

北陸の自治体を対象とした橋梁データフォーマットに関する基礎的研究

金沢大学大学院（（株）日本海コンサルタント） 正会員 ○町口 敦志
金沢大学理工研究域環境デザイン学系 正会員 近田 康夫

1. はじめに

今日、我が国では、橋梁等の老朽化問題や少子高齢化に伴う財源不足・技術者不足から、橋梁マネジメントシステム（BMS：Bridge Management System）や橋梁データベースシステム（橋梁 DB）¹⁾ 等による効率的で効果的な管理が求められている。橋梁データは、これまで長寿命化計画に伴う点検（2009 年～）や道路法改正に伴い制定された道路橋定期点検要領（以下 H26 要領、全自治体統一フォーマット、2014 年～）によるデータ蓄積がされているが、H26 要領の様式（調書）は簡素なフォーマットであり、現時点では各自治体特有の点検要領によるデータが主体的となっている。自治体の点検要領の様式は、各々異なるフォーマットであり、橋梁 DB システムや次工程（長寿命化計画等）のソフト（BMS 等）の高度化や競争性向上、橋梁データの分析・研究の妨げとなっている。

一方で、これまで学協会や研究機関でコンクリートに関する統一フォーマットが検討されているが、全国的な標準フォーマットとしての運用までには至っていない。そこで、本報告では、北陸で蓄積された複数の自治体データ（表-1）を対象に、標準データフォーマットに必要なデータ項目（長寿命化計画の項目、北陸で問題視されている早期劣化の項目）に着目して分析を行った。

2. 標準データフォーマットに関する留意事項

自治体には、既存のデータベースがある場合が多く、これに配慮した標準フォーマットが必要となる。新たな標準フォーマットを活用するには、既存データの直接移行やデータ変換、補完（組合せ等）、新たな入力（データ自体が無い場合）が必要となる。標準フォーマットを社会実装するには、データ収集・入力に要する作業を最小とする配慮が必要となる。例えば、データ項目は必要最小限であることが望ましい。また、入力の必要性（必須・推奨項目等）やその他の項目の管理方法（必要性の低い項目：任意項目での管理等）の明示が有効と考える。その他留意事項として、データ単位（橋梁・径間・部材種類・部材番号等）や精度（桁数等）、直接・選択入力区分等があり、これらを念頭に置いた標準フォーマットが必要と考える。

表-1 対象データの概要（北陸）

	橋梁 DB	点検要領 ^{※1}	点検調書
A 自治体（県）	システム	独自要領	システム
B 自治体（県）	システム	独自要領	表計算ソフト他
C 自治体（県）	表計算ソフト	独自要領	表計算ソフト
D 自治体（市）	システム	基礎データ要領	システム

※1: 自治体は表内要領に加え H26 要領の点検を実施している。

表-2 BMS²⁾ において必要となるデータ項目の例

分類	データ項目の例
管理情報	都道府県名, 地方公共団体名
特定情報	橋梁番号, 橋梁種別, 分割番号
路線情報	道路種別, 緊急輸送道路
橋梁諸元	橋梁
橋梁特有情報	橋梁
上部工	橋梁名称, 径間数, 所在地, 塩害地域, 海岸線距離, ASR 有無, 架橋状況, 橋長, 道路部幅員, 架設年(西暦)
下部工	径間・躯体番号(起終点), 支間長, 桁数, 支承・伸縮装置種類, 主桁材料, 床版材料, 主桁構造形式
点検結果	躯体番号, 下部構造形式, 下部構造高, 材料区分
補修結果	点検年, 健全度(評価区分), ASR・塩害有無
	補修年, 補修部材, 補修種類

表-3 データ移行に生じる問題点と対処例

データ移行に生じる問題点	対処例
・既存データに項目自体が無い項目が複数確認された。(桁本数, 下部工構造高)	データ収集・代替
・既存データに不明確な情報、空欄・不明の情報が多い項目があった。(架設年等)	
・変換が必要な項目があった。(架設年・点検年・補修年の和暦・西暦等)	変換規則作成(共通)
・標準フォーマットでは選択項目であるが既存データでは直接入力である項目であり、情報の整理・変換が必要な項目が確認された。	変換規則作成(個別)
・標準フォーマット・既存データともに選択項目の場合でも項目定義が異なるため変換が必要となった。(道路種別, 架橋条件, 主桁形式等)	
・データの入力定義を詳細に確認する必要がある項目があった。(道路部幅員等)	その他

3. 標準データフォーマットに必要なデータ項目

(1) 長寿命化計画（BMS）で必要なデータ項目

長寿命化計画（BMS）で入力が必要となるデータ項目の例を表-2 に示す。これらの項目は、BMS の種類によって異なる項目であるが、BMS での劣化予測やライフサイクルコスト算出・予算平準化等のために必要な項目である。次に、A～D の自治体データをこの項目に基づく標準フォーマットに移行する際に生じる問題点を確認した結果（表-3）、各自治体の橋梁 DB 構造の違いから、データ移行には変換等作業が必要であり、作業を補助する仕組みが必要と考えられた。また、表計算ソフトによるデータ蓄積では、入力が選択項目でない場合（直接入力）が多いと、入力済データに統一性がなく、蓄積が進むにつれ標準フォーマットへの移管作業量が増えると考えられた。

キーワード：アセットマネジメント、橋梁データフォーマット、BMS、長寿命化計画、ASR、重回帰分析
連絡先：〒921-8042 石川県金沢市泉本町2丁目126番地（株）日本海コンサルタント TEL 076-243-8258 FAX 076-243-9087

(2) 早期劣化 (ASR・塩害) に関するデータ項目

北陸地方では、早期劣化 (ASR・塩害) が橋梁の健全性を低下させる主な要因となっている。また、早期劣化は、骨材産地や海岸線からの距離等、地域性があることが確認されている。ASR や塩害が著しい橋に対し、自治体は、土木学会や国土交通省を参考に詳細調査を行っているが、方針は自治体ごとに異なる。また、自治体内の調査業務ごとに異なるフォーマットでのデータ蓄積や業務報告書 (データシートではなく PDF 等) での保管している場合があり、早期劣化機構のマクロ分析の支障となると考えられる。そこで、標準データフォーマット (項目例: 表-4) を示し、橋梁 DB システム等にこれを蓄積することが有効であると考え、標準フォーマットのデータ項目は、最低限必要な基本情報のほか、健全性と相関が強い項目、次工程 (劣化分析・対策選定) に必要となる項目等と考える。

(3) データ項目選定のための分析事例 (劣化機構: ASR)

標準フォーマットのデータ項目の選定材料とするため、前述した D 自治体の 200 橋 (橋長 7m 程度以上抽出) 及びその内の ASR 橋 50 橋の点検結果 (下部工) を基に単回帰・重回帰分析を行った。分析は、健全度 (5 段階) を目的変数とし、健全度や ASR と関係する可能性があると考えた項目を説明変数 (正規化: 有) とした。

分析対象データの概要を表-5 に、結果を表-6 に示す。200 橋の分析の場合は、ASR 地域の係数が他に比べて高い値となっており、この地域では ASR の地域性があることを示している。また、単回帰分析の統計値に比べ、重回帰分析の統計値の方がモデル化の精度が上がっていることから、説明変数の追加効果はあると考えた。

次に、ASR の橋を抽出して重回帰分析を行った結果、経過年・塩害地域・下部工高さ・主桁形式の係数が高かった。係数が高い要因は不明確であるが、塩害地域は ASR との複合劣化としての関係性、下部工高さは水の影響やコンクリート材料・配筋等との関係性、主桁形式は間接的な影響 (RC: 古い橋が多い等) があると推察する。なお、ここで ASR 地域性が低くなった理由は、ASR の橋を抽出したため健全性との相関が低くなったためと考える。

一方で、既往研究・報告にもあるように点検結果のばらつきや健全性と経過年との相関の低さから、今回の分析でも重決定係数は 0.1 以下と低かった。データ分類や目的変数 (健全度) の細分化等、検討が必要と考えられた。

表-4 早期劣化 (ASR・塩害) に関するデータ項目の例

分類	データ項目名の例
共通	橋梁番号, 部材番号, 設計基準強度, 鉄筋種類, 部材厚, 設計かぶり, 製作区分 (現場・工場, プレテン・ボステン), セメント種類, 水セメント比, 温度変化, 漏水・滞水状況, 平均ひびわれ幅・密度, 析出物 (錆・白色), 鋼材腐食度, 中性化判定, 第三者被害判定, 調査年, 圧縮強度・静弾性係数, 補修年・工法, 写真・所見等
ASR	骨材産地, 岩種 (粗・細骨材), 地域区分, ASR 有無, 損傷度, 残存膨張量
塩害	凍結防止剤散布量, 塩害有無, 損傷度, 塩化物イオン含有量

※各種マニュアル等を参考に作成

表-5 分析対象データの概要 (対象: 下部工)

項目	200 橋	ASR50 橋
分析対象橋梁数	200 橋	左記の内 50 橋
平均橋長・平均道路部幅員	20.7m・4.8m	17.9m・4.5m
平均経過年 (点検年 - 架設年) ^{※1}	34.1 年	35.2 年
平均健全度 (健全 5 ~ 不健全 1)	4.39	4.26
ASR 地域区分	多・中位・少 (3 分割)	

※1: 補修工事履歴有の場合, “補修年 - 架設年” を採用

表-6 重回帰分析の結果

項目		200 橋	ASR50 橋
統計値	重相関係数 R	0.180(0.026)	0.312(0.125)
	重決定係数 R ²	0.032(0.001)	0.097(0.016)
	補正 R ²	-0.003(-0.004)	-0.053(-0.005)
	標準誤差	0.769(0.770)	0.712(0.700)
モデル誤差 (平均誤差)		0.65(0.67)	0.54(0.59)
目的変数: 切片 (健全度)		4.385(4.385)	4.260(4.260)
説明変数	経過年 (年)	-0.032 (-0.020)	-0.113 (-0.086)
	塩害地域 (○・×)	-0.013	0.093
	ASR 地域 (多・中・少)	-0.123	0.053
	道路種別 (高・中・低)	0.007	0.048
	道路部幅員 (m)	-0.007	-0.056
	下部工高さ (m)	0.031	0.111
	主桁形式 (RC・PC・鋼)	0.007	0.153

※ () の値: 単回帰分析結果 (目的変数: 健全度, 説明変数: 経過年)
ASR 橋: ASR が認められる, または疑われる橋
下線: 説明変数内で比較の数値が高い係数

4. おわりに

今後、これまで蓄積された点検データを基に統計的な視点から早期劣化機構 (ASR・塩害) と健全度等の関係を分析することで劣化メカニズムの解明につながる可能性があると考え、早期劣化に関するデータ項目 (例: 表-4) の分析やデータ収集の仕組みの検討等を行い、標準フォーマットを社会実装することで基礎データの分析・研究を促進できると考える。

謝辞 本論文の一部は、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) の一環として作成しており、各種データをご提供頂いた関係自治体に感謝申し上げます。

参考文献

1) 町口敦志, 浦田孔二, 多田徳夫, 浅永将, 近田康夫: BMS の運用実績に基づく市町向け橋梁データベースシステムの開発事例, 土木学会第 64 回年次講演会, VI-044, 2016.9
2) 国土交通省 新技術情報提供システム (NETIS): 橋梁マネジメントシステム I-BIMS (登録番号: HR-130003), 登録年月: 2013.4