

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について

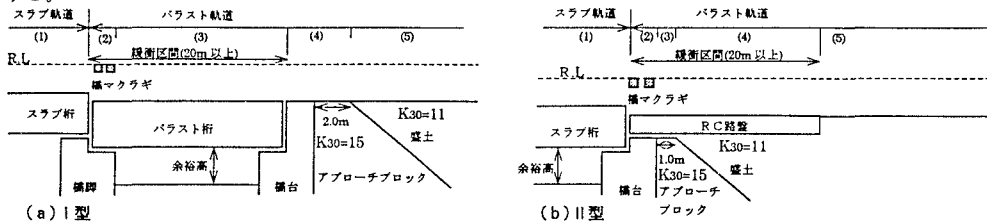
ＪＲ東日本 東北工事事務所 ○井上 崇 (正会員)

ＪＲ東日本 東北工事事務所 佐藤 収 (正会員)

J R東日本 東北工事事務所 辻 浩一 (正会員)

1. はじめに

当社の線増工事及び線路改良工事等においては、盛土等の一般区間にはバラスト軌道、高架橋等の特殊区間にはスラブ軌道を敷設するように規定されている。また、バラスト軌道とスラブ軌道の接続箇所には緩衝区間を設け、その緩衝区間はＲＣ路盤上にバラスト軌道を敷設することを標準としている。この緩衝区間を高架橋等の上に設ける構造（以下、Ⅰ型という）の場合には、スラブ軌道で計画したレールレベル（以下、RL という）の一部を約 20cm 扛上する必要がある、アプローチを含めた工事費が増大する場合がある（図 1（a）参照）。そこで、橋台裏盛土上のＲＣ路盤上に緩衝区間を設けた構造（以下、Ⅱ型という）を開発することとした（図 1（b）参照）。今回は、その緩衝構造の適用性を静的な構造解析により検討したので報告する。



2. 開発概要

圖1 緩衝構造

Ⅱ型の開発にあたり、目的を総工事費の節減におき、目標を次のとおり（① RL の扛上不要，② 20 m 以内の緩衝区間，③ レール支持バネ係数比を 2.0 以内）の構造となるように設定した。前述のレール支持バネ係数比とは、隣接するレール支持バネ係数の相互間の比（表 1 参照）

表 1 レール支持バネ係数比

で、その値の大きなものを用いている。レール支持バネ係数 K_v とは、軌道の弾性を表現するものであり、その値は次式で算定される。

$$K_v = 1 / (1/K_p + 1/K_c + 1/K_m + 1/K_s)$$

ここに、 K_p : 軌道パッドバネ係数, K_c : CAモルタルバネ係数,
 K_m : マクラギ支持バネ係数, K_s : 路盤バネ係数

今回の適用性の検討においては、Ⅰ型とⅡ型の次の構造特性値（角折れ、締結装置反力、たわみ）の比較検討を行うことにより、Ⅱ型の適用性について検討することとした。そのため、解析にあたり、Ⅱ型に次のとおり（①スラブ軌道と緩衝区間の接続箇所は、橋マクラギ2本を直結する構造とする、②路盤構造は、スラブ軌道と同等のRC路盤とする、③緩衝区間のバラスト軌道には、PCマクラギを使用する）の付帯条件を付与することとした。

3. 解析方法

図3に示すモデルは、それぞれの緩衝区間の左側にはスラブ軌道のRC桁、右側には一列車を載荷する盛土地盤を配置し、有限間隔弾性支持モデルに置換したものである。この構造解析に用いた構造解析モデルの諸元を表2に示す。解析に用いた列車荷重は当社の標準列車荷重E-17の輪重(図2参照)に衝撃の影響(衝

表1 レール支持バネ係数比

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(1) K_p (tf/m)	I, II 型 5000	5000	5000	5000	5000
(2) K_c (tf/m)	I, II 型 91400	—	—	—	—
(3) K_m (tf/m)	I, II 型 —	—	20000	20000	20000
(4) K_s (tf/m)	I, II 型 —	—	—	2980	2980
	II 型 —	—	6120	4930	2190
K_v (tf/m)	I 型 4740	5000	4900	1710	1420
	II 型 4740	5000	2510	2210	1420
バネ係数 k_1 (1) / (5)	I 型 3.34	3.52	2.82	1.20	1.00
	II 型 —	—	1.77	1.56	—
バネ係数 k_2 (1) / (1)	I 型 1.05	1.25	2.35	1.20	—
	II 型 —	1.99	1.31	1.56	—

注) (1)~(5)は図1の(1)~(5)に対応

表2 解析に用いた諸元

部 材 等	A (m ²)	f (m ³)	E (t/m ²), K	記 事
①: 50 N 線	0.0065	1.96 × 10 ⁻³	2.10 × 10 ⁴	JIS E 1101
②: 軌道スラブ	0.222	6.69 × 10 ⁻⁴	3.10 × 10 ⁴	f'ck = 490
③: スラブ桁	1.52	0.385	2.50 × 10 ⁴	f'ck = 240
④: バラト桁	1.65	0.468	2.50 × 10 ⁴	f'ck = 240
⑤: 尺 C 筋盤	0.45	0.00338	2.35 × 10 ⁴	f'ck = 210
(1): 鉄筋バッドパネ	0.001	1.0 × 10 ⁻⁴	1.00 × 10 ⁴	Kp = 5000
(2): CAモルタルパネ	0.0183	1.0 × 10 ⁻⁴	1.00 × 10 ⁴	Kc = 91400
(3): 直列パネ (1)+(2)	0.0019	1.0 × 10 ⁻⁴	1.00 × 10 ⁴	Kv = 4740
(4): 直列パネ	0.0016	1.0 × 10 ⁻⁴	1.00 × 10 ⁴	Kv = 4000
K ₁ : 直列パネ **	—	—	1710 t/m/m	k ₂₂ = 15
K ₂ : 直列パネ **	—	—	1420 t/m/m	k ₂₂ = 11
k ₁ : アプローチパネ	—	—	10200 t/m/m	k ₂₂ = 15
k ₂ : 地盤パネ	—	—	7500 t/m/m	k ₂₂ = 11
k ₃ : 地盤パネ	—	—	6820 t/m/m	k ₂₂ = 11
k ₄ : 地盤パネ	—	—	6250 t/m/m	k ₂₂ = 11
k ₅ : 地盤パネ	—	—	5170 t/m/m	k ₂₂ = 11
k ₆ : 地盤パネ	—	—	5360 t/m/m	k ₂₂ = 11
k ₇ : 地盤パネ	—	—	5000 t/m/m	k ₂₂ = 11

*1 及び *2 は、表 1 の (1)+(3) 及び (1)+(3)+(4) を表す。

8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 8.5 tf 2.5tf/m

2.8 2.0 2.8 2.0 2.8 4.0 2.8 2.0 2.0 2.8 2.0 2.8 2.0m

(a) I 型

(b) II 型

表3 構造特性比較

検封項目	第 目 位 置	Ⅰ 型		Ⅱ 型		制限値		
		位 置	数 値	位 置	数 値			
角 折 れ (N/1000)	A 点 付 近	軌道面	最大	1.42	2.19	0.76	1.57	
			最小	0.26	-1.03	0.07	-1.07	
	桁	最大	0.45	1.07		0.48		
		最小	0.26	-0.01	0.26	-0.02		
	軌道面	最大	0.47	1.94		1.68		
		最小	-0.84	-2.01	-0.20	-1.49		
	桁	最大		0.01	0.00	0.78		
		最小	-0.45	-1.06	-0.50	-0.27		
締結装置 反 力 (tf)	A 点 付 近	左 側	最大	-0.31	5.79	-0.31	5.79	8.50
			最小	-0.94	-0.79	-0.94	-0.64	-0.63
	右 側	最大	0.26	5.51	2.07	4.78	8.50	
		最小	0.76	-0.71	0.76	-0.64	-1.00	
	左 側	最大	-0.84	4.79		4.90	8.50	
		最小	-1.50	-0.66	-1.51	-0.31	-1.00	
	右 側	最大	1.78	4.21	1.12	3.93	8.50	
		最小	0.47	-0.40	1.77	-0.10	-1.00	
最大鉛直 変 位 量 (mm)	A 点 付 近	軌道		1.52		1.83		
		桁	9.96	6.37	4.05	0.72		
た わ み (1/N)	軌 道	2540		10400		1/800		
		3000		26500				

※ 位置欄の数字は、それぞれの点からの右方向の距離を表す。

今回の検討は、使用時の列車荷重の影響のみによる検討ではあるが、一部に制限値を満足しないものが見られているものの、従来のものよりは構造特性の優位性が認められた。また、所期の目標を達成できる可能性のある構造であることから、この構造の開発意義は大きいと考える。今後の課題としては、次の事項(①制限値を満足するような、軌道構造及び土木構造物の検討、②使用時の永久荷重等の影響をも考慮した検討、③動的な挙動の把握、④20 m以内の緩衝区間の検討)が挙げられる。

〔参考文献〕

佐藤吉彦、梅原利之：線路工学，1987年2月。

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年11月。