

橋梁の健全性評価に関する一考察

静岡県建設部 道路局道路整備室 橋梁係

藤島 政記

大日本コンサルタント (株) 保全エンジニアリング研究所 正会員 ○笠井 利貴

大日本コンサルタント (株) 保全エンジニアリング研究所 正会員 副島 良憲

1. はじめに

我が国の道路構造物の急速な高齢化が現実的な問題として注目されるなか、我が国の橋梁においては維持管理の総合的なマネジメントシステムの構築作業が始まっており、その第一歩として橋梁点検が盛んに実施され始めている。

従来の橋梁点検は、損傷が顕著に現れている箇所を対象に対症的に修繕するという観点から、「橋のどこに安全性に影響を及ぼす損傷があるか」を記録しているにすぎず、総合的なマネジメントシステムの枠組みの中で求められる「どの程度健全か」という定量的な評価が一般的には得られない。このため、道路管理者は、橋に対して専門的な知見を持たない道路利用者や財政当局、議会などに橋の状態や修繕の必要性、対策の優先順位などを合理的に説明することが難しく、円滑な合意形成に点検結果が生かされていない。

そこで、ここでは点検結果を基にして、専門的な知見を持たない人にも説明しやすく、直感的に理解しやすい指標を得ること目的に開発した健全性評価手法について報告する。

2. 評価法の基本的な考え方

健全性には様々な要素が含まれ、損傷によって橋梁の性能が低下する物理的な健全性、道路を1車線から2車線に拡幅する必要がある場合、耐震や耐荷重の要求性能が向上して補強が必要になる場合などの機能的な健全性があるが、定期的な点検で得られるものは物理的な健全性と考えることができる。この健全性は、図-1のように耐荷力を積分したもの（耐久性）という概念で考え、構造形式ごとに部材に生じる損傷と耐荷力の関係や損傷の進展速度などを設定することによって、理論的に求めることは可能ではあるものの、現在得られる知見では現実的な方法とは言えない。そこで、客観的な数値情報のみならず、様々な知見を有する専門家の『経験と勘』という感覚情報もあわせて数値化することを試みた。

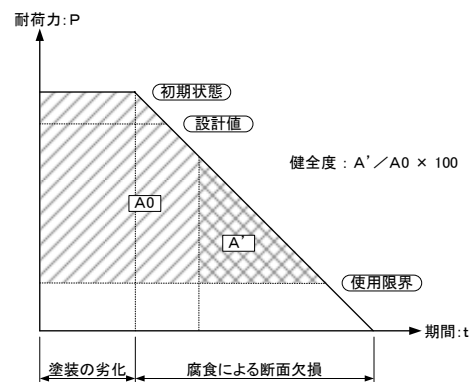


図-1 鋼桁における健全性の概念

理論的に求めることは可能ではあるものの、現在得られる知見では現実的な方法とは言えない。そこで、客観的な数値情報のみならず、様々な知見を有する専門家の『経験と勘』という感覚情報もあわせて数値化することを試みた。

すなわち、損傷があれば健全度が低下するものとし、各部材の損傷の種類や進み具合などに応じた減点数を設定し、その減点数を使用して健全度を算出することとした。尚、各項目間の重み付けは以下の特長を有する「AHP（Analytic Hierarchy Process）；階層化分析法」によって専門家の主観を数値化することとした。

- ・ 道路管理者や道路利用者の持っている経験や勘が反映されて、あいまいな条件も明確に説明できる。
- ・ 簡単に妥当性検証（トレース）と再調整（キャリブレーション）ができ、直感的に理解しやすい。

3. 点検時の評価記録

健全性評価にとって、点検時の評価記録を切り離して考えることはできない。

定量的な健全性評価に適した点検には、記録された情報が、全体的な損傷と局部的な損傷を区分できること、点検者の主観が入りにくく、点検者によるバラツキが少ないことなどが要求される。このため、点検時における損傷評価は、損傷の種類ごとに損傷の客観的な進行状況を損傷等級（A～E）として評価し、各損傷等級の発生割合を記録することによって損傷の広がりを考慮することとした。（例えば、全体的にはB等級であるが局部的にD等級の損傷がある場合には〔B：90%，D：10%〕と記録）

キーワード 健全性評価，階層化分析法，橋梁点検，マネジメントシステム

連絡先 〒170-0003 東京都豊島区駒込 3-23-1 大日本コンサルタント (株) TEL 03-5394-7604

4. 健全性の評価

健全度の評価に関するアンケートは、道路管理者および有識者 9 名、鋼構造を専門とする橋梁技術者 7 名、コンクリート構造を専門とする橋梁技術者 7 名、合計 23 名に対して調査を実施した。その結果を図-2 のフローのように、個人解析の結果については整合性（整合度、整合比）の照査を実施し、整合性の悪い（矛盾が生じている）回答については再評価による調整，評価者間のばらつきについては各評価項目を幾何平均するなどによって最終的に 1 つの評価に集約した。

解析の結果、整合性の低い回答を多少調整したものの、グループ間（道路管理者／鋼専門技術者／コンクリート専門技術者）に大きな乖離はなく、重みを設定した。（表-1）

表-1 コンクリート床版における損傷の重み

		剥離 鉄筋露出	漏水 遊離石灰	抜け落ち	補強材 の損傷	床版 ひびわれ	定着部 の異常
解析値	道路管理者	0.122	0.039	0.437	0.110	0.070	0.222
	鋼構造	0.177	0.046	0.366	0.066	0.060	0.285
	コンクリート構造	0.128	0.037	0.459	0.066	0.073	0.236
	平均	0.155	0.040	0.402	0.075	0.078	0.249
設定値		0.150	0.050	0.400	0.100	0.100	0.200

その後、各部材ごとに要求される機能を喪失した場合（健全度＝0）の損傷状況を想定し、このときの損傷の重みを基準として補正係数を設定した。（図-3）

設定した健全度は、基本的に橋の構成部材を対象としたものであるが、橋梁群の中で補修対策の優先順位や要対策の注意喚起など、橋全体としての健全度評価を行っておくと便利な場合がある。

橋全体としての健全度評価は、各部材の減点を累積して橋梁の健全度を算出する方法（減点法）、各部材の最小を橋梁の健全度とする方法（最小法）、各部材の平均点を橋梁の健全度とする方法（平均法）などが考えられる。減点法では、不健全な部材の点数は最後まで残ることになるため、要対策の注意喚起を促すという観点から現場の管理者に適した手法と言える。一方、専門的な知見を持たない人に対策の必要性を説明するために適しているのは最小法、架け替えの必要性を説明するために適しているのは平均法と言え、健全度の使われ方を考慮して適切な方法を選択する必要がある。

5. おわりに

ここで設定した健全性の評価手法は、管理橋梁の大多数を占める桁橋に主眼をおいて構築したことから、一般的な桁橋では専門家の主観を良く反映した結果となった。しかしながら、床版橋や単箱桁橋などの部材数が極端に少ない形式や桁橋以外の形式で特異な結果を得るケースも見られたため、今後は一般的な桁橋以外にも着目しつつ単純でバランスのとれた評価手法を目指すことが必要と考える。

参考文献

- ・ 刀根薫：ゲーム感覚意志決定法—AHP入門，1986.3
- ・ 木下栄蔵：入門AHP—決断と合意形成のテクニック，2000.11
- ・ 土木研究所資料 橋梁マネージメントシステムの開発に関する調査研究報告書 平成11年3月 建設省土木研究所

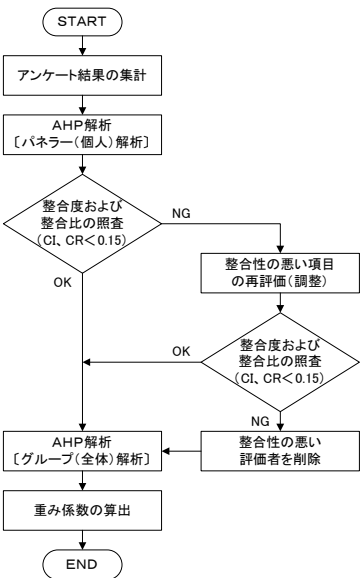


図-2 重みの算出フロー

部 材	コンクリート床版	
基本概念	部材断面が部分的に欠落または不足し、設計荷重（活荷重など）に対して抵抗できなくなった状態。	
損傷状態	CASE 1	CASE 2
	床版のどこかに1箇所でも抜け落ちが生じている状態	床版のパネル全体にひびわれが生じていてコンクリートが剥離し鉄筋の露出が確認できる状態
損傷の状況	抜け落ち 損傷等級：E_有	ひびわれ 損傷等級：E_全体的 剥離・鉄筋露出 損傷等級：E_全体的
(重み係数)	0.40	ひびわれ：0.10、剥離・鉄筋露出：0.15
状況写真		

	剥離 鉄筋露出	漏水 遊離石灰	抜け落ち	補強材 の損傷	床版 ひびわれ	定着部 の異常
重み	0.150	0.050	0.400	0.100	0.100	0.200
補正係数	0.600	0.200	1.000	0.400	0.400	0.800

図-3 コンクリート床版における健全度＝0の状態