

## 非合成部材を考慮した桁構造の検討(その1) 合成桁

鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正 藤原 良憲, 杉浦 忠治

鉄道総合技術研究所 正 池田 学

トーニチコンサルタント 正 ○藤原 毅, 久保 武明, 堤 秀康

### 1. はじめに

豪雪地域に敷設される鉄道構造物で雪害対策から貯雪方式を採用している区間では、床版上面に貯雪スペースを確保するため、一般には100mmとしている路盤コンクリート高を750mmとしている。路盤コンクリートは軌道構造の一部で列車荷重を構造物に伝播させるための部材であり、構造物と考えていないため5~10m程度で目地を設けているが、それらは橋梁全長に渡り設置されるもので、最近の測定結果や研究<sup>1)</sup>では主桁作用に寄与している報告もある。

そこで、桁下制限を受ける架道橋に多く採用されている合成桁の形式に対して、路盤コンクリートの目地を無くして主桁と一体化させた場合の検討を行った。本稿においては、その検討結果を報告する。また、別稿においては別形式であるSRC桁の検討について報告する予定である。

### 2. 構造計画

図-1に本検討における合成桁の断面形状を示す。合成桁は新幹線鉄道の道路および河川交差箇所に比較的多く用いられている形式であることから、他路線への適用を考慮して、従来用いている断面形状を基本とした。赤色の範囲が床版コンクリート、緑色の範囲が主桁に有効とする路盤コンクリートである。支間60mの複線1主箱桁形式を想定した。ただし、路盤コンクリートを断面に算入した場合には中立軸の位置<sup>2)</sup>に十分注意して断面形状を計画する必要がある。

### 3. 死荷重の取扱いによる主桁断面の検討

一般に、合成桁における死荷重は、鋼断面で支持する合成前、鋼とコンクリートの合成断面で支持する合成後に分類されるが、本検討における路盤コンクリートは、床版と一体施工を行うとすれば合成前、床版施工後に分割施工を行うとすれば合成後、と考えられる。この2つの比較を表-1、-2に示す。

その1では前死荷重の増加により鋼の応力が増加し、下フランジのみ2%減であるが、その2では活荷重等に対して主桁の断面剛性が向上することから上下フランジともに5%減少し、施工条件を設けて合成後とする方が合理的であると考えられた。

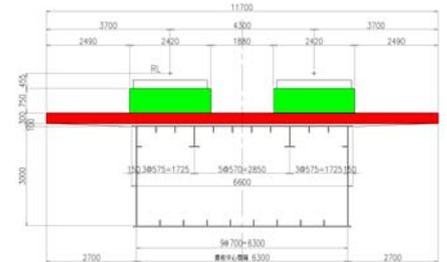


図-1 検討断面の形状

表-1 死荷重の分類による断面形状比較

	従来の方法	路盤コン有効とした場合の方法	
		その1	その2
合成前	路盤コンは未施工 	路盤コンが荷重として考慮されるステップ 	路盤コンは未施工 
合成後	路盤コンが荷重として考慮されるステップ 	路盤コンが断面として考慮されるステップ 	路盤コンが荷重として考慮されるステップ 路盤コンが断面として考慮しない 

表-2 合成桁案比較表

検討条件	路盤コンの有無	従来の方法		路盤コン有効とした場合の方法		
		無効	有効	その1	その2	
鋼材の材質	SM570	SM570	SM570	SM570	SM570	
コンクリート強度	40N	40N	40N	40N	40N	
断面力	合成前死荷重	kN・m	105,222.0	143,035.0 ※1	105,222.0	
	合成後死荷重	kN・m	65,453.0	38,092.0 ※1	72,466.0 ※2	
	雪20年荷重	kN・m	15,028.0	15,028.0	15,028.0	
	活荷重衝撃	kN・m	56,888.0	56,888.0	56,888.0	
	合計	kN・m	242,591.0	253,043.0	249,604.0	
断面形状	コンクリート	路盤	mm	1-Con 11700 × 300	1-Con 11700 × 300	1-Con 11700 × 300
		床版	mm	—	2-Con 2420 × 750	2-Con 2420 × 750
	鋼断面	U FLG	mm	1-PL 6600 × 21	1-PL 6600 × 21	1-PL 6600 × 20
		U RIB	mm	8-PL 180 × 16	8-PL 180 × 16	8-PL 180 × 16
		ST WEB	mm	2-PL 600 × 10	2-PL 600 × 10	2-PL 600 × 10
		ST FLG	mm	2-PL 300 × 16	2-PL 300 × 16	2-PL 300 × 16
		WEB	mm	2-PL 3000 × 12	2-PL 3000 × 12	2-PL 3000 × 12
		L RIB	mm	8-PL 180 × 16	8-PL 180 × 16	8-PL 180 × 16
		L FLG	mm	1-PL 6500 × 36	1-PL 6500 × 35	1-PL 6500 × 34
		As	mm <sup>2</sup>	512,280	505,780	492,680
結局限界状態	発生応力	合成前	N/mm <sup>2</sup>	-185 137	-253 190	-193 144
		合成後	N/mm <sup>2</sup>	-12 166	-7 -57	120 -9
		合計	N/mm <sup>2</sup>	-12 -305	-7 -310	310 -9
	安全度	合成前	—	0.572 0.440	0.779 0.613	— 0.626
		合成後	—	0.846 0.366	0.535 0.174	0.385 0.509
合計	—	0.846 0.938	0.975 0.505	0.953 0.998		

※1:路盤コンが従来の方法に比べ、【軽量⇒普通、合成後⇒合成前、荷重係数1.0⇒1.1】と変化したことによる。  
 ※2:路盤コンが従来の方法に比べ、【軽量⇒普通】と変化したことによる。

キーワード：鉄道橋，合成桁，路盤コンクリート，雪害対策

連絡先：〒151-0071 東京都渋谷区本町 1-13-3 Tel:03-3374-4084 Fax:03-3374-4744

#### 4. 断面算定方法に関する検討

本検討における合成桁断面の断面算定を行う場合、(1)凹凸のあるコンクリート版の応力状況の把握、(2)内部応力の状況、に課題があると考え FEM 解析と計算値の比較検討を行うものとした。

##### 4-1. 解析概要

有限要素法に用いたモデルを図-2に示す。左右対称の-span割りのため、中央径間支間中央部において対称条件を与えた 1/2 対象モデルとした。コンクリート部材はソリッドモデル、鋼部材はシェルモデル、鋼とコンクリートの結合はジベルを配置する腹板上と縦桁上で各要素を剛結合とした。

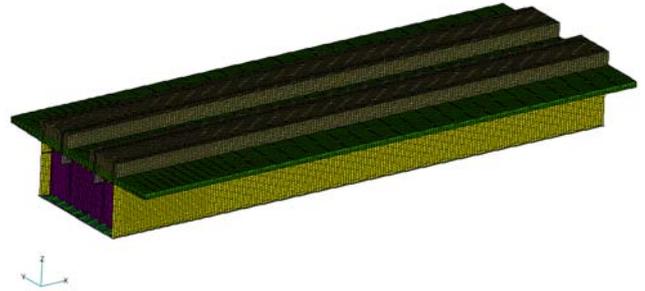


図-2 合成桁 FEM 解析メッシュ (鳥瞰図)

##### 4-2. 凹凸のあるコンクリート版の応力状況

FEM 解析の結果を図-3に示す。最大応力発生位置は路盤コンクリート天端部であり、その値は約  $8000\text{kN/m}^2$  で計算値とほぼ等しい。また、応力分布は鉛直方向に均一な状況であり、張出床版上面にて約  $6000\text{kN/m}^2$  の応力が生じているが、線路直角方向の影響であると考えられる。

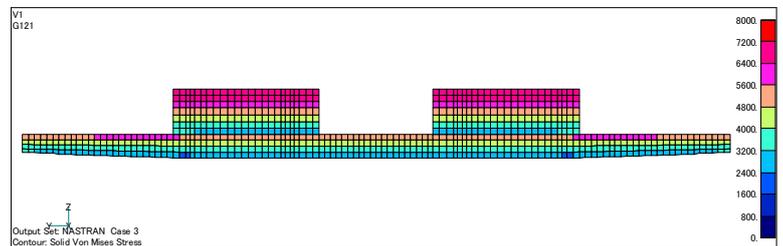


図-3 コンクリート断面、D+(L+I) 複、ミーゼス応力 (支間中央部)

##### 4-3. 内部応力に関する検討

内部応力は断面内の釣合いにより計算<sup>2)</sup>され、コンクリート断面積に比例することから、本検討断面は路盤コンクリートの断面積により内部応力が増加することが予測された。そこで、乾燥収縮の影響 ( $200\mu$ ) を温度変化に換算して FEM 解析を行った。図-4に線路方向 (上段) および線路直角方向 (下段) の直応力図を示す。

路盤コンクリート部は突出部のため伸び縮みの自由度が高いことからほとんど応力は生じていない。ジベルによる拘束効果はモデル化の方法 (要素のみ剛結) により約  $1000\text{kN/m}^2$  の局所的な応力が生じているが、計算値は約  $300\text{kN/m}^2$  で、実構造においては面支持になることから問題無いものと考えられる。また、鋼部材に着目すると、上フランジ上面で約  $20000\text{kN/m}^2$ 、下フランジ下面で約  $4000\text{kN/m}^2$  の応力度が生じているが計算結果とほぼ等しい値である。

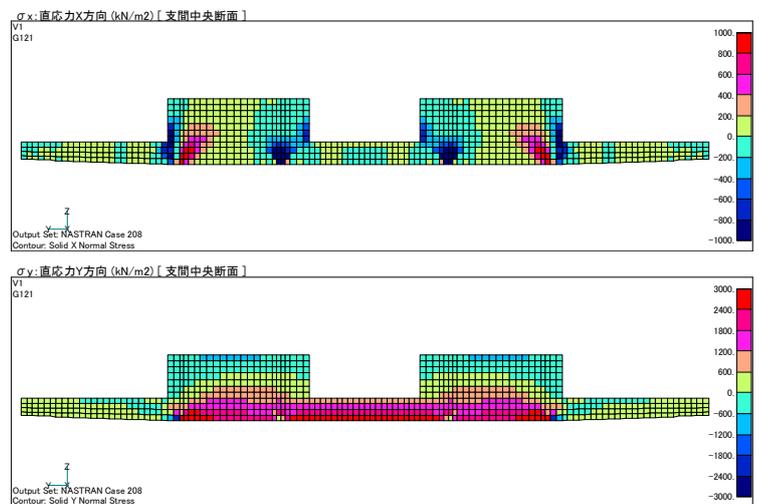


図-4 コンクリート断面、SH、直応力 (支間中央部)

#### 5. まとめ

路盤コンクリートを主桁断面に算入することで、中立軸の位置は上方に移動するが鋼桁内に収まり、経済性および合理性に寄与することが確認でき、解析値と計算値の比較も概ね同等である。今後は、縮小試験体により確認作業を行い、実用化に向けて検討を進める予定である。

参考文献】1)藤原, 鈴木, 池田, 谷口: 鋼鉄道橋における非合成部材の合成効果に関する実橋測定, 構造工学論文集 Vol.53A, 2007年3月 2) 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物, 1992.10