

既設鋼鈹桁橋の桁端部のひずみ特性

(株)土木技術コンサルタント 正会員 山村 浩一
 岩手大学工学部 正会員 岩崎 正二
 岩手大学工学部 正会員 出戸 秀明

1. まえがき

鋼鈹桁橋の桁端部は、損傷が生じやすいため維持管理において、注視すべき部位のひとつとなっている。桁端部で発生する代表的な損傷としては、ソールプレート溶接部の疲労亀裂があり、その主たる原因は、支承機能の低下に伴って発生する局部応力であることが報告されている。また、支承機能が低下すると、桁端部には、設計で想定している以上の応力が作用することも考えられる。このようなことから支承機能の状態を把握することは、鋼鈹桁橋の維持管理を行う上で有用な情報になる。本文では、桁端部に着目して、支承機能が低下している場合とそれを回復させた場合のひずみ特性の違いを静的載荷試験によって確認したので報告する。加えて、支承機能が低下した橋梁に設計活荷重が作用した場合、桁端部に発生する応力がどの程度になるかについても検討した。

2. 静的載荷試験の概要と結果

試験橋梁の梨ノ木橋は、昭和 55 年に完成した単純鋼合成鈹桁橋である。支間長 29.2m、設計活荷重 TL 20、支承形式は高力黄銅支承板支承を採用している。この橋に対して、まず、総重量 20tf と 25tf のダンプトラックを載荷荷重として静的載荷試験を行い、主桁下フランジのひずみを測定した。次に、静的載荷試験と同じ荷重状態で格子解析を行い実測ひずみと比較した(図 - 2)。その結果をまとめると次のようである。

実測ひずみは、設計上のひずみ分布(図 - 2の)と大きく異なる。

実測ひずみは、固定支承と可動支承の支点条件を固定とした場合の格子解析値(図 - 2)に近似する。

この傾向は、ダンプトラックの載荷位置や載荷台数を変えても同様である。

以上から、既設の支承は機能低下している可能性が高いと判断し、その機能を回復させた場合にひずみ分布がどのように変化するかを測定することとした。支承機能を回復させる方法としては、次の 2 つの方法を試みた。

方法 1：水平機能を回復する目的から可動支承の下沓と上沓の間にテフロン板を挿入する。

方法 2：主に回転機能を回復する目的からゴム支承で仮支持する(可動支承の前方 45cm の位置に設置)。

この静的載荷試験では、ひずみの測定以外に、1 ナノラジアン分解能を有する高精度傾斜計を用いた主桁たわみ角の測定や可動支承の水平変位を測定した。載荷荷重は 20tf ダンプトラック 1 台であった。

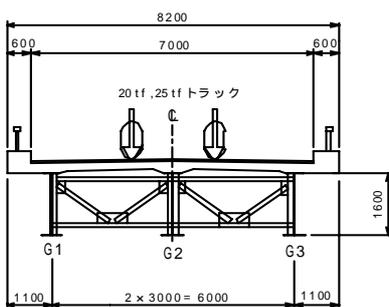


図 - 1 試験橋梁断面図

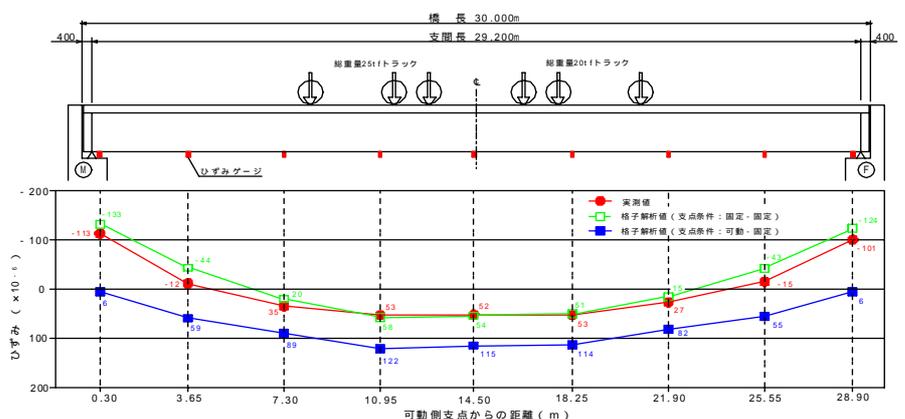


図 - 2 G2 桁下フランジのひずみ

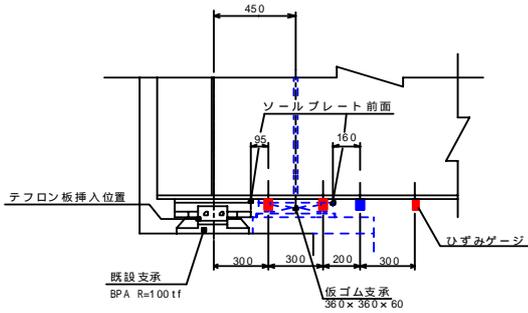
測定結果を表 - 1 に示す。この結果から次のことがいえる。

現況と方法 1 (テフロン板) の測定結果はほぼ同様である。このことから高力黄銅支承板支承のすべり面の摩擦係数を小さくしても水平機能の回復は難しいといえる。

方法 2 (ゴム支承) では、現況で発生していた桁端部の圧縮ひずみが大幅に低減されて、設計上のひずみ分布に近似する。また、支承の水平変位やたわみ角も大きくなる。このことから方法 2 によって支承機能は回復されたと判断し、この状態が支承機能正常時のひずみ特性であるといえる。

可動支承の機能を回復させることによって、機能低下している固定支承側も正常な状態に近づくといえる。

表 - 1 支承機能回復方法別の G2 桁端部のひずみ測定結果



計測位置		可動支承側のひずみ				固定支承側のひずみ			支間中央のひずみ	可動支承側	
ゲージ番号										水平変位	たわみ角
支点からの距離 (m)		300	600	[350]	1100 [650]	300	600	1100			
可動支承の構造	既設	-65	-44	-	-38	-39	-38	-34	35	-	160 μR
	テフロン板	-61	-43	-	-38	-38	-39	-34	33	0.05 mm	209 μR
	ゴム支承	-	-	-1	-2	-4	-7	-5	42	0.87 mm	388 μR

* ひずみの単位は、 10×10^{-6}
 * [] は板ゴム支承からの距離を示す
 * たわみ角は、G1桁可動支点近傍での計測値

3 . 桁端部のひずみ特性

これまでの静的載荷試験の結果から、桁端部のひずみ特性について整理する。

支承機能が正常である場合の桁端部のひずみは、設計で想定している値と同等になる。

支承機能が低下している場合の桁端部のひずみ特性は、可動支承と固定支承の支点条件を固定とした場合の格子解析値に近似する。応力状態は、下フランジ圧縮となる。

可動支承の機能を回復すると、機能低下している固定支承側も設計で想定しているひずみの値に近づく。

4 . 桁端部の応力検討

桁端部のひずみ特性に基づき、設計活荷重 (ここでは当初設計の TL - 20 を考える) が作用した場合の本橋梁桁端部の応力度を検討する。格子解析の結果、支点から 0.3m 離れた位置での設計断面力は、 $M = -1193 \text{ KNm}$ になる (格子解析の支点条件「固定 - 固定」)。架設当時の支承は健全であることから、従前の死荷重による断面力は引張力として作用していることとなり、その値は $M = 114 \text{ KNm}$ になる (格子解析の支点条件「可動 - 固定」)。以上から活荷重作用時の設計断面力は、 -1079 KNm で負の曲げモーメントになる。よって、抵抗断面としては、床版コンクリートを無視し鋼桁と床版内部の鉄筋を考慮する。検討の結果、許容応力度を十分に満たしている (表 - 2)。

同様に、将来実施されるであろう床版打替えを想定した応力検討を行った。その結果、支承機能が低下した状態で床版打替え工事を実施すると、桁端部の応力度は許容値を超える (表 - 2)。

支承機能の低下は目視調査だけでは判断できないことから、桁端部の特性を考慮した調査・計測を行い、その機能状況を的確に把握した上で対策を講じる必要がある。補修・補強を行う際に、このような配慮が不足すると、現況悪化を招く恐れがあるため注意が必要である。

表 - 2 桁端部の応力照査

支承機能	検討時期 / 荷重	現 状		床版打替時	
		モーメント (KNm)	応力度 (N/mm ²)	モーメント (KNm)	応力度 (N/mm ²)
健全	従前の死荷重	114	8.6	16	1.3
不全	死荷重	0	0	-1024	-84.7
	設計活荷重 (TL-20)	-1193	-72.0	-1193	-72.0
応力度照査		= $-63.4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (a = 144.3)		= $-176.8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ (a = 144.3)	

* 照査位置は、支点から 0.3m 離れた G2 桁下フランジ
 * 支承機能不全時の断面力は、支点条件 固定 - 固定 として算出
 * 負のモーメントに対する抵抗断面は、桁と床版内部の鉄筋