

V-241

既存コンクリート橋の余寿命評価に関する一考察

神戸大学大学院 学生員○木下和哉
神戸大学工学部 正会員 宮本文穂

神戸大学工学部 正会員 森川英典
(株)栗本鐵工所 正会員 串田守可

1. はじめに

現在供用されている橋梁の大部分は架設後30年以上経過しており、劣化や老朽化が進んでいる。そのため合理的な維持管理を行うためにはその橋梁の余寿命を正確に把握することが重要となる。本研究では過去数橋の現場試験結果および耐用性アンケート調査結果¹⁾による余寿命評価に基づいて、両者の関係を明らかにするとともに客観的（安全性）指標を用いた余寿命評価式を提案し、その妥当性を検討したものである。

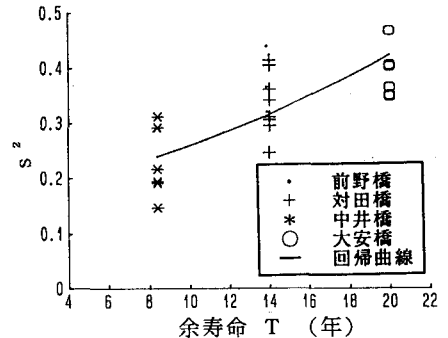
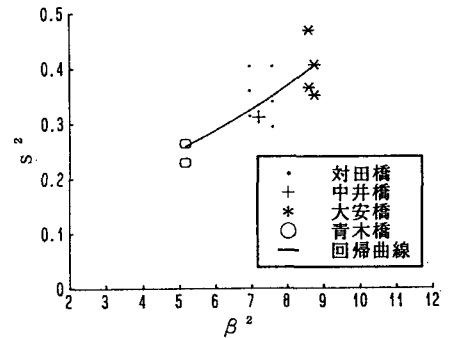
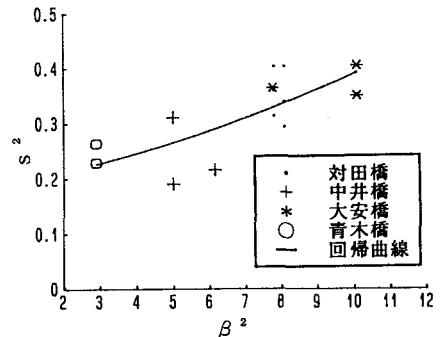
2. 統計データによる余寿命評価式の作成

橋梁の余寿命評価に関して、著者らは2つのアプローチを試みている¹⁾。1つは個人の主観的判断を取り入れたもので、橋梁専門技術者のもつ経験、知識を耐用性アンケート調査により獲得し、その回答に基づいて評価するものである。このアンケート調査は現場試験の際に現地で対象橋梁を目視することにより逐次回答するものであり、その回答内容は「ひびわれ状態」等の基本的項目から、床版、主桁の総合的な判定項目である「耐用性」などの健全度を100点満点で評価するものとあわせて橋梁全体の余寿命判定からなっている。このうち、余寿命を判定する際には床版、主桁の耐用性評価結果と橋梁の余寿命評価の間に何らかの関係があると考えられる。そこで、図1に過去数橋の現場試験の際に実施してきたアンケート調査結果における余寿命評価 T と新たに定義した耐用性指標 s （耐用性評価結果を100で除して無次元化したもの）の関係を示す。図1では各橋梁毎に専門家が余寿命を判定する上で床版、主桁のいずれの健全度を重視するか、等によるものと考えられる耐用性指標のばらつきが見られるが、全体としては、両者の間には正の相関関係が認められる。以下にその回帰式を示す。

$$s^2 = 1.59 \times 10^{-1} \exp(4.90 \times 10^{-2} T) \quad ; \text{相関係数 } 0.704 \cdots (1)$$

ここで s : 耐用性指標, T : 余寿命 (年)

一方の客観的アプローチは、現場試験結果に基づく安全性評価結果に基づくものである²⁾。これは対象橋梁に対して実施した現場非破壊載荷試験から得られる力学的挙動に対して、System Identification (SI) 法を適用することによって橋梁モデルの構造パラメータを同定するとともに、別途実施する主桁耐荷力試験および主桁構成材料試験結果により、曲げおよびせん断破壊に対する安全性指標 β の算定を行うものである。このように算定された安全性指標 β は、上述したアンケート調査における耐用性評価（指標）と密接に関連していると考えられる。そこで過去数橋の現場試験およびアンケート結果

図1 余寿命 T と耐用性指標 s との関係図2 安全性指標（曲げ） β^2 と耐用性指標 s との関係図3 安全性指標（せん断） β^2 と耐用性指標 s との関係

における両者の関係を図2, 図3に示す. 図より耐用性指標 s と曲げ, せん断安全性指標 β には相関が認められ, その回帰式を求めると次式となる.

$$s^2 = 1.41 \times 10^{-2} \exp(1.20 \times 10^{-1} \beta^2) \quad : \text{相関係数 } 0.721 \quad (\text{曲げ}) \quad \dots (2)$$

$$s^2 = 1.82 \times 10^{-1} \exp(7.62 \times 10^{-2} \beta^2) \quad : \text{相関係数 } 0.727 \quad (\text{せん断}) \quad \dots (3)$$

式(1)~式(3)の関係より, 余寿命はアンケート調査による「耐用性」評価を介して現場試験に基づく安全性指標で表すことが可能となる. すなわち, 式(1)~式(3)から耐用性指標 s を消去することにより以下の余寿命評価式が得られる.

$$T = 2.45\beta^2 - 2.45 \quad : (\text{曲げ}) \quad \dots (4), \quad T = 1.56\beta^2 + 2.76 \quad : (\text{せん断}) \quad \dots (5), \quad T: \text{余寿命(年)}$$

3. 余寿命評価式の実橋への適用とその妥当性の検討

上述した余寿命評価式を橋齢41年の3径間, 3主桁のRC単純T桁橋「旧樫谷橋」¹⁾に適用した. この橋梁を対象に現場試験を行い, 得られた試験結果から算定した安全性指標 β および式(4), 式(5)の評価式から算定した余寿命をまとめて表1に示す. また, 「旧樫谷橋」を対象に実施した耐用性アンケート調査結果を回答者の経験年数により分類して表2に示す. 表1の余寿命算定値は, 表2に示すアンケート調査による余寿命評価と比較してスパン1ではほぼ妥当な結果といえる. 一方, スパン2ではやや相違がみられ評価式の方が安全側の評価をしている. また, スパン毎に余寿命を比較すると, 評価式によるものではスパン1>スパン2となっているが, アンケート結果ではスパン1<スパン2と逆の傾向を示している. この理由を明らかにするため各スパンの床版および主桁の耐用性の評価結果を比較すると(表2参照), 主桁についてはスパン1, 2で差はあるもののほぼ近い値を示し, 経験年数

表1 安全性指標 β による余寿命評価結果

スパン・桁	β (曲げ)	余寿命(年)	β (せん断)	余寿命(年)
1-A	2.827	17.13	2.685	14.01
1-B	2.969	19.15	2.868	15.59
1-C	2.745	16.01	2.598	13.29
平均	2.847	17.41	2.717	14.28
2-A	2.821	17.05	2.583	13.17
2-B	2.971	19.18	2.793	14.93
2-C	2.710	15.54	2.483	12.38
平均	2.834	17.22	2.626	13.52

10年以上では同じ評価となっている. ところが床版に関しては経験年数にかかわらずかなりスパン2の評価結果が健全なものとなっている. そのためアンケート調査における余寿命評価ではスパン2がスパン1を上回ったと考えられる. これに対して安全性指標 β の支配的なファクターは各主桁の耐荷力と作用断面力であり, 床版部材の状態にはあまり依存しないため, これに基づく余寿命評価ではスパン1がスパン2を上回ったものと考えられる.

表2 床版・主桁に関する耐用性アンケート調査結果

スパン	判定項目	耐用性アンケート調査結果					
		全体		5年以上		10年以上	
		床版	主桁	床版	主桁	床版	主桁
1	耐用性(点)	41.94	36.67	43.64	35.91	39.00	34.00
	余寿命(年)	16.67		15.91		13.00	
2	耐用性(点)	54.17	42.78	57.73	40.45	56.00	34.00
	余寿命(年)	18.89		17.73		15.00	

※ここで5年以上, 10年以上は経験年数を表す.

4. まとめ

①現場試験結果から評価される安全性指標 β は目視検査に基づく橋梁技術者の判断によって評価された耐用性と相関があり, これらを関係づけることにより余寿命評価式を作成した. ②余寿命評価式を実橋に適用した結果全体としてはほぼ妥当な結果が得られた.

【参考文献】 1)建設工学研究所:県道411号線「旧樫谷橋」耐用性診断試験報告書, 1993.3, 2)宮本文穂, 森川英典, 北村敦彦, 石川浩:統計データに基づくコンクリート橋の構造安全性指標の余寿命評価, 第11回材料・構造信頼性シンポジウム前刷集, pp.128~133, 1992.12.