

I-11

構造物の健全度診断における機能的寿命の評価手法に関する研究

東設土木C 正員 安田 基治
北見工大 同 大島 俊之・森 弘・三上 修一
北海道土木部 山本 洋一
北海道開発局 阿部 芳昭

1. まえがき

構造物の寿命は小堀¹⁾によれば「構造物として使用されてから何らかの理由により使用が停止されるまでの期間、あるいは構造物をこれ以上使用できない終りの段階」と定義され、次のように分類される。

①物理的寿命

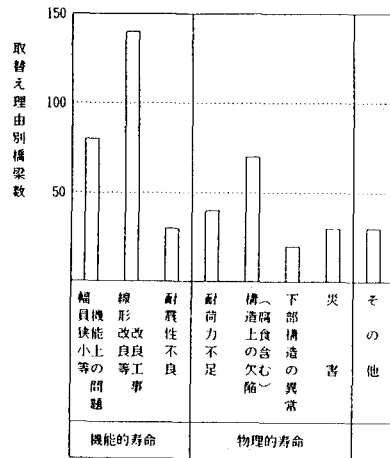
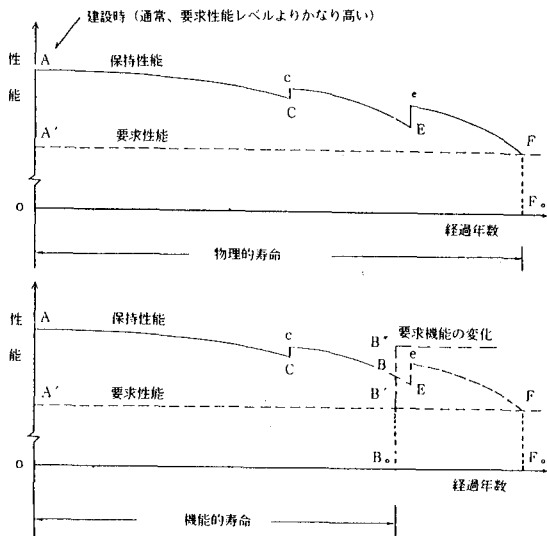
使用開始後の損傷、摩耗、疲労、腐食、被災により構造物の性能が低下し使用に耐えられなくなる、あるいは外力に抵抗しきれなくなる限界としての寿命である。

②機能的寿命

建設後の社会環境の変化により構造物に要求される機能も変化し、期待される機能を満足しなくなることによって使用停止が決定される場合の寿命である。

③経済的寿命

構造物の性能を低下させないあるいは低下した性能を向上させるために要する費用と取替えに要する費用を勘案し、引続き使用するよりも取替えを行う方が経済的であるとの判断から決まる寿命である。



注1) 対象期間：昭和52～61年、対象橋梁数390
注2) 上記分類のうち構造上の欠陥等を物理的寿命に分類したが、これらの中には経済的寿命と考えられるものも多いと考えられる。

図1 構造物の寿命の概念 (模式図)

図2 道路橋の取替え理由別橋数の内訳

Study on the Evaluation Method of Functional Service Life of Civil Structures in Integrity Diagnosis.

by Motoharu Yasuda, T. Oshima, H. Mori, S. Mikami, Y. Yamamoto and Y. Abe .

したがって交通量が大きい橋梁ほどそれが渡る河川の超過確率年数は長い方が望ましい。すなわち交通量から理想的な超過確率年数が定まることになり、現況との比較ができる。このように現場においては維持計画を決定するために大きな因子となっているが、数値データにはなりにくい項目については、交通量を基本尺度としてその項目の理想的な数値を想定し、現実の値との比較を通じて機能的評価を決定する手法を用いる。なおこれらの理想的数値は時代や、国、地域によってそれぞれ異なることは言うまでもない。

(1) 橋梁の点検表の作成

ここでは北海道内のある限定した管内に架設されている昭和30年代に建設された33の橋梁を対象としてデータを作成した。橋梁の健全度に影響を及ぼす因子には多くのものがあるが、物理的点検データについては建設省土木研究所の「橋梁点検要領」を基準として、点検項目を表1(a)のように定めた。機能的評価については交通量、幅員、河川流量、線形等を考慮して表1(b)のように定めた。

(2) 数量化理論Ⅱ類¹⁴⁾による解析結果

数量化理論Ⅱ類の解析手法は定性的な独立変数と従属変数の因果関係を数量化できるモデルであり、定性的な外的基準の予測モデルを構築できるすぐれた手法である。またサンプル数を増加させることによって解析結果の信頼性を高めることができることも判っている。¹²⁾

前述のように橋梁の機能的健全度評価の基本的尺度として交通量をとることにし、交通量に関連する橋梁構造のアイテムとして

- (1) 車線幅員
- (2) 路肩幅員
- (3) 歩道幅員
- (4) 線形状態
- (5) 河川の超過確率年数
- (河川の改修計画の有無)
- (6) 日交通量

の5項目を表1の点検表から選定する。

また、外的基準としてここでは

- (1) 架換計画のないもの
- (2) 架換計画のあるものまたは架換中のもの

の2分類とする。ある限定した管内の昭和30年代に建設された橋梁33橋を対象として実際の点検結果および現場事務所での(1),(2)の外的基準の検討結果をデータとして表2のように各アイテムについてカテゴリーを設定し、33橋についてのデータを作成し、数量化理論Ⅱ類の解析を実施した。

図3にはこれらの解析結果を示しており、○印は

- (1) 架換計画でないもの、×印は(2)の架換計画進行中のものであり2つの外的基準をほぼ分類することができている。この時の信頼度は表2の右隅に示しているように0.66085である。また各アイテムへの重みに相当する偏相関係数を右側の欄に()内の数字で示している。さらにこの重みの結果において(4)河川の超過確率年数に対する値は0.26149となっており相対的に低い値となっている。これは今回用いた橋梁33橋において河川改修に関連するものが2橋しかないために生じた結果と思われる。実際にはもっと大きな重みを持つものと予想される。

表2 機能的寿命の要因と架換の関係

アイテム	カテゴリー	度数	カテゴリスコア	範囲 (偏相関係数)
車線幅員 (m)	~ 0.00	14	0.90212	4.00457 (0.72372)
	0.00~0.25	13	-0.99463	
	-0.25~-0.50	4	-1.28479	
	-0.50~-1.00	2	2.71978	
路肩幅員 (m)	~ 0.00	6	-1.80517	2.55869 (0.67962)
	0.00~0.25	7	0.75353	
	-0.25~-0.50	20	0.27782	
歩道幅員 (m)	~ 0.00	18	-0.49810	1.51084 (0.59532)
	0.00~-1.50	13	0.79917	
	-1.50~-2.00	2	-0.71168	
線形状態 (°)	0	13	-0.32603	1.78624 (0.66158)
	0~30	7	-0.62238	
	30~45	8	1.16386	
	45~	5	-0.14316	
河川改修	済	7	-0.40190	0.51010 (0.26149)
	未	26	0.10820	
日交通量 (台)	~4000	3	0.30679	4.29423 (0.74984)
	4000~1500	20	0.67245	
	1500~500	1	2.42786	
	500~	9	-1.86637	
外的基準	1	13	-1.00831	$\eta=0.66085$
	2	20	0.65540	

外的基準 1: 架換計画のないもの
2: 架換計画のあるもの、もしくは架換中のもの

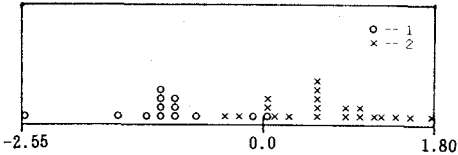


図3 機能的評価の解析結果

3. 総合的健全度評価結果

橋梁の総合的健全度評価は物理的評価と機能的評価の2つから構成されるので前述の機能的評価データに物理的評価データを合成して表3のような総合評価のためのデータを作成し、前述と同様数量化Ⅱ類より解析した。解析結果を図4に示しているが、ほぼ2つの外的基準に分類されていることから、全体的計算内容が現場における(1)または(2)の判定と一致していることがわかる。この場合信頼度は0.7217であり、2.で述べた結果にさらに物理的評価のアイテムを追加することによりさらに信頼度を向上できたことになる。また個々のアイテムに対する重み(偏相関係数)も同時に得られており、今後の評価に活用できる。

4. あとがき

数量化理論Ⅱ類を用いて橋梁の架換計画を支援する評価システムを構築できることを示した。今後はデータ数を増やして解析の信頼性を高める必要がある。本研究の遂行にあたって多くの方々のご支援を得ましたので以下にお名前を上げて感謝の意を表します。
中神土木設計事務所 本間美樹治、上野邦行、網走土現 河野尋樹、北見工大学生 天野政一、井上実

参考文献

1)加藤正晴：メインテナンスにおける今日的課題、土木学会誌、Vol.68,No.10,1983。
2)小堀為雄：耐用年数の定義、土木学会誌、Vol.68,No.10,1983。
3)三木千寿：鋼構造の耐用年数、土木学会誌、Vol.68,No.10,1983。
4)池田尚治：コンクリート構造物の耐用年数、土木学会誌、Vol.68,No.10,1983。
5)樗木武：土木計画と維持管理—今後の課題—、土木学会誌、Vol.68,No.10,1983。
6)榎本守：土木構造物の寿命とは何か、土木学会誌、Vol.70,No.8,1985。
7)池田靖忠：国鉄における健全度判定技術、土木学会誌、Vol.70,No.8,1985。
8)渡辺孝雄：延命に効果的な維持管理と修復技術、土木学会誌、Vol.70,No.8,1985。
9)建設省土木研究所：土木構造物の震災復旧マニュアル(案)、土木研究所彙報、Vol.45,1986。
10)建設省土木研究所：橋梁点検要領(案)、土木研究所資料、第2651号、1988。
11)小堀、城戸、近田：既存橋の健全判定における基礎的研究、金沢大学工学部紀要、第19巻、第2号、1986。
12)大橋、青山：土木計画への数量化Ⅱ類適用の信頼度に関する実験的研究、土木学会論文集、第353号、Ⅳ-2,1985。
13)西川、村越、山本、杉山：活荷重による橋梁上部構造の損傷と対策、土木技術資料、34-8,1992。
14)田中、垂水、脇本編：パソコン統計解析ハンドブックⅡ多変量解析編、共立出版、1984。
15)大島他：寒冷地構造物の健全度診断評価と維持計画支援システムの開発、第8回寒地技術シンポジウム、1992。

表3 総合的寿命と架換の関係

アイテム	カテゴリー	例数	カゴリス77	範囲 (偏相関係数)
車線幅員 (m)	~ 0.00	14	0.94558	3.00110 (0.73990)
	0.00~0.25	13	-1.01071	
	-0.25~-0.50	4	-1.01685	
	-0.50~-1.00	2	1.98425	
路肩幅員 (m)	~ 0.00	6	-1.68653	2.46350 (0.70430)
	0.00~0.25	7	0.77696	
	-0.25~-0.50	20	0.23402	
歩道幅員 (m)	~ 0.00	18	-0.44307	1.10634 (0.56068)
	0.00~1.50	13	0.66327	
	-1.50~-2.00	2	-0.32365	
線形状態 (°)	0	13	-0.28085	1.69784 (0.69063)
	0~30	7	-0.60907	
	30~45	8	1.08877	
	45~	5	-0.15913	
物理的評価	OK	26	-0.12975	1.28453 (0.48498)
	Ⅳ	1	0.12839	
	Ⅲ	3	-0.07310	
	Ⅱ	3	1.15478	
河川改修	済	7	-0.09415	0.11950 (0.07120)
	未	26	0.02535	
日交通量 (台)	~4000	3	-0.15597	4.09491 (0.77791)
	4000~1500	20	0.66782	
	1500~500	1	2.39658	
	500~	9	-1.69833	
外的基準	1	13	-1.05371	$\eta=0.72170$
	2	20	0.68491	

外的基準 1：架換計画のないもの
2：架換計画のあるもの、もしくは架換中のもの

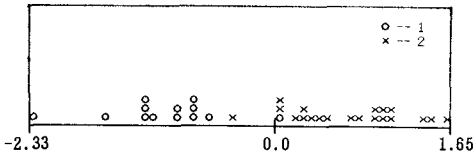


図4 総合的評価の解析結果