

供用中の都市高速道路における 拡幅工事の応力計測と FEM

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日本車輛製造株式会社

杉 坂 憲 明

1. はじめに

本工事は名古屋第二環状自動車道の延伸工事（名古屋西～飛鳥）に伴う名古屋西ジャンクションの拡幅工事である。昭和58年度に施工した1期施工時には、2期施工である本工事は考慮されていたが、供用中の既設桁の拡幅工事であるため、解決すべき課題が多くあった。1期施工は7主桁を施工、2期施工は2主桁（一部区間は3主桁）を増設する拡幅工事である。

工事概要

- (1) 工 事 名：市道高速1号名古屋西JCT工区
上部工事及び名古屋第二環状自動車道名古屋西ジャンクションFランプ橋（鋼上部工）工事
- (2) 発 注 者：名古屋高速道路公社
- (3) 工事場所：愛知県名古屋市中川区島井町
- (4) 工 期：平成26年6月24日～
平成30年3月15日

2. 現場における問題点

本工事の架設順序として、既設7主桁の隣接に増設2主桁（一部区間は3主桁）を架け、増設主桁上の床版打設後に既設桁・増設桁接合部の横桁を連結し最後に接合部の床版を打設するステップである。既設桁上の交通を解放しながらの拡幅工事であるため、また、特殊な架設ステップなため、設計上想定しない応力が発生する可能性があった。

3. 工夫・改善点と適用結果

(1) 応力計測

増設桁と既設桁を接合する前段階から3軸ひずみゲージ（一部は1軸ひずみゲージ）を接合部の横桁部材に取り付けひずみ計測を行った。得られたひずみ値より最大主応力／最小主応力を算出し、各段階で問題となるような応力が発生していないかを確認した。

(2) 散水車載荷による応力計測

増設桁上のランプ車線中央、並びに、接合部の

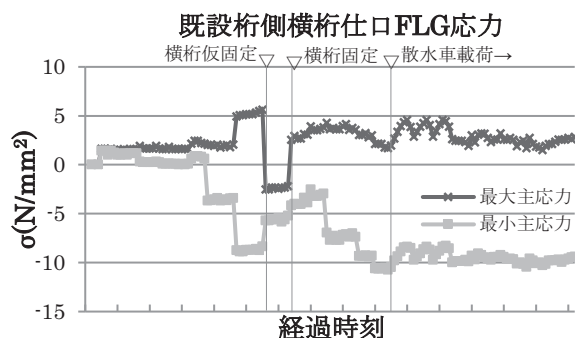


図-1 既設桁側応力計測結果

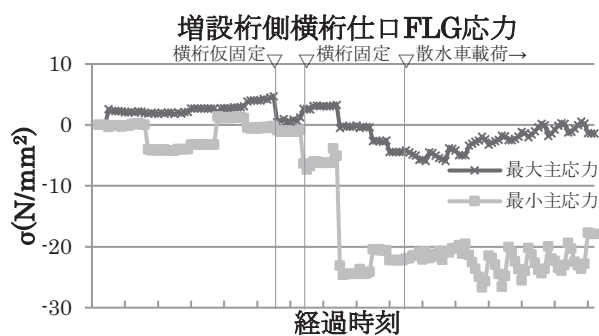


図-2 増設桁側応力計測結果

床版上に公社所有の散水車を載荷させ応力計測を行った。散水車の荷重を計測したところ、後輪合計が138kNであり、道路橋示方書のT荷重の69%であった。

図-1に接合部横桁下フランジの既設桁側仕口の計測結果、図-2に増設桁側仕口の計測結果を示す。縦軸が発生応力度を示し、横軸は経過時刻を示す。接合部の横桁を仮固定、本固定した際に応力の変化が見られたので、その時点を図中に記載した。また、散水車を載荷した際の開始点を記載した。計測結果より、施工時の接合部横桁の発生応力度は $-24\text{N}/\text{mm}^2$ と小さく、施工上、問題となる応力は見られなかった。道路橋示方書のT荷重の69%である散水車載荷時の発生応力度も $-27\text{N}/\text{mm}^2$ であり、将来的にゼブラ上に輪荷重が載荷されても問題としない結果となった。

(3) FEMによる接続部の応力確認

橋梁の設計においては、格子解析モデル（梁モデル）により作用断面力を算出し、得られた断面力より主桁・横桁等の主部材の応力を求めている。しかし、本橋の架設ステップが特殊なため、梁モデルでは想定できない二次応力が発生する可能性がある。そのため、床版・壁高欄を含めた全橋モデルのFEMを実施し、応力状態を確認し、耐久性・疲労上の問題点がないかを明らかにした。また、散水車載荷時のひずみゲージによる応力測定結果とFEM応答値を比較し、FEMの検証も行った。

表-1に接合部横桁の上下フランジの応力計測結果とFEM応力の比較を示す。先の図-1は表-1のゲージNo4であり、図-2はゲージNo12である。計測とFEMの応力値は全く同じではないが、各計測点の応力傾向は似たものとなっておりひずみゲージの計測結果とFEMモデルの妥当性を確認できた。

続いて図-3にFEMの最大主応力分布、図-4に最小主応力分布を示す。接合部全体の応力分布を明確にするために最大主応力の上限を $15\text{N}/\text{mm}^2$ 、最小主応力の下限を $-10\text{N}/\text{mm}^2$ と設定した。また、図-1、2に示したひずみゲージによる計

表-1 ひずみ計測・FEM 応力比較

		(N/mm ²)									
設置箇所		横桁上フランジ下面	横桁下フランジ上面	横桁上フランジ下面	横桁下フランジ上面	横桁上フランジ下面	横桁下フランジ上面	横桁上フランジ下面	横桁下フランジ上面	横桁上フランジ下面	横桁下フランジ上面
ゲージNo.		1	2	3	4	9	10	11	12		
最大主応力	計測	-0.2	-0.3	4.5	4.5	0.3	0.3	7.7	8.0		
	FEM	0.1	0.0	5.4	5.4	0.6	0.6	6.7	7.2		
最小主応力	計測	-2.8	-2.4	0.1	0.1	-1.6	-1.5	1.1	1.1		
	FEM	-1.4	-1.4	0.0	0.0	-1.2	-0.9	0.0	0.0		

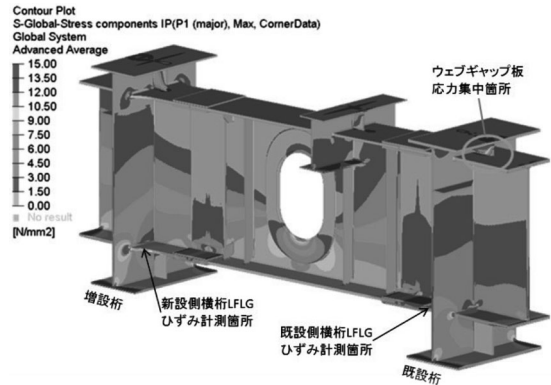


図-3 最大主応力分布図

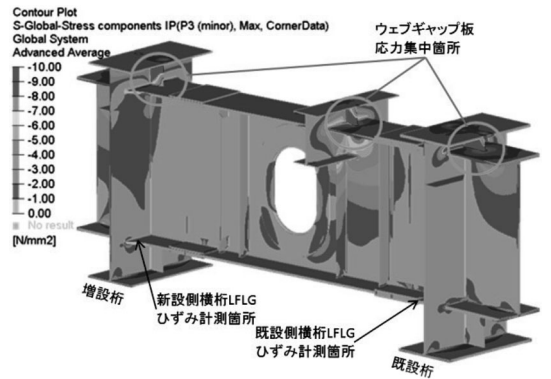


図-4 最小主応力分布図

測ポイントも図中に示した。結果より、一次部材の横桁本体もしくは形状が複雑な横桁・縦桁交差部ではなく、ウェブギャップ板（図○印）への応力集中がみられた。このウェブギャップ板の作用応力度は $40\text{N}/\text{mm}^2$ 以上の結果であった。ウェブギャップ板の溶接疲労亀裂はよく知られており、それを反映する結果となった。

4. おわりに

本工事は、供用中の都市高速道路における拡幅工事であり、既設桁・新設桁に対して設計時に想定しない応力が発生しないかを把握し、確実に既設桁と増設桁を一体化することが重要であった。

最後に、名古屋高速道路公社の方々から適切な助言、多くのご指導をいただきました。ここに深く御礼を申し上げます。