

『全国初！テックシニアーズ技術支援の活用』 から見えてきた小規模自治体の身の丈に応じた 橋梁メンテナンスのあり方について

山田 雄介¹・中野 将²

^{1,2} 鹿島市役所 建設環境部 都市建設課 (〒849-1312 佐賀県鹿島市大字納富分2643番地1)

小規模自治体である鹿島市が、シース管周りの空洞化という難題に対し、なげなしのリソースを駆使して身の丈に応じた管理方針を決定するに至った。しかし、そこにたどり着くまでに多くの難題があり、橋梁管理者としてどのように補修するのか悩んでいた。そんな中、インフラメンテナンス国民会議九州フォーラムのテックシニアーズの存在を知り不安ながらも相談に飛び込んだ鹿島市の橋梁メンテナンスについて述べる。

令和6年から迎える点検3巡目「メンテナンス第3ステージ」に向けて、同様の悩みや課題に直面している自治体は少なくないであろう。他道路管理者においても本取組みが業務等の参考になれば幸いである。

キーワード テックシニアーズ、シース管空洞化、中小自治体の悩み、技術力向上

1. はじめに

今ある社会インフラが、長期の未来にわたってその便益を発揮することを確保していくために、国土交通省において「将来を見越した」取組みとして戦略的・計画的な社会インフラのメンテナンスが実施されている。

鹿島市としても道路管理者として、日常の道路利用に支障が生じないように、日常巡回、定期点検、補修、補強などによって道路インフラを維持管理し、道路利用者の安全と安心の確保に努めている。

道路インフラの維持管理は、交通利用状況、沿道環境、施設構造物の種類や規模によって維持管理の作業量に大きな差異がある。中でも橋梁は構造の複雑さや代替え機能の難しさから維持管理の作業量は他の施設よりも多い。

このような中、橋梁上部工の主要構造であるPCケーブルと付随するシース管に空洞が確認される事案が発生した。これは鹿島市においては前例のない難題であった。

そこで鹿島市ではこの難題に対して、なげなしのリソースを駆使しながら身の丈に応じた管理方針の決定に際して、上位機関等からの技術支援メニューの一つ「テックシニアーズ技術支援」を受けることとした。これは全国初の試みであった。

本稿では、橋梁維持管理に関する取組みに至った背景や具体的な取組み、苦労話とそこから得られた経験やノウハウを紹介するとともに、今後の展望について述べる。

2. 背景

橋梁維持管理に関して、これまでに実施してきた橋梁点検の実施状況について述べる。

点検は全国一律の基準で運用が開始された平成26年を開始時期として一橋梁に対して5年に1回の頻度で実施されている。鹿島市では、平成27年から平成30年の4カ年を1巡目としてその実績を表-1に示す。

平成28年の点検数が他の年度よりも多い。これは予算やマンパワーの事情によって偏りが生じた。

表-1 定期点検1巡目の実績

1巡目点検	I	II	III	IV	計
平成27年点検	5	81	5	0	91
平成28年点検	75	24	2	0	101
平成29年点検	30	41	5	0	76
平成30年点検	22	23	2	0	47
計	132	169	14	0	315

次に令和元年から令和5年までを2巡目と称してその実績を表-2に示す。

なお、2巡目は現在実施中のため令和元年から令和3年までの3年分を途中経過としてまとめている。

1巡目に生じた年間実施数の偏りは平準化することにより、安定的で確実に実施できる運用に切り替えた。

表2 定期点検2巡目の途中経過

2巡目点検	I	II	III	IV	計
令和1年	21	33	5	0	59
令和2年	43	28	2	0	73
令和3年	51	12	0	0	63
計	115	73	7	0	195

このように、鹿島市においては315橋に対して年間約60橋のペースで点検を行い、補修等の必要性を判断した上で、必要となる補修工事等の措置を実施している。

3. 現状

橋梁点検を繰り返していく中、1巡目は正確な全体数と概況把握に終始したが、2巡目では1巡目の結果を用いて全体を俯瞰的に見渡すことができるようになってきた。ここでは、315橋に対して橋年齢や橋種などに区別けた整理によって見えてきた顕著な傾向について述べる。

まず、年代別に橋梁数を表-3にて集計した。

表-3 年代別の橋梁数

	I	II	III	IV	横合計	割合
～1960	6	19	3		28	8.9%
1961～1970	16	49	4		69	21.9%
1971～1980	10	45	4		59	18.7%
1981～1990	13	19	1		33	10.5%
1991～2000	26	19	1		46	14.6%
2001～2010	11	2	0		13	4.1%
2011～	3				3	1.0%
年次不明	47	16	1		64	20.3%
縦合計	132	169	14	0	315	100.0%

1961～1980年代の橋梁数に着目すると、橋梁数は約40%を占めるのに対して、判定Ⅲは約60%を占めており、比較的に多いことが分かる。

これは鹿島市の一つの特徴となっており、高度経済成長期（1955年～1973年）に架けられた橋に限らず、必ずしも年数が経過した橋が劣化しているとは言えない。

また、1976年（昭和51年8月3日）に発生した水害により、多くの橋梁や河川護岸が喪失し、その後災害復旧や河川改修により再建されたことから、1976年以降に架けられた橋が多い点も鹿島市の特徴である。

次に、橋種別に橋梁数を表-4にて集計した。

表-4 橋種別の橋梁数

橋種	橋数	橋種割合	I	II	III	IV
床版橋	170	54%	58	110	2	
溝橋	95	30%	59	33	3	
T桁	29	9%	4	21	4	
箱桁	8	3%	5	2	1	
鋼1桁	6	2%	3	1	2	
その他	5	2%	3	1	1	
アーチ橋	1	0.3%		1		
トラス橋	1	0.3%			1	
合計	315	100%	132	169	14	0

橋種別に着目すると99%は、桁橋、床版橋、溝橋であり、比較的単純な構造である。これらは、メンテナンスの実績や事例も充実しており、点検・補修マニュアルの適応範囲であることから我々も馴染みがある。

しかし、1%未満に過ぎないがトラス橋とアーチ橋がある。これらの、橋梁は構造の複雑さや代替え機能の難しさから維持管理の作業量は他の施設よりも明らかに多い。

このように傾向把握することで年間の維持管理費用のバランス化や標準的なメンテナンスと重点的なメンテナンスを区別するメリハリの利いたメンテナンスなど、工夫次第で維持管理の作業量を軽減する余地が介在していることが分かってきた。

4. 課題

鹿島市の管理橋梁である315橋に対して「メンテナンスを施し続けていく。」と言うのは容易だが実現は難しい。なぜなら財源や人力といったリソースは限られており、特に人口3万人を下回る小規模自治体では死活問題だ。メリハリの利いたメンテナンスは不可欠となる。

ここでは傾向把握から見えてきた重点的なメンテナンスが必要となる橋梁について、前述した複雑な構造の2橋と特異損傷の1橋を例示してその特徴と課題を述べる。

(1) トラス橋の特徴

鹿島市が管理するトラス橋は向井水道水管橋である。図-1にて全景を、図-2にて断面構造を示す。諸元は、架設年次1981年、橋長135m、幅員2.5mとなっている。



図-1 向井水道水管橋の全景1



図-2 向井水道水管橋の全景2

平成29年度点検にて主桁にボルトのゆるみ欠落がみられ、支承部にも変形がみられた。判定はⅢである。

令和元年に撤去を視野に入れ、撤去設計を行なったが費用が膨大となり、補修も検討中である。

現在、使用を控えるように地元に通知中ではあるが、定期点検がロープアクセスによる点検であるため、維持し続けるにも点検費用が高い。UAV（ドローン）等の新技術による点検の検討が必要である。

(2) アーチ橋の特徴

鹿島市が管理するアーチ橋は西牟田虹の大橋である。図-3にて全景を示す。諸元は、架設年次1988年、橋長69m、幅員14mとなっている。



図-3 西牟田虹の大橋の全景

平成28年～令和元年まで、橋梁補修済で、令和2年度点検では判定Ⅰである。アーチ部の吊ワイヤーが支障となり、補修工事及び点検に際しては足場の設置をおこなっているが、足場費用が高い。

令和2年度の点検時にUAVを用いたが、その精度について検討の余地がある。今後、新たな技術による点検の検討が必要である。

(3) 特徴的な損傷

鹿島市が管理する溝橋の一つに特徴的な損傷が発生しているためここで紹介する。橋名は無名橋01である。図-4にて損傷スケッチを示す。諸元は、架設年次1994年、橋長10m、幅員23mとなっている。

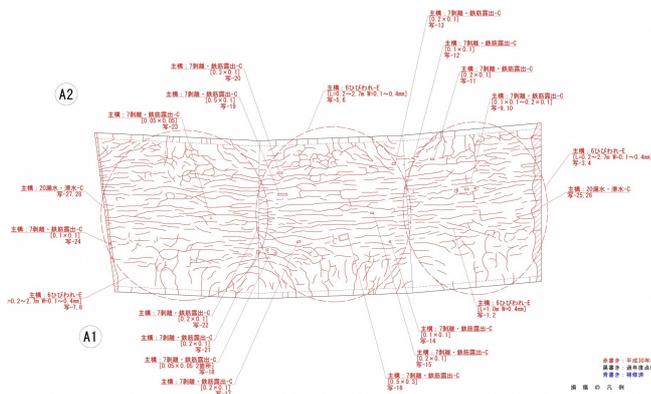


図-4 無名橋01の損傷スケッチ

平成30年度点検では、判定Ⅲである。他の橋梁では見られないような、無数のひび割れが上部に見られた。跨道橋であるため、下を往来する車両に剥落の恐れがないか詳細に調査を実施した。

有識者を変え、現場調査及び判定会議により、判定Ⅲ→判定Ⅱへ変更した。市のレベルでは十分な経験やデータが無く、特別な事象が生じた場合、個別に有識者への意見聴取が必要である。また、継続的に監視が必要であり時間及び人員、費用がかかる。

上述の3種類は、標準的なメンテナンスでは十分に対処できず場合によっては維持管理作業量に比例して維持管理費も嵩む。このため、財源に苦しい鹿島市では維持管理量の軽減「身の丈に合ったやりくり」が課題となる。

5. 問題点

鹿島市では現在、1巡目で必要となった補修と2巡目の点検を実施中である。その中で、橋梁の上部工の主要構造であるPCケーブルと付随するシース管に空洞が確認される事象が発生。これは鹿島市においては前例のない難題となった。

ここでは、難題に対して身の丈に合ったやりくりの実例紹介とその経験から見出された問題点について述べる。

(1) 実例紹介「シース管空洞」

a) 経緯

鹿島市が管理する箱桁橋の一つに特徴的な損傷が発生しているためここで紹介する。橋名は土器橋（カワラケハシ）。図-5にて全景を示す。諸元は、架設年次1978年、橋長38m、幅員9mとなっている。



図-5 土器橋の全景

平成29年度に点検を実施、床版と主桁にひび割れが多く見られることから判定Ⅲとなった。

翌年に補修設計を行い、令和2年に補修工事を実施、断面修復工の研り作業時にコンクリートの剥落及び内部

に空洞が見られるとの報告を受け、現地へ赴いたところ、シース管周りが未充填であることを確認したため、現場作業を一時中止し、シース管が配置されているところを重点的に打音・研り調査を実施した。

b) 損傷内容

調査の結果を図-6に示す。14か所にわたりシース管周りに未充填箇所が確認された。また、シース管自体にも未充填箇所が確認された。



シース管内部のPC鋼材の露出状況

図-6 土器橋の全景

また、一部においては、シース管が錆びにより破損しており、内部のPCケーブルを目視で確認できる状態の箇所もあった。

大きな要因は、シース管の間隔を狭く配置したことによる充填不足と、何らかの侵入水がシース管を伝い、発錆を引き起こしたものと考えられる。

c) 従来の進め方による弊害

従来の補修工法（ひび割れ充填、断面修復）であると外観上の補修は解決するが、内部の補修を行わなければ最悪の場合、落橋も考えられる。

補修についての考え方や工法及び補強についても幅広く検討する必要が出てきた。

(2) 問題点「詳細調査の取扱い」

一般的に自治体点検要領は、近接目視により損傷を記録して損傷等級A～Eの5段階に分類して、発生位置や分布から判定区分I～IVを区別する。

しかし、国要領では判定するための判断根拠を明確にするためにS判定として詳細調査を実施する分類がある。

これは、根拠不十分の場合、補修ミスや不足、補修しても早期に補修が必要な状態に陥る再劣化が生じるなど二度手間となることを回避または抑制するためである。

今回のシース管の空洞は、外観の状態観察だけでは見つけることはできない。打音検査も意識を集中し空洞の存在に疑いをもって行わなければ不確実性は介在してしまう。

このように、点検要領や各種補修マニュアルは一般的な橋梁に対しては十分にその精度を担保できるが、損傷や構造の特徴が顕著な場合は、補完的な調査などが不可欠であり、この点について自治体要領では気づきにくいことが大きな問題点の一つとなる。

6. 対応

2巡目の後期を迎える今、3巡目に向けた行動に移す過渡期を迎えている。3巡目に向けて行動を起こさなければならない。ここでは明らかな問題点となった詳細調査のあり方に着目して、土器橋にて取り組んだ身の丈に応じたメンテナンスを紹介する。

(1) 取組みのきっかけ

土器橋の損傷発見後、施工業者に連絡し当時の図面を入手し、あわせて、佐賀大学の有識者と現地確認を行い今後の補修に向けて「シース管内のグラウト充填状況、PCケーブルの健全度、シース管周りの空隙状況を把握して対策を講ずる必要がある」と助言を頂いた。

しかし、経験と情報が乏しいため補修工法や考え方について『本当にこれで良いのか?』と自信が無い状況であり、幅広く意見を聴取したいと考えていた。

そのような時にインフラメンテナンス国民会議九州フォーラムのよろず相談チーム『テックシニアーズ』があることを知り、セカンド・オピニオン的な感覚で相談をお願いし、技術的な助言を受けることとした。

(2) 取組みの紹介

テックシニアーズに相談する場合、本来であれば現地を確認頂いた上で協議に進みたかったが、出水期に入っており、現場の吊足場は撤去済の状態であった。

机上で相談するにあたり、現状の状態を詳細に伝えられるように、電磁派レーダによる鉄筋位置確認及びシース管内の空隙探査、衝撃弾性波法によるシース管内外の空隙探査、マイクロスコープによるシース管内外の空隙探査を実施し、とりまとめを行った。

また、テックシニアーズとの協議前には事前に詳細データ等をメールにてやり取りさせてもらい、初回協議で現状の把握、市が抱える問題や疑問を相談し、2回目協議では、補修工法及び考え方について整理し今後の補修方針を決める良い機会となった。

(3) 相談を受けた上での補修について

調査を進める上で、橋梁を完璧に補修することは困難かもしれないとの初見であった。さらに架替となると多くの費用がかかる。その上で身の丈にあった補修方法を相談し決定した。

補修工法は、グラウト未充填箇所（シース管内は除く）への再注入を前提に、当面は橋面部及びP C鋼材定着部の防水工設置とA S R対策（ひびわれ注入工法と表面含浸工法）を講じて継続的点検を2～3年毎に実施する。

継続的に点検すべき事項は、主桁底面や側面のシース沿いに顕著なひび割れ、漏水、変色が確認できないこと、支間中央の主桁底面に構造的な曲げひび割れが発生していないこと、主桁に新たな鉛直たわみが生じていないこととし、点検の頻度を上げることで困難な補修を簡素化し費用を抑えることができる。

また、5年に1度の点検以外の継続的点検は、市の職員が実施することで、メンテナンス費用の抑制に繋げることができる。

7. 今後の展開

今回、テックシニアーズに相談したことにより、当初悩んでいた点がほとんど解決された。この経験則から特に今後に生かせるノウハウを3点抽出した。

(1) 一点目「対面の意義」

テックシニアーズからの事前確認において、確認内容の意図が不明であったが、対面時に確認に至った背景と解説を頂けたことは、Web会議や書面との違いで非常に有意義な点となった。対面の状況を図-7に示す。



図-7 対面の状況

(2) 二点目「書面診断と現地情報収集の役割分担」

今回、現地調査ができない状態であったため、テックシニアーズには書面診断、市が現地状況を報告する役割分担とすることで、正確な判断が可能となった。

(3) 三点目「補修検討の着目点」

損傷の程度だけで補修設計を検討してしまうと、すべて補修が必要となりがちだが、損傷の進行性や要因排除といった点に着目することで、取捨選択ができる合理的

な検討が可能となることがわかった。

点検結果から補修設計まで、コンサルの提示したものをすべて受け入れるのではなく、真にその有効性を確かめようとした時には、担当の技術力がその後の方針に大きく左右される。経験の少ない中小自治体においては特に、有意義な存在であることがわかった。これは、特異な損傷のある橋梁を補修する時に良い相談先であり、今後の補修設計においても、テックシニアーズへの相談を一つの仕組みとして考えても良いのではないかと。

ただ、テックシニアーズに相談するにあたって、有効な支援を受けるためには、論点の整理が必要である。そのためには、単に相談し意見を求めるだけでなく管理者としての考えも整理しておく必要があると考える。

安易にテックシニアーズに答えを求めるのではなく、管理者が考えていた答えが最善の方法かどうかを確認するために相談することこそが、管理自治体の技術力向上になると考える。

最後に、テックシニアーズに相談するにあたり、『こんな内容を相談して良いのか？』『橋梁のプロフェッショナルに質問攻めにあうのではないかと、恐ろしくもあったが、親身に話を聞いて頂き、市の考えを尊重頂いた上で意見を頂戴することができた。

8. おわりに

インフラのメンテナンスは、平成26年の点検法定化によって「メンテナンス元年、総力戦」と重要性が示されて久しい。このような中、国・県・市といったインフラ管理者はそれぞれのリソースを駆使しながらメンテナンスに挑んでいる。

小規模自治体である鹿島市が、シース管の空洞という前例のない難題に対して、なけなしのリソースを駆使して身の丈に応じた管理方針を決定するに至った苦労話とそこから得られた経験やノウハウを述べてきた。

令和6年から迎える点検3巡目「メンテナンス第3ステージ」に向けて、同様の悩みや課題に直面している自治体は少なくないであろう。他道路管理者においても本取組みが業務等の参考にでもご活用頂きたい。

我々、中小自治体の道路管理者という立場において、これらの維持管理の体制維持や技術力向上の場の形成に努めながら、道路利用者の安全安心の確保を確実にしていきたい。

また、本研究にあたってはテックシニアーズの皆様には終始多大なご指導、ご助言を賜った。この場を借りて深く感謝申し上げます。