

橋梁維持管理における市民参加の可能性に関する考察

日本大学大学院生産工学研究科

学生会員

○坂本 大海

日本大学生産工学部

フェロー会員

五十畑 弘

日本大学生産工学部

正会員

永村 景子

1. 背景

近年、社会インフラの高齢化・老朽化に伴い、とりわけ地方自治体における橋梁の維持管理を取り巻く財政・人的環境は厳しくなっている。このため、将来的には、橋梁の廃棄、あるいは荷重制限などの措置がふえる可能性があり、市民生活に深刻な影響が懸念される。このような状況下で近年では、市民からの道路舗装等の身の回りのインフラの不具合通報を情報通信技術(以下 ICT)の活用により収集し、維持管理へ役立てる試みを始めた自治体の例もみられる。本論文では橋梁を対象としてその維持管理における点検への市民参加により、自治体のインフラ維持管理への貢献の可能性について考察をした。

2. 目的

本論文では、一般市民が、橋梁について、その点検にどこまで参加が可能であるかについて考察をすることを目的とする。通常、橋梁は技術難度が高く、特に劣化状況の点検については、高度な技術が必要とされる。しかし、日常橋を利用している多数の一般市民は、専門家ではないが、不具合などの情報を日常的に把握しやすい利点はある。

しかし、専門家でない市民から寄せられる情報には不正確な情報も混入している可能性もある。本論文では、一般市民想定した橋梁点検未経験者が実地点検を行うことにより、得られる情報の維持管理への有用性を確認し、市民の取組可能な範囲を明らかにする。

3. 調査方法

(1) 対象橋梁の選定方法

橋梁点検未経験者による点検可能性を検証するために、千葉市が管理する道路橋全 443 橋の内 25 橋をサンプルとして選定する。千葉市橋梁長寿命化修繕計画<sup>1)</sup>及び Google Map を元に、443 橋を種別ごとに整

表 1 千葉市橋梁長寿命化修繕計画の点検項目

| No. | 点検対象部材     |                        | 点検項目                                                                               |
|-----|------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | 上部工        | 鋼 桁                    | ・主桁の異常な変形・たわみの有無<br>・上部工の変状                                                        |
|     |            | コンクリート桁<br>ボックスカルバート頂版 | ・主桁の異常な変形・たわみの有無<br>・上部工の変状<br>ひび割れ・遊離石灰、鉄筋露出、PC定着部の異常、変形・欠損の有無                    |
| 2   | 床 版        |                        | ・コンクリート床版の変状<br>鉄筋露出、抜け落ち、床版ひび割れの有無<br>・鋼床版の異常<br>腐食、変形・欠損、ボルトの脱落の有無<br>・排水施設からの漏水 |
| 3   | 下部工        | 鋼構造                    | ・腐食、変形・欠損、ボルト脱落の有無                                                                 |
|     |            | コンクリート構造 ボックスカルバート側壁   | ・ひび割れ・遊離石灰、鉄筋露出の有無                                                                 |
|     |            | 基礎工                    | ・下部工の変状<br>沈下・移動・傾斜、洗掘の有無                                                          |
| 4   | 支 承        |                        | ・支承の変状<br>アンカーボルトの脱落、沓座モルタルの欠損、支承本体の破断・欠損、沈下・移動・傾斜の有無                              |
| 5   | 伸縮装置       |                        | ・伸縮装置の変状<br>部材の破断、変形・欠損、遊間の異常、土砂詰り、段差の有無                                           |
| 6   | 高 欄<br>防護柵 | 鋼製                     | ・高欄・防護柵の変状<br>変形・欠損による機能障害<br>腐食、ボルトの脱落による第三者被害への影響                                |
|     |            | コンクリート構造               | ・高欄・防護柵の変状<br>変形・欠損による機能障害<br>コンクリート片の落下による第三者被害への影響                               |
| 7   | 舗 装        |                        | ・舗装の変状<br>路面の凹凸、ひび割れ、わだち掘れ、ポットホールの有無                                               |
| 8   | 排水施設       | 橋面                     | ・橋面排水の異常<br>漏水・滞水、土砂詰りの有無                                                          |
|     |            | 桁下                     | ・排水管の異常<br>破断や脱落、変形・欠損の有無                                                          |
| 9   | 照明施設       |                        | ・照明施設の変状<br>腐食、変形・欠損、ボルトの脱落の有無                                                     |

表 2 実地点検調査に使用した点検項目

| 点検対象部材 |                               | 点検項目                                                        | 結果                                            |
|--------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 桁      | 鋼 桁                           | 主桁の異常な変形・たわみ<br>上部工の変状(腐食、亀裂・破断、ボルトの脱落)                     |                                               |
|        | コンクリート桁                       | 主桁の異常な変形・たわみ<br>上部工の変状(ひび割れ・遊離石灰、鉄筋露出、PCコンクリート定着部の異常、変形・欠損) |                                               |
| 床 版    | コンクリート床版の変状(鉄筋露出、抜け落ち、床版ひび割れ) |                                                             |                                               |
|        | 鋼床版の異常(腐食、変形・欠損、ボルトの脱落)       |                                                             |                                               |
|        | 排水施設からの漏水                     |                                                             |                                               |
| 下部構造   | 鋼構造                           | 腐食、変形・欠損、ボルトの脱落                                             |                                               |
|        | コンクリート構造                      | ひび割れ・遊離石灰、鉄筋露出                                              |                                               |
|        | 基礎工                           | 下部工の変状(沈下・移動・傾斜、洗掘)                                         |                                               |
| 支 承    |                               | 支承の変状(アンカーボルトの脱落、沓座モルタルの欠損、支承本体の破断・欠損、沈下・移動・傾斜)             |                                               |
| 路上     | 伸縮装置                          |                                                             | 伸縮装置の変状(部材の破断、変形・欠損、遊間の異常、土砂詰り、段差、音)          |
|        | 高欄<br>防護柵                     | 鋼製                                                          | 高欄・防護柵の変状(変形・欠損による機能障害腐食、ボルトの脱落による第三者被害への影響)  |
|        |                               | コンクリート構造                                                    | 高欄・防護柵の変状(変形・欠損による機能障害コンクリート片の落下による第三者被害への影響) |
|        | 舗 装                           |                                                             | 舗装の変状(路面の凹凸、ひび割れ、わだち掘れ、円形くぼみの有無、音)            |
|        | 照明施設                          |                                                             | 照明施設の変状(腐食、変形・欠損、ボルトの脱落)                      |
|        | 縁石                            |                                                             | 上部工の変状(ひび割れ・遊離石灰、漏水・鉄筋露出、変色、変形・欠損)            |
| 排水施設   | 橋面                            | 橋面排水の異常(漏水・滞水、土砂詰りの有無)                                      |                                               |
|        | 桁下                            | 排水管の異常(破断や脱落、変形・欠損の有無)                                      |                                               |

キーワード 橋梁，維持管理，点検，市民参加

連絡先：〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 日本大学生産工学部土木工学専攻 Tel:047-474-2420

理し、そこから構造形式、規模、完成年度などを考慮し25橋を選定した。

## (2) 橋梁点検項目

今回の点検で使用した点検項目は表2に示す。この点検項目は表1の千葉市橋梁長寿命化修繕計画を元に作成したものである。

表2は表1の千葉市橋梁長寿命化修繕計画における点検項目に、市民が点検できるとされる自動車等の通過時の音の異変や、路側の縁石など目につきやすい項目を追加し、一般的名称に変更を行った。

## (3) 評価方法

表2の項目で実際に橋梁点検未経験者が橋を点検し、各項目にA,B,Cの評価をつける。A,B,Cの評価条件は表3に記載する。

また、A,B,Cの評価だけでは橋梁相互の相対比較が難しいため、以下の式で評価点を算出し、橋梁の評価・比較を行う。

$$\frac{10 \times A \text{ の数} + 5 \times B \text{ の数}}{C \text{ を含めた評価した全ての数}}$$

これは大学における評価（GPA）に倣って設定したものである。この評価点はAを10点、Bを5点、Cを0点として計算し、10点満点で算出される。

## 4. 調査結果

### (1) 橋梁種類別評価点と平均評価点との比較

橋梁点検を行い、点検橋梁種類別に橋梁点検評価点の平均を算出した上で全ての平均点と比較し平均点より高い評価点を算出した(図1)。

次に、橋梁種類別に橋梁点検評価点の平均を算出し、平均点より低い評価点を算出した(図2)。

図1からアーチ橋、橋梁の下に歩道がある橋梁、鋼橋、橋梁の下を通るものの内道路、鉄道、公園の3つが大きく平均点を上回っている事がわかった(図1)。

次に、図2から幅員(車線)が5車線の橋梁、完成年が1960年代の橋梁、橋梁の下に高速道路が通っている橋梁が大きく平均点を下回っていることがわかった。

### (2) 評価点の平均以上と以下の評価点の差

点検項目が評価点にどういった影響を及ぼしているか調査するため、図1及び図2で得られた平均以上と以下の評価点を元に点検項目における橋梁種類別評

表3 橋梁評価条件

|   |                                                       |
|---|-------------------------------------------------------|
| A | 市民が徒歩で立ち入れる場所から目視で確認することができ、市民が点検できる                  |
| B | 市民が徒歩で立ち入れる場所から目視で確認できるが、少し離れており点検しづらまたは一部確認できない部分がある |
| C | 市民が徒歩で立ち入れる場所から目視では全く確認することができない                      |

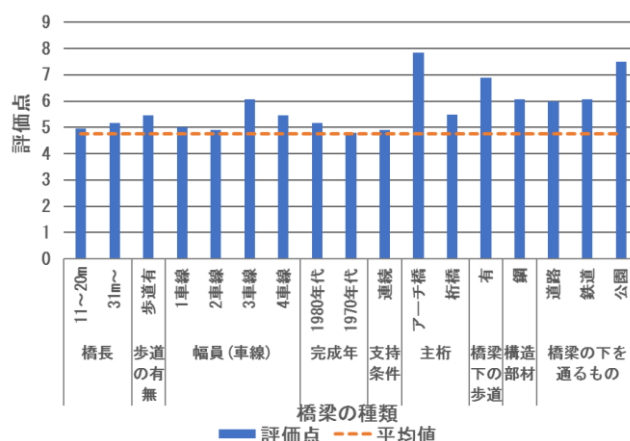


図1 平均評価点以上の橋梁種類別評価点

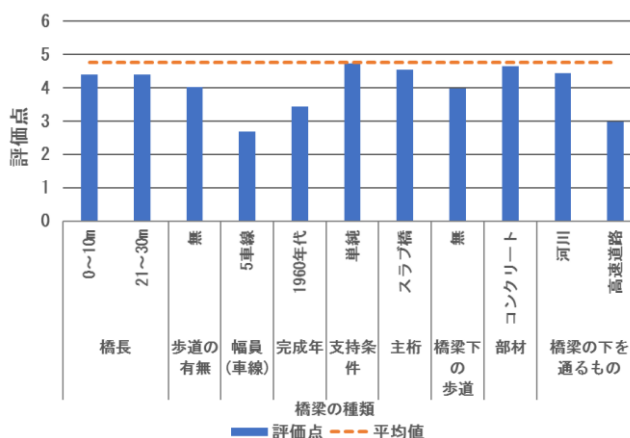


図2 平均評価点以下の橋梁種類別評価点

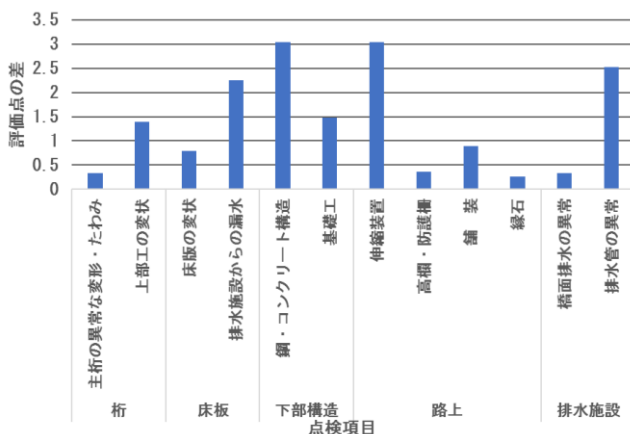


図3 評価点の平均以上と以下の評価点の差

価点の平均点以上と以下の差を算出した(図3)。

図3から床板における排水施設からの漏水, 下部構造, 路上における伸縮装置, 排水施設における排水管の評価点の差が大きいことがわかった。また, 伸縮装置以外の路上の項目は差があまり無いことが分かった。

### (3) 橋梁種類別点検項目別評価点平均の差

#### (a) 鋼橋とコンクリート橋の評価点平均の差

鋼橋とコンクリート橋の評価点の傾向・違いを調査するため, それぞれの橋梁の各点検項目の評価点の平均を出し, 平均点の高い鋼橋の平均点と平均点の低いコンクリート橋の平均点から差を算出した(図4)。

図4から, 主桁の異常な変形・たわみと上部工の変状の平均点がコンクリート橋の方が大きく, 路上の点検項目全ての差が大きいことがわかった。

#### (b) 橋下を通るものの別評価点平均の差

橋下を通るものの別評価点の傾向・違いを調査するため, 橋下を通るものに橋梁の各点検項目の評価点の平均を出し, 平均点の一番高い道路の平均点と一番平均点の低い高速道路, 道路の平均点と次に平均点の低い河川の平均点から平均点の差を算出した(図5)。

図5から, 道路と高速道路の差では, 上部工の変状, 床板の排水施設の漏水, 下部工, 橋下の排水管の異常の項目の差が大きいことがわかった。

次に道路と河川の差では, 支承の変状や路上の調査項目で河川が道路に差をつけていることがわかった。

### (4) 橋の種類別視点場の割合と評価点の関係

図4と図5で傾向が似ている項目と似ていない項目があったため, 橋上に歩道があり, 橋上で点検できる視点場がある割合と橋下に歩行者が点検できる視点場がある割合の評価点の関係を調査した(図6)。

図6からわかることは, 評価点が低い橋梁種別においても評価点に関係なく橋上に視点場がある橋梁が多いことがわかった。橋下に視点場がある橋梁の割合は評価点が高い橋梁種別に多いことがわかった。

### (5) 橋梁点検の視点場の割合と評価点の関係

図6よりわかった視点場の違いと橋梁種類別の評価点の関係を, 相関係数を用いて調査を行った(図7)。

図7では, 橋上に歩道がある場合は, 相関係数が0.39となり, 橋上での歩道の有無は評価点の高さと弱い相関があるとわかった。

次に, 橋下に歩行者の視点場がある場合は, 相関係数が0.87となり, 橋下での歩行者の視点場の有無は評

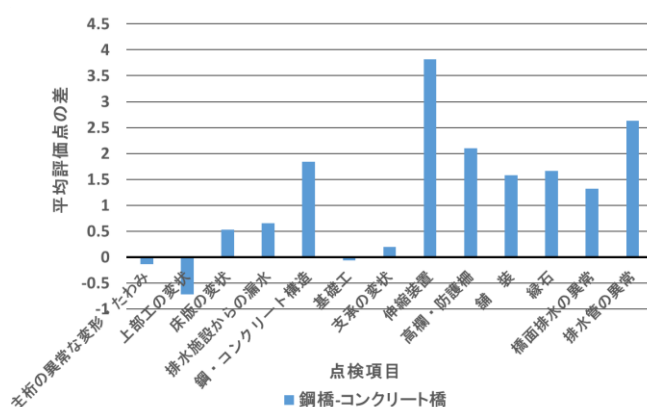


図4 橋梁種類別項目別評価点平均の差

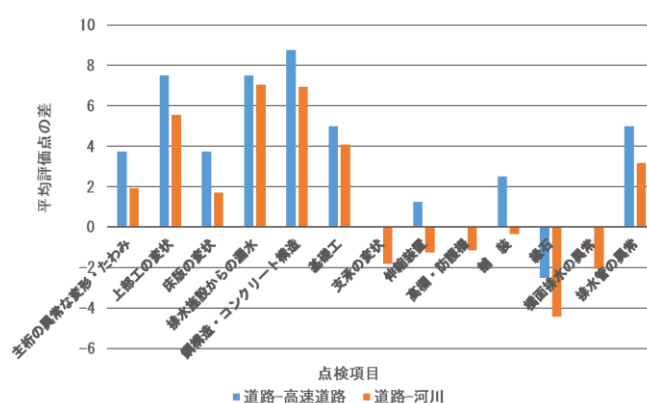


図5 橋下を通るものの別評価点平均の差

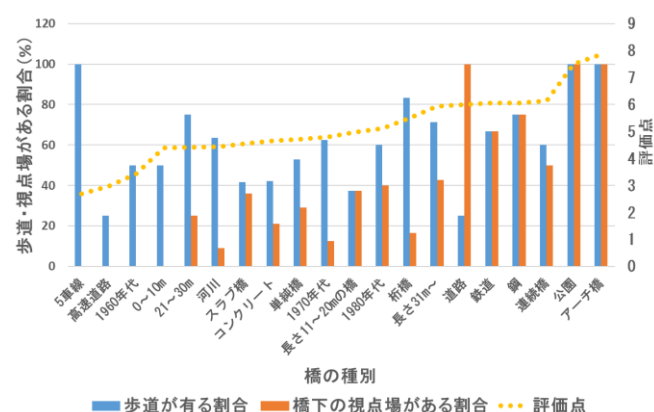


図6 視点場と評価点の関係

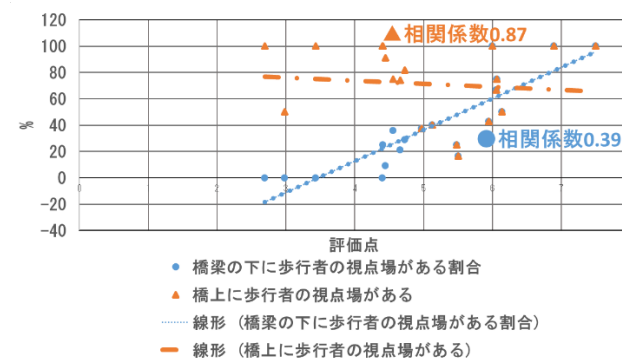


図7 視点場と評価点の相関

価点の高さと強い相関があるとわかった。

## (6) 点検項目と評価点の相関係数

市民が橋梁を点検するに当たり、その点検情報が維持管理に有用であるか調査するため、点検項目と評価点の関係を、相関係数を用いて調査を行った(図8)。

図8では、上部工の変状と鋼・コンクリート構造の評価点が橋梁評価点と強い相関があるとわかった。

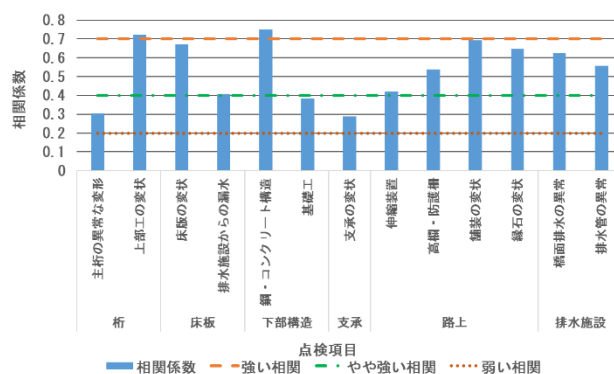


図8 点検項目と評価点の相関

## 5. 考察

### (1) 市民の情報の有用性

図8では、上部工の変状と鋼・コンクリート構造の評価点が橋梁評価点と強い相関があり、路上の3項目と排水施設の評価点は橋梁評価点とやや強い相関があるとわかった。

点検項目の評価点と橋梁評価点との相関係数が高ければ、相関係数の高い点検項目の評価点が橋梁評価点に影響していることがわかり、市民が点検するに当たり有用な点検項目がわかると考えられる。

そのため、上部工の変状と鋼・コンクリート構造の評価点は、橋梁評価点と強い相関があるため、市民が点検するに際し有用な点検項目だと考えられる。

### (2) 評価点の平均以上と以下の差の原因

図3において、床版における排水施設からの漏水、下部構造の鋼・コンクリート構造、排水管の異常の差が大きいことがわかった。

理由として、図3及び図6より、評価点平均以下の橋梁は橋下に点検できる視点場がなく、橋下の点検ができないことが原因であることが考えられる。

また、橋下からの点検が必要である基礎工や支策の変状であるが、橋下から点検できる橋梁においても点検することが困難である場合が多く、評価点平均以上と以下の差が大きく出なかったと考えられる。

そのことより、市民の橋梁点検において基礎工や支策の変状は点検できない橋梁が多いと考えられる。

### (3) 鋼橋とコンクリート橋の評価点の差

図4では、鋼橋とコンクリート橋の平均評価点は鋼橋の方が大きいですが、主桁の異常な変形・たわみと上部工の変状、基礎工の平均点がコンクリート橋の方が大きくなっている。

原因として、鋼橋はコンクリート橋よりも橋長の長い橋梁が多く、主桁の異常な変形・たわみと上部工の変状が点検しづらいためであると考えられる。

そのため、市民の橋梁点検において、橋長の長い橋梁では主桁の異常な変形・たわみと上部工の変状は評価点が低くなる傾向にあると考えられる。

### (4) 橋下を通る種類別の橋梁の評価点の差

図5より、道路と河川に架かる橋梁の平均評価点は道路に架かる橋梁の方が大きいですが、伸縮装置、高欄・防護柵、舗装といった、路上の調査項目で河川に架かる橋に差をつけていることがわかった。

今回調査した道路に架かる橋は、規模の小さなスラブ橋が多く伸縮装置が舗装の下に存在していたため、点検が不可能であるためだと考えられる。

そのため、市民の橋梁点検において、規模の小さい橋梁では伸縮装置の評価点が低くなる傾向にあると考えられる。

### (5) 視点場の割合と評価点の相関係数

図7では、橋上に歩道がある場合は相関係数が0.39となり、橋上での歩道の有無は評価点の高さと弱い相関があることがわかった。

弱い相関となった理由として、規模が小さい橋梁や車の通りが少ない橋梁も存在し、歩道が存在してなくても路上の点検が可能であるからと考えられる。

次に、橋下に歩行者の視点場がある場合は、相関係数が0.87となり、橋下での歩行者の視点場の有無は評価点の高さと強い相関があることがわかった。

強い相関となった理由として、下部構造や橋下の排水施設など、橋下へ実際に行かないと点検することのできない点検項目があるからだと考えられる。

## 参考文献

### 1) 千葉市橋梁長寿命化修繕計画

<https://www.city.chiba.jp/kensetsu/.../kyouryoutyouzyumyokasyuuzennkeikaku.pdf>