

「老朽化の原因である水を絶つ！簡易点検と清掃活動により橋の長寿命化を図る」

～地元の橋は自分たちが守る～

宮城県黒川高等学校環境技術科

地域貢献班

江本爽太 斎仁哉 佐藤瑞紀 瀬戸心実 高橋杏夢 高橋紗彩 溝口蘭



私たち、黒川高校環境技術科地域貢献班は 持続可能な開発目標 (SDGs) を支援しています

1. 背景・目的

日本では、高度経済成長期に集中して整備された社会インフラの一斉老朽化が問題となっています。2012年12月2日に起きた笹子トンネル天井板落下事故により9名の尊い命が奪われ、日本の高速道路史上最多の死者数となりました。これを契機として社会インフラの老朽化問題が広く知られることとなりました。2014年6月に道路橋定期点検要領が告示され、5年に1回の定期点検だけでなく日常点検の重要性も示しています。

しかし、日本全国の道路橋73万橋のうち、約7割は政令指定都市を除く比較的小さな市町村が管理しています。多くの地方の市町村は土木系技術職や予算の不足という課題を抱えていて、いつ造られたのか分からない橋がたくさんあるという状況です。その中で、定期点検、適切な診断、措置を行わなければならない、日常的な点検まで手が回っていないという市町村は少なくありません。このままでは、地方自治体の社会インフラが衰退してしまい、社会インフラの取捨選択が迫られることがあるかもしれません。

以上の背景の元、私たちは2016年度からこれまでの約5年半、住み続けられる街づくりを目指して、黒川高校周辺の旧黒川郡の4市町村（大和町、富谷市、大郷町、大衡村、図-1）が管理する橋を授業を通して、簡易的な点検、及び、予防保全活動として橋の上の清掃を行っています。



図-1 黒川高校周辺の4市町村

2. 概要と考察

(1) 住民でもできる！簡易橋梁点検チェックシート！

私たちは、日本大学工学部が作成した図-2に示す簡易橋梁点検チェックシートを用いて橋の点検を行っています。このチェックシートは、住民でも簡単にわかりやすく点検できるように作られています。元々は、福島県の建設コンサルタントが橋梁点検で使っていたもので、「板厚減少」「遊間」「遊離石灰」など分からない言葉が多く、住民では構造物自体の安全性についての評価はできません。そこで、三回の改訂を行い、現在の橋の現状の把握に重点を置いた、カラーで分かりやすい簡易橋梁点検チェックシートが完成しました。

A) チェックシートの特徴

橋の知識がない一般市民でも点検が苦にならないような工夫がなされています。例えば、点検する部材の名称がわかるように図を載せたり、色を使って分けたり、住民が安全に点検できる橋の上の6項目を選定したりしました。その他にも、図-2にあるように様々な工夫が行われています。チェックシートの作成過程の中で、私たちの先輩もチェックシートの試行を行い、アドバイスをを行いました。

B) 点検結果の妥当性の検証

このチェックシートは私たち黒川高校が点検した橋のうち、1970年代から1990年代に建設された5橋を橋梁点検の実務者が同様のチェックシートを用いて点検を行い、点検結果の比較・検討が行われました。その結果、実務者と高校生の点検結果が完全に一致したのは74.6%、許容範囲を含めると93.2%となり、点検結果に一定の妥当性が確保されていることが確認されています。

(2) 橋の劣化要因

宮城県は、奥羽山脈の影響を受ける積雪地域や寒冷な平野部があり、塩害や凍害が問題になっています。

凍結防止剤は水の凍結温度を低下させ凍結を防止する目的で使われていますが、これが塩害の原因になります。「塩化カルシウム」「塩化マグネシウム」「塩化ナトリウム」といった「塩化物」が使用されていて、この塩分が浸透し内部の鋼材が腐食することでコンクリートにひび割れ・剥離が生じます。

凍害とは、コンクリート内部の水分が凍結し膨張することで、コンクリートに悪影響を及ぼす現象のことです。内部の水が凍結・融解を繰り返すことでコンクリート組織がだんだんと劣化します。最低気温が-2度以下となる寒冷地域で起こりやすい現象です。

橋梁の劣化は水が作用する箇所が多く発生することが分かっています。塩害（塩分の浸透）も凍害（内部の水の凍結・膨張）も水が大きく関係しています。橋面上の排水桝や道路脇に土や泥コケや草などがあると、雨水を排水できず、橋面上に水が溜まりや

表面 チェック項目

簡易橋梁点検チェックシート

①一般市民でも安全に点検できる橋の上の6項目を選定。

②一般市民でも点検する部材の名称が分かるように橋の上の絵を設置。

③損傷の有無と程度を記入することで現状の把握ができる。

裏面 損傷例写真

④安全に活動するための10の規約もQRコードを読み取り確認と承認ができる。

④点検項目毎に色を統一し表面と裏面をリンク。

⑥災害や事故などの緊急時にはQRコードから通報できる「橋の119番」。

⑤点検者の安全を守る点検の注意事項を設置。

図-2 簡易橋梁点検チェックシート

すくなるだけでなく、それらがスポンジのように水を吸収します(図-3)。すると、路面のひび割れから雨水が浸透したり、伸縮装置の隙間から雨水が橋台の壁を伝って流れたりすることで、床版や桁端部の劣化につながる可能性が考えられます(図-4)。これらの劣化は、橋の道路脇や排水柵に溜まった土砂や雑草を取り除き、排水機能を確保するという簡易な予防保全を行うことによって解消でき、技術者でなくとも地域住民で簡単に行うことができます(図-5)。劣化が起きてから費用をかけて技術者による修繕を行う「事後保全」より、劣化が起きる前に劣化原因を取り除く「予防保全」を行うことが重要です。



図-3 堆積土砂等により排水できない状態



図-4 雨水による床版、桁端部の劣化

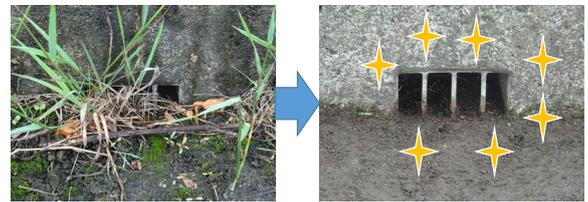


図-5 排水機能の確保

(3) 橋の汚れを見える化！橋マップについて

私たちは、橋の点検結果をもとに橋の汚れなどを「見える化」する橋マップを作成しました。橋マップは、どの橋が汚れていて、清掃活動が必要か確認することができます。GPS機能のついた地図にプロットされているので、橋の位置と名前も確認でき、地域での点検や清掃活動の指標として役立てることができます。この橋マップは、Google マップのマイマップ機能を活用しています。

橋マップは私たちだけでなく、地域住民の方も見ることを前提に作成しているため、橋を渡る際に必要以上に不安を感じさせず、住民による予防保全活動につながる情報を提供できるよう配慮されています。そのため、チェックシートの点検項目の中から橋の汚れを示す、「高欄の錆」、「排水柵の土・泥のつまり」、「排水柵のコケ・草」、「地覆舗装面の間の土・泥のつまり」、「地覆と舗装面の間のコケ・草」の5項目(図-6)のみを数値化して橋マップに反映します。私たちは毎年、自治体へ橋マップとともに点検結果や活動を報告しています。

図-7に2020年度に活動を行った大郷町の橋マップを示します。地図上の橋の位置にピンが打っており、後述する通りピンは清掃が必要な順に色分けされ、予防保全のための清掃の必要度が高いもの、つまり橋面上汚れが溜まっている橋梁は暖色系、きれいに保たれている橋梁は寒色系でプロットされています。

ピンをクリックすると橋長、竣工年、点検日、点検結果等基本情報を見ることができ、点検時に撮影した損傷箇所や点検の様子の写真が掲載されています。ナビゲーション機能もあり、橋までの道のりや到着までの時間も表示されます。

以下に「橋マップ」の作成手順を示します。

- 1) 排水柵周辺や橋面上の汚れを示し、住民でも予防保全活動ができる点検項目として、「高欄の錆」、「排水柵の土・泥のつまり」、「排水柵のコケ・草」、「地覆と舗装面の間の土・泥のつまり」、「地覆と舗装面の間のコケ・草」の5つの項目の点検結果を表-1の通り0~2点で数値化します。
- 2) 点検結果の各項目の平均値を橋梁ごとに5項目分を足し合わせた数値を「橋の歯みがき指数=X」とします。
- 3) Xの最小値は全て「無」だった場合で0点×5項目=0点、最大値は全て「広範囲」だった場合で2点×5項目=10点となります。
- 4) 橋梁名、緯度、経度、橋長、竣工年、点検日、点検結果、コメントの情報をエクセルにまとめます。
- 5) Google アカウントにログインし、Google マップを開き、マイマップの機能を利用して表-2に示す通りXの値を色分けし情報とともに地図上にプロットします。
- 6) 各橋梁に点検時に撮影した写真や報告書を添付して、完成です。

① 高欄	④排水柵の設置は 有(下記入)・無(次へ)				地覆と舗装面の間			
	錆		コケ・草		土・泥		コケ・草	
有	無	有	無	有	無	有	無	
部分的・広範囲	部分的・広範囲	部分的・広範囲	部分的・広範囲	部分的・広範囲	部分的・広範囲	部分的・広範囲	部分的・広範囲	

図-6 橋の汚れを示すチェックシートの点検項目

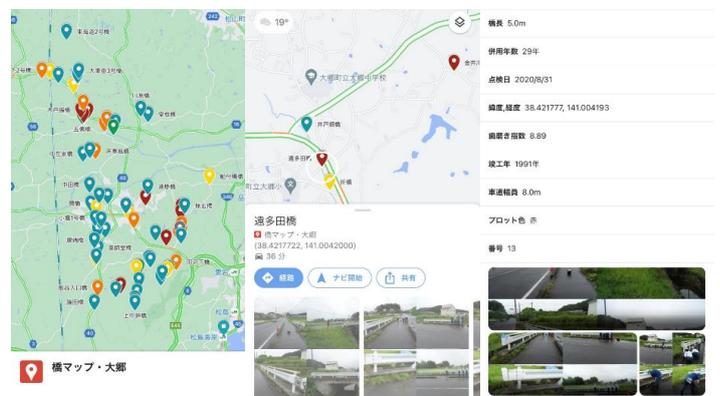


図-7 橋マップ・大郷

表-1 点検結果の数値化

無	有	
	部分的	広範囲
0	1	2

(4) 活動概要

A) 取組みの経緯

簡易橋梁点検チェックシートが完成する以前から黒川高校周辺の地域の橋梁の清掃活動を行っていましたが、簡易橋梁点検チェックシートが完成して以来、実際に橋を見て、橋の成り立ちを学習することができることや、橋を維持・管理することの大切さや面白さを学ぶことができること、橋の損傷例を学ぶことができる点から、2016年度からはチェックシートを用いた点検・清掃を通じた地域貢献活動を行っています。

B) 活動体制

課題研究の活動体制を図-8に示します。黒川高校単独ではなく、大学や自治体や企業と連携して目標の達成に向けて取り組んでいます。日本大学の工学部からは、年間を通して、数回アドバイスや指導をいただいています。新型コロナウイルスの流行前は、日本大学工学部に行き、研究施設を見学したり、点検について勉強したりしました。福島県の建設コンサルタントである陸奥テックコンサルタント株式会社からは、活動を始める前に橋の点検に関する指導をいただいています。黒川高校では、大和町・富谷市・大衡村・大郷町の橋の点検・清掃を行っており、各市町村からは研究フィールドを提供いただき、移動時のバスの支援等も頂きました。

C) 年間の活動の流れ

毎年、本格的な活動が始まる前に、「産学官合同の橋梁点検勉強会(図-9)」を行っています。活動を行う市町村の担当者からは橋の管理状況について説明を受け、建設コンサルタントの方からは、橋の部材・点検のポイント説明、非破壊検査の原理・使い方を学んでいます。この勉強会を受けて、点検・清掃活動(図-10, 11)を本格的に開始します。点検は雪が降る前の12月まで終わらせ、12月から1月にかけて橋マップ作成に向けたデータ整理や、課題研究発表会に向けた資料の作成を行います。2019年度からは、6月に大郷中学校での「産学官連携事業『橋守活動』」を知って自己の将来を考える勉強会を開催し、私たちが行っている活動を地元の中学生にも伝える活動を行っています(図-12)。

D) 点検・清掃の流れ

① カラーコーンの設置

現場に着いたらまず、橋の起点と終点の左右4か所に置きます。

② 記録写真の撮影

- 1) 後で写真整理をしやすいように、必ず現場に着いたら橋名板(図-13)から撮影します。
- 2) 正面と横から橋全体を撮影します。
- 3) 上流・下流側それぞれ道路脇の土砂・雑草の生え具合を撮影します。
- 4) 点検中や清掃中の写真、損傷がある箇所や汚れが酷いもの等の撮影も行います。
※清掃前と清掃後が分かるビフォーアフターの写真も撮影します。

③ 簡易点検

チェックシートの項目に沿って橋の上を点検します。

④ 予防保全としての清掃活動

図-14に示す通り、スコップ・シャベル・バケツ・水・軍手などを使っています。排水桝や地覆・伸縮装置に詰まった土や雑草などを取り除きます。取り除いた雑草や土砂は、雨水の流れを邪魔しない土手に戻します。拾ったゴミは学校に持ち帰って捨てます。

表-2 歯磨き指数に応じた色分け

歯磨き指数=X	プロット色	
$0 \leq X \leq 2$	青色	↑橋面上の汚れが少ない ↓橋面上の汚れが多い
$2 \leq X \leq 4$	緑色	
$4 \leq X \leq 6$	黄色	
$6 \leq X \leq 8$	橙色	
$8 \leq X \leq 10$	赤色	

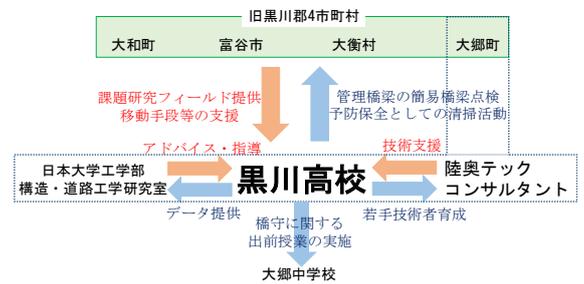


図-8 課題研究活動体制図



図-9 産学官合同の橋梁点検勉強会



図-10 チェックシートを用いた点検



図-11 橋梁の道路脇の清掃活動



図-12 大郷中学校での勉強会の様子



図-13 橋名板



図-14 橋梁清掃に使う道具

E) 安全に活動するための注意事項

以下の10の注意事項を守って、安全に活動を行っています。

① 必ず複数人で点検・清掃をする	⑥ 暗くなってから活動しない
② 活動に適した服装と持ち物で活動する	⑦ 体調が悪い時は活動しない
③ 車や歩行者の往来に注意して活動する	⑧ 高欄から身を乗り出さない
④ 猛暑の中は活動しない	⑨ 橋の下や川の中へ入らない
⑤ 雨の日は活動しない	⑩ 橋についている印（ひもやテープ）は取らない

(5) 研究成果

2016年度は大和町管理橋梁全46橋梁、2017年度は富谷市管理橋梁全57橋梁、2018年度は大衡村管理橋梁全62橋梁、2019年度と2020年度は大郷町管理橋梁全74橋梁、5年間合計239橋の点検と清掃を完了しました。またそれぞれの市町村の橋マップも作成し、活動報告もかねて各自治体に提出を行っています。自治体からウェブ上での公開の許可を得た橋マップは、「みんなで守る。橋のメンテナンスネット (<http://bridge-maintenance.net/>)」で公開されています。2021年度からは2巡目に入り、先輩方の意思を引き継ぎ、私たちが大和町の点検・清掃を行っています。このように、課題研究の中で、旧黒川郡内の全市町村に対し、私たち高校生が橋の簡易点検・予防保全として清掃活動を実施することができました。活動を始めるまで、橋をはじめとする社会インフラの老朽化という社会問題を知りませんでした。

表-3 4市町村の実施数

年度	市町村	管理数	実施数
2016	大和町	46橋	46橋
2017	富谷市	57橋	57橋
2018	大衡村	62橋	62橋
2019	大郷町	76橋	31橋
2020			43橋
2021	大和町	133橋	41橋(予定)

したが、実際の橋を点検・清掃するという課題研究を通して、メンテナンスに関する社会問題について学ぶことができました。

(6) 考察

- ・高校生でも簡易橋梁点検チェックシートで一定の精度で簡易点検を行うことができることを確認できました。
- ・管理する橋梁数にもよるが、1~2年間で課題研究の授業内で市町村が管理する橋梁を一巡することができることが分かりました。
- ・石川高専や国士舘大学等、高専生や大学生が研究の一貫としてチェックシートを使った点検や清掃活動を行っています。高校生が主導となり橋の点検や清掃活動を実施しているのは全国で唯一、黒川高校が行っています。
- ・チェックシートが完成して以来、先駆けて活動を開始し、点検・清掃を実施した橋梁数も最も多いです。
- ・今年から2巡目に入り、黒川郡の市町村で活動が認知され始めており、今年は自治体の若手職員の研修の場となり、活動が進化しています。
- ・黒川高校地域貢献班から橋梁点検会社や自治体職員になった元生徒もおり、自治体職員として一緒に活動を行ったり、橋梁点検会社から教えに来てくれたり、歴代の卒業生との連携を取れる体制が整いつつあります。

3. まとめ

私たちが、今回この環境甲子園に参加した理由は地域住民の方々に自分が住んでいる地域の橋がどのような状態であるかを広く理解していただきたいという思いからです。近年では日本中の橋が老朽化してきて、自分たちが住む地域は自分たちの力で守ることが必要になります。今現在の橋の状態を知ってもらうために簡易橋梁点検チェックシートや橋マップという存在を広め、地域住民一人一人が橋の長寿命化を意識していただきたいと思います。

4. 今後の課題

今年は町役場の若手職員と一緒に大和町内の40橋を点検と簡易清掃していく予定です。

・今後の実施していきたいこと

大和町の橋梁点検は2巡目になるので、1巡目と2巡目の歯磨き指数を比較して汚れが溜まりやすい橋を割り出すことと、自分たちの活動を地域の人に知ってもらえるように広報誌を制作したいと考えています。また、4市町村での2巡目で活動の進化、浸透させていきたいと思っています。今は役場職員の方と生徒だけで行っていますが、この活動が地域に浸透していき、地域の方々と一緒に活動していきたいと考えています。

・今後の課題

市町村によって協力体制が異なり、特に移動手段の確保が課題となっています。バスを手配して頂ける自治体とそうでない自治体があります。手配頂けない場合は近くには自転車で行き、遠い場合には学校で交通手段を手配しないといけなくなり、学校予算の中でやり繰りが厳しくなってしまうので、バスの手配など移動手段の確保が現在の課題となっています。

5. 謝辞

環境甲子園の応募にあたり、終始適切な助言を賜り、また丁寧に指導して下さいました「株式会社アイ・エス・エス コンサルティング事業部」兼「日本大学工学部客員研究員」浅野和香奈さんに感謝申し上げます。

また、4市町村各自治体の関係者の皆様には課題研究のフィールドの提供及びご支援をいただき、感謝の念にたえません。本当にありがとうございました。