

木橋の健全度に対する定量的評価の試み

○金沢工業大学 フェロー 本田秀行 金沢工業大学大学院 学生員 篠原聖人
 サンコーコンサルタント 正会員 豊田 淳 サンコーコンサルタント 正会員 加藤真吾

1. まえがき

木橋の健全度を把握する調査の方法として、例えば打診、含水率測定器、超音波伝播速度（時間）測定器、穿孔低抗値測定器などによる測定が多く行なわれており、打診以外の各試験法は数値的な測定値が得られる。また、その測定値と曲げ強度やヤング係数などの物性値への換算評価も行なわれている。打診を含めて、これらの測定法は経年による腐朽や劣化が生じている局所的な箇所を把握するために有用な試験法であるが、各試験法とも健全度に対しては測定値間の定性的な相対評価になり、また調査日の気象環境によっては各測定法で得た結果が異なる場合もあるなど、各測定法を統合した木橋の総合的な評価を得るには困難である。そこで、本研究は一つの試みとし、減点法に基づく各測定法を統合した定量的な評価法を試みたので、以下に報告する。

2. 減点法

表-1 減点法の区分と配点例

測定名	分類	配点	内容
○○○	低い	0	健全
	普通	0	異常なし
	高い	-1	損傷あり
△△△	良い値	0	健全
	基準値	0	問題なし
	悪い値	-1	腐朽の進行

減点法は、表-1 に示すように各測定で何段階かの測定値の分類を設け、その分類に対しての基準値（あるいは理論値）を 0 点に、それより劣化等に対して良い分類は全て 0 点に、悪い場合の分類は-1, -2, -3 のように分類項目に対して負の値を配点する。なお、各測定法での基準値は、雨天等による気象環境によって変わる場合がある。

減点法の手順は、①各測定における評価基準から作成した点数表に基づき、各測定箇所から最大で 4 点を減

表-2 健全度の評価表

区分	状態	内容	腐朽度
A	異常なし	対策の必要がない	30%以下
B	軽度の損傷	供用に影響しない程度の劣化が見られ、近い将来に影響が出る可能性がある	30%～60%
C	中度の損傷	劣化により早期に支障をきたす可能性があり、補修の必要がある	60%～80%
D	重度の損傷	部材の健全性が著しく損なわれ、安全な供用に支障をきたす恐れがある	80%以上

点する。②各部材の最大減点数を母数とし、腐朽度を数値化する。③表-2 に示した健全度評価法を基に、4 段階で健全度の評価を行なう。以上のように、減点法では各測定値を基にして各部材の腐朽度 (%) を求め、最終的に表-2 の A, B, C, D の健全度区分から健全度を定量的に評価する方法である。



写真-1 かじか橋

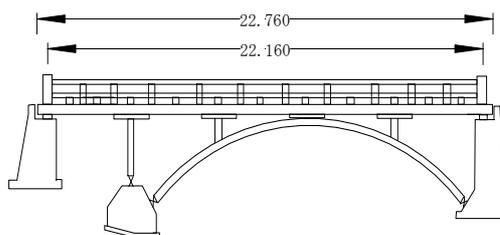


図-1 かじか橋の一般図

3. 対象橋梁

健全度調査では 2 橋の木橋を対象とした。

最初の木橋は、写真-1 と図-1 に示すかじか橋

(石川県)である。表-3 にかじか橋の設計概要を示す。かじか橋は昭和 62 年に竣工した上路式アーチ橋としてはわが国の第 1 号橋である。平成 28 年 7 月の調査時では、架設後 30 年が経過している。

2 番目の木橋は、写真-2 と図-2 に示すこおろぎ橋 (石川県)である。表-4 にこおろぎ橋の設計概要を示す。こおろぎ橋は、加賀市山中温泉のシンボルとして全国的にも有名な総ヒノキ材で建造された道路橋である。平成 27 年 7 月の調査時では、架設後 27 年が経過している。

4. 健全度調査と評価

キーワード 木橋, 経年, 健全度, 定量的評価

連絡先 〒921-8501 石川県野々市市扇ヶ丘 7-1 金沢工業大学 工学部 環境土木工学科

表-3 かじか橋の設計概要

橋種	道路橋	
施工年度	昭和 62 年 (1987 年)	
使用材料	主要部材	アテ集成材
	高欄・床板	アカマツ
構造形式	上路式 2 ヒンジアーチ橋	
橋長	22.76m	
支間長	22.16m	
幅員	2.8m	



写真-2 こおろぎ橋

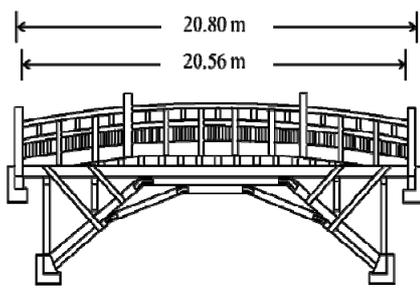


図-2 こおろぎ橋の一般図

表-4 こおろぎ橋の設計概要

橋種	道路橋
施工年度	平成2年(1990年)
使用材料	ヒノキ
構造形式	方杖橋
橋長	20.8m
支間長	20.56m
幅員	4.0m

表-5 こおろぎ橋の点数表

測定名	分類	配点	内容
打診	高い	0	健全
	普通	0	異常なし
	低い	-1	損傷あり
超音波伝播速度(m/s)	1820以上	0	健全
	~1540	0	やや健全
	基準値(1400)	0	問題なし
	~1260	0	問題なし
	~980	-1	軽度の腐朽
	980以下	-2	中度の腐朽
含水率(%)	10%以下	0	健全
	~10%	0	やや健全
	基準値(20%)	0	問題なし
	~30%	-1	軽度の腐朽
	40%以上	-2	中度の腐朽

対象の2木橋に対して、打診法、超音波伝播速度(時間)測定法、あまり有用でないが含水率測定法を行なった。なお、超音波伝播測定法の基準値はヤング係数 E と比重 ρ から $C_b = \sqrt{E/\rho}$ (m/s) から速度の基準値を求め、部材厚を x として時間の基準値は、 $t = x/C_b$ (s) から求めた。また、含水率の基準値は測定日の気象環境から20%とした。

表-5にこおろぎ橋の点数表を一例として示す。超音波伝播速度は6段階に、含水率は5段階に分類している。なお、分類するための数値は確定値でなく、測定が終了した後で部材の腐朽や劣化等を勘案して全体の測定値から決めている。

表-6にこおろぎ橋の点数と腐朽度を示す。第一支柱の腐朽度が最も高く、親柱や方杖を含めて腐朽や劣化が進行して状況にある。笠木や地覆の腐朽度は低い結果である。また、表-7にかじか橋の点数と腐朽

表-6 こおろぎ橋の点数と腐朽度

部材	測定箇所	測定名	点数		腐朽度
			H27年	合計	
親柱	12	含水	-1	-16	33%
		超音波	-15		
笠木	22	含水	0	-6	7%
		超音波	-6		
地覆	44	含水	-4	-8	5%
		超音波	-4		
方杖	10	含水	-7	-14	35%
		超音波	-7		
第一支柱	10	含水	-5	-21	53%
		超音波	-16		
床板	364	打診		-54	15%

表-7 かじか橋の点数と腐朽度

部材	測定箇所	測定名	点数		腐朽度
			H29年	合計	
親柱	8	含水	0	-7	22%
		超音波	-7		
笠木	12	含水	0	-12	25%
		超音波	-12		
地覆	12	含水	0	-5	10%
		超音波	-5		
アーチ	45	含水	-31	-82	46%
		超音波	-51		
橋脚	10	含水	-8	-8	20%
		超音波	0		
床板	115	打診		-46	40%

度を示す。アーチや床板の腐朽度が高く、腐朽や劣化が進行している可能性があると思われる。

表-8にこおろぎ橋に対する健全度評価の結果を示す。主要部材である方杖や第一支柱が区分Bであり、その他の部材は区分Aである。また、表-9にかじか橋に対する健全度評価の結果を示す。主要部材のアーチが区分Bである。本橋は架設後18年経過した平成17年に床板、高欄、

表-8 こおろぎ橋の健全度評価

こおろぎ橋	部材					
	親柱	笠木	地覆	方杖	第一支柱	床版
健全度評価	B	A	A	B	B	A

表-9 かじか橋の健全度評価

かじか橋	部材					
	親柱	笠木	地覆	アーチ	橋脚	床版
健全度評価	A	B	A	B	A	B

地覆部材を取り替えているが、特に橋軸直角と縦方向に2層に設置している床板の劣化が進行している可能性がある。以上に示した2橋に対する健全度の評価は、現地での目視検査の結果と整合性が見られることから、減点法による健全度の定量的な評価法は絶対的な評価法ではないが、概ね妥当な結果を得ることができる評価法である。

5. 対象橋梁 木橋の健全度調査に対しては様々な測定法がある。本研究では比較的簡易な測定法を例に述べた。また、減点法も絶対的な方法でなく、現時点では一つの試案である。今後、関係各位の改良型の評価法に期待したい。