

既設 RC 床版の FEM 解析による応力度照査

首都高速道路(株) 正会員 高橋 邦博
首都高速道路(株) 正会員 小島 直之
(株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○伊藤 雪
(株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 大竹 省吾

1. はじめに

既設橋梁 RC 床版への遮音壁設置検討の際に、荷重分散を考慮した片持ち梁の理論式を用いる現行基準¹⁾により床版の照査を行うと許容値を超過することがある。同方法は床版の面外方向に対して剛性の高い地覆や壁高欄の荷重の分散効果を考慮していないため、詳細な検討を行えば、集中荷重に対する応力度が低下する可能性がある。そこで、3次元 FEM 解析を用いた詳細照査により実断面力を算出し、現行基準で求まる値を補正するための換算係数を算定した。

2. 換算係数算出ケース

換算係数に影響を及ぼすパラメータを抽出・評価し、より一般性を持った換算係数の算定を目指した。主桁たわみが大きい方が橋軸方向の断面力の変化が大きく、断面力最大値も大きくなる。よって、対象桁種別は主

表-1 パラメーター一覧表

検討項目	検討ケース	換算係数算出ケース	備考
床版張出し長	—	張出し長1.2m	H15以前の基準で最大張出し長
壁高欄厚	壁高欄厚150mm	壁高欄厚150mm	壁高欄厚の薄い方が断面力大
	壁高欄厚200mm		
	壁高欄厚250mm		
支間長	—	支間長30m	中間横桁4～6本×横桁間隔6m
		支間長36m	
		支間長42m	
床版厚	床版厚255mm	床版厚255mm	不利となるケースを断定できない
	床版厚325mm	床版厚325mm	
載荷位置	—	中央部 桁端部	荷重分散範囲の違いを考慮 桁端部＝桁端から1/2床版支間

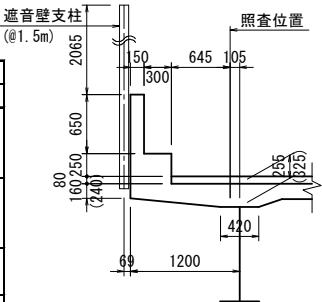


図-1 張出し部断面図

桁たわみが大となる鋼桁とし、ここでは鋼鉄桁の算定結果を報告する。表-1 にパラメーター一覧表を示す。

3. 解析条件

3.1 モデル化方法

- 鋼 3 径間連続非合成鉄桁橋(橋長 L=3@30m=90m)の 1 径間を、表-1 に示す支間長の単純橋としてモデル化した。
- 鋼鉄桁のモデル化は、主桁・床版・壁高欄をシェル要素、地覆をソリッド要素でモデル化した。また、横桁はシェル要素でモデル化し、最大 6m 間隔で配置した。横構は棒要素でモデル化した。
- 境界条件は、支承位置のみ固定の単純梁とし、桁たわみの影響を考慮した。

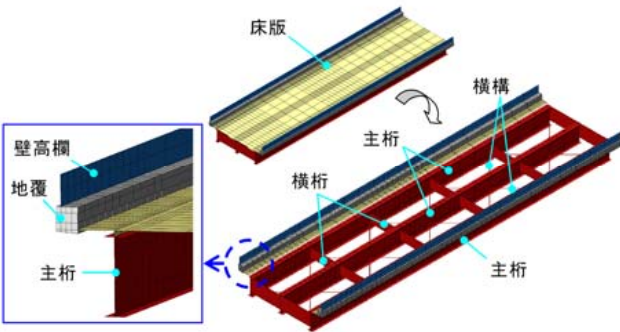


図-2 鋼鉄桁 FEM モデル図

表-2 材料および物理定数一覧表

部材		床版 地覆・壁高欄	主桁・横桁
材料		コンクリート	鋼
材質		$\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$	SM41A (SM400)
単位重量	γ	kN/m^3	24.5※ 77.0
ヤング率	E	N/mm^2	2.5×10^4 2.0×10^5
せん断弾性係数	G	〃	1.09×10^4 7.7×10^4
ポアソン比	ν		0.167 0.3

※床版の単位体積重量には舗装重量を加味した。

3.2 荷重条件および載荷方法

- (1)死荷重 遮音壁支柱位置の節点に支柱重量を載荷した。
- (2)活荷重 地覆から 250mm の位置に、T 荷重の片側荷重を載荷した。
- (3)風荷重 遮音壁に作用する風荷重は、遮音壁 1.5m 幅分を支柱位置に載荷し、地覆壁高欄に作用する風荷重は節点に等分布載荷した。
- (4)衝突荷重 衝突荷重は、中央部 20kN/m・桁端部 40kN/m を、荷重合計が 72kN となる範囲に、路面から H=1.0m の位置に載荷した。

キーワード 3次元 FEM 解析, RC 床版, 換算係数, 荷重分散, 活荷重, 衝突荷重

連絡先 〒151-0071 東京都渋谷区本町 3-12-1 (株)オリエンタルコンサルタンツ 構造部 TEL: 03-6311-7860

4. 解析結果

4.1 断面力

(1)活荷重

活荷重による断面力は、載荷位置周辺では下面引張の曲げとなり、結果的に、上面引張の照査位置の断面力は小さくなった(図-3)．これは、地覆壁高欄の剛性を考慮した影響と推測される．

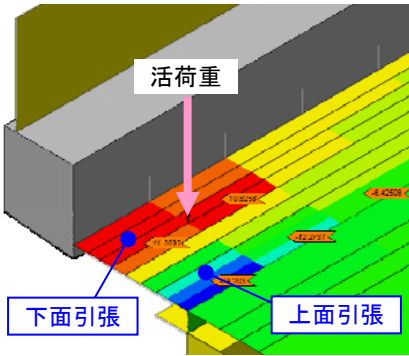


図-3 活荷重載荷時 BM コンター図

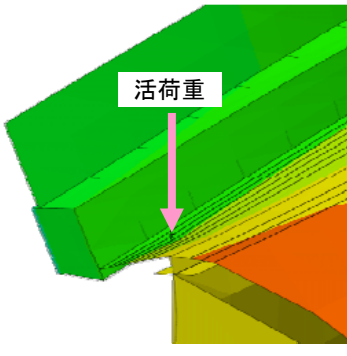


図-4 活荷重載荷時変形図

図-4 に示すとおり、活荷重載荷位置を中心にすり鉢状の変形が確認された．

(2)風荷重

風荷重による照査位置での断面力は、桁端部と横桁位置で大きく、横桁間では小さくなった(図-5)．これは主桁たわみを考慮したことで、剛性の大きな横桁部への断面力の偏りが生じたためと推測される．

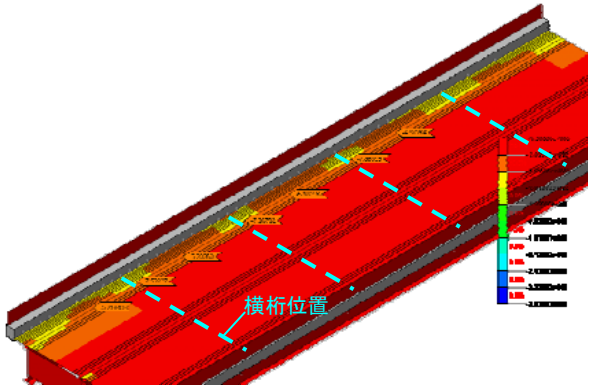


図-5 風荷重載荷時 BM コンター図

(3)衝突荷重

図-6 に示す衝突荷重時コンター図より、衝突荷重により照査位置で断面力が発生する範囲が、衝突荷重載荷範囲と比較して大幅に広がっていることから、衝突荷重が地覆壁高欄および床版を介して拡散したと考えられる．

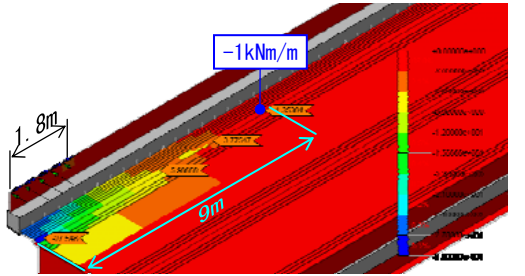


図-6 衝突荷重桁端載荷時 BM コンター図

4.2 換算係数

- ・FEM 解析結果を基に、断面計算による断面力から実断面力を求める「換算係数」を算定した．表-3 に換算係数一覧表を示す．
- ・換算係数は次式の通り使用する．

実断面力＝断面計算による断面力×換算係数

- ・既設死荷重(＝遮音壁以外の死荷重)は、地覆壁高欄の剛性発揮前に載荷されるため、地覆壁高欄の剛性の影響を受けず、照査断面の橋軸方向に一律に発生する．よって、既設死荷重の換算係数は 1.00 とした．
- ・風荷重の換算係数は、有効幅＝支柱間隔(1.5m)として算出した断面力に対する値である．

表-3 換算係数一覧表

				算出条件		断面力		換算係数
				床版厚	支間長	FEM	手計算	
				(mm)	(m)	(kNm/m)	(kNm/m)	
桁端部	死荷重	既設	Dd	—	—	—	—	1.00
		遮音壁	Ds	325	30	7.907	2.665	2.97
	活荷重		L	325	30	24.872	103.470	0.24
	風荷重		W3	325	30	7.460	6.138	1.22
	衝突		CO	325	30	30.353	49.700	0.61
中央部	死荷重	既設	Dd	—	—	—	—	1.00
		遮音壁	Ds	255	30	3.973	2.665	1.49
	活荷重		L	325	42	7.235	51.735	0.14
	風荷重		W3	255	30	7.969	6.013	1.33
	衝突		CO	325	30	18.290	24.850	0.74

5. まとめ

- ・活荷重の換算係数は大幅に小さくなった．これは、道示の活荷重算出式が理論値に対して安全側に配慮されているのに対し、FEM 解析では地覆壁高欄の剛性を考慮したためと考えられる．
- ・衝突荷重の換算係数が小さくなったのは、衝突荷重が地覆壁高欄および床版を介して拡散したためと考えられる．
- ・遮音壁死荷重および風荷重の換算係数は 1 以上となったが、これは換算係数を断面力最大値より算出したためである．

参考文献：1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編，2002