

## バラスト止めの影響に着目した短スパンの鉄道用 PC スラブ桁の載荷実験

JR 九州コンサルタンツ株式会社 正会員 ○草野 浩之 青野 正夫 村田 信之  
極東興和株式会社 村上 力也 河金 甲

### 1. はじめに

鉄道橋りょうの上部工に、鉄筋コンクリート（以下、RC）スラブ桁もしくはプレストレストコンクリート（以下、PC）スラブ桁を用いる場合、スラブのみを有効とした断面で設計計算が実施されている。しかし、短スパンの橋りょうで有道床の場合、図1に示すようにバラスト止めが存在し、バラスト止めがスラブ桁の剛性や耐力に与える影響は大きくなると考えられる。そこで、スパンが4mの比較的短い鉄道用のスラブ桁を対象に、バラスト止めの有無をパラメータとした実大供試体による載荷実験を実施した。

### 2. 実験の概要

図2に載荷実験時の供試体および載荷装置の様子を、表1に材料試験値を示す。本供試体はプレキャストPCスラブ桁を対象としており橋軸直角方向に分割されたプレキャストスラブを橋軸方向に後締め緊張し一体化する構造とした。供試体の大きさは長さ4000mm、幅3200mm、スラブの厚さは200mmとした。バラスト止めの形状は高さが400mmで幅がスラブ天端で250mm、バラスト止め天端で200mmの台形とし、スラブの左右に設置した。なお、本実験ではNo.1をバラスト止めなし、No.2をバラスト止めありとした。プレキャストスラブはスパン中央が2000mm、端部がそれぞれ1000mmで分割し、接合部にはせん断キーを設け、エポキシ樹脂系接着剤を塗布して接着した。縦締めにはφ26mmのPC鋼棒（SBPR930/1080）を9本用い、打設日の都合で若干の前後はあるものの材令25日目前後で、1本あたり導入緊張力413kNで緊張し一体化した。鉄筋は、橋軸方向にはスラブの上側下側ともにD13を125mm間隔で、橋軸直角方向には上側はD16を、下側はD19を100mm間隔で配置した。せん断補強鉄筋はD10を300mm間隔で10本配置した。なお、鉄筋の材質は全てSD345とした。載荷は列車荷重がスパン中央に載荷された状態を想定し、マクラギやバラストによる分散を考慮して分布幅を設定した。設定した分布範囲に一樣に載荷されるよう、鋼材を井形に組み、スパン中央において200tジャッキで鉛直下向きに載荷した。No.1の載荷は鉛直下向きに単調載荷した。No.2は一般的な列車の走行時における接合部などへの影響を確認することを目的に鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物）に示される変動作用を用いた計算値（306kN）までの載荷を2回繰り返したのちに単調載荷を実施した。なお、本実験では、載荷荷重や各種変位の計測のほか、ひずみゲージでコンクリートの表面のひ

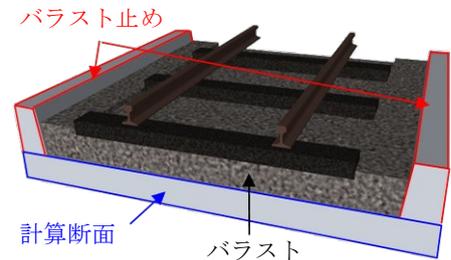


図1 鉄道スラブ桁の一例



図2 載荷時の様子

表1 材料試験値

供試体 No.	$f'_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E_c$ (kN/mm <sup>2</sup> )	$f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )
No.1 (バラスト止めなし)	77.3 (72.3)	40.1 (39.5)	4.46
No.2 (バラスト止めあり)	75.5 (69.7)	40.2 (39.1)	4.43

$f'_c$ : コンクリートの圧縮強度,  $E_c$ : コンクリートのヤング係数,  
 $f_t$ : コンクリートの引張強度

( )内はプレストレス力導入時の値

鋼材の種類	$f_{sy}, f_{py}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{su}, f_{pu}$ (N/mm <sup>2</sup> )	
鉄筋	D10	407	567
	D13	407	553
	D16	404	572
	D19	372	575
PC鋼材※1)	φ26	1032	1145

$f_{sy}, f_{py}$ : 鉄筋もしくはPC鋼材の引張降伏強度

$f_{su}, f_{pu}$ : 鉄筋もしくはPC鋼材の引張強度

※1) B種1号(SBPR930/1080)

キーワード プレキャストPCスラブ桁, 鉄道, 付帯構造物, 載荷試験

連絡先 〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東1-1-14 JR九州コンサルタンツ(株) TEL:092-413-1035

ずみ、パイ型変位計で接合部の開き幅などを計測した。

### 3. 実験結果

#### (1) 荷重変位関係とひび割れ性状

図3に載荷荷重とスパン中央における鉛直変位の関係を、図4に載荷終了時のスラブ下面のひび割れ状況を示す。バラスト止めを配置していないNo.1は載荷荷重が200kN付近から若干剛性が低下した。バラスト止めを配置したNo.2は載荷の過程で剛性の変化は確認できず、載荷荷重が800kNを超えた段階で載荷を終了した。いずれも終局状態までの載荷はできなかったが、剛性について支間中央変位1mmの割線剛性で比較すると、バラスト止めを設置することで約3.9倍増加することを確認した。試験終了後のひび割れ観察から、No.1では橋軸直角方向のひび割れを、No.2では橋軸方向および橋軸直角方向のひび割れを確認した。

#### (2) スラブ下面のコンクリートひずみ

図5にスラブ下面におけるコンクリートのひずみ分布を示す。橋軸方向のひずみは構造中心位置における橋軸方向の分布を、橋軸直角方向のひずみはスパン中央における橋軸直角方向の分布を示している。橋軸方向のひずみ分布から、バラスト止めの影響で剛性が増加することにより同一荷重レベルにおける引張ひずみは低減されることが確認できる。また、ひび割れ発生ひずみの計算値は $260\mu$ 程度であることから、No.1は剛性が低下している荷重領域で橋軸直角方向のひび割れが発生した可能性が高いと考えられる。一方、橋軸直角方向のひずみは、No.2の方がNo.1に比べて大きな引張ひずみが発生しているが、ひずみの勾配は同一荷重レベルにおいて若干No.2の方が大きいものの明確な差は確認できなかった。橋軸直角方向のひび割れ発生ひずみの計算値は $80\mu$ 程度であることから、No.2は載荷荷重が300kN程度のときに橋軸方向のひび割れが発生した可能性が高いと考えられる。

#### (3) スラブ接合部の開き幅

図6にスラブ接合部の開き幅の計測結果を示す。図中には計測した接合部の開き幅が最大と最小の計測結果のみ示した。No.1では載荷荷重が250kNを超えたあたりから接合部の開き幅が増加した。一方、No.2では載荷に繰り返しにより若干開き幅は増加するものの、載荷終了まで顕著な接合部の開き幅の増加は確認できなかった。

### 4. おわりに

本検討で、バラスト止めを有する鉄道用の短スパンPCスラブ桁の載荷試験を実施した結果、バラスト止めの影響により設計で想定するよりも大きな剛性を有していることを確認した。また、バラスト止めがスラブの応力状態に影響していることを確認した。

### 参考文献

- 1) (財) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物，2004。

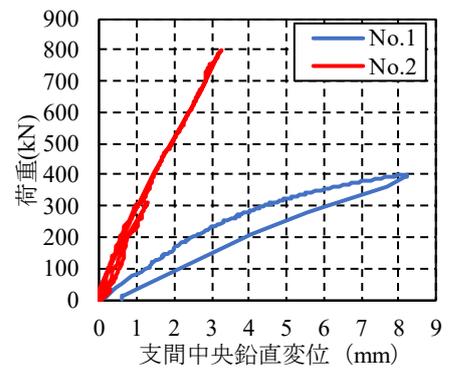


図3 荷重と変位の関係

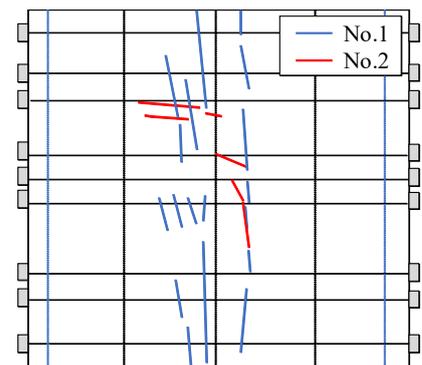


図4 載荷終了時のひび割れ図

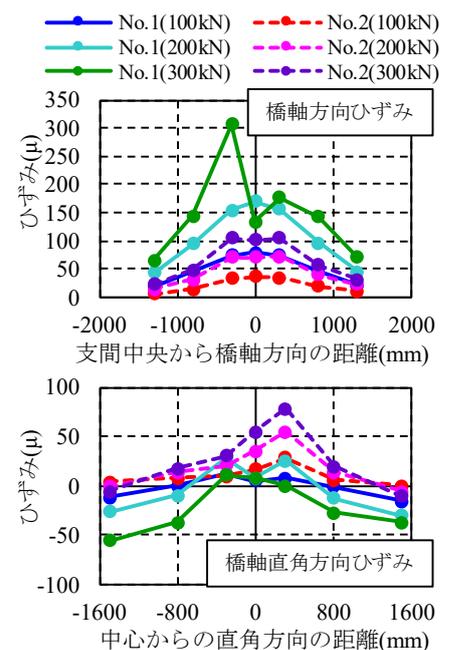


図5 コンクリートひずみ分布

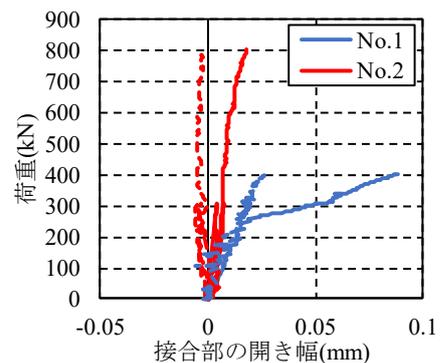


図6 接合部の開き幅