

ゴムラテックスモルタル被覆を用いた鋼下路桁の経済効果について

日本交通技術 正員 植松寛喜 金木 隆
 トーニチコンサルタント 正員 久保武明
 鉄道総研 正員 谷口 望 池田 学

1. まえがき

近年の都市内の鉄道橋では、狭隘な箇所での施工を要求され、桁下空頭の確保や長スパン化がはかられ、結果として鋼下路桁が採用される事例が多い。鋼下路桁では、以前は、縦桁と横桁を組み入れた開床式が用いられてきたが、騒音対策や鋼部材のメンテナンスコスト省略を目的に鉄骨鉄筋コンクリート床版式（SRC床版式）下路桁も多く用いられてきている。この、SRC床版式下路桁では、橋軸直角方向の横桁をSRC桁として設計するものであり、縦桁を省略できる構造となっている。さらに最近では、主桁の合理化を目的に、このSRC床版の橋軸方向の剛性を主桁に考慮して、さらなる合理化を追求するものも見られている。

一方、都市部での鋼桁においては、主桁腹板から生じる騒音（構造物音）対策として、制振コンクリートを被覆する事例¹⁾があるが、近年、これに代わるものとしてゴムラテックスモルタルの被覆を用いることが検討されている。

そこで、本研究では、下路桁を対象に、SRC床版の有無による鋼重低減効果、また、SRC床版の剛性考慮の有無による鋼重低減効果、さらには、制振コンクリートとゴムラテックスモルタル被覆の違いによる鋼重変動を試設計で比較した。

2. 検討橋梁概要

設定した下路桁は、単線の30+30mの2径間連続桁とし、一般的なI断面主桁とした（図2）。比較検討にあたっては、次のモデルを用いて検討することとした。

- model A：開床式の縦桁・横桁を有する下路桁。主桁の騒音対策は行なわない。
- model B：SRC床版を有するが、主桁方向の剛性には考慮しない。騒音対策として主桁両面に被覆コンクリート（150mm厚）を設置する。
- model C：SRC床版を有するが、主桁方向の剛性には考慮しない。騒音対策として主桁両面にゴムラテックスモルタル（5mm厚）を設置する。
- model D：SRC床版を有するが、主桁方向の剛性にはテンションスティフニング理論を用いて考慮する。騒音対策として主桁両面にゴムラテックスモルタル（5mm厚）を設置する。

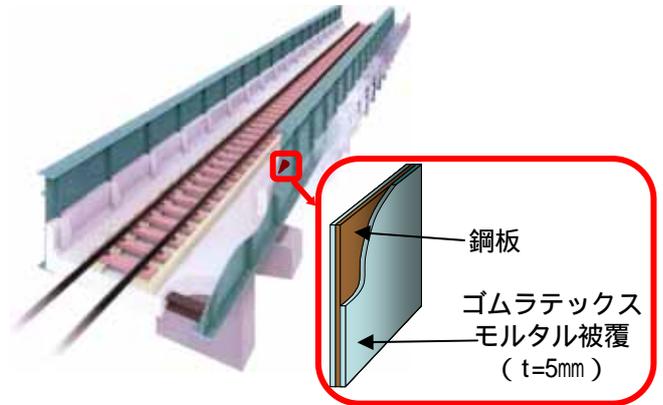


図1. ゴムラテックスモルタルを用いた下路合成桁 (modeID)

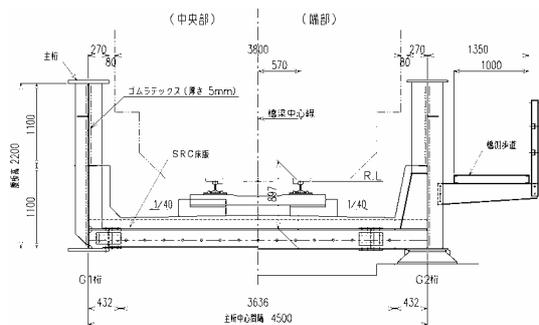


図2. 検討合成桁基本断面 (modeID)

なお、model Aでは、既設計の開床式下路桁を参考に支間等を補正して算出している。Model Bでは、騒音対策として主桁に150mmの制振コンクリートを配置しているが、これは剥落等に配慮した厚さとなっており、一般的に用いられる厚さである。Model C、Model Dでは、制振コンクリートの代わりにゴムラテックスモルタルを5mm設置しているが、ゴムラテックスモルタルは鋼板との付着が強く剥落の心配が少ないことや、騒音対策として十分な効果が得られる厚さとして5mmを用いることとした。また、model Dでは、SRC床版の橋軸方向の剛性を考慮する際に、SRC床版を用いた下路トラス橋や連続合成桁の設計で活用されているテンションスティフニング理論²⁾を用いて設計を行なっている。軌道構造は、model Aでは鋼直結軌道を、その他のモデル（SRC床版）では弾性直結式軌道を想定することとした。

キーワード：下路桁，合成構造，ゴムラテックスモルタル，経済性

連絡先：日本交通技術(〒110-0005 東京都台東区上野7-11-1, TEL 03-3842-9170)

表 1 . modeIA ~ modeIDの設計結果比較

種 別	modeIA 連続非合成桁(開床式)		modeIB 連続非合成桁(SRC床版非合成式)		modeIC 連続非合成桁(SRC床版非合成式)		modeID 連続合成桁(SRC床版合成式)			
	既設計桁を参考に支間等を補正して検討		腹板 制振ｺﾞｸﾞｰﾄ(両側 各150mm)		腹板 ｼﾞﾙﾌﾞｯｸｽ(両側 各10mm)		腹板 ｼﾞﾙﾌﾞｯｸｽ(両側 各10mm)			
	支間中央部 (正曲げ部)	中間支点部 (負曲げ部)	支間中央部 (正曲げ部)	中間支点部 (負曲げ部)	支間中央部 (正曲げ部)	中間支点部 (負曲げ部)	支間中央部 (正曲げ部)	中間支点部 (負曲げ部)		
断面力	M_{D1} (kN-m)	5536.7 (f=1.0)	-1075.7 (f=1.0)	1866.1 (f=1.0)	-3839.9 (f=1.0)	1861.0 (f=1.0)	-3854.2 (f=1.0)	2078.1 (f=1.1)	-4669.2 (f=1.1)	
	M_{D2} (kN-m)	170.5 (f=1.0)	-341.7 (f=1.0)	1672.5 (f=1.0)	-3441.6 (f=1.0)	848.8 (f=1.0)	-1757.9 (f=1.0)	861.7 (f=1.0)	-1936.1 (f=1.0)	
	M_{L1} (kN-m)	3915.4 (f=1.1)	-4846.0 (f=1.1)	3897.2 (f=1.1)	-4919.4 (f=1.1)	3892.8 (f=1.1)	-4937.5 (f=1.1)	3926.0 (f=1.1)	-5435.8 (f=1.1)	
断面形状	計算上の有効断面	鋼断面		鋼断面		鋼断面		鋼断面	鋼断面	
	概略断面略図									
断面諸元	上ﾌﾗﾝｸ	460 x 22 101.2	460 x 28 128.8	540 x 24 129.6	540 x 38 205.2	500 x 22 110.0	540 x 32 172.8	470 x 22 103.4	540 x 36 194.4	
	腹板	2100 x 11 231.0	2100 x 11 231.0	2200 x 11 242.0	2200 x 11 242.0	2200 x 11 242.0	2200 x 11 242.0	2200 x 11 242.0	2200 x 11 242.0	
	下ﾌﾗﾝｸ	460 x 22 101.2	460 x 30 138.0	570 x 20 114.0	570 x 42 239.4	540 x 18 97.2	570 x 36 205.2	450 x 18 81.0	540 x 28 151.2	
	合計	433.4	497.8	485.6	686.6	449.2	620.0	426.4	587.6	
SRC床版	鉄筋 (cm2)	/		D22 x 7 27.1	同左 (但し全長にわたり有効断面として考慮しない)	D22 x 7 27.1	同左 (但し全長にわたり有効断面として考慮しない)	D22 x 7 27.1	D22 x 7 27.1	
	ｺﾞｸﾞｰﾄ (cm2)			2250 x 370 8325.0		2250 x 370 8325.0		2186 x 370 8088.2	1215 x 370 4495.5	
ｺﾞｸﾞｰﾄ体積 (m3)	制振ｺﾞｸﾞｰﾄ	0.0 (m3)	0.15*(2.2+1.8)*60.8*2=	73.0 (m3)	0.0 (m3)	0.0 (m3)	0.0 (m3)	0.0 (m3)		
	SRC床版	0.0 (m3)	0.37*4.50*60.8=	101.2 (m3)	0.37*4.50*60.8=	101.2 (m3)	0.37*4.50*60.8=	101.2 (m3)		
	合計	0.0 (m3)		174.2 (m3)		101.2 (m3)		101.2 (m3)		
鋼材重量 (t)	主桁	支間中央部	部材長 48.8m 係数 1.25	41.5 (t)	部材長 48.8m 係数 1.25	46.5 (t)	部材長 48.8m 係数 1.25	43.0 (t)	部材長 48.8m 係数 1.25	40.8 (t)
		中間支点部	部材長 12.0m 係数 1.25	11.7 (t)	部材長 12.0m 係数 1.25	16.2 (t)	部材長 12.0m 係数 1.25	14.6 (t)	部材長 12.0m 係数 1.25	13.8 (t)
		横桁	既設計支間比 19.04(t)*60/66.8	17.1 (t)	H250*250*9*14 61本 71.8*4.5*61*1.1=	21.7 (t)	H250*250*9*14 61本 71.8*4.5*61*1.1=	21.7 (t)	H250*250*9*14 61本 71.8*4.5*61*1.1=	21.7 (t)
		縦桁	既設計支間比 19.85(t)*60/66.8	17.8 (t)		0.0 (t)		0.0 (t)		0.0 (t)
		下横構	既設計支間比 6.77(t)*60/66.8	6.1 (t)		0.0 (t)		0.0 (t)		0.0 (t)
	合計			94.2 (t)		84.4 (t)		79.3 (t)		76.4 (t)

3 . 試設計結果の比較

騒音対策を用いていない開床式のmodeIAと従来の騒音対策を用いたmodeIBとの比較では、modeIBの方がコンクリートの死荷重が大きくなる影響で、主桁および横桁の使用鋼重が大きくなっている。しかし、modeIBでは、縦桁と下横構が省略できるため、結果として桁全体の鋼重は10%程度減少する結果となった。

ゴムラテックスモルタル被覆による騒音対策を用いたmodeICでは、modeIBに比べて制振コンクリート分の死荷重が低減するため、横桁の断面は変化が無いが、主桁断面の使用鋼重がmodeIBに比べて減少し、桁全体では6%程度減少する結果となっている。

SRC床版および騒音対策は同等であるが、設計手法(テンションステイニング効果の有無)による差のあるmodeICとmodeIDの比較では、modeIDの主桁にはSRC床版の橋軸方向の剛性が付加されるため、結果として主桁断面の使用鋼重が少なくなり、桁全体では4%程度減少する結果となっている。

4 . まとめ

本検討結果より、30m程度の連続下路桁の場合、SRC床版およびゴムラテックスモルタル被覆を用いることで、鋼重の低減が可能であることがわかる。開床式の場合とSRC床版とゴムラテックスモルタル被覆を用いた場合、約18%の鋼重低減効果があると算定された。この程度の鋼重低減であれば、コンクリートの施工費を含めてもSRC床版を用いた桁の方が安価となると考えられ、騒音対策を行なった上で、初期建設費およびライフサイクルコストの両面で経済性に優れた鋼下路桁が可能となることが把握できた。なお、本研究は国土交通省補助金を受けて実施しました。

(参考文献)

- 1) 藤原良憲, 鈴木喜弥, 菅原篤, 谷口望, 相原修司, 池田学: 鋼鉄道橋の非合成部材の合成効果に関する測定(その1, その2), 第60回年次学術講演会, 2005.
- 2) 谷口望, 西田寿生, 村田清満, 矢島秀治, 依田彦彦: 鋼繊維補強合成床版の軸引張挙動に関する簡易解析, コンクリート工学論文集, 第13巻3号, pp.81-89, 2002.