

(Ⅵ-23) エレメント横締め床版のせん断破壊性状

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○下大藪 浩
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 松沢 智之
 東日本旅客鉄道(株) 正会員 金子 静夫

1. はじめに

線路下に横断構造物を構築する場合、断面が 1m×1m 程度のエレメントを線路直角方向に挿入して掘削時の列車荷重等を受け、最終的にはこれを本体利用するエレメント推進工法がよく用いられる。この工法は仮設工の省略による工費節減・工期短縮および工事中の線路への影響の軽減等の長所があるが、最終的な構造物とする際には各エレメントを線路方向に一体化する必要がある。これには一般的に線路方向に主桁を設けて下路桁形式とする方法が取られるが、横断延長が長い場合や線路方向のスパンが大きい場合には対応できないという欠点をもっている。

本工法の適用範囲を拡大するには、PC 鋼材で各エレメントを線路方向に緊結し、主桁不要の床版とする方法が考えられる。ただし、エレメントを緊結した床版の耐力や破壊性状については明らかでない部分が多い。そこで今回、設計の基礎資料を得るためにプレキャストブロックを PC 鋼材で緊結した梁の荷重試験を行い、せん断破壊性状の確認を行った。

2. 試験概要

今回の試験は床版の一部を模した梁を作成し、梁のスパン中央に荷重を行ったものである(図 1)。一般に線路下横断工のエレメントは長手方向に挿入時の土砂排出孔があり、挿入後隣接するエレメント間には数 cm の間隙が生じる。これらの空隙にはモルタル等を充填して一体化を図るが、せん断補強筋の挿入は施工が難しく、これを省略して床版を構成する際には耐力上の弱点になると考えられる。また、導入するプレストレス量も耐力に影響を及ぼすことが考えられ、今回の試験では①スターラップ配置、②施工目地(継手部)の有無、③導入プレストレス量の 3 点が耐力に及ぼす影響を把握すべく、表 1 に示す 8 体の供試体を作成した。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一体化してある。また、スターラップの配置は図 2 に示す 3 パターンについて試験を行い、破壊性状の相違を見ることとした(図 3)。

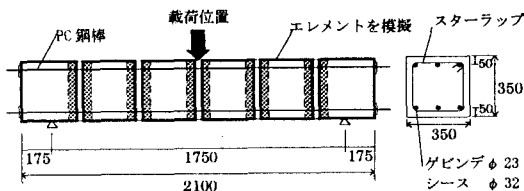
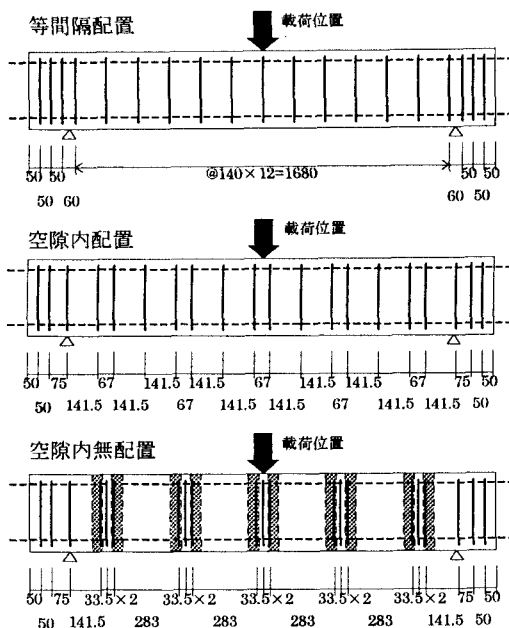


図 1 供試体側面図・断面図

表 1 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



Case3-2 は荷重位置がエレメント中央になるよう供試体を作成
 Case-4 はエレメント 2 つ分だけ供試体長さを短縮

図 2 スターラップ配置

3. 試験結果

今回の供試体は、一体打ちの PC (RC) 部材と仮定した場合曲げ耐力がせん断耐力よりも大きくなるように設計した。表 2 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。

表 2 各供試体の破壊荷重の実験値と計算値との比較

試験 CASE			1			2		3		4
試験 TYPE			1	2	3	1	2	1	2	1
実験値	破壊荷重	(tf)	56.7	66.0	67.3	87.6	85.3	72.3	70.0	65.4
	破壊性状		せん断	せん断	せん断	曲げ 圧縮	せん断	せん断	せん断	せん断
計算値	曲げ耐力	(tf)	75.6	75.7	75.7	84.2	84.0	82.8	82.6	137.8
	せん断耐力	(tf)	46.0	50.3	50.2	49.6	49.4	47.8	47.5	67.3
	コンクリート受持分	(tf)	25.1	25.2	25.1	25.5	25.4	24.2	24.0	43.8
	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

載荷試験の結果、Case2-Type1 の供試体で曲げ圧縮破壊と思われる破壊を起こしたが、他の供試体はすべてせん断ひび割れが伸展して耐力を喪失した。一体打ち供試体 (Case1~2) ではスターラップ最大間隔が梁の有効高さ (d) の 1/2 を超える供試体で斜めひび割れの幅が大きくなったものの、載荷点から支点に向かって伸びる斜めひび割れ幅が荷重増加に従って大きくなって破壊に至った。これに対し、施工目地のある供試体 (Case3~4) では目地付近で生じたひび割れが荷重増加とともに目地に沿って長くなり、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。破壊荷重が近づくと載荷点と支点を結ぶ斜めひび割れになるが、ひび割れ幅は目地で明らかな差が見られ、コンクリート同士が滑りを起こしているのが確認できた。破壊面は一体打ち供試体のように 1 つの連続的な面ではなく、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 3)。

せん断耐力は Case4 を除き計算値よりも大きかった。せん断スパン (a) の小さい Case4 の供試体は計算上の耐力に達しないうちにせん断破壊に至ったが、破壊直前のせん断ひび割れ幅は他の供試体に比べ小さく、破壊時に急激にせん断ひび割れが伸びるとともに突然大きな音を発して耐力を喪失するという、他の供試体に比べ脆性的な破壊であった。これは、他の供試体ではせん断スパンと有効高さの比 (a/d) が大きいためにスターラップ間隔が 1d 近くであってもひび割れの中間にせん断補強筋が存在して効果が期待できたが、Case4 では a/d が小さいにもかかわらずスターラップ間隔が大きかったため、せん断補強筋の効果が期待できず、コンクリートのせん断耐力に達した時点で脆性的な破壊に至ったものと考えられる。

4. まとめ

今回の試験結果をみると、エレメントを緊結した床版は総体的に一体打ちの部材と同程度の耐力を確保でき、耐力の計算には現在用いられている設計基準等を準用することが可能であると考えられる。しかし、a/d が 1 程度の部分でスターラップが d/2 を超える間隔で配置された場合に、一体打ちの梁に比べ耐力が低下することも明らかになった。この問題点に対しては、エレメント継手部の剛性の考慮やせん断補強筋の最大間隔の縮小で回避が可能であるが、施工の容易さや施工誤差といった施工面を考慮した効率的なエレメント形状や施工手順を考慮する必要がある。今後は耐力的な面だけでなく、施工上の問題点を含めた形で検討が必要であろう。

【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

施工目地なし (Case1-Type3)



施工目地あり (Case3-Type1)



(太線は破壊面を表す)

図 3 ひび割れおよび破壊面の状況