

岡山県における道路橋長寿命化の取り組みについて

有 路 稔¹

¹岡山県 土木部 道路建設課 (〒700-8570 岡山市北区内山下2-4-6)



岡山県では高度経済成長期に建設された道路橋が多く、急速に高齢化が進行する橋梁が増加する見込みであり、今後の補修・更新費用の増大や道路利用者の安全性の確保が課題となっている。このため予防保全型の維持管理を基本とする「岡山県道路橋梁維持管理計画」を策定・運用することにより、橋梁の長寿命化を図り、維持管理及び更新費用の縮減と平準化を図るとともに、道路ネットワークの安全性・信頼性の確保を図る取り組みを行っている。

キーワード 橋梁、長寿命化、維持管理手法、予防保全

1. はじめに

全国的に高齢化していく橋梁が増加していることを背景に、各自治体において橋梁長寿命化の取り組みが活発化している。

岡山県でも、高度経済成長期に建設された道路橋が多く、急速に高齢化が進行する見込みであり、今後、限られた予算や人員の中、従来型の維持管理を行った場合、補修・更新費用が増大するなど、適切な維持管理を続けることが困難になる恐れがある。

このため、予防保全型維持管理を基本とする「岡山県道路橋梁維持管理計画」を策定・運用することにより、橋梁の長寿命化を図り、維持管理及び更新費用の縮減と平準化を図るとともに、道路ネットワークの安全性・信頼性の確保を図ることとしており、それらの取り組みについて紹介するものである。

2. 岡山県管理道路橋の現状

岡山県が管理する道路橋（橋長2m以上）は、橋長15m以上が956橋、橋長15m未満が2,139橋の計3,095橋あるが、高度経済成長期に建設されたものが多く、橋長15m以上の橋梁では、架設後50年を経過するものが、10年後には平成21年末現在63橋の約3倍（205橋）、20年後には約8倍（488橋）と、急速に高齢化が進行する見込みである。

また、橋長15m未満のRC床版橋が多いことからRC橋が全体の6割程度を占めるが、橋長15m以上では鋼橋やPC橋が主体となっており、鋼橋が47%、PC橋が43%、RC橋が10%となっている（図-1~4）。

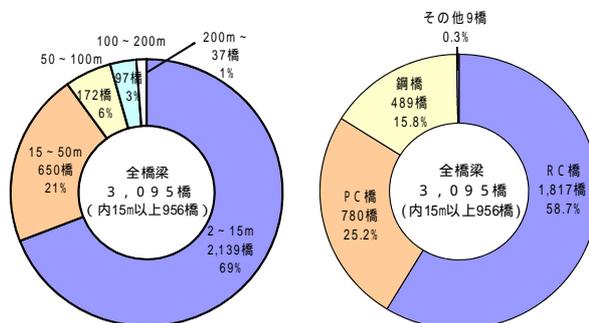


図-1 橋長別橋梁割合

図-2 橋種別橋梁割合

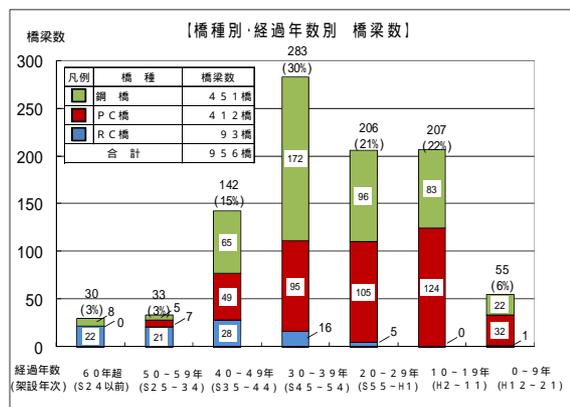


図-3 橋種別・経過年数別橋梁数（橋長15m以上）

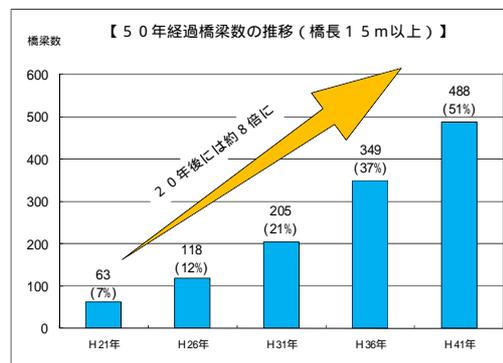


図-4 50年経過橋梁数（橋長15m以上）

3. 「事後保全」から「予防保全」へ

高齢化していく橋梁の増大に対応するため、アセットマネジメントの考え方を導入し、従来の事後保全的な維持管理手法から、定期的な点検により橋梁の状態を把握し、点検結果に基づく早期補修を計画的に行う予防保全的な維持管理手法へ転換することで、健全な状態を維持しつつ橋梁の長寿命化を図り、ライフサイクルコストの削減を図るとともに、道路ネットワークの安全性・信頼性の確保を図ることが可能となる（図-5~7）。

事後保全型	顕在化後に損傷発見	損傷が深刻化	大規模な補修	コスト大
↓ 転換 ↓				
予防保全型	早期に損傷発見	損傷が軽微	小規模な補修	コスト小

図-5 維持管理手法の転換

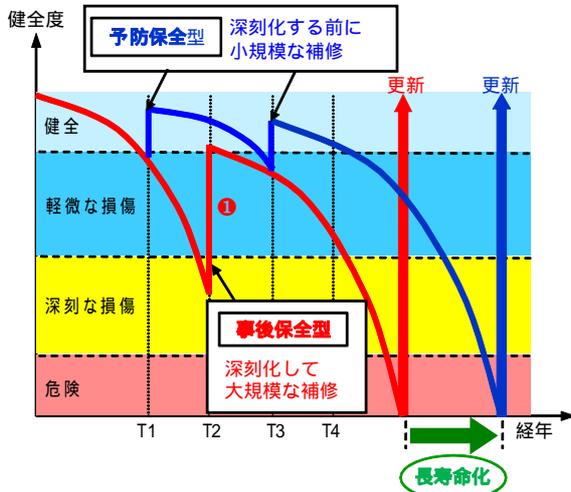


図-6 長寿命化のイメージ

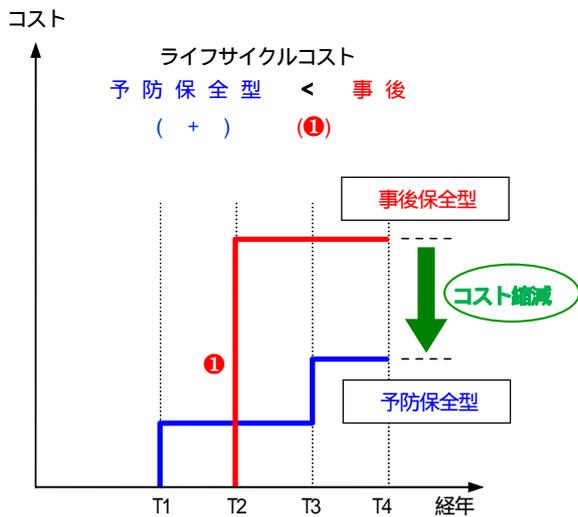


図-7 ライフサイクルコスト削減のイメージ

4. 橋梁長寿命化の取り組み

(1) 長寿命化の取り組みの全体像

橋梁の長寿命化を図る「予防保全型」維持管理の実施プロセスでは、P D C A型のマネジメントサイクルを適用することとし、その全体像を図-8に示す。

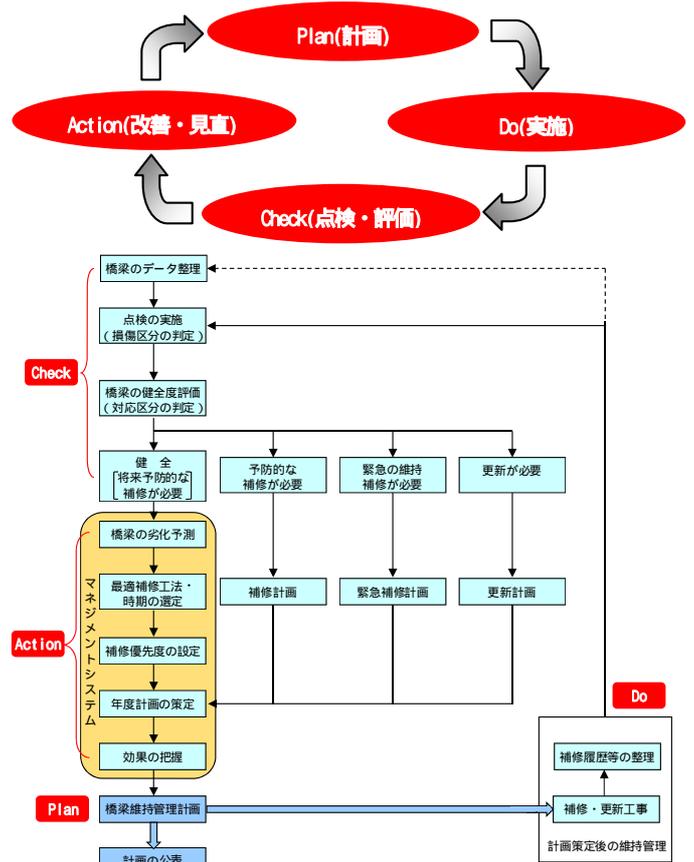


図-8 橋梁長寿命化の取り組みの全体像

(2) 取り組みの現状

平成18年度に「岡山県道路橋梁点検マニュアル（以下、点検マニュアルという。）」を策定し、橋長15m以上の橋梁については平成19年度から21年度までに点検を実施し、今後の維持管理の方針や補修計画を「岡山県道路橋梁維持管理計画」として、平成22年8月に取りまとめた。

また、橋長15m未満の橋梁については、平成22年度から5カ年計画で点検を実施し、点検完了後、維持管理計画を取りまとめることとしている（図-9）。

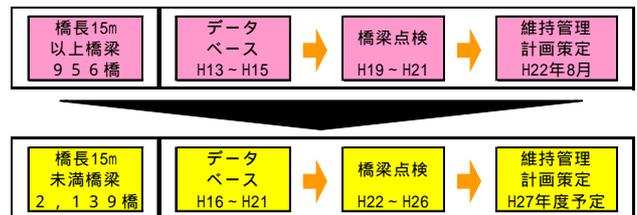


図-9 橋梁長寿命化の取り組みの現状と予定

5. マネジメントシステムの概要

中長期的な点検・補修計画や必要予算の算定等を行うため、健全度評価や劣化予測、最適な補修時期、補修優先度の設定などのマネジメントシステムの構築を行っている。

(1) 点検及び健全度評価

a) 定期点検

橋梁の健全度の把握は、点検マニュアルに基づいて、定期的に点検を実施することとしており、橋梁の重要度や損傷度等に応じて、点検間隔を5年または10年としている(表-1)。

表-1 定期点検の間隔

対象橋梁		次回点検時期
橋長200m以上の橋梁、跨線・跨道橋、1次緊急輸送道路上の橋梁		5年
上記以外	損傷が見られた橋梁	5年
	損傷が見られなかった橋梁	10年

b) 損傷区分と健全度区分

点検マニュアルに基づく損傷区分は、部材や損傷内容により2つのグループに分け「a~e」または「損傷有・無」の区分を行い、その損傷の程度や部材の劣化進行性、環境条件などを総合的に勘案し、健全度として5種類の対応区分に分類している(図-10)。

部材毎の損傷区分		損傷度
グループ1	グループ2	
a	損傷無	健全
b		ほぼ健全
c		損傷度 小
d	損傷有	損傷度 中
e		損傷度 大

グループ1：鋼材腐食やコンクリートひび割れ等の区分

グループ2：鋼材亀裂や支承、伸縮装置等の区分

対応区分		
区分	対応内容	対応時期
A	補修不要	次回点検
B	補修不要又は経過観察	次回点検
C	予防的補修実施	概ね10年以内
E	早期補修実施	概ね3年以内
S	詳細調査実施	調査結果による

図-10 損傷区分と対応区分

c) 点検結果

橋長15m以上の橋梁956橋について、平成19年度から21年度に点検した結果、鋼橋は約27%、RC橋は約26%、PC橋は約8%で補修が必要との評価(対応区分C、E)となり、架設後経過年数の増加に伴い損傷率が高くなる傾向が見られた(表-2、図-11、写真-1,2)。

損傷の種類では、鋼橋は鋼材の腐食が最も多く約6割を占めており、コンクリート橋では、ひび割れ・鉄筋露出が多くを占めていた(図-12)。

鋼材の腐食では、耐候性鋼橋の6割で、層状剥離さびやうろこ状さびなど異常なさびの発生が確認されており、その対応が課題となっている。

表-2 点検結果

橋種	鋼橋	RC橋	PC橋	計
橋梁数	451橋	93橋	412橋	956橋
補修が必要でない橋梁(対応区分A,B)	327橋	69橋	374橋	770橋
補修が必要な橋梁(対応区分C,E)	(27%) 124橋	(26%) 24橋	(8%) 38橋	(19%) 186橋

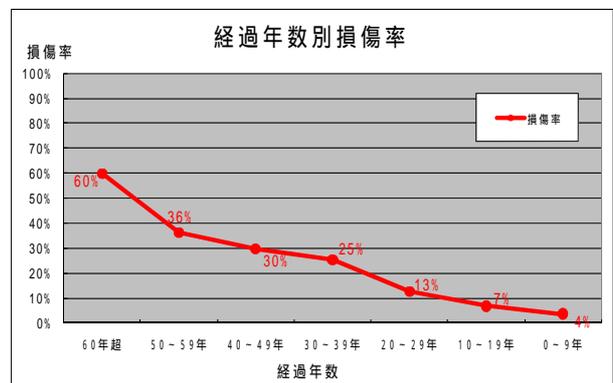


図-11 経過年数別損傷率

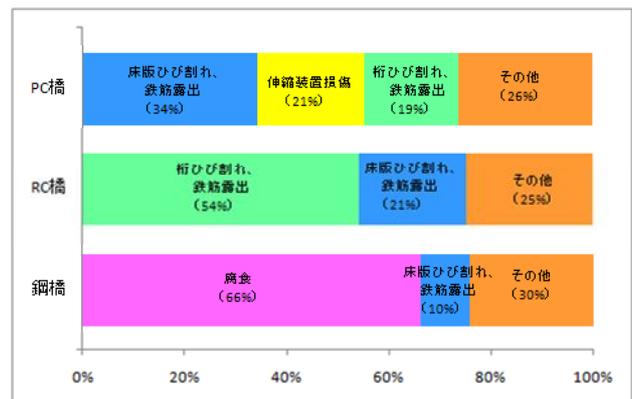


図-12 橋種別損傷内容



写真-1 鋼桁の腐食



写真-2 コールト桁のひび割れ

(2) 劣化予測

進行性の劣化現象が見られる「鋼桁（腐食）」、「鋼橋（RC床版）」、「コンクリート桁」、「コンクリート橋（床版）」の4つの部材について、劣化予測モデルの設定を行った。モデルについては、供用年数と損傷度のデータをプロットし、最小二乗法による近似式で設定を行っている。モデルの設定に際しては、環境条件（塩害の有無、交通量の大小）を考慮するとともに、補修履歴が不明確な橋梁や特殊な要因による損傷橋梁は棄却している。

図-13にコンクリート桁の劣化予測モデルを示しているが、データのバラツキが大きく精度の低いものとなっており、精度向上が課題となっている。

劣化予測を行い算定された劣化進行年数と耐用年数を表-3に示す。

(3) 最適補修時期（LCC最小化）の設定

劣化予測モデルを踏まえ、各劣化対象部材毎に各損傷段階での100年間におけるトータルコストを算出し、最も安価になる補修時期を設定する。

例えば、鋼桁（腐食）では、損傷度c,d,eが補修の対象となり、各損傷度に応じた補修工法や劣化予測モデルで算定された劣化進行年数を考慮して100年間のコストを算出すると、損傷度cで補修することが最も安価となり、早期に補修することが有利なことがわかる（図-14）。

(4) 補修の優先度

補修が必要な橋梁を一度に全てを対策することはできないため、橋梁毎に優先度を算定し、補修する順番、時期を定めている。

優先度は、損傷状況を優先的に考慮するが、同程度の損傷状況の場合、「橋梁重要度」、「損傷要因」、「部材重要度」の3つの評価項目（表-4）を用い、次式により算出する「優先度指数」により評価し指数の高い順に補修を行う計画としている。

「優先度指数」

$$= (\text{重要度指標}) \times (\text{損傷指標}) \times (\text{部材指標})$$

(5) 計画による効果の把握

維持管理計画を実施することによる効果として、今後50年間にわたる「事後保全型」維持管理での総費用と「予防保全型」維持管理での総費用を、表-5の条件で試算し比較することにより、コスト縮減効果を算定するとともに、中長期的な予算の目安を把握している。

表-5 効果の試算条件

維持管理手法	試算条件
事後保全型	必要最低限の補修のみ実施し、寿命（劣化予測による耐用年数から約50年から約80年と設定）に達した時点で更新する費用を計上
予防保全型	損傷が軽微な最適な時期に補修を繰り返し実施し、寿命（100年と設定）に達した時点で更新する費用を計上

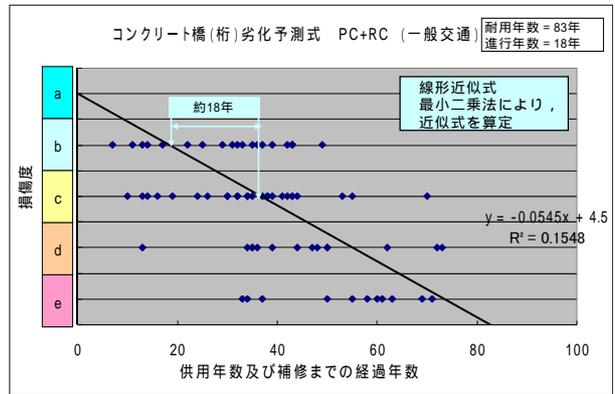


図-13 コンクリート桁の劣化予測

表-3 耐用年数と劣化進行年数

劣化予測対象部材	環境条件	耐用年数	劣化進行年数
		鋼桁（腐食）	塩害部 51年
	一般部	57年	約13年
鋼橋（RC床版）	重交通部	70年	約16年
	一般部	74年	約16年
コンクリート桁	重交通部	82年	約18年
	一般部	83年	約18年
コンクリート橋（床版）	重交通部	78年	約17年
	一般部	79年	約18年

劣化進行年数は、損傷度が1段階下がる年数（例 b c）

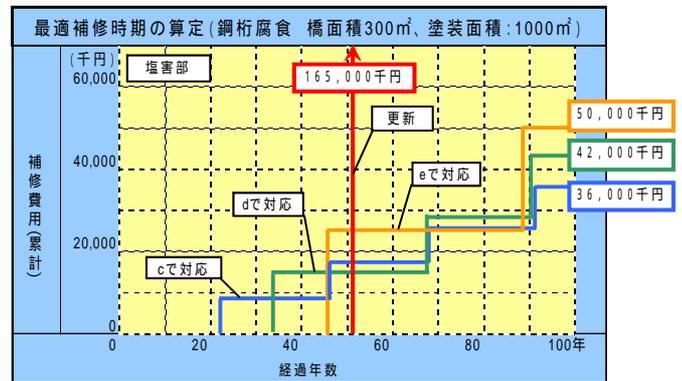


図-14 最適補修時期の算定例

表-4 補修優先度の評価指標

評価項目	区分					
橋梁重要度	第三者被害	跨線橋 跨道橋				
	緊急輸送路	1次 (国道) (主要地方道)	1次 (一般県道)	2次	3次	その他
	道路条件			孤立集落迂回路無	バス路線	その他
	橋長		200m以上	100m以上		
	重要度指標	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
損傷要因	大型車交通量 (台/日)		2,000以上	1,000以上	500以上	その他
	塩害地域			海岸部	山間部	その他
	RC床版			昭和31年示方書準拠		
	損傷指標	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2
部材重要度	部材	上部工 (主桁等)	下部工 基礎工	上部工 (床版)	支承	橋面工
	部材指標	1.0	0.8	0.6	0.3	0.1

6. 維持管理計画の策定

点検結果やマネジメントシステムの構築により、橋長15m以上の橋梁956橋を対象とした「岡山県道路橋梁維持管理計画」を策定した。

(1) 計画の基本方針

損傷が深刻化・顕在化してはじめて大規模な補修や更新を行う「事後保全型」維持管理から、定期的に点検を実施し軽微な損傷の段階で計画的な補修を行う「予防保全型」維持管理へ転換。

「予防保全型」維持管理への転換により、橋梁の長寿命化（概ね100年以上）を目指し、維持管理・更新費用の縮減と平準化を推進。

定期点検を確実に実施し、その結果に基づき、必要となる補修や点検時期を定め計画的に実施。

「予防保全型」維持管理を推進するための人材育成の実施及び橋梁に関する最新技術を取得。

(2) 短期的な補修対策方針

補修が必要とされた186橋のうち、損傷が著しく優先度の高い橋梁から緊急的な補修対策を実施しており、平成21年度末までに40橋の対策が完了。

残る146橋の補修対策を今後5年以内に実施予定。

(3) 計画の効果

点検が完了した956橋について計画の効果を試算してみると、「予防保全型」維持管理を行うことで、寿命が100年に延びると仮定すると、従来の「事後保全型」維持管理に比べ、更新頻度が減少することなどにより、今後50年間で約1,110億円のコスト縮減と予算の平準化が期待される結果となった（図-15）。

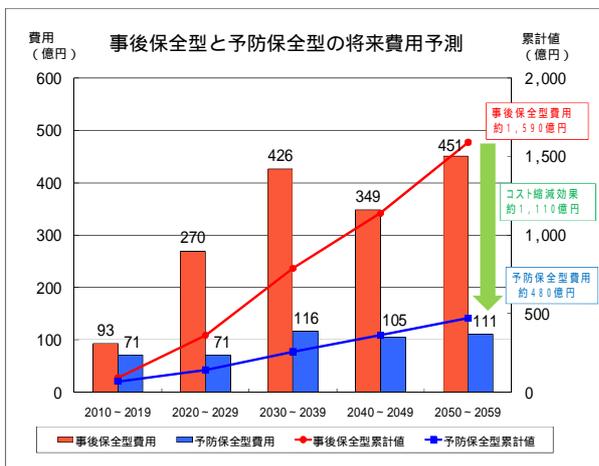


図-15 効果の試算結果

7. 橋梁管理システムの構築

橋梁の長寿命化を効率的・効果的に進めるため、橋梁を総合的に管理し、インターネットを利用して県庁、出

先事務所等から自由にアクセスし活用できるシステムを構築した。システムは、図-16に示すように維持管理計画を運用する各段階に応じて、橋梁データシステム、橋梁点検システム、計画策定システム、補修履歴管理システムの4つのシステムから構成され、それらを統合したシステムとなっている。

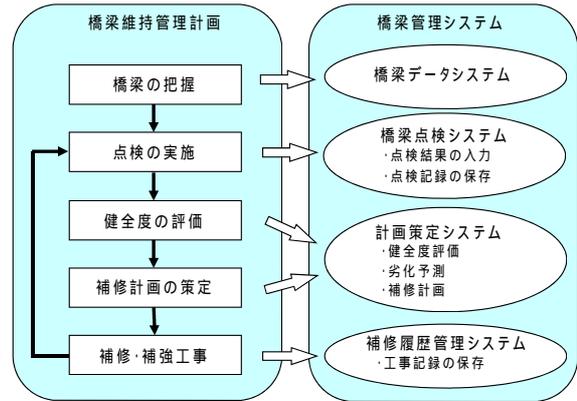


図-16 橋梁管理システムの構成

8. 課題と今後の取り組み

維持管理計画や橋梁管理システムの運用は始まったばかりであり、今後運用する中で改善を図っていくことになるが、マネジメントシステムの当面の課題と対応方針としては、次のものがある。

- ・点検精度にバラツキが見られるため、研修や損傷事例の充実を図る。

- ・劣化予測精度が低いいため、データのさらなる蓄積や環境条件の細分化など予測式の改善を図る。

点検結果では、架設環境や構造的な不備、施工時の品質管理などが損傷に対して影響を与えていることがわかってきており、新設時における計画、設計、施工の各段階で将来の維持管理を考慮することが供用後の損傷リスクを減らすために重要であるため、それらを十分踏まえた各種指針の作成等に取り組むこととしている。

橋長15m未満の小規模橋梁2,139橋について、本年度より5ヶ年計画で点検を実施するが、どのような維持管理手法を設定するか検討課題である。

9. おわりに

岡山県管理道路橋は今後一層の高齢化を迎えることになるため、策定した維持管理計画や橋梁管理システムに基づき計画的な点検や補修を進め、補修後の効果の検証等も行いながら、効率的・効果的な橋梁保全に努めたいと考えている。

最後に「岡山県道路橋梁維持管理計画」の策定にあたり、貴重なご助言をいただいた岡山大学大学院谷口健男教授をはじめ「岡山県道路橋梁長寿命化検討委員会」の委員の皆様へ深く御礼申し上げます。