変則スパンを有した連続合成桁のフランジの有効幅に関する考察

鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正 藤原良憲 木村尚悦 SCOOP(前鉄道運輸機構) フェロー 保坂鐵矢 トーニチコンサルタント 正〇堤 秀康 久保武明

1. はじめに 本橋は中央径間部において交差道路から桁下制限を受け,河川区域に近接することから端支点 橋脚設置位置が限定されたため、支間長 48.3m+110m+48.3m(約1:2:1)の変則スパンで連続化を行った 鋼とコンクリートの合成鉄道橋である.構造形式は中央径間の支間長より,複線1主箱桁形式を用いている.

本橋の死荷重曲げモーメント形状は図-1 に示すとおり、側径 間部において極端に正曲げ範囲が小さく,負曲げ範囲が大きい. ここで,鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物¹⁾(以 下,鋼・合成標準とする)における有効幅算出時の等価支間長は、 側径間支間中央部で 0.8×L1, 中央径間支間中央部で 0.6×L2, 中間支点部で0.2×(L1+L2)であり、側径間部の曲げモーメント範 囲は本橋と明らかに異なる. そこで,変則スパンに対する等価支 間長および有効幅算定式の適用について有限要素法解析を用い

て検討した.本稿はその検討結果について報告する.

2. 有限要素法解析 2-1. モデル化の概要

有限要素法に用いたモデルを図-2 に示す. 左右対称のスパン 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. なお、本橋の 側径間には活荷重の部分載荷による端支点反力減 少対策として図-3 に示す箱内コンクリートを設置 しているため、case1 は箱内コンクリートを荷重と してのみ考慮した場合, case2 は箱内コンクリート の部材剛性を考慮した場合として解析を実施した. 2-2. 解析結果 図-4~6 に, 側径間中央, 中間支 点,中央径間中央の3箇所におけるミーゼス応力 の分布図を示す.また,表-1に鋼・合成標準によ り計算された有効幅とFEM 解析で得られた応力値 から算出した有効幅 $(\lambda = \int \sigma(y) dy / \sigma o)^{2}$ の比 較値を示す.



図-1 死荷重曲げモーメント図





図−3 箱内コンクリートの設置状況(側面図)

3. 解析結果の考察 3-1. FEM 解析による有効幅 中央径間中央の結果に着目した場合,図-5の応力分布形 状からは十分に全幅有効と考えられるが、σοを最大応力値として有効幅を計算すれば、いずれの箇所も一部 無効の結果になる(表-1 参照).また、有効幅算定式は理論値に対して安全率が考慮されている.したがっ て、算定式と FEM 解析値を比較する場合、FEM 解析値には σ o= σ max × 90% を用いるものとした.

キーワード:鉄道橋,連続合成桁,有効幅,有限要素法解析 連絡先:〒151-0071 東京都渋谷区本町1-13-3 Tel:03-3374-4084 Fax:03-3374-4744 **3-1. 床版** 床版の解析結果は腹板部において応力値が凸の傾向にあるが, 概ね均一な応力分布を呈しており, 応力分布形状からは全幅が有効に機能していると考えられる. また, case1 と case2 の相違は応力値で応力分 布形状に影響は無いものと考えられる.

<u>3-2. 上フランジ</u> 径間中央部においては概ね全幅有効,中間 支点部においては腹板付近で凸の応力分布形状であり,FEM 解析による有効幅は算定式による 2 つの有効幅以上となって いる.

3-3. 下フランジ case1 と case2 を比較した場合, 応力分布 状況の相違が明らかで, 箱内コンクリートが主桁として有効 に機能すれば下フランジの有効幅が大きく改善されると言え る. FEM 解析による有効幅は実曲げモーメント範囲による有 効幅に近似している.

4. まとめ 上フランジの有効幅は,算出式<解析値となっている.これは,縦桁位置においても剛ジベルにより床版と 結合されていることが要因と考えられる.

下フランジの有効幅は,箱内コンクリートの剛性を考慮す るとその影響により応力度が平均化し有効幅は大きくなるが, 鋼桁と箱内コンクリートの結合条件や引張側に位置している 箱内コンクリートの取扱に課題が残る.

表-1 有効幅の比較

		-						
				側径間中央				
		算定式		FEM : casel		FEM : case2		全幅有効
		等価支問	実M支間	最大値	90%値	最大値	90%値	の場合
Slab	腹板内側	6.30	6.30	4.75	5.21	5.36	5.89	6.30
	腹板外側	2.64	2.47	2.09	2.32	2.33	2.60	2.70
	合計	11.58	11.23	8.92	9.85	10.02	11.08	11.70
U.Flg	腹板内側	5.90	5.29	5.94	6.30	5.95	6.30	6.30
	腹板外側	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
	合計	6.30	5.69	6.34	6.70	6.35	6.70	6.70
L. Ulg	腹板内側	5.90	5.29	4.84	5.31	6.21	6.30	6.30
	腹板外側	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	合計	6.00	5.39	4.94	5.41	6.31	6.40	6.40
		中間支点部						
		算定式		FEM : casel		FEM : case2		全幅有効
		等価支間	実M支間	最大値	90%値	最大値	90%値	の場合
Slab	腹板内側	6.20	6.29	5.95	6.30	5.91	6.30	6.30
	腹板外側	2.32	2.47	2.41	2.68	2.41	2.69	2.70
	合計	10.85	11.23	10.77	11.65	10.73	11.67	11.70
U.Flg	腹板内側	4.96	5.44	5.61	6.16	5.61	6.16	6.30
	腹板外側	1.05	1.08	0.97	1.09	0.98	1.09	1.10
	合計	7.06	7.61	7.55	8.33	7.56	8.33	8.50
L. Ulg	腹板内側	4.96	5.44	5.26	5.78	6.01	6.30	6.30
	腹板外側	1.05	1.08	0.88	0.98	0.86	0.96	1.10
	合計	7.06	7.61	7.02	7.74	7.72	8.21	8.50
		中央径間中央						
		算定式		FEM : casel		FEM : case2		全幅有効
		等価支間	実M支間	最大値	90%値	最大値	90%値	の場合
Slab	腹板内側	6.30	6.30	5.99	6.30	5.95	6.30	6.30
	腹板外側	2.70	2.70	2.50	2.70	2.48	2.70	2.70
	合計	11.70	11.70	10.99	11.70	10.91	11.70	11.70
U.Flg	腹板内側	6.30	6.30	6.19	6.30	6.18	6.30	6.30
	腹板外側	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
	合計	6.70	6.70	6.59	6.70	6.58	6.70	6.70
L.Ulg	腹板内側	6.30	6.30	6.26	6.30	6.26	6.30	6.30
	腹板外側	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	合計	6.40	6.40	6.36	6.40	6.36	6.40	6.40
						•		

有効幅算出時の計算支間は、実曲げモーメント範囲が解析値に比較的近似していることを確認したが、実施 設計においては、鋼・合成標準によることを基本とし、側径間部においては本検討結果より実曲げモーメント 範囲により求めた有効幅で断面照査を追加するものとした.

設計理論と実挙動の合致を図り,配置した部材を効率的に機能させることは合理的な設計を行うに当たり重要な事項であると考え,本検討を行うものとしたが,終局耐力の向上も構造物の安全性を確保するためには重要な事項と考えている.これらのバランスに配慮しつつ,合理的な設計に努める所存である.



参考文献】1)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 2)日本道路協会:道路橋示方 書 鋼橋編, 2002.3