

日本道路公団 国原 博司
日本道路公団 正会員 石井 孝男

(社)建設機械化研究所○正会員 谷倉 泉
(社)建設機械化研究所 正会員 竹之内博行
武蔵工業大学工学部 正会員 増田 陳紀

1. はじめに

高速道路橋において、古い設計基準で設計された鋼鈹桁橋の一部では、対傾構取付け部に疲労き裂が生じている。筆者らは、以前にき裂の発生原因となる過大な局部応力を軽減させる目的で、対傾構を増設する工事を実橋に適用した。¹⁾しかし、その橋梁では数年後にき裂が再発した。事前に行った解析の結果、荷重分配は増設対傾構のみで十分であったため、今回は抜本的補修試案として、対傾構を増設した橋梁において、き裂の発生箇所に接続されている既設の対傾構の上支材と斜材を切断する対策を試行した。本報告は、その影響をFEM解析及び実橋測定の両面から検討したものである。

2. 調査対象橋梁と対傾構切断方法

T橋は、図-1のような3径間連続の鋼鈹桁橋である。主桁間隔4mの3本主桁構造で、疲労き裂は垂直補剛材(板厚8mm)と主桁上フランジとの溶接部近傍に生じている。対傾構は各スパン3本づつ増設(換算格子剛度 $Z \approx 4$)し、疲労を十分配慮した取付け構造としている。対傾構を切断したのは、側径間中央部の2断面で、切断部材は上支材と主桁上端に取付く斜材のみとした。

3. FEM解析方法と解析結果

本解析方法は、床版を板、主桁及び対傾構を偏心を有す補剛材とみなし、橋梁全体を補剛板として2次元的にモデル化して解析するものである。²⁾解析ケースは、対傾構を増設した構造に対し、既設対傾構を切断(上支材と斜材のみ)する断面数を変えた次の4ケースとし、荷重はスパン中央と後輪を一致させて载荷した。

CASE①: 切断部材なし

CASE②: 側径間中央部の2断面のみ切断

CASE③: 側径間の4断面全てを切断

CASE④: 全径間の全断面を切断

解析の結果、図-2のように上支材と斜材の切断が横断面のたわみ分布に及ぼす影響は少なく、また、切断断面数が2断面(CASE②)と12断面(CASE④)では、たわみ分布もほとんど同じであった。このことから、3径間に渡って既設対傾構の上支材と斜材を切断しても、垂直補剛材上端部の応力増加に及ぼす影響は極めて少ないと推定できる。

4. 現地での測定方法

測定内容は2種類に分類される。1つは切断前後の活荷重応答の変化と疲労寿命予測のための頻度測定、他の1つは切断中の挙動変化である。測定値を同一荷重条件で比較して改良効果を知るため、前者については20トン荷重車の単独走行試験(走行車

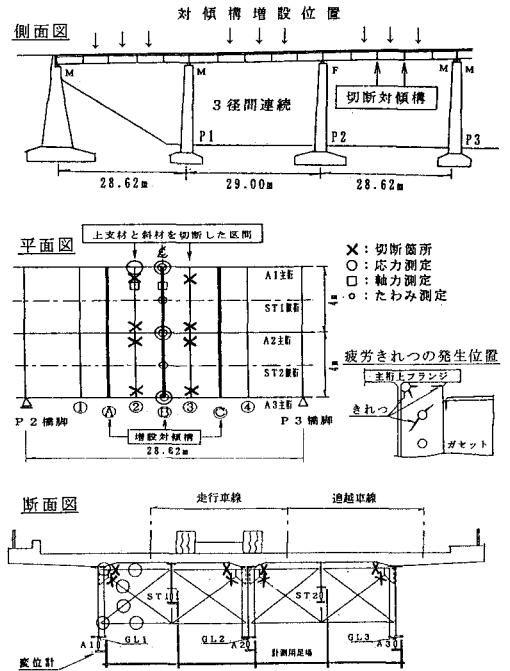


図-1 T橋の構造と対傾構切断位置

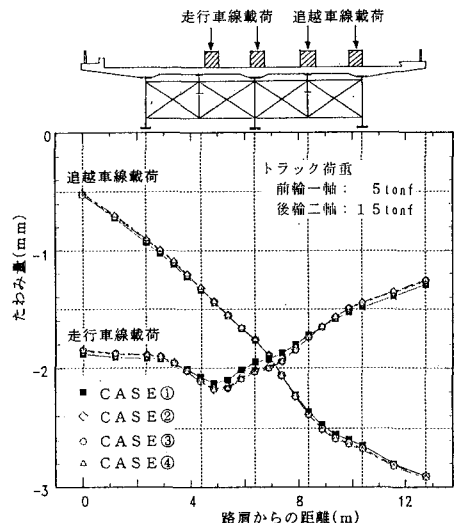


図-2 FEM解析によるスパン中央断面のたわみ分布

線のみ)を切断前後にそれぞれ行った。頻度測定はレインフロー法を用いて24時間行い、JSSCのE等級相当の継手強度と考えると寿命解析を行った。切断中の測定については、各部材切断前後で走行車両のない状態で静的な変化を追った。測定項目は前出図-1のように、スパン中央部において、応力集中が見られる既設並びに増設対傾構の垂直補剛材上端部の主応力、主桁の応力とたわみ、対傾構部材の軸力とした。測定システムは、ひずみゲージ及び電気式変位計の出力をA/D変換機を介してパソコンで収録した。頻度測定には専用の頻度測定器を用いた。

5. 測定結果

(1) 対傾構切断前後の20トン荷重車走行試験結果及び頻度測定結果

- ① 表-1及び図-3に示すように、既設対傾構の垂直補剛材上端部の応力は、対傾構切断により著しく改善された。また、増設対傾構の応力増加は微小なものであった。この結果、両者の対傾構取付け部で生じる応力は最大でも 5 kgf/cm^2 以下で、疲労損傷を生じる恐れが非常に少なくなった。
- ② 表-2のように、既設及び増設対傾構部材の発生軸力は多少変動したが、特に過大な軸力は生じなかった。
- ③ 主桁や縦桁のたわみの変化は微小であった。
- ④ 応力頻度測定の結果、対傾構切断後の既設及び増設対傾構の垂直補剛材溶接部の寿命は、ほぼ無限となった。

(2) 対傾構切断中の挙動

- ① 垂直補剛材の一部では 15 kgf/cm^2 近い応力変化も見られた。また、表裏両面の応力変化から面外変形が解放される状況がうかがえた。
- ② 部材切断の結果、表-3のように上支材では約6.5トンの引張力が解放され、斜材では1.3トンの圧縮力が解放された。残された他の部材については、下支材では軸力変化は少なく、斜材では最大3トンの圧縮力の増加が見られた程度であった。
- ③ 主桁のたわみは、ほとんど変化しなかった。

6. おわりに

現地計測により、対傾構の上支材と斜材の切断が、垂直補剛材の損傷部近傍の応力軽減に著しい改良効果があることを明らかにした。FEM解析では実橋に適用していない切断ケースに対し、その影響を予測することができた。本検討に当たっては、横浜国大の池田尚治教授を委員長とする「鋼橋改良検討委員会」の御指導を賜った。ここに感謝の意を表します。

参考文献 1) 竹之内, 谷倉, 西田, 大橋: 対傾構増設による鋼鈹桁橋の補強効果に関する調査・研究; 土木学会第45回年次講演会, 1990-9

2) 増田, 西脇他: 合成I桁橋の対傾構部材力の簡易解析手法, 構造工学論文集, Vol. 32A, 1988-3

表-1 対傾構切断前後の主応力変化一覧表

測定部材		ひずみゲージ位置		主 応 力 (kgf/mm ²)		
				切断前(A)	切断後(B)	変化率(B/A)
垂直補剛材	既 設 ②	ビード止端から表	-3.7	-4.4	1.2	
		約3ミリ①裏	-10.8	-2.8	0.3	
		ビード止端から表	-2.7	-2.8	1.0	
		約10ミリ②裏	-4.4	-1.6	0.4	
	既 設 ③	スカーラップ端表	2.6	-0.2	-0.1	
		より15ミリ③裏	3.0	-0.2	0.1	
		ビード止端から表	5.3	-4.0	-0.7	
		約10ミリ②裏	-8.6	-2.5	0.3	
	増 設 ④	ビード止端から表	3.4	4.0	1.2	
		約10ミリ④裏	-2.3	-2.9	1.2	

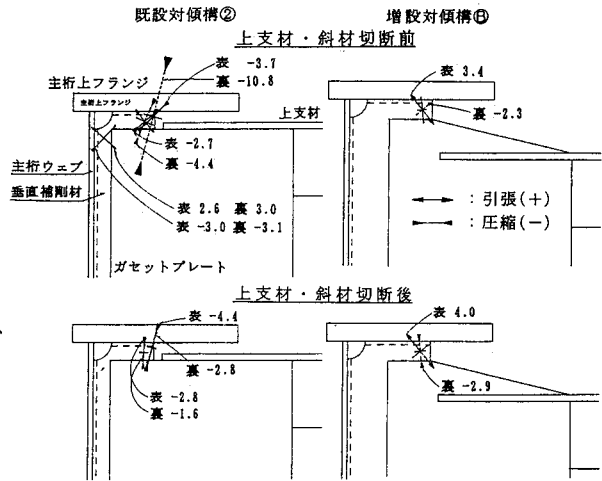


図-3 垂直補剛材の主応力変化(20トン荷重車走行時の最大値)

表-2 20トン荷重車載荷時の軸力 (単位: tonf)

部 材	既 設 対 傾 構 ②				増 設 対 傾 構 ④			
	上支材	斜材(上)	斜材(下)	下支材	上支材	斜材(上)	斜材(下)	下支材
変換率								
実切断前	-1.00	2.34	-3.42	0.70	1.68	3.30	-3.06	1.26
測切断後	0	0	-3.09	1.77	1.64	3.86	-3.20	1.55
値								

表-3 対傾構切断で生じた応力とたわみの変化

測 定 内 容		切断による変化量
対傾構軸力	既設② 上支材	-6.54 tonf
	斜材(上)	1.27
	斜材(下)	-3.33
	下支材	-0.66
	増設④ 上支材	-0.99
	斜材(上)	-1.52
垂直補剛材	斜材(下)	-0.17
	下支材	-0.68
	既設② ゲージ①表	10.8 kgf/cm^2
	ゲージ①裏	-13.3
	ゲージ②表	3.7
	ゲージ②裏	2.2
たわみ	増設④ ゲージ③表	-7.5
	ゲージ③裏	0.0
	A 1 主桁	0.3
	A 2 主桁	-0.2