

VI－1 山神橋（鋼アーチ橋＋鈑桁橋）の疲労に対する補修（斜材添加）事例

東北地方整備局 福島工事事務所 正会員 阿部 要、高橋秀夫

1. はじめに

山神橋は、一般国道13号 栗子道路の福島県福島市飯坂町中野地内に位置する、橋長106.6mの鋼上路式アーチ橋で中央のアーチ部と左右側間鈑桁橋からなり、1963年（昭和38年）に完成してから既に38年経過している。

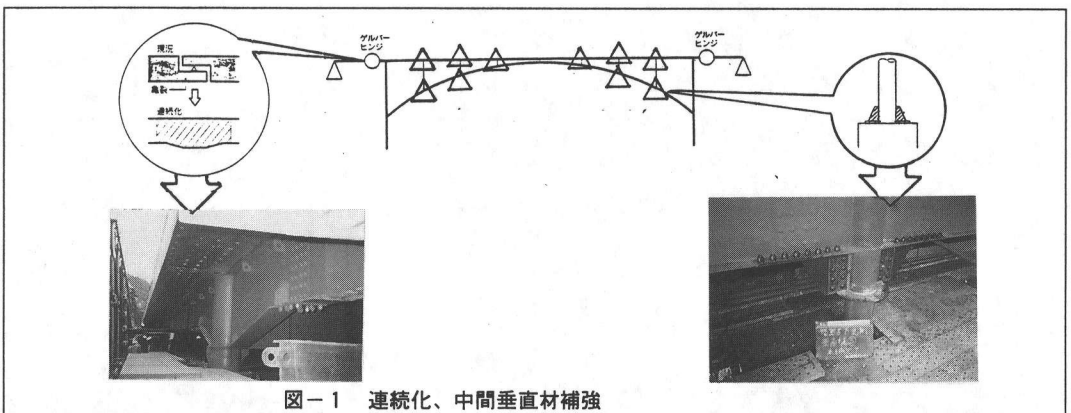
本橋は、アーチ部補剛桁と側間鈑桁の連結部が切り欠きを有するゲルバー構造となっている。近年の車両の大型化や荷重の増大に伴う構造的な応力集中が主な原因と見られるゲルバーヒンジ部及び中間垂直材上下端部の接合部に疲労亀裂が確認され、92年（平成4年）に応急処理、94年（平成6年）に補強工事を行った。しかし、ゲルバーヒンジ部は補強後の形状が応力集中を緩和する構造でない為、亀裂の再発生が懸念されまた中間垂直材では未補強部に疲労亀裂の発生が懸念されることから、97年（平成9年）に詳細調査を実施した結果、疲労亀裂が再発生する可能性が高く抜本的な対策が必要と判断され、99年（平成11年）にゲルバーヒンジ部の連続化及び中間垂直材の上下端補強等を行った。その補強効果を実交通下で計測した結果、一部の部材に於いて設計目標値をクリアしていないことから斜材添加による剛度を高めた再補強が必要と判断され実施した。本稿ではこれら一連の斜材添加（橋全体で12本添加）による再補強の概要等について述べる。

2. 連続化の効果及び再補強について

ゲルバー部の連続化及び中間垂直材上下端補強により構造的弱点が解消され、計測結果から推定疲労寿命は延びているが下表のとおり目標値に達していない。（表－1）このことから耐疲労性を向上させるために最も確実な斜材添加による再補強を実施するものとした。

（表－1）ゲルバーヒンジ連続化前後の応力振幅、推定疲労寿命（中間垂直材3）

	連続化前	連続化後	目標値
上端部 最大応力振幅(kgf/Cm ²)	2,530(496%)	800 (157%)	510 (100%)
" 推定疲労寿命(年)	1	44	125
下端部 最大応力振幅(kgf/Cm ²)	1,600(205%)	1,310 (168%)	780 (100%)
" 推定疲労寿命(年)	3	19	25



図－1 連続化、中間垂直材補強

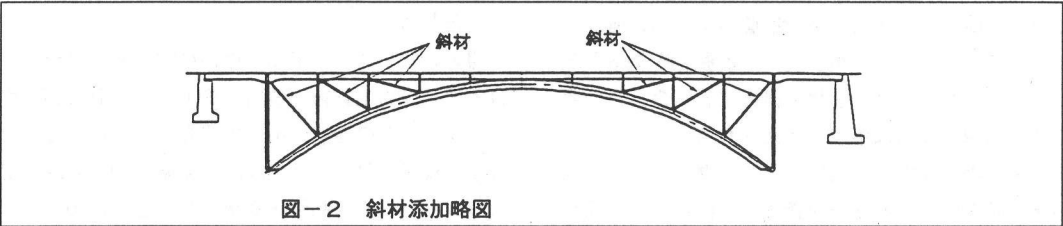
3. 斜材添加の設計

斜材の添加可能位置は、中間垂直材(1)～(3)間の片側3箇所であり、斜材添加必要ことの最大応力振幅及び推定疲労寿命を算出し必要本数を決定した。その結果、3本目を入れないと応力は下がらないため片側3本（橋全体で1

2本)の斜材添加とした。(表-2)なお解析にあたっては、斜材追加により垂直材、アーチリブの取り付け部に応力集中が懸念されるため、FEM解析を行い応力の発生状況を確認するものとした。

表-2 推定疲労寿命および最大応力振幅

		測定値		設計値					
		斜材追加前		斜材(1)追加後		斜材(1)～(2)追加後		斜材(1)～(3)追加後	
		最大応力振幅 (kgf/cm2)	推定疲労寿命 (年)	最大応力振幅 (kgf/cm2)	推定疲労寿命 (年)	最大応力振幅 (kgf/cm2)	推定疲労寿命 (年)	最大応力振幅 (kgf/cm2)	推定疲労寿命 (年)
中間 垂直材 (1)	上端部	301	13769年	87	564557年	66	1293106年	63	1486772年
	下端部	864	96年	242	4373年	138	23437年	130	28444年
中間 垂直材 (3)	上端部	798	44年	575	117年	646	82年	455	237年
	下端部	1308	19年	798	83年	903	57年	562	238年



4. 補強効果

斜材添加前、各斜材添加毎の計4回に亘り補強効果並びに推定疲労寿命の向上の確認のため、静的載荷試験、試験車走行試験、実交通下での応力頻度計測(3日間)を実施した。その計測結果から推定疲労寿命は、少ないところでも5年から45年に延びた。また、支承水平変位は35%程度に低減、鉛直変位(1/4点, 3/4点)は30%程度にそれぞれ低減し補強効果が確認でき、専門家からも安全性について特に問題がないとの高い評価を得た。

表-3

斜材補強前後の計測
結果(推定疲労寿命)

	中間垂直材(1)	中間垂直材(2)	中間垂直材(3)
上端部①	69100年 → 8340年	361年 → 629年	112年 → 1580年
上端部②	867年 → 1300年	27年 → 103年	5年 → 45年
下端部①	808年 → 18400年	39年 → 896年	88年 → 2290年
下端部②	612年 → 無限	690年 → 無限	19年 → 175年

5. 終わりに

本橋のように、側径間をゲルバーヒンジで結ぶ上路式アーチ橋は多数架橋されているが、走行性、耐久性から問題が指摘されている。本橋が2ヶ年に亘って計測を行い効果を確認しながら実施したこれら一連の補強対策(平成11年連続化及び中間垂直材の補強、平成12年斜材添加)は、専門家から同じ構造系のアーチ橋の補強方法の道筋が示されたとの評価を得た。

なお、本対策と架け替え(新たに別の橋を架設する方法)とを比較した結果、大幅なコスト縮減(縮減率60%程度)が実現できた。

