

橋梁維持管理のための橋梁健全度指数の検討

北見工業大学大学院 学生会員 丹波 郁恵 (株)ドーコン 正会員 次村 英毅
 北海道開発土木研究所 正会員 池田 憲二 (株)ドーコン 正会員 安江 哲
 北見工業大学 正会員 三上 修一

1. まえがき

社会資本の維持管理に重大な関心が寄せられる社会情勢となっている現在，社会基盤施設の一構造物として重要な位置付けがなされる橋梁に対する維持管理は重要視されている．橋梁を維持管理する上で将来の経済情勢を考慮すると，長期的な観点から合理的な計画の基に標準化された維持管理体制が望まれる．しかし，橋梁維持管理の技術及び研究開発に関して多数なされているが，標準化された規定が未だ開発されていないのが現状である．アメリカでは橋梁維持管理のための橋梁維持管理(BMS)として「PONTIS」がAASHTO並びにCaltransによりシステム開発された^{1),2)}．この中で，本研究ではCaltransにより考案された橋梁健全度指数(Bridge Health Index, BHI：以下BHIと記す)³⁾に着目する．本論文は北海道における国道橋を対象としてBHIの解析を行い，その評価結果を著者らがこれまでに研究を進めてきた解析手法による橋梁健全度の評価結果^{4),5)}と比較検討し，BHIの有効性及び活用性について検証するものである．

表 - 1 部材項目

上部	(1) 主桁
	(2) 床版
	(3) 支承
	(4) 高欄
	(5) 地覆
	(6) 舗装
	(7) 伸縮装置
下部	(8) 躯体 (橋台・橋脚)
	(9) 基礎

2. 橋梁健全度指数(BHI)

BHIは橋梁の各部材の損傷度(損傷の程度及び規模)という様な物理的状況と各部材の資産価値といった経済的状況を相関して総合的に健全度を評価できる指標である．BHIの定義は以下に示す通りである．

$$\text{橋梁健全度指数(BHI)} = \frac{\text{現在資産(建設費)}}{\text{初期資産(建設費)}} \times 100 \quad (1)$$

ここで，初期資産とは橋梁の建設当初，すなわち全部材が健全な状態の橋梁全体としての資産価値，現在資産は今現在，すなわち供用開始後，劣化損傷により各部材の健全度が低下した状態の橋梁全体の資産価値であり，これらについて橋梁建設費を基に表す．なお，BHIの解析ではこれまでの研究^{4),5)}と同様に橋梁点検データを活用することとする．

表 - 2 資産価値の低下率

部材損傷度	損傷係数
	0.75
	0.50
	0.25
OK	0

(1) 各部材の単価設定

橋梁建設費の算出にあたり，表 - 1 に示すような9つの主要部材を選定し，更に架設年による物価変動を考慮して現時点に統一した単価設定を行う．実務レベルの橋梁建設費は部材毎の詳細な計算が必要と考えられるが，本研究では活用する橋梁点検データの性質に適合した各部材の建設費の算出方法について検討を行った．ここで鋼主桁を例として，支間長と主桁単価の関係を図 - 1 に示す．鋼主桁に関しては単純及び連続等により9形式の桁を考へて工事実績値⁶⁾を基に単価設定する．また支間長と工費単価との関係を線形式により近似し，各桁形式における適用支間長内の単価変動を定式化する．その他の部材についても同様に工事実績を参考として単価を設定する．

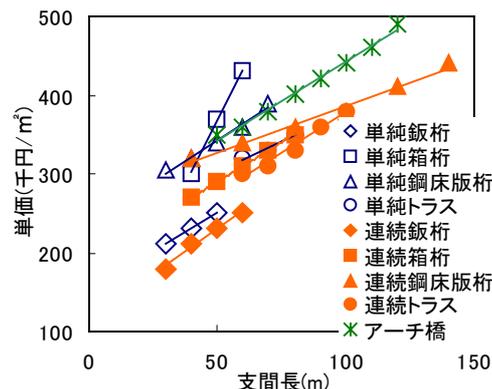


図 - 1 鋼桁の支間長と単価の関係

(2) 橋梁点検データの活用

現在資産は各部材の初期資産及び橋梁点検データにおける各部材の損傷度を用いて求める．ここで，橋梁

キーワード：橋梁維持管理(BMS)，橋梁健全度指数(BHI)，資産価値

(連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地 Tel 0157-26-9488 Fax 0157-23-9408)

点検要領(案)⁷⁾では橋梁点検データは各部材の損傷度判定基準を OK～ の 5 段階とされているが、実際の点検データ上は OK～ の 4 段階となっている。従って、橋梁点検データから各部材の損傷度により表 - 2 に示すよう割合で各部材の資産価値が低下することとする。

表 - 3 解析例

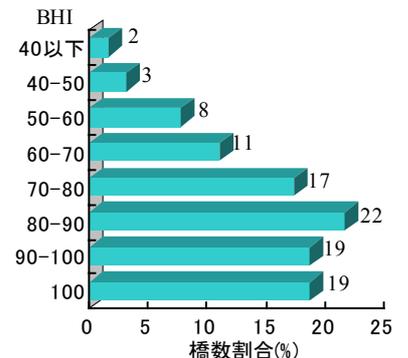
部材	初期資産	損傷度	現在資産
主桁	82,176		20,544
床版	14,976		3,744
躯体	17,268	OK	17,268
基礎	85,914	OK	85,914
支承	12,128		3,032
高欄	5,109		3,832
地覆	2,080		1,521
舗装	2,231	OK	2,231
伸縮	5,526	OK	5,526
総計	227,408		143,612

(3) 橋梁健全度指数の解析例

本解析では前述のように、橋梁点検データ活用から昭和 63 年以降に点検実施橋梁の全てを解析対象とする。北海道の国道に架設されている橋梁の内、平成 11 年度現在までに点検が実施された橋梁は全 2552 橋で、この内、単価決定の際に選定した各部材の形式と異なり、また選定した形式内での準用が不可能な形式の橋梁は省き、データ総数は 2238 橋として解析を行う。ここで解析例として 2 径間単純鋼鈹桁の計算結果を表 - 3 に示す。式(1)よりこの橋梁の BHI は $(143,612/227,408) \times 100 = 63.2$ となる。

3. 解析結果

北海道における国道橋の維持管理水準を確認するため、BHI の全体的分布を図 - 2 に示す。ここで縦軸は BHI、横軸は橋数割合(%)であり、BHI は 8 段階に区分し表示している。この結果、BHI が 80 以上の橋梁は全体の約 60%を占めており、比較的高い維持管理水準であることが分かる。

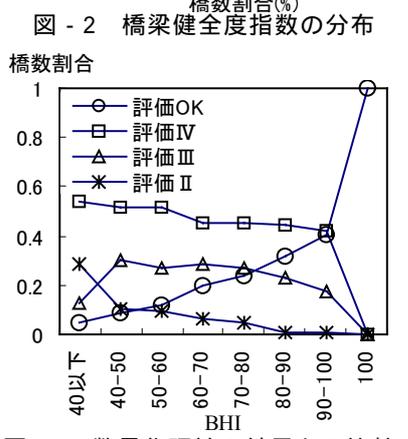


4. 解析結果の比較検討

著者らはこれまでに橋梁の健全度評価に関する研究として、数量化理論による手法を報告している^{4),5)}。この手法はエキスパートによるアンケート調査から各部材の重要度として重み係数を決定し、総合的に健全度を評価するものである。また、参考としてこの評価手法における総合健全度について表 - 4 に示す。この手法と BHI による評価結果を比較して図 - 3 に示す。ここで縦軸は橋梁割合、横軸は BHI を示しており、BHI は 8 段階に分け、各々の区分内の橋梁に対する数量化理論による評価結果を橋数の割合で表している。BHI は建設費が高価である部材は重みが大きく、各部材の損傷状況を経済的視点から評価した結果と考えられる。

表 - 4 総合健全度評価

OK : 現状維持
: 軽い補修を要する
: 大がかりな補修を要する
: 補修より架け替えを勧める



5. まとめ

本研究で得られた事項について以下に要約する。

- (1) 各部材の単価設定による橋梁建設費及び橋梁点検データを活用することで、BHI の解析が可能であることについて実橋を対象とした解析により実証できた。
 - (2) BHI による評価結果は部材損傷度及び資産価値を考慮した健全度であり、物理的及び経済的観点から現時点の総合的な橋梁状態を把握できると共に経済効果の将来予測等が可能で有効活用が期待できる。
- 今後、BHI を基にした資産価値の時間的推移及び経済的効果の将来予測について検討する予定である。

[参考文献]

- 1) Thompson, P.D., Small, E.P., et al: The AASHTO Ware Pontis Bridge Management System, *Technical Report*, Caltrans, 1999.
- 2) Thompson, P.D., Small, E.P., Johnson, M. and Marshall, A.R.: The Pontis Bridge Management System, *Structural Engineering International*, Vol. 8, No. 4, 1998.
- 3) Shepard, R.W. and Johnson, M.B.: California Bridge Health Index -IBMC-005, *Technical Report*, Caltrans, 1999.
- 4) 森, 大島他: コピュータ・グラフィックスと数量化理論を応用した橋梁の維持点検評価法, 土木学会論文集, No. 501/ -29, pp. 113-121, 1988.
- 5) 大島他: 橋梁健全度評価に用いる評価方法の検討と影響要因の解析, 土木学会論文集, No. 675/ I-55, 印刷中, 2001.
- 6) 東北地方建設局: 道路橋計画設計資料, 2000. 4.
- 7) 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, 1998.