縁側軸方向鉄筋、側方鉄筋およびスターラップが配置されている。また、施工中は単純支持され、自重および場所打ちコンクリート重量などによる正の曲げモーメントに対して支保工なしで抵抗できるようにプレストレスが導入されたものとする。なお、打継面には一体性を確保するため円形の凹凸を設けており、寸法と配置はハーフプレキャスト柱部材の凹凸と同様である。

さらに、図-1のSTEP3において、ハーフプレキャストスラブ部材を架設後、上縁側鉄筋の配置を行いスラブコンクリートを打設する。ここで、図-2(c)に示すように、ハーフプレキャストスラブは上縁側に突起を持つ凸断面形状であり、プレキャスト版支間方向のPC鋼材、下縁側鉄筋およびプレキャスト版支間直角方向の下縁側鉄筋が配置されている。ここで、プレキャスト版支間直角方向のプレキャスト版突き合わせ部における下縁側鉄筋はループ状に加工されたものとする。また、施工中、プレキャスト版支間方向は一方方向スラブとして単純支持され、自重および場所打ちコンクリート重量などによる正の曲げモーメントに対して支保工なしで抵抗できるようにプレストレスが導入されたものとする。なお、打継面には一体性を確保するため帯状の凹凸を設けており、寸法と配置はハーフプレキャスト柱部材の凹凸と同様である。

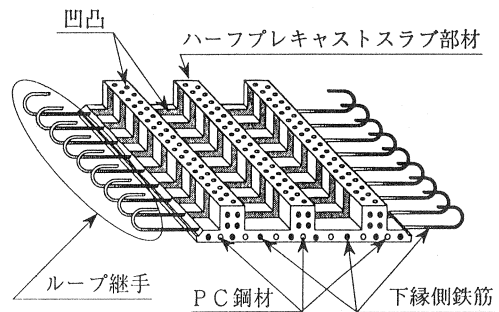
最後に、図-1のSTEP4において、橋面工の施工を行い高架橋が完成する。



(a) ハーフプレキャスト柱部材



(b) ハーフプレキャスト梁部材



(c) ハーフプレキャストスラブ部材

図-2 ハーフプレキャスト部材の形状

### 3. 合成梁の荷重実験

#### 3.1 実験の目的

本実験は、型枠支保工を兼用する U 形ハーフプレキャスト梁部材の打継面に前述の凹凸を設け、場所打ちコンクリートを打設した合成梁の一体性と曲げ終局耐力の確認を目的として、静的荷重実験を実施した。

#### 3.2 実験概要

試験体の形状は、図-3 に示すようにラーメン梁支間部の実物大断面を有し、支間長を 10000mm、等曲げ区間を 3000mm、せん断スパンを 3500mm、せん断スパン比は 3.07 とした。試験体の配筋を図-4 に示す。使用材料について、表-1 に鉄筋の材料試験結果、表-2 にミルシートによる PC 鋼材の仕様、表-3 にコンクリートの圧縮強度試験結果を示す。試験体の製作は、実際の施工段階に従った。まず、U 形ハーフプレキャスト梁部材の製作を行い、コンクリートが所定の強度に達した後、プレストレスを導入した。さらに、U 形ハーフプレキャスト梁部材を荷重時の支点位置で支持し、中空部に鉄筋を配筋後中詰めコンクリートを打設した。さらに、スラブ鉄筋配筋後スラブコンクリートを打設した。ここで、中詰めコンクリートとスラブコンクリートの打継面は粗面仕上げとした。その後、一定期間の養生を行い、荷重実験を実施した。図-5 に荷重実験装置を示す。荷重は二点一方向荷重とした。

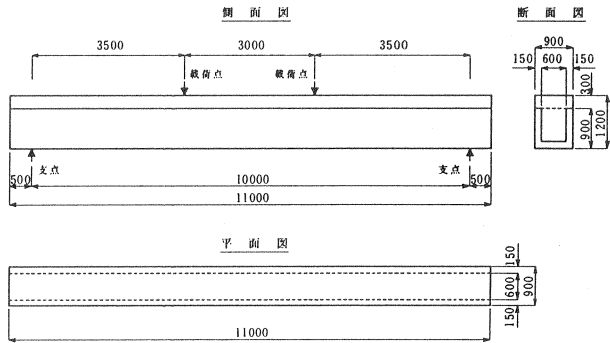


図-3 試験体一般図

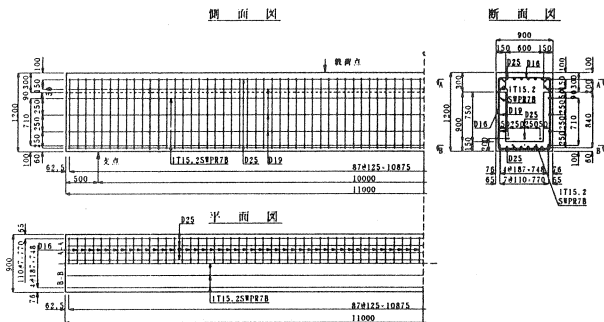


図-4 試験体配筋図

表-1 鉄筋の材料試験結果 (N/mm<sup>2</sup>)

鉄筋の種類	降伏強度	引張強度	弾性係数
D25(SD345)	368	577	1.90×10 <sup>5</sup>
D19(SD345)	371	571	1.91×10 <sup>5</sup>
D16(SD345)	360	553	1.92×10 <sup>5</sup>

表-2 PC 鋼材の仕様 (N/mm<sup>2</sup>)

種類	降伏強度	降伏強度	PC 鋼材 緊張応力度
IT15.2 SWPR7BN	1746	1912	1411

表-3 コンクリートの圧縮強度試験結果 (N/mm<sup>2</sup>)

部位	プレストレス導入時	荷重試験時
U 形梁部	38.5(材齢 4 日)	61.2
中詰め部	—	42.8
スラブ部	—	44.1

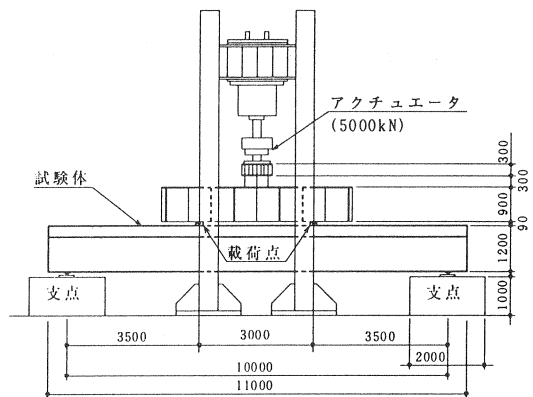


図-5 荷重試験装置

### 3.3 実験結果および考察

載荷時の試験体の状態は、荷重約451kNで等曲げ区間中央のU形梁下縁側に曲げひび割れが発生し、荷重約549kNで中詰め下縁側にひび割れ発生が確認された。その後、荷重約2078kNで等曲げ区間の曲げひび割れが上部打継面位置を貫通するとともにU形梁下縁側軸方向鉄筋が降伏後、荷重約2196kNで支点部の曲げ圧縮破壊に至った。図-6に最終ひび割れ状況を示す。同図より、打継面に沿うひび割れは発生しなかった。また、図-7に載荷終了後の図-6に示す位置のコア抜き供試体を示す。これより、曲げひび割れは打継面位置を貫通していることが確認できた。以上、打継面に沿うひび割れは確認されなかったことから、場所打ちコンクリートとハーフプレキャスト部材の一体性は終局状態まで確保されていたと考えられる。

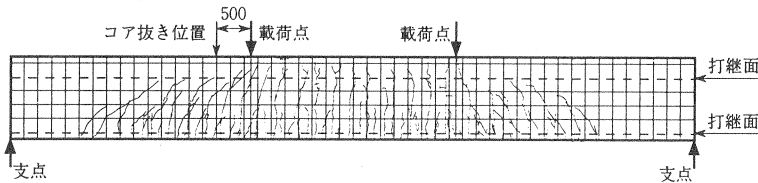


図-6 最終ひび割れ状況

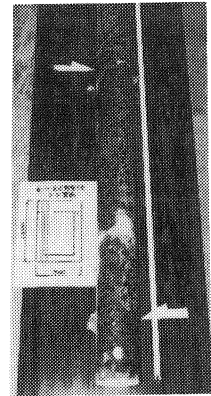


図-7 コア抜き供試体

等曲げ区間中央における荷重～たわみ量関係を図-8に示す。また、表-4に曲げ終局耐力の予測値と実験値を示す。ここで、予測値はプレストレスによるPC鋼材の初期ひずみを考慮したもので、終局はコンクリートの圧縮縁ひずみが0.0035に達した時点とした。その結果、実験値は予測値を若干上回る安全側の結果となった。

### 4. まとめ

本論は、軽量化や支保工の簡略化を図った工場製作のハーフプレキャスト部材を適用した「鉄道ラーメン高架橋のプレキャスト構築工法」の概要を紹介した。また、合成梁の載荷実験結果から、ハーフプレキャスト梁部材は終局状態まで場所打ちコンクリートと一体となって荷重に抵抗することが確認できた。さらに、合成梁試験体の終局耐力は予測値を若干上回る安全側の結果となった。従って、ハーフプレキャスト梁部材は構造部材の一部として機能するとしてよいと考えられる。

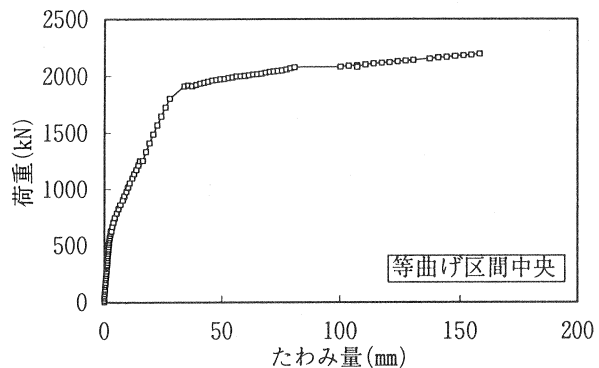


図-8 荷重～たわみ量

表-4 曲げ終局耐力の実験値と予測値

実験値(kN)	予測値(kN)	実験値/予測値
2196	2135	1.03

#### 【参考文献】

- 1) 岡本大, 玉井真一, 渡邊弘子, 服部尚道: プレキャスト RC 柱の耐震実験, 第19回コンクリート工学年次講演論文集 19-2, pp.1359-1364, 1997.6.
- 2) 玉井真一, 増田芳久: コンクリート中にグラウトにより定着された鉄筋の付着特性, 第17回コンクリート工学年次講演論文集 17-2, pp.1207-1212, 1995.6.
- 3) 増田芳久, 玉井真一: プレキャストブロック RC 梁の曲げ性状, 第17回コンクリート工学年次講演論文集 17-2, pp.25-40, 1995.6.