

橋台背面盛土上のRC路盤緩衝構造の解析的研究

東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 ○北村 尚士  
 東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 田端 治美  
 東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 斎藤 啓一

1. はじめに

橋梁上スラブ軌道と盛土上バラスト軌道間の緩衝区間は、一般に橋梁のスラブ桁上に設けられてきたが、橋台背面盛土上に緩衝区間を設ける構造を検討・提案し、秋田新幹線(田沢湖線)に設置した<sup>1)</sup>。今回、実施工結果を基に、地盤や列車荷重等について、実測値を用いて解析的検討を行ったので以下に報告する。

2. 検討概要

(1) 構造

検討を行った緩衝区間の構造を図-1に示す。

(2) 解析モデルおよび計算手法

解析を行ったケースを表-1に示す。ケースIは、地盤バネ値を当社、建造物設計標準解説「土構造物」に記されているK値（アプローチブロック： $k_{30}=15$ ，盛土： $k_{30}=11$ ）とし、列車荷重をE17（標準列車荷重）とした基本ケースである。ケースIIaおよびIIbはK値を実測の値（アプローチブロック： $k_{30}=21$ ，盛土： $k_{30}=17$ ）としたものである。ケースIIbは、列車荷重をE3系（秋田新幹線こまち）の荷重としたものである。構造解析モデルを図-2に示す。緩衝区間の左側にはスラブ軌道のスラブ桁、右側には盛土地盤とし、有限間隔弾性支持モデルに置換した<sup>2)</sup>。ケースIとケースIIa、IIbでは、ケースIでは橋マクラギがRC路盤上に位置するが、ケースIIa、IIbでは橋台上にあり、橋台上部の橋マクラギの支持条件が異なっている。

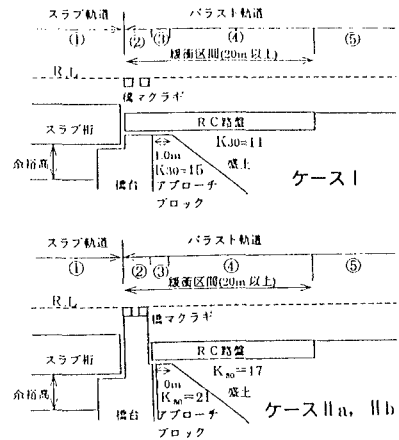


図-1 緩衝区間の構造

表-1 解析のケース

荷重 K値*	E17	E3系 (こまち)
15,11	ケースI	-
21,17	ケースIIa	ケースIIb

\*  $K_{30}$  = (アプローチブロック、盛土)

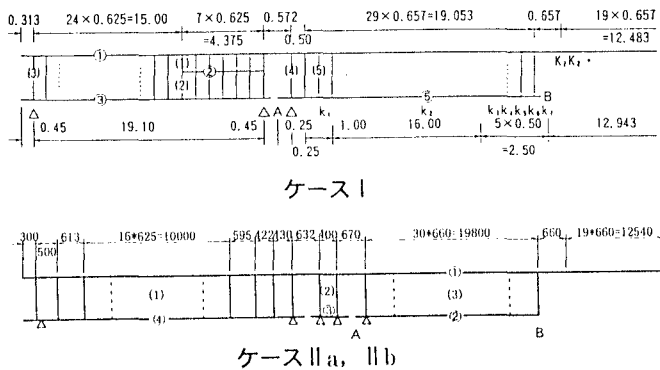


図-2 構造解析モデル

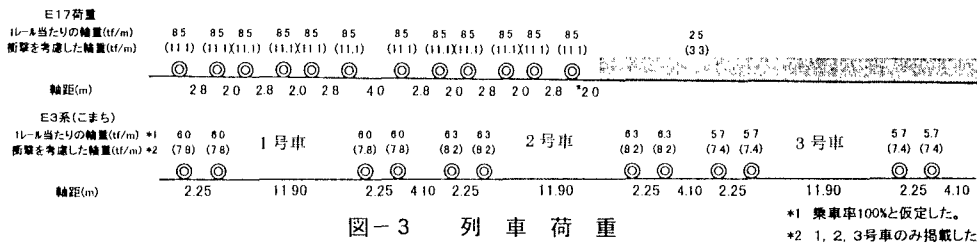


図-3 列車荷重

\*1 乗車率100%と仮定した。  
\*2 1, 2, 3号車のみ掲載した。

図-3 に列車荷重を、表-2、表-3 にケース I とケース II a、II b の解析に用いた諸元をそれぞれ示す。解析では、輪重に衝撃の影響（衝撃係数  $i=0.30$ ）を考慮し、解析モデル上において左右両方向に進行移動させ、静的な構造解析を行っている。

### 3. 解析結果および考察

計算結果を表-4 に示す。

(1) 地盤バネの変化が折れ角・たわみに及ぼす影響（ケース I と II a の比較）

地盤バネがケース I より良くなっているケース II a では、当然のことであるが、折れ角、たわみの双方が改善されている。しかし、A 点付近のレールの折れ角の最小値 (Min) だけは、値が増加した。これは、橋台上部の橋マクラギの支持条件が両者の間で異なるためと考えられる。

(2) 列車荷重の変化が折れ角・たわみに及ぼす影響（ケース II a と II b の比較）

E3 系の輪重は、標準列車荷重 E17 の約 74% である。折れ角、たわみの値は、ほぼこの割合で減少しており、軸間が両者間ではかなり異なるものの、地盤バネの値が等しければ、折れ角・たわみは輪重の比により E17 の値から推定できると考えられる。

### 4. まとめ

今回、現地盤の実測値と実際に走行している E3 系車両の輪重と軸距を用いて解析を行った。その結果、①地盤が良くなっても、橋台上部の橋マクラギの支持条件の影響が大きく、折れ角が改善されない場合がある ②地盤バネが同一であれば、実列車の折れ角、たわみの値は、実列車の軸距に係らず、輪重によって標準列車荷重の値から推定することができる。

(参考文献)

- 1) 井上崇他「スラブ軌道とバラスト軌道の接続箇所を盛土上とした緩衝構造」平成 8 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要
- 2) 佐藤吉彦、梅原利之；線路工学，1987.2

表-2 解析に用いた諸元（ケース I）

部材等	A (m <sup>2</sup> )	I (m <sup>4</sup> )	E (tf/m <sup>2</sup> ), K	記事
①SONレール	0.0065	$1.96 \times 10^{-5}$	$2.10 \times 10^7$	JIS E 1101
②軌道スラブ	0.222	$6.69 \times 10^{-4}$	$3.10 \times 10^8$	$f_{cs}=400\text{kgf/cm}^2$
③スラブ桁	1.52	0.385	$2.50 \times 10^8$	$f_{cs}=240\text{kgf/cm}^2$
④バラスト桁	1.65	0.468	$2.50 \times 10^8$	$f_{cs}=240\text{kgf/cm}^2$
⑤RC路盤	0.45	0.00338	$2.35 \times 10^8$	$f_{cs}=210\text{kgf/cm}^2$
(1)軌道バッドバネ	0.001	$1.0 \times 10^{-8}$	$1.00 \times 10^8$	$K_p=5000\text{tf/m}$
(2)CAモルタルバネ	0.0183	$1.0 \times 10^{-8}$	$1.00 \times 10^8$	$K_c=91400\text{tf/m}$
(3)直列バネ (1)+(2)	0.0019	$1.0 \times 10^{-8}$	$1.00 \times 10^8$	$K_v=4740\text{tf/m}$
(4)軌道バッドバネ	0.002	$1.0 \times 10^{-8}$	$1.00 \times 10^8$	$K_p=5000\text{tf/m}$
(5)直列バネ	0.0016	$1.0 \times 10^{-8}$	$1.00 \times 10^8$	$K_v=4000\text{tf/m}$
$K_1$ 直列バネ	—	—	1710tf/m	$k_{30}=15$
$K_2$ 直列バネ	—	—	1420tf/m	$k_{30}=11$
$k_1$ アローチバネ	—	—	10200	$k_{30}=15$
$k_2$ 地盤バネ	—	—	7500	$k_{30}=11$
$k_3$ 地盤バネ	—	—	6820	$k_{30}=11$
$k_4$ 地盤バネ	—	—	6250	$k_{30}=11$
$k_5$ 地盤バネ	—	—	5770	$k_{30}=11$
$k_6$ 地盤バネ	—	—	5360	$k_{30}=11$
$k_7$ 地盤バネ	—	—	5000	$k_{30}=11$

表-3 解析に用いた諸元（ケース II a, II b）

部材等	A (m <sup>2</sup> )	I (m <sup>4</sup> )	E (tf/m <sup>2</sup> ), K	記事
①SONレール	0.0065	$1.96 \times 10^{-5}$	$2.10 \times 10^7$	
②緩衝桁	0.450	0.00338	$2.35 \times 10^8$	$f_{cs}=210\text{kgf/cm}^2$
③橋台	1000.0	1000.0	$2.50 \times 10^8$	
④スラブ桁(直結)	1.250	0.025	$2.50 \times 10^8$	$f_{cs}=240\text{kgf/cm}^2$
(1)縁結バネ	0.002	$1.0 \times 10^{-8}$	$1.00 \times 10^8$	$k=5000\text{tf/m}$
(2)縁結バネ(橋マクラギ)	0.002	$1.0 \times 10^{-8}$	$1.00 \times 10^8$	$k=5000\text{tf/m}$
(3)連成バネ	0.0016	$1.0 \times 10^{-8}$	$1.00 \times 10^8$	$k=4000\text{tf/m}$
$K_1$ 連成バネ	—	—	1830tf/m	$k_{30}=17$
$k_1$ アローチバネ	—	—	14330	$k_{30}=21$
$k_2$ 地盤バネ	—	—	11600	$k_{30}=17$
$k_3$ 地盤バネ	—	—	10550	$k_{30}=17$
$k_4$ 地盤バネ	—	—	9670	$k_{30}=17$
$k_5$ 地盤バネ	—	—	8920	$k_{30}=17$
$k_6$ 地盤バネ	—	—	8290	$k_{30}=17$
$k_7$ 地盤バネ	—	—	7730	$k_{30}=17$

注) 表中の①、②等は図-2 構造解析モデルに対応している。

表-4 計算結果

検討項目	着目位置	ケース I E17荷重 $k_{30}=15.11$		ケース II a E17荷重 $k_{30}=21.17$		ケース II b E3系荷重 $k_{30}=21.17$		
		位置 *1	数値	位置	数値	位置	数値	
		Max	Min	Max	Min	Max	Min	
折れ角 (N/1000) *2	レール	Max	0.76	1.57	0.83	1.58	0.83	1.05
		Min	0.07	-1.07	4.79	-1.23	4.13	-0.93
	桁	Max	0.26	0.48	0.25	0.33	0.25	0.24
		Min	0.26	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.01
	レール	Max	-0.20	-1.68	-0.03	-1.53	-0.03	-1.17
		Min	-0.20	-1.49	-0.03	-1.37	-0.03	-1.08
桁	Max	0.00	0.78	0.00	0.60	-0.03	0.44	
	Min	-0.50	-0.27	0.00	-0.20	0.00	-0.18	
最大鉛直 変位位置(mm) たわみ (1/N)	レール	Max	1.83	1.83	1.63	1.19	1.19	
		Min	0.72	0.72	0.47	0.34	0.34	
	桁	Max	10400	12100	12100	16600	16600	
		Min	26500	42100	42100	58200	58200	
制限値 *3		折れ角: 5/1000, たわみ: 1/800						

\*1 位置とは、それぞれの着目位置からの右方向の距離(m)を表す。  
\*2 折れ角は右回りを正とする。  
\*3 鉄道総合技術研究所編「鉄道構造物等設計標準-同解説」コンクリート構造物1992.11