Ⅳ－398

橋台背面盛土上に設けた緩衝構造の解析的検討

東日本旅客鉄道　東北工事事務所　　正会員　井上　崇
同　上　　正会員　佐藤　収
同　上　　正会員　辻　浩一

１．はじめに

バラスト軌道とスラブ軌道の接続箇所である緩衝区間は、これまでは一般に高架橋上に設けられてきた。しかし、この場合、スラブ軌道で計画した高架橋のレールレベルの一部を約20cm扛上させる必要があり、アプローチを含めた工事費が増大する場合が多い。そこで、橋台背面の盛土上に緩衝区間を設けてレールレベルを扛上しなくてもよい構造を検討することとした。今回はこの新たな緩衝構造の適用性について、静的な構造解析により検討を加えたので以下に報告する。

２．検討概要

(1) 構造および材料特性

検討を行なった緩衝区間の構造を**図-1**に示す。従来の構造をⅠ型、今回新たに検討した構造をⅡ型としている。Ⅱ型はⅠ型に比べアプローチブロックの長さを1.0mと短くし、盛土上に鉄筋コンクリート（ＲＣ）路盤を敷設している点に特徴がある。なお、Ｋ値は同じとした。スラブ軌道、バラスト軌道および盛土の各区間（(1)～(5)）におけるバネ係数については表-1に示す一般的な値を採用した。

(2) レール支持バネ係数比

レール支持バネ係数比の値については、Ⅱ型では2.0以内となるように計画した。計算結果を**表-1**に示す。ここで、レール支持バネ係数Kvは式(1)で算定した。

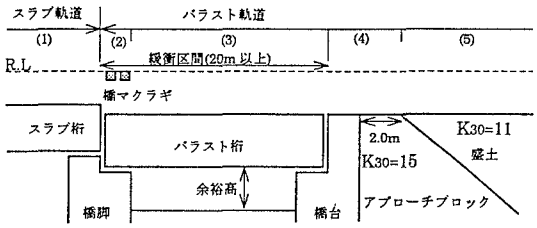
$$Kv=1/(1/Kp+1/Kc+1/Km+1/Ks)\cdots\cdots(1)$$

ここに、Kp：軌道パッドバネ係数
Kc：CAモルタルバネ係数
Km：マクラギ支持バネ係数
Ks：路盤バネ係数

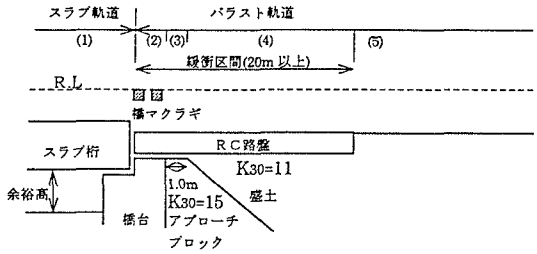
(3) 構造特性値の算出

1) 構造について

Ⅱ型に、①スラブ軌道と緩衝区間の接続箇所は橋マクラギ２本を直結した構造



〔Ⅰ型〕



〔Ⅱ型〕

図-1　緩衝構造

表-1　レール支持バネ係数比

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
①Kp　(tf/m)	Ⅰ，Ⅱ型	5000	5000	5000	5000	5000
②Kc　(tf/m)	Ⅰ，Ⅱ型	91400	—	—	—	—
③Km　(tf/m)	Ⅰ，Ⅱ型	—	—	20000	20000	20000
④Ks　(tf/m)	Ⅰ型	—	—	—	2980	2190
	Ⅱ型	—	—	6720	4930	2190
レール支持バネ係数 Kv　(tf/m)	Ⅰ型	4740	5000	4000	1710	1420
	Ⅱ型	4740	5000	2510	2210	1420
レール支持バネ係数比	Ⅰ型	1.05	1.25	2.34	1.20	
	Ⅱ型	1.05	1.99	1.13	1.56	

注）（1）～（5）は図-1の（1）～（5）に対応

キーワード：緩衝構造，ＲＣ路盤，レール支持バネ係数，折れ角，たわみ
連絡先　　：〒980 仙台市青葉区五橋 1-1-1 ＪＲ東日本東北工事事務所工事管理室　　TEL　022-266-9664

とする②路盤構造はスラブ軌道と同等のＲＣ路盤[1]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条件を付与し算出することとした[2]。

2)解析モデルおよび計算手法

解析モデルを図-2に示す。それぞれの緩衝区間の左側にはスラブ軌道のＲＣ桁、右側には一列車が載荷される盛土地盤を配置し、有限間隔弾性支持モデル[3]に置換した。このモデル上を、図-3に示す標準列車荷重Ｅ-17の輪重に衝撃の影響（衝撃係数ｉ=0.30）を考慮した荷重を左右両方向に連行移動させ、静的な構造解析を行なった。この解析に用いた値を表-2に示す。

3)解析結果および考察

計算結果を表-3に示す。

①折れ角については、Ｉ型に比べて、Ⅱ型の値の方が小さく優れている。また、制限値（5/1000）を満足している。

②たわみについても折れ角と同様の結果となり、Ⅱ型の方が優れている。

３．おわりに

以上により、折れ角、たわみについては、従来のＩ型より今回検討したⅡ型の方が、列車荷重の影響のみによる静的解析であるが、いずれも優れた特性を示していることが分かった。今回の解析により、新たなⅡ型の緩衝構造の可能性を確認できた。

今後、動的な挙動等について検討していきたいと考えている。

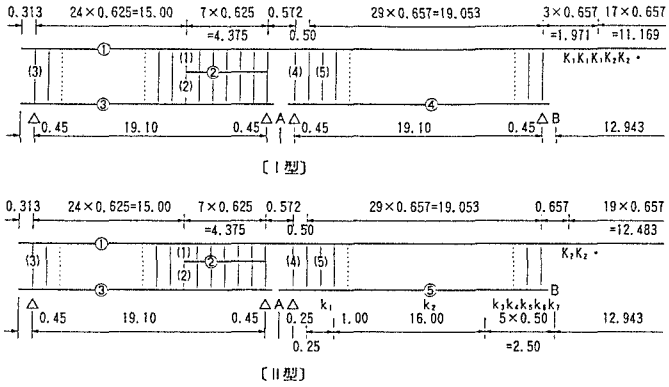


図-2　構造解析モデル

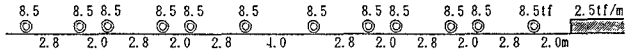


図-3　列車荷重

表-2　解析に用いた諸元

部材等	A (m²)	I (m⁴)	E(tf/m²), K	記事
①:50Ｎレール	0.0065	1.96×10^{-5}	2.10×10^{7}	JIS E 1101
②:軌道スラブ	0.222	6.69×10^{-4}	3.10×10^{6}	f'ck =400
③:スラブ桁	1.52	0.385	2.50×10^{6}	f'ck =240
④:バラスト桁	1.65	0.468	2.50×10^{6}	f'ck =240
⑤:ＲＣ路盤	0.45	0.00338	2.35×10^{6}	f'ck =210
(1):軌道パッドバネ	0.001	1.0×10^{-3}	1.00×10^{6}	Kp = 5000
(2):ＣＡモルタルバネ	0.0183	1.0×10^{-3}	1.00×10^{6}	Kc =91400
(3):直列バネ (1)+(2)	0.0019	1.0×10^{-3}	1.00×10^{6}	Kv = 4740
(4):軌道パッドバネ	0.002	1.0×10^{-3}	1.00×10^{6}	Kp = 5000
(5):直列バネ*1	0.0016	1.0×10^{-3}	1.00×10^{6}	Kv = 4000
K_1:直列バネ*2	——	——	1710 tf/m	k_{30}=15
K_2:直列バネ*2	——	——	1420 tf/m	k_{30}=11
k_1:アプローチバネ	——	——	10200 tf/m/m	k_{30}=15
k_2:地盤バネ	——	——	7500 tf/m/m	k_{30}=11
k_3:地盤バネ	——	——	6820 tf/m/m	k_{30}=11
k_4:地盤バネ	——	——	6250 tf/m/m	k_{30}=11
k_5:地盤バネ	——	——	5770 tf/m/m	k_{30}=11
k_6:地盤バネ	——	——	5360 tf/m/m	k_{30}=11
k_7:地盤バネ	——	——	5000 tf/m/m	k_{30}=11

注）＊１及び＊２は、表－１の①+③及び①+③+④を表す。

表-3　計算結果

検討項目	着目位置			Ⅰ型 位置	Ⅰ型 数値	Ⅱ型 位置	Ⅱ型 数値
折れ角 (N/1000)	A点付近	レール	MAX	1.42	2.19	0.76	1.57
			MIN	0.26	-1.03	0.07	-1.07
		桁	MAX	0.45	1.07	0.26	0.48
			MIN	0.26	-0.01		-0.02
	B点付近	レール	MAX	0.47	1.94	-0.20	1.68
			MIN	-0.84	-2.01		-1.49
		桁	MAX	-0.45	0.01	0.00	0.78
			MIN		-1.06	-0.50	-0.27
最大鉛直変位量(mm)	A点付近	レール	MAX	9.98	7.52	4.05	1.83
		桁			6.37		0.72
たわみ (1/N)		レール			2540		10400
		桁			3000		26500
制限値[4]				折れ角：5/1000，たわみ：1/800			

注）位置とは、それぞれの点からの右方向の距離（m）を表す。

〈参考文献〉

1) 日本鉄道建設公団：スラブ軌道用路盤構造設計・施工の手引き（案），1993.8

2) JR東日本施設電気部編：軌道構造標準

3) 佐藤吉彦，梅原利之：線路工学，1987.2

4) 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