

## インドネシアの橋梁維持管理に関する一考察

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 重松 勝司

(株)パシフィックコンサルタンツインターナショナル 正会員 ○中野 秀俊

### 1. はじめに

インドネシアでは戦後わが国を初めとする海外からの援助を中心に道路ネットワークを整備し、経済発展を牽引してきた。今後引き続き経済発展を実現するためにも新規道路整備に並行して、既存道路ネットワークを維持していく必要がある。

これに対して、インドネシアの橋梁マネジメントシステム(BMS: Bridge Management System)が1992年にオーストラリアの無償資金協力を活用して開発された。しかし、予算不足のため開発直後からデータベースのアップデートさえ満足に進められなかったため、現在の利用度は非常に低い。

このような状況において、2006年、国際協力銀行はインドネシア政府の要請を受け、道路ネットワークのマネジメントの改善に向けた調査を実施した。

本稿では、この調査の対象の一部である橋梁マネジメントシステムに関して、その問題点と改善の方向性、当面の現実的な対応および今後の課題を検討した結果の概要を報告する。

### 2. BMSの問題点

既存BMSの最大の問題点は以下の3点である。

- (1)非常に危険な状態にある橋梁を選出できない。
- (2)事業の規模が大きな橋梁を選出できない。
- (3)政策的に重要な橋梁を優先的に選出できない。

これはひとえに経済性を表す指標である内部収益率(IRR)および純現在価値(NPV)を唯一の指標として、対策の必要性及び優先性を評価し、維持管理計画を策定していることによる。これは、自国のみでは道路整備費および維持管理費を賄いきれず、海外からの援助によって補填せざるを得ない現状を反映しているようである。特に、経済性が乏しいばかりに非常に危険な橋梁が放置されてしまう結果、実際に通行ができない状態になって初めて、緊急的に予算が配分され、仮橋が架けられるなどの対策が取られることが多いことに対して、インドネシア政府は大きな危機感を抱いていた。

### 3. 問題解決に向けた検討

#### 3.1 現行BMSの調査

前項で示した問題解決に向けて、現行のBMS及びその技術資料の内容を調査した。その結果、経済性算出方法／維持管理計画策定プロセスに改善点があることを確認した。この概要を以下に示す。

##### (1) 費用(工事費)積算

まずデータベースのデータを以下の基準でスクリーニングをかけて分析する橋梁を選出している。

- ①損傷度：損傷度3以上(0：無傷～5：崩壊)
- ②交通量：現況交通量が交通容量以上
- ③耐荷重：設計活荷重への耐荷重があるか。

損傷度が3の場合はリハビリ、4,5の場合は部材交換(橋梁の場合は架替)を計画する。現況交通量に比べ交通容量が不足している場合は拡幅を検討する。耐荷重が設計活荷重に比べて不足している場合は上部工の補強・架替を検討することを前提に開発されているが、この機能は未整備である。次にこれらの計画を実行する費用(工事費)を求める。一方、リハビリ工法の代替案設定および最適工法の選出や各橋梁のLCC(ライフサイクルコスト)を検討するミクロマネジメントの機能は未整備である。

##### (2) 便益算出

便益算出のためベースケースとして架替るまで何も対策を取らないケースを設定している。ベースケースとすぐに対策を取るケースとを比較して、その工費の差および通行車両のVOC(Vehicle Operating Cost)の差(主に崩壊後および工事中の迂回のため追加費用)を便益として算出している。一方、走行時間短縮から来る便益は考慮されていない。

##### (3) 経済分析および優先度評価

上で求めた費用および分析を用いて、NPVおよびIRRを求めている。分析期間は20年である。その後、架替工事はNPV/m(橋長)、リハビリ工事はIRRを用いて優先度評価を行いリストアップする。本来架替工事もIRRを指標としていたが、工費がどうしても高くなる大規模橋梁のIRRは低く、小規模橋梁ばかりリストの上位に連なる傾向が見られた。

キーワード：維持管理、橋梁マネジメント、優先度評価、維持管理計画

連絡先 〒206-8550 東京都多摩市関戸1丁目7番地 (株)パシフィックコンサルタンツインターナショナル 道路第二部 TEL 042-372-6060

#### (4) 維持管理計画の策定

設定年次の予算枠が無くなるまで、リスト上位の橋梁から順に実施する計画を策定する。ただし IRR が 15% 以下の橋梁は経済的効果が低いため計画から除外される。

### 3.2 問題点改善の方向性

交通量が少ないなどが原因で経済効果の乏しい橋梁は、たとえ崩壊が間近でも何も対策されずに放置される結果が導き出されるが、本来、通行車両の安全は何よりもまして優先されるべきであることから、損傷が進行した橋梁の対策の優先性を高くすべきと考えた。

また、橋梁は道路ネットワークを点でつなぐ役割を果たし、多くの場所で代替路線が近傍に存在しないため、通行止めにした場合には社会的損失が生じる。特に大規模橋梁の場合には、架替えに多額の費用が必要になるだけでなく、工事期間も長期にわたり社会的な損失も増大することから、そのような事態を回避すべく対策の優先性を高くすべきと考えた。

さらに、政策的に重要な路線である災害時緊急路線や重点的に開発を促す地域と大都市を結ぶ路線などの機能を維持することも重要な判断基準と考えた。

これらの考えから、上述した経済性算出方法／維持管理計画策定プロセスにおいて、危険度を最も重要な指標とし、かつ橋梁の規模、政策の反映、経済性（社会的重要性）を加味して、優先度評価を実施する方針にした。

### 4. 当面の現実的な対応

現行の BMS はデータベースのアップデートさえも満足になされていないのが現状であったことから、上述の方向性に対して詳細な検討を行うことができなかった。そこで本調査では、比較的多くの橋梁について入手可能な情報をもとに、以下に示す簡易的な優先度評価の手法を提案し、問題点の改善に向けた上記考え方の検証を行った。

- ① 損傷度 5 の橋梁は最上位にリストアップ
- ② 損傷度 4 の橋梁をスクリーニング
- ③ ②の橋梁を i) 橋面積, ii) 主要幹線道, iii) 交通量 (AADT) の基準で優先度評価 (下の表を参照)

| 評価指標          | ウェイト | 係数                    |                                   |                        |
|---------------|------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------|
| 橋面積           | 0.3  | 150 m <sup>2</sup> 未満 | 150 以上<br>1,000 m <sup>2</sup> 未満 | 1000 m <sup>2</sup> 以上 |
|               |      | 0.5                   | 0.8                               | 1.0                    |
| 主要<br>幹線道     | 0.4  | ネットワーク外               | ネットワーク内                           |                        |
|               |      | 0                     |                                   |                        |
| 交通量<br>(AADT) | 0.3  | 2,000 未満              | 2,000 以上<br>10,000 未満             | 10,000 以上              |
|               |      | 0.5                   | 0.8                               | 1.0                    |

ここで①、②により問題点(1)の危険な状態の橋梁を

選出し、③-i)で大規模で重要な橋梁を優先して問題点(2)に対処し、③-ii)には政策的重要性を代表させ問題点(3)に対処した。また、③-iii)には経済性（社会的重要性）を代表させた。

その結果、BMS で分析し維持管理計画を策定した時にはリストアップされなかった、損傷度 5 の橋梁、橋長が長く代替ルートのない非常に重要な橋梁などが上位にリストアップされる結果になった。また既存の BMS では経済的指標に偏った順位付けをしていたため、リストの上位には交通量が多く、補修工費が小額の橋梁が目立っていた。必然的に大都市圏の小規模な橋梁が多数を占めていたが、提案した手法によりリストアップされた橋梁はインドネシア全国に散らばる結果になった。

上述の対策により経済性偏重の計画策定でなく、道路ネットワーク全体の保全を目的にした簡易的な橋梁維持管理計画の策定例を示すことができた。このような簡易な手法でも、橋梁の危険性を重要視し、様々な指標による総合的な評価を基に計画を策定する必要性を提案できたと考える。

### 5. 今後の課題

インドネシアの橋梁マネジメントシステム (BMS) は 1992 年という比較的早期に開発され、インドネシア政府の維持管理を重要視する姿勢などが垣間見られる。しかしながら、橋梁の崩壊が道路ネットワーク寸断につながるという危機感に乏しく、その後アップグレードされずに利用度も漸減している。

この傾向を食い止めるためにも、現在のニーズに適応した BMS の改良が必要である。そのためには、損傷に対する最適補修・補強工法の比較検討、劣化予測に基づく最適対策実施時期の決定などで各橋梁の LCC の低減を図ることが重要である。その上で今回の検討基準に加えリダンダンシーに関するデータなどの指標を導入して道路ネットワーク全体の総合的な橋梁維持管理計画を中長期にわたって策定・実践し、維持管理事業全体の効率化を目指すことが求められる。また並行して、これらを実現するために必要な人材を育成することも不可欠である。

### 6. 終わりに

本報告は、(株)パシフィックコンサルタンツインターナショナルが実施したインドネシア「道路・港湾セクターアセット・マネジメント事業 SAPROF フォローアップ調査」結果の一部を JBIC 開発第一部の了承を得て要約したものです。この場を借りて関係各位に御礼申し上げます。