

I-A 279 第二東名神における少数主桁橋の垂直補剛材下端の構造詳細に関する検討

日本道路公団	森山陽一	日本道路公団	正員 村山 陽
川田工業	正員 慶 甲秀	三菱重工業	正員 長谷川和正
ピー・エス	北山耕造	東京工業大学	フェロー 三木千壽

1. まえがき プレートガーダー橋の横桁や対傾構を取り付けた荷重集中点の垂直補剛材と引張フランジとの取り合いは、図-1 (a) に示すように、疲労への配慮から原則として溶接せず密着させるものとしている。また、図-1 (b) に示すように、荷重集中点以外の垂直補剛材は、引張フランジに密着させなくても特に支障がないと考えられるため、防錆や施工性に配慮して引張フランジと35mm程度の間隔をあけている¹⁾。高橋ら²⁾

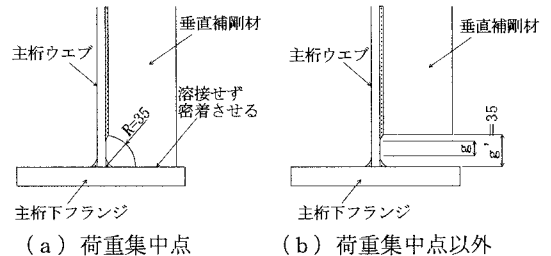


図-1 垂直補剛材下端の構造詳細

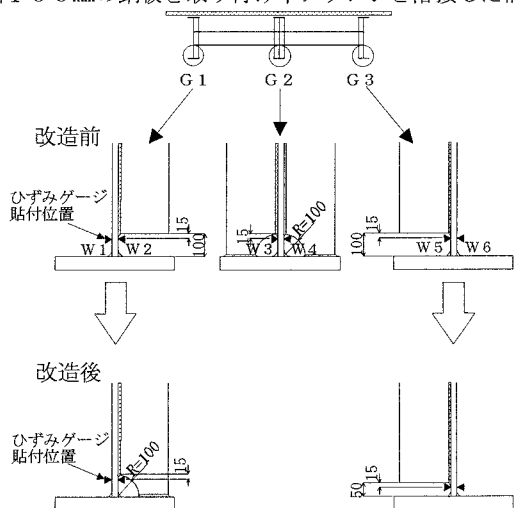
の2主桁橋に関する検討では、荷重集中点の垂直補剛材に関して、引張フランジとの間隔（以下、間隔 g' ）をあけても、主桁ウェブに有害な応力が発生しないことが確認されている。この検討結果を踏まえるとともに、鋼橋の製作における省力化、溶接の施工性および疲労について配慮すると、間隔 g' を可能な限り大きくあげることが望ましい。しかし、間隔 g' をあけすぎると主桁ウェブの板曲げにより垂直補剛材下端のまわし溶接近傍に疲労に関して有害な応力が発生することが予想される。そこで、鋼橋の省力化・合理化を目指した少数主桁橋の設計に先立って、荷重集中点の垂直補剛材の間隔 g' について検討を行った。

本報告では実橋の1/2スケールの試験体による静的載荷試験を実施し、間隔 g' の変化によるその近傍の発生応力の変動を調べ、実橋への適用に際しての疲労照査方法について述べるものである。

2. 検討方法 3主桁である実橋の1/2スケール模型を用いた静的載荷試験³⁾を行い、垂直補剛材下端部近傍の発生応力を測定した。垂直補剛材下端と下フランジの取り合い部の構造は、図-2に示すように外主桁については間隔 g' を100mmとし、内主桁についてはスカラップを設け下フランジと溶接した。また、応力測定終了後、外主桁のうち主桁G3の垂直補剛材下端に幅50mmの鋼板を取り付け間隔 g' を50mmとするとともに、主桁G1にはスカラップを設けた幅100mmの鋼板を取り付け下フランジと溶接した構造に改造し、再度応力測定を実施した。なお、荷重については実橋のT荷重¹⁾に相当する10tfを載荷した。

この試験体による応力測定結果および図-1に示す間隔 g に関するJ.W.Fisherの研究結果⁴⁾をもとに実橋の応力レベルを推定し、疲労照査を実施することによって実橋への適用について検討を行った。

3. 試験結果 図-2に示したひずみゲージ貼付位置の応力測定結果のうち鉛直成分を表-1に示す。床版上に設けた格子状の63点の載荷点について行った影響面載荷の結果から、最大応力が発生する荷重位置は外主桁側では床版支間中央であり、内主桁側では内主桁直上となった。間隔 g' を100mmとした外主桁側では、主桁ウェブの表裏で応力の符号が反転していることから、板曲げ応力が発生していることが分かる。図-2 試験体の構造およびひずみゲージ貼付位置



これに対して、内主桁側では下フランジに溶接されていることから板曲げ応力の発生は見られない。また、改造により間隔 g' を 50mm とした主桁 G 3 側の応力範囲は 100mm の場合の 60% 程度に低減され、下フランジと溶接した主桁 G 1 側の発生応力は小さい。

表－1 垂直補剛材下端部の発生応力

		改造前			改造後		
		最大応力	最小応力	応力範囲	最大応力	最小応力	応力範囲
		kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²
主桁 G 1 側	W 1	28.4	-86.1	114.5	4.2	-18.9	23.1
	W 2	66.2	-30.5	96.7	0.0	-6.3	6.3
主桁 G 2 側	W 3	-2.1	-48.3	46.2	—	—	—
	W 4	0.0	-33.6	33.6	—	—	—
主桁 G 3 側	W 5	71.4	-46.2	117.6	33.6	-38.9	72.5
	W 6	37.8	-86.1	123.9	23.1	-44.1	67.2

4. 実橋への適用に関する検討 垂直補剛材下端のまわし溶接近傍の応力照査は、主桁の橋軸方向の応力に関する疲労強度等級が E 等級であり、T-60 荷重に対する応力範囲が一定振幅応力の打ち切り限界である 63.3 kgf/cm² を下回ることから十分安全であると判断し、鉛直方向の応力のみに関して行う。

鉛直方向の応力に関する疲労照査は、前述の試験結果と J. W. Fisher の研究結果から、間隔 g' と発生応力が比例し、主桁ウェブの板厚と発生応力が反比例するものと仮定し、実橋の各断面寸法の応力範囲を算出する。日本鋼構造協会の疲労設計指針・同解説⁵⁾ にもとづき、この発生応力を T-60 荷重（T 荷重の 3 倍）相当の応力範囲に換算し、当該部分の疲労強度等級である G 等級の一定応力振幅の打ち切り限界と比較して安全性を確認する。疲労照査結果は表－2、3 に示す通りであり、間隔 g' の最大値は 100mm となった。

表－2 垂直補剛材下端部の各部寸法

	板厚			すみ肉溶接サイズ			間隔 g ⁴⁾		間隔 g'	
	ウェブ	下フランジ	垂直補剛材	下フランジ	垂直補剛材	合計	$g = (4 \sim 6) \cdot t_w$	$g' = g + \Sigma s$	$g' = g + \Sigma s$	
	t w	t f	t s	s f	s s	Σs	$4 \cdot t_w$	$6 \cdot t_w$	$4 \cdot t_w + \Sigma s$	$6 \cdot t_w + \Sigma s$
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1/2 模型	9	25	16	8	6	14	36	54	50	68
実 橋	12	22	25	7	8	15	48	72	63	87
	14	22	25	7	8	15	56	84	71	99
	14	38	25	9	8	17	56	84	73	101
	15	27	25	8	8	16	60	90	76	106
	15	37	25	9	8	17	60	90	77	107
	16	26	25	8	8	16	64	96	80	112
	16	59	25	11	8	19	64	96	83	115
	17	53	25	11	8	19	68	102	87	121
	17	75	25	13	8	21	68	102	89	123
	18	75	25	13	8	21	72	108	93	129

表－3 垂直補剛材下端部の疲労照査

	板厚			採用間隔 g'	応力範囲 $\Delta \sigma$ (T-60 相当)			打ち切り限界 $\Delta \sigma_{ce}$ ⁵⁾	
	ウェブ	下フランジ	垂直補剛材		模型応力範囲	板厚比①	間隔比②	G 等級	判定
	t w	t f	t s		$\Delta \sigma_s$	実橋/2/模型	実橋/2/模型	$\Delta \sigma_s / ① \cdot ②$	一定振幅応力
	mm	mm	mm	mm	kgf/cm ²	γ_t	γ_g	kgf/cm ²	kgf/cm ²
1/2 模型	9	25	16	50	217.5	—	—	326.5	—
実 橋	12	22	25	100	217.5	0.67	1.00	326.3	OK
	14	22	25	100	217.5	0.78	1.00	279.6	OK
	14	38	25	100	217.5	0.78	1.00	279.6	OK
	15	27	25	100	217.5	0.83	1.00	261.0	OK
	15	37	25	100	217.5	0.83	1.00	261.0	OK
	16	26	25	100	217.5	0.89	1.00	244.7	OK
	16	59	25	100	217.5	0.89	1.00	244.7	OK
	17	53	25	100	217.5	0.94	1.00	230.3	OK
	17	75	25	100	217.5	0.94	1.00	230.3	OK
	18	75	25	100	217.5	1.00	1.00	217.5	OK

5. まとめ 本検討結果より、垂直補剛材下端と引張フランジとの間隔は、疲労設計上最大 100mm まで安全であることが分かった。しかしながら、橋梁によっては主桁の桁高や横桁の構造などが異なることから、本検討結果が全ての橋梁に適用するとは限らないため、別途照査が必要であると考えられる。

【参考文献】 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅰ 共通編Ⅱ 鋼橋編，1994-2。 2) 高橋・鈴木・橋・伊藤・志村・三木：1/2 スケール模型を用いた 2 主桁橋の立体挙動に関する実験的研究，土木学会第 50 回年次学術講演会概要集，1995-9。 3) 角・檜作・街道・熊谷・西垣・三木：少数主桁橋のスタッドと垂直補剛材の応力性状に関する実験的検討，土木学会第 51 回年次学術講演会概要集，1996-9。 4) J. W. Fisher: Bridge Fatigue Guide—Design and Details, American Institute of Steel Construction, 1977。 5) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，1993-4。