単純曲弦ワーレントラス橋「日野橋」の実橋載荷試験

（前）国土交通省倉吉河川国道事務所　正会員　猪森　正一
新日本技研(株)　正会員　梶田　順一
新日本技研(株)　正会員　○田渕　智秀

１．まえがき

日野橋は昭和４年に竣工された一級河川日野川を渡河する支間60.0m，幅員6.25mの鋼６径間単純曲弦ワーレントラス橋である．日野橋は供用開始以来74年が経過しており，老朽化が目立っている．平成６年からは自歩道橋として供用されていたが，平成12年の鳥取県西部地震以後，通行禁止となっている．

一方，昭和42年には下流側に新日野橋が架設され，現国道９号として供用されている．新日野橋においては，国道９号の交通量増加による渋滞の緩和，歩道の整備を目的とした拡幅改良が計画されている．

このような状況において，コスト縮減の観点から日野橋の架替えを回避し，自歩道橋としての再生の可能性を判断する必要が生じた．

本文は，日野橋において静的載荷試験を行い，トラス主構部材に着目して供用性の判定を行い，鋼板の腐食に着目して余寿命予測を行った結果を報告するものである．

２．静的載荷試験

（１）対象橋梁

橋梁形式：鋼６径間単純曲弦ワーレントラス橋　　幅　　員：6.75m（有効幅員 6.25m）
支 間 長：6×60.0m　　主要鋼材：ST39（SS400相当）

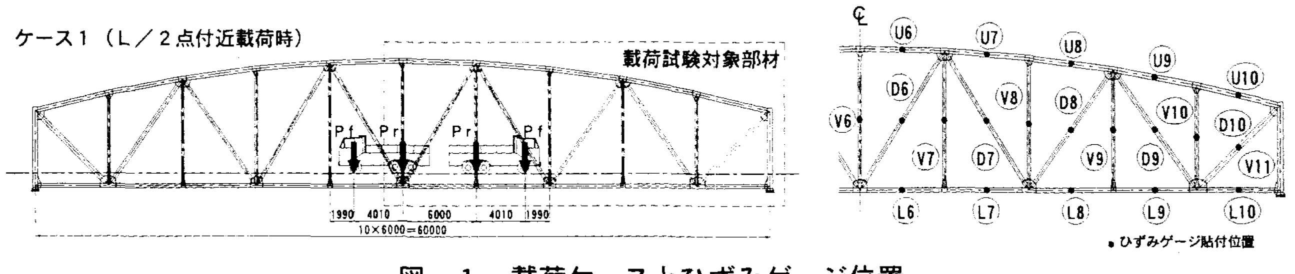
（２）板厚測定

日野橋は鋼材の腐食が目立っており，部分的に腐食による貫通孔(以下，腐食孔)が見られる．平面骨組解析に反映させる目的で，超音波厚さ計を用い，各部材の中央付近における現在の板厚を測定した．

（３）載荷試験

載荷試験は，載荷位置を支間の1／2点(図－１)および1／4点とした２ケースで行った．載荷重は，縦桁の発生応力度を考慮して10ｔクラスのダンプトラック４台を，図－１に示すように配置した．

ひずみゲージ位置は，単純トラス橋であるので，上下流両側の主構部材に対して径間の半分の部材の中央付近にそれぞれ１箇所とした．



図－１　載荷ケースとひずみゲージ位置

３．平面骨組解析

平面骨組解析においては，実測した板厚およびダンプトラック前後輪それぞれの軸重と載荷位置を正確に反映させた．

表－１に，トラス主構部材に生じる応力度の実測値と解析値，および余剰耐力係数を示す．余剰耐力係数は，応力度の解析値を実測値で除したものと定義した．下弦材の実測応力度が解析値に比べて小さい値となっているが，これは，床組および床版が下弦材と一体となって抵抗している効果と考えられる．また，垂直材の実測値および解析値にばらつきが見られるが，これは，載荷位置が影響しているものと考えられる．

表－1　各部材に生じる応力度および余剰耐力係数

		応力度 σ (kgf/cm2)				余剰耐力係数 α		
		実測値		解析値				
		ケース1	ケース2	ケース1	ケース2	ケース1	ケース2	平均値
上弦材	U6	-115	-66	-118	-71	1.152	1.162	1.156
	U7	-102	-92	-111	-110	1.204	1.215	1.208
	U8	-112	-103	-115	-113	1.149	1.167	1.156
	U9	-49	-63	-47	-64	1.210	1.126	1.177
	U10	-50	-66	-47	-65	1.152	1.056	1.114
下弦材	L6	58	39	148	109	2.630	2.841	2.714
	L7	58	40	144	106	2.473	2.775	2.594
	L8	24	45	102	122	5.016	2.921	4.178
	L9	29	55	103	123	3.757	2.448	3.233
	L10	—	—	—	—	—	—	—
斜材	D6	22	-62	10	-83	0.421	1.233	0.746
	D7	-67	65	-98	57	1.545	0.917	1.545
	D8	118	51	142	42	1.169	0.856	1.044
	D9	-115	-99	-121	-130	1.163	1.390	1.254
	D10	79	119	116	159	1.338	1.257	1.306
垂直材	V6	54	21	28	17	0.574	2.136	1.199
	V7	118	61	136	56	1.083	0.948	1.029
	V8	47	55	23	23	0.522	0.478	0.505
	V9	3	124	0	143	—	1.224	1.224
	V10	20	41	10	13	0.556	0.394	0.491
	V11	-67	-85	-57	-79	0.934	0.911	0.925

表－2　群集荷重による応力度

		応力度 σ (kgf/cm2)			余剰耐力係数	応力度の補正値	許容応力度	判定
		死荷重 σD	群集荷重 σL	合計 Σσ	α	Σσ'	σa	
上弦材	U6	-551	-217	-768	1.156	-664	-1060	OK
	U7	-563	-222	-785	1.208	-650	-1034	OK
	U8	-579	-228	-807	1.156	-698	-1032	OK
	U9	-304	-120	-424	1.177	-360	-1029	OK
	U10	-307	-121	-428	1.114	-384	-1183	OK
下弦材	L6	680	268	948	2.714	349	1400	OK
	L7	662	261	923	2.594	356	1400	OK
	L8	586	232	818	4.178	196	1400	OK
	L9	589	233	822	3.233	254	1400	OK
	L10	—	—	—	—	—	—	—
斜材	D6	84	34	118	0.421	280	1400	OK
	D7	-228	-90	-318	0.917	-347	-551	OK
	D8	441	174	615	0.856	718	1400	OK
	D9	-580	-229	* -809	1.163	-696	-754	OK
	D10	752	297	1049	1.257	835	1400	OK
垂直材	V6	127	51	178	0.574	310	1400	OK
	V7	305	120	425	0.948	448	1400	OK
	V8	112	45	157	0.478	328	1400	OK
	V9	319	126	445	1.224	364	1400	OK
	V10	61	24	85	0.394	216	1400	OK
	V11	-370	-146	-516	0.911	-566	-1034	OK

4．供用性の判定

表－2に群集荷重による応力度を示す．これは，腐食による板厚減少を考慮して算出したものであり，D9部材のみが許容応力度を超える．ただし，余剰耐力を考慮すると，発生応力度が許容応力度以下となるため，供用可能であると判断できる．ここで，局部的な腐食孔は考慮していないため，その箇所については適切な補強を施すことを前提としている．

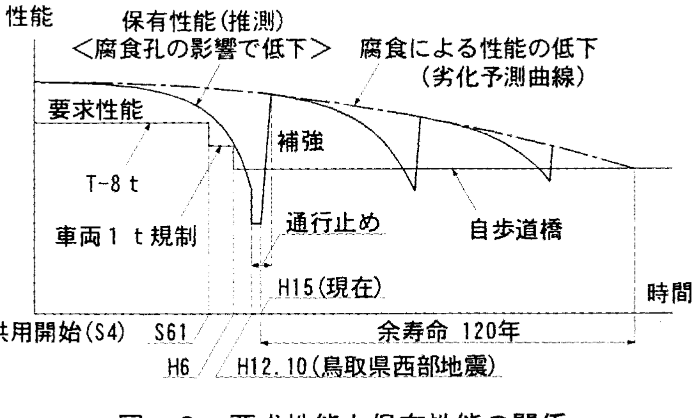
5．要求性能と保有性能の関係および余寿命予測

鋼橋の耐久性に及ぼす主因子は疲労と腐食である．本橋は自歩道橋であるため，余寿命の検討においては腐食による鋼板の板厚減少の影響が大きいと考えられる．今回の板厚測定の結果，最大で1mmの板厚減少が確認されている．腐食進行速度はv＝0.0137mm／年となる．この腐食進行速度をD9部材に適用し，自歩道橋として供用し得る限界の板厚に達するまでの年数を試算した結果，本橋の余寿命は120年となった．

一方，本橋は老朽化に伴い昭和61年から車両規制，平成6年から自歩道橋へと供用形態が変化している．また，現在は腐食孔が見られるため，要求性能を大きく下回っている状態である．

過去の供用形態の変化，今回の腐食孔への補強，腐食の進行をもとに，要求性能と保有性能の関係を模式的に示したものが図－2である．

今後は，想定した劣化予測曲線のレベルを維持するための定期的な塗装塗替え，腐食孔により要求性能を下回る場合の補強，および腐食孔等の保有性能低下要因を発見するための点検を行うことにより，本橋が自歩道橋として健全に維持できるものと考えられる．



図－2　要求性能と保有性能の関係

6．おわりに

本橋において実施した実橋載荷試験と，板厚測定を考慮した解析結果との対比により，本橋の要求性能と保有性能との関係が明らかとなった．この結果は，本橋の耐用年数を見据えた今後の維持管理のあり方について，ひとつの目安になると考えられる．

【参考文献】 1）土木学会：鋼橋における劣化現象と損傷の評価，平成8年10月
2）土木学会中国支部：土木鋼構造物の性能照査設計法の行方，平成15年1月