

スカーラップを有する主桁－横桁取合い部の応力解析

関西大学工業技術研究所 正会員 堀 新
 明星大学理工学部 正会員 鈴木 博之
 関西大学工学部 正会員 坂野 昌弘

1. はじめに 合成鋼 I 桁橋の主桁ウェブと荷重分配横桁（以下、横桁という）の取合い部の構造として主桁ウェブに横桁フランジを貫通させている構造（以下、ウェブ貫通部という）があり、この構造に疲労損傷が報告されている¹⁾。このため、ウェブ貫通部の応力性状を明らかにし、この部位の疲労性能を把握する必要がある。本研究では、既報^{2),3)}の局所モデルを橋梁全体モデルに拡張し、合成鋼 I 桁橋に T 荷重 1 台が作用したときのウェブ貫通部の応力を FEM 解析を用いて検討する。

2. 解析方法 解析は、ソリッド要素とシェル要素を用いた FEM 解析である。解析対象橋梁は阪神高速道路公団の標準図に示されている 5 本主桁合成鋼 I 桁橋である。桁配置ならびに荷重載荷位置を図-1、2 に示す。図-1 における GA, GB, GC は主桁を表し、1 は端対傾構、2, 3 は中間対傾構、支間中央の 4 は横桁を表している。解析対象部は GB 桁と横桁の下取合い部である。解析モデルの取合い部を図-3 に、解析対象部の断面寸法を表-1 に示す。図-3 に示すように、解析対象橋梁の主桁ウェブには 20R のスカーラップが設置されている。解析においてはスカーラップは多角形で近似し、応力集中が大きいと推察される回し溶接部の端部を三角形要素で近似した。この要素が最小要素であり、一辺は約 6mm である。主桁の拘束条件は実橋と同じく一端ローラー、他端ヒンジとし、横桁取付位置に最大曲げモーメントが生ずるように T-20 を走行車線および追越車線に載荷した。なお、衝撃は考慮していない。

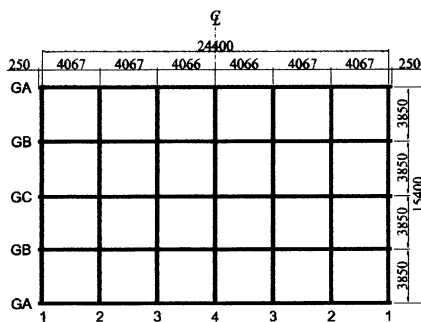


図-1 桁配置

表-1 解析対象部の寸法

桁	U.Fl 幅×厚さ (mm)×(mm)	Web 幅×厚さ (mm)×(mm)	L.Fl 幅×厚さ (mm)×(mm)
主桁	250×20	1400×9	430×32
横桁	280×16	1050×9	280×16

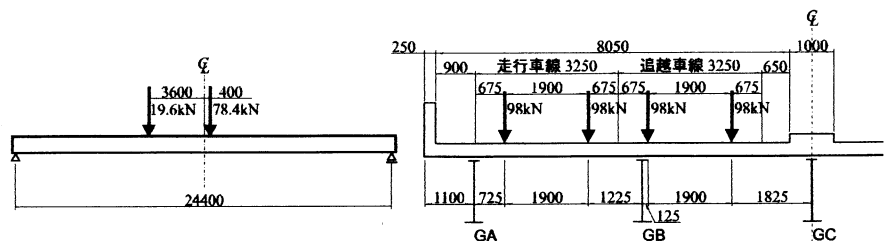


図-2 荷重載荷位置

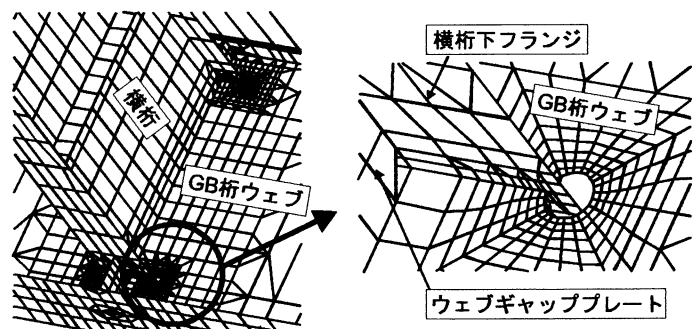


図-3 解析モデルの取合い部

3. 解析結果および考察 GB 桁のウェブ貫通部を含む断面における垂直応力分布を図-4 に、解析結果と実橋の計測結果との比較を表-2 に示す。実測値（上下フランジと①のみ）と解析値は異なるものの、ウェブ貫通部での主桁下フランジとの比率および面外曲げ応力の生じていない点など解析値が、この部位における特色を表していることがわかる。実測値と解析値に差が生じた要因は、実測値は一般車両走行中に下フランジ応力の最大値が生じたときのものであり、T-20 より大きいためと考えられる。なお、回し溶接部

キーワード：ウェブ貫通、疲労損傷、合成鋼 I 桁橋、FEM 解析

連絡先：〒564-8680 吹田市山手町 3-3-35 TEL/FAX：06-6368-0850

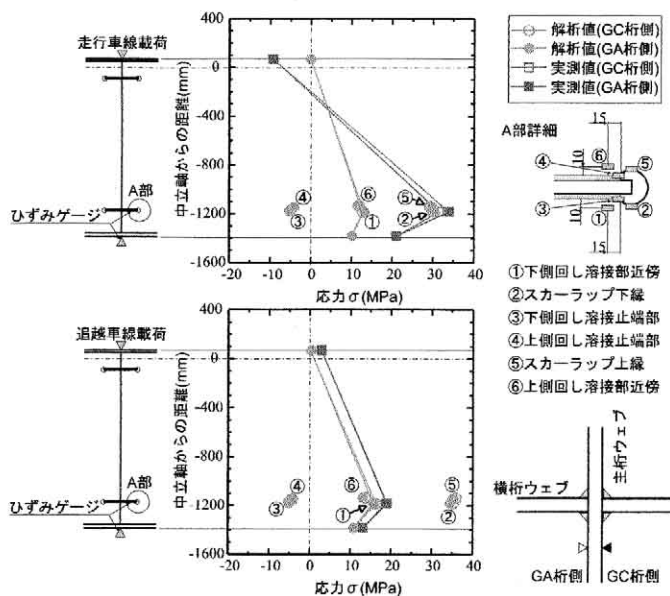


図-4 GB 桁垂直応力分布

表-2 中桁ウェブ貫通部の応力比較

(1)走行車線載荷

			応力(MPa)	
			解析値	実測値
主桁下フランジ (a)			10.1	20.8
取 合 い 部	下側回し溶接部近傍	GC 桁側	12.7	31.5
		GA 桁側	13.1	34.0
		平均 (b)	12.9	32.7
		比率 (b/a)	1.28	1.57
		面外 (c)	0.2	1.2
		比率 (c/b)	0.02	0.04

(2)追越車線載荷

			応力(MPa)	
			解析値	実測値
主桁下フランジ (a)			10.8	13.1
取 合 い 部	下側回し溶接部近傍	GC 桁側	16.3	18.9
		GA 桁側	15.7	19.1
		平均 (b)	16.0	19.0
		比率 (b/a)	1.48	1.45
		面外 (c)	0.3	0.1
		比率 (c/b)	0.02	0.01

近傍の応力は、荷重位置の相違に関わらず主桁下フランジ応力より大きい値を示している。また、横桁下フランジの上下の回し溶接止端部では圧縮応力が生じている(図-4参照)。これは主桁ウェブを貫通している横桁フランジの変形による応力ではなく、主桁作用による応力集中の影響であると考えられる。

図-5 に GB 桁ウェブ貫通部の主応力を示す。荷重位置の相違に関わらず回し溶接止端部を含む回し溶接部近傍における最大主応力の作用方向は、スカーラップの曲率に沿っている。最大主応力の大きさは回し溶接止端部が最も小さくスカーラップの上下縁に近づくほど引張の主応力が増加する傾向を示していた。なお、荷重位置に関わらず表裏の応力に差がほとんど生じていないことから、この部位には面外変形が生じていないことがわかる。このことから、

この部位の疲労損傷は面内応力の繰返しにより生じたものと推察される。スカーラップ上下の自由縁における応力は回し溶接止端部および回し溶接部近傍より高くなっていたが、この部位に疲労亀裂の報告がないのは、疲労強度が回し溶接止端部および回し溶接部近傍より高いためと考えられる⁴⁾。

4. まとめ 5本主桁の合成鋼I桁橋を対象とし、FEM解析により横桁フランジが主桁ウェブを貫通しているディテールの主桁ウェブ側の応力性状を調べた結果、既報²⁾³⁾と同じくウェブ貫通部には面外曲げ応力が生じていなかった。このためウェブ貫通部の疲労損傷は面内応力により生じたものと推察された。

<参考文献>

- 1)米倉，長沼，丸山，羽子岡：鋼桁の横桁下フランジ損傷部調査報告，土木学会第49回年次学術講演会講演概要集，I-215，pp.428-429，平成6年9月。
- 2)鈴木，関，西岡，岩崎，羽子岡：鋼桁橋の主桁一横桁取合い部の疲労に関する解析的検討，構造工学論文集 Vol.42A，1996年3月。
- 3)鈴木，中村，西岡，岩崎，石井：鋼I桁橋の主桁一横桁取合い部の補強方法に関する解析的検討，pp.1033-1040，構造工学論文集 Vol.43A，1997年3月。
- 4)社団法人日本鋼構造協会編：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，技報堂出版，1993.4。

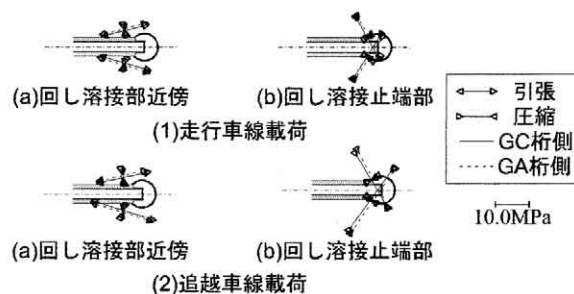


図-5 ウェブ貫通部断面の主応力