

プレキャストブロックを緊結したPC梁の破壊性状について

東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 正会員 ○下大 蘭 浩

東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 正会員 松沢 智之

東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 正会員 金子 静夫

1. はじめに

URT工法およびPCR工法は、線路直角方向に挿入したエレメントを一体化して盛土区間の線路下横断構造物を構築する工法である(図1)が、線路方向に配する主桁で各エレメントを受ける下路桁形式とする必要があり、スパン等の設計上の自由度に制約がある。しかし、PC鋼材で各エレメントを線路方向に緊結して床版を構成することができれば、これらの工法の適用範囲の拡大が可能であると考えられる。そこで、床版を構成する際の基礎資料とすべく、プレキャストブロックをPC鋼材で緊結した梁のせん断破壊性状を把握する試験を行った。

2. 試験概要

今回の試験はエレメントを緊結してできる床版の一部を模した梁(図2)を製作し、2点をヒンジで支持したのちにスパン中央部の1点に載荷を行ってその耐力と破壊性状を把握した。

一般にエレメントは工場製作のプレキャスト部材であり、挿入の際に掘削する土砂の排出孔を大きく設けている。また、施工時には隣り合うエレメント間に数cmの空隙が生じる。これらの空隙にはコンクリートまたはモルタルを現場で打設するが、施工上PC鋼材のほかには無筋とならざるを得ず、エレメントを緊結して床版とする際の弱点になると考えられる。したがって、今回の試験では①スターラップが等間隔配置とならない、②プレキャスト部と現場打ち部に打継目が生じる、の2点が耐力に及ぼす影響を把握するため、表3に示す8体の供試体を作成して試験を行った。

なお、梁の断面は1辺35cmの正方形とし、6本のゲビンデ鋼棒を用いてプレストレスを導入した(図4)。スターラップの配置は図5に示す3つのパターンについて行ったが、スターラップ配置の影響のみを正確に把握するため、一体打ちの供試体として試験を行った。さらに、プレキャスト部と後打ち部の打継目を有する供試体を3体作成し、うち1体は a/d が小さい場合の耐力と破壊性状を確認した。

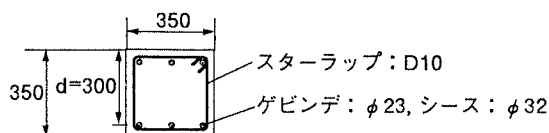


図4 供試体断面図

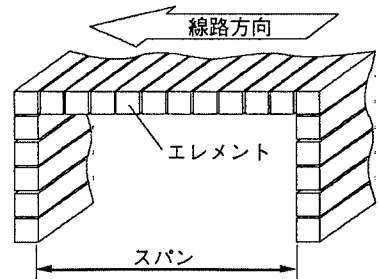


図1 PCRおよびURT工法の概念図

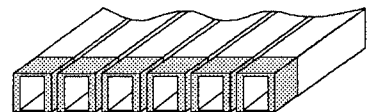


図2 梁と床版の関係概念図

表3 供試体種類

CASE	TYPE	コンクリート 打設方法	a/d	導入軸力 (kgf/cm ²)	スターラップ 配置パターン
1	1	一体打ち	2.91	0	等間隔
	2	一体打ち	2.91	0	空隙内配置
	3	一体打ち	2.91	0	空隙内無配置
2	1	一体打ち	2.91	30	空隙内配置
	2	一体打ち	2.91	30	空隙内無配置
3	1	ブロック	2.91	30	空隙内無配置
	2	ブロック	2.91	30	空隙内無配置
4	1	ブロック	1.75	30	空隙内無配置

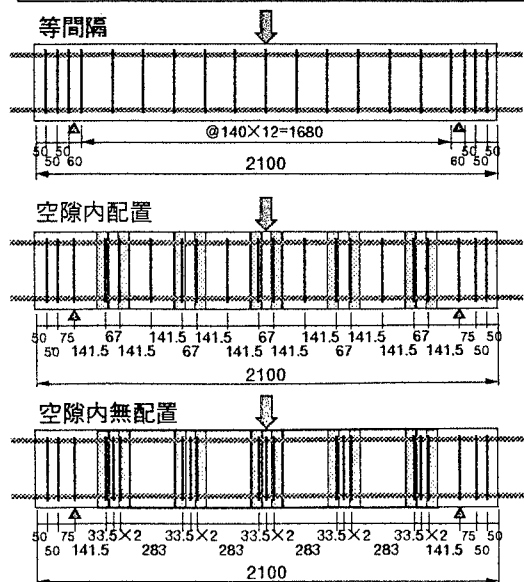


図5 スターラップ・プレキャスト部配置パターン

3. 試験結果

今回の試験では、計算上曲げ耐力がせん断耐力よりも大きくなるように梁を設計し、供試体は全てせん断破壊に至った。表6は各供試体の破壊荷重と石橋らの式に基づいて算出した耐力とを比較した表である。

せん断破壊に至る状況は、一体打ち(Case1および2)の供試体ではスターラップ間隔が梁の有効高さ(d)の1/2を超える部分で斜めひび割れの幅が大きくなる現象がみられたものの、いずれもひび割れが載荷点から支点に向かって斜めに伸び、幅が荷重増加に従って大きくなって破壊面となった。これに対し、プレキャスト部と後打ち部を設けた供試体(Case3および4)では打継目付近で生じたひび割れが荷重増加とともに打継目に沿って長くなり、ある高さに達したところで載荷点に向かって斜めに伸びるという現象がみられた。破壊荷重付近では載荷点と支点を結ぶ斜めひび割れになるが、ひび割れ幅は打継目で明らかな段差が見られ、コンクリート同士が滑りを起こしている状況がみられた。破壊面は一体打ちの梁のように1つの連続的な面ではなく、スターラップ間隔が $d/2$ 以上の部分で幅の大きな割れ目が複数見られる複雑なものであった(図7)。

せん断耐力はCase4を除き計算値よりも大きかった。計算値との耐力差はCase3がCase2より約10t小さく、同一荷重における梁中央部のたわみも一体打ちの供試体より大きくなっており(図8)、打継目がせん断耐力と剛性の低下要因となることが明らかになった。

Case4のせん断耐力の計算値をコンクリート受持分(V_c)と補強筋受持分(V_s)とに分けると $V_c=82.6(\text{tf})$ 、 a/d の効果を考慮しない場合は $V_c=40.0(\text{tf})$ である。Case4の結果が計算値を下回ったのは、 a/d が3以下の範囲ではせん断ひび割れが立ち上るのにスターラップ間隔が大きいために V_s が期待できないことに加え、打継目の影響で a/d の効果が小さくなるためであると考えられる。

Case1～2の試験結果からは、 a/d が3以上の場合、スターラップの量が間隔 $d/2$ で均等に配置された場合と同等以上確保され、かつ最大間隔が d 以下であれば、スターラップが均等間隔に配置されていなくても耐力低下はほとんど見られないと考えることができる。

4. まとめ

今回、打継部が存在する場合でもPC鋼材を適切に配置してプレストレスを加え、スターラップ間隔を梁の有効高さ以下に抑えることで、既存の公式を用いた計算値以上のせん断耐力が得られることが確認できた。ただし、 a/d の小さな範囲では補強筋や a/d による効果が一体打ちの部材に比べ小さいことも明らかになった。今後プレキャストブロックを緊結した部材を実用に供すには、せん断補強筋の配置パターンやエレメント同士の継手部分に工夫を加え、せん断耐力と剛性に対する打継目の影響を小さくする必要がある。

最後に、今回の試験の計画・実施に際し津吉 毅氏のご協力をいただいた。ここに謝意を表します。

【参考文献】「鉄道構造物等設計標準（コンクリート構造物）」平成4年10月

表6 各供試体の実験値・計算値および材料強度

試験CASE			1			2		3		4	
試験TYPE			1	2	3	1	2	1	2	1	1
実験値	ひび割れ発生荷重	(tf)	6.8	6.8	6.0	10.0	9.2	12.2	9.6	13.0	
	破壊荷重	(tf)	56.7	66.0	67.3	87.6	85.3	72.3	70.0	65.4	
計算値	曲げ耐力	(tf)	74.3	74.5	74.4	73.1	72.9	71.3	71.1	118.7	
	せん断耐力 (V_c+V_s)	(tf)	46.0	50.3	50.2	73.1	72.8	70.2	69.9	107.1	
	腹部斜め圧縮耐力	(tf)	97.1	97.7	97.4	91.7	90.9	84.4	83.6	84.1	
供試体 強度	コンクリート強度 (Case3,4:後打ち部)	(kgf/cm ²)	535	541	538	477	468	404	396	401	
	プレキャスト部コンクリート強度	(kgf/cm ²)	—	—	—	—	—	493	485	453	
	グラウト強度	(kgf/cm ²)	315	313	314	244	215	307	309	266	

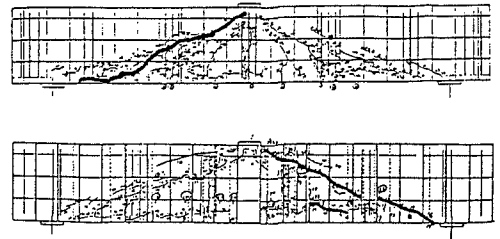


図7 破壊面の状況

(上段: Case2-Type2、下段: Case3-Type2)

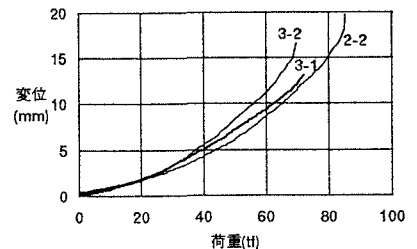


図8 載荷荷重と梁中央の変位