

市町村の橋梁定期点検を支援する土研センターの取組み

落合盛人・五島孝行・渡辺博志

1. はじめに

国土交通省が昨年8月に公表した「道路メンテナンス年報（2巡目2年目）」¹⁾によると、早期または緊急に措置を講ずる必要があると判定された橋梁の数は市町村管理のもので多くなっている。今後措置が必要な橋梁の数はさらに増大することが予想され、市町村における橋梁の適切な維持管理が、今まで以上に重要となってきた。

橋梁の維持管理では、状態の把握・健全性の診断・対策措置から構成されるメンテナンスサイクルを適切に行うことが求められる。いずれも重要な要素であるが、とりわけ診断は対策措置の決定に向けて重要となり、構造物管理者としての技量が問われるところでもある。

市町村の管理橋の内、構造形式が複雑であるなど診断に際して特に高い技術力が必要な場合では、国が地方整備局・国土技術政策総合研究所・土木研究所の職員で構成する道路メンテナンス技術集団を派遣し技術助言をする直轄診断が実施されており、成果を上げつつある。また、近年ではAIを活用した橋梁診断支援システムの研究開発が進められており、その実用化に期待が高まる²⁾。地方自治体における橋梁維持管理の事例³⁾が報告されているが、自治体が抱える橋梁の個々の診断に対して参考となる技術情報を提供することも有効であると考えられる。

当センターは構造物の維持管理にかかわる専門知識を有していて、それを背景として県の建設公社等と研究協力協定を結んでいる。このような技術協力協定や、地方自治体との会議等を通じて、各自自治体が管理する橋梁の適切な診断に向けた技術支援が求められることがある。本報文は、当センターで実施している市町村の橋梁定期点検に関する技術支援活動の一つとして、橋梁の定期点検に関わる参考技術情報（事例解説集）作成の紹介を行うものである。

2. 事例解説集の位置付け

地方自治体が実施する橋梁の定期点検は、道路橋定期点検要領⁴⁾に従って実施されている。橋毎の健全性の診断結果は表-1に示す区分で表記されることとなっている。

定期点検では、健全性の診断は橋毎に実施するが、橋の健全性診断から一歩進んで、部材単位で変状等の情報を把握し、記録することは措置を検討するうえで有効となる。道路橋定期点検要領の付録にも、そうした背景から、部材単位の状態把握や部材単位の健全性診断に関する留意事項が取りまとめられている。

部材単位の健全性を診断するには、部材に発生している変状が橋全体の構造安全性に与える影響や、損傷の原因推定、今後の変状の進行程度およびそれが橋梁の構造安全性や耐久性に与える影響を評価することが必要となる。評価にあたっては、発生している変状程度やその位置、橋梁の建設年次や置かれる環境条件等、当該橋梁ごとに千差万別に変化する条件をふまえた上で考察する必要がある、単に典型的に示される変状写真との対照で定められるような定型的な判定とはならず、高度な専門知識や経験を要するものとなる。

表-1 道路橋定期点検要領に示される橋毎の健全性判定区分⁴⁾

区分		状態
I	健全	道路橋の機能に支障が生じていない状態。
II	予防保全段階	道路橋の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	早期措置段階	道路橋の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	緊急措置段階	道路橋の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

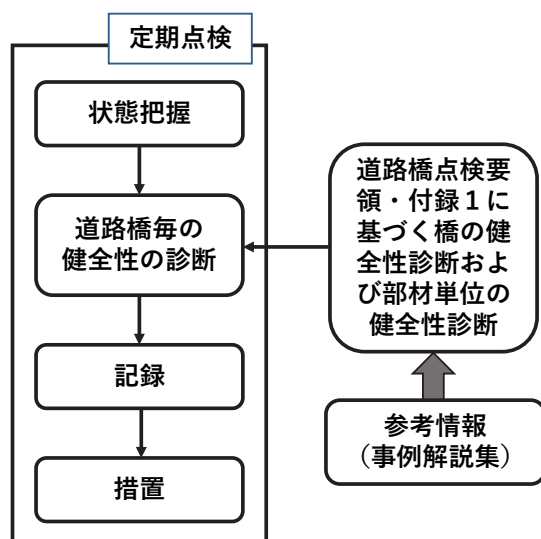


図-1 定期点検の流れと事例解説集の位置づけ

当センターで作成する事例解説集の位置づけを図-1に示す。これまでも、橋梁の損傷事例に関する参考資料は例えば国総研資料や学協会からも発刊されており、広く参照されている⁵⁾。ここで紹介する事例解説集は、依頼のあった橋梁管理者から提供された実際に管理している個別の橋梁データを基本とし、道路橋点検要領付録1に従って部材の健全性に関する考察を実施し、その結果を取りまとめて依頼者に参考情報として提供するものである。

なお、法定点検の枠組みでは具体的な措置方法について検討することは含まれていない。しかし、道路管理者は次回の定期点検までに講じるべき措置を決定する必要があり、措置に関する技術情報の提示は措置の計画を立てるうえで有用であると考えられる。このため、必要と考えられる対策例についても記載することとした。

3. 事例解説集の概要

表-2に事例解説集に収録した一例を示す。同表に示す通り、事例は1) 基本情報、2) 損傷写真・損傷状況の説明、3) 部材の健全性判断のための考察、4) 当該損傷が橋梁構造の安全性に及ぼす影響度、5) 必要と考えられる対策例の5項目から構成した。

1) 基本情報

損傷の程度が同じであっても、その発生部材により橋梁構造の安全性に与える影響は大きく異なる。例えば、主桁と横桁とでは、発生応力の大き

さや構造上の機能が異なり、一般的には主桁損傷の方が影響は大きい。さらに同じ主桁でも、支点近傍と支間中央のように損傷個所が違えば主桁耐力に及ぼす影響も異なる。そのため、基本情報として、損傷位置を端的に記載することは重要である。また、診断担当技術者から提示された橋の健全性の判定区分もあわせて基本情報に収録している。

2) 損傷写真と損傷状況の説明

損傷部の写真は基本的なものであり、画像データとして添付している。また損傷状況の説明では、画像データに加え、写真だけでは判別できないが、診断を実施する際に非常に重要となる追加情報(表中★で記載)も記述することとした。

3) 部材の健全性判断のための考察

判定区分を判断する重要な技術的根拠となる、損傷によってもたらされる部材の健全性についての考察をまとめている。

この考察はあくまでも2)に示す現時点で発生している変状を元に損傷写真・損傷状況に基づいて行ったものである。しかし、次回の定期点検まで時間が経過すると、変状がさらに進行する可能性が高く、部材の健全性の判断に影響し、さらには措置を検討するうえで考慮すべき重要なリスクともなる。

このように今後想定しうる損傷の進行も踏まえた考察についても、表中☆のように可能な限り掲載することとした。今回の事例では、支点上の補剛材の腐食状況が★印で記載されているが、現在の状態が継続すると、2枚存在する補剛材の両方に腐食が進展することも想定され、健全性の評価は異なったものとなる。

なお、写真には複数の異なる要因の変状が記録されている場合もある。今回の事例では補剛材の腐食とともに※印にある通り、アンカーボルトの緩みも記録されている。このように複数の要因の変状がある場合は、その変状ごとに考察を加えた。

4) 当該損傷が橋梁構造の安全性に及ぼす影響度

3)の評価をもとに、発生している損傷が、橋の構造安全性および交通機能にどのような支障をきたす可能性があるかを記述する。この考察は、橋の健全性判定の参考情報となる。

土研センター

表-2 補剛材の腐食による損傷評価で注意が必要となる事例

1) 基本情報：上部構造-鋼鈑桁-①腐食-主桁-桁端部	判定区分Ⅲ
2) 損傷写真と損傷状況の説明 ・支点上補剛材の下端が半分以上断面欠損 ★支点上補剛材の断面欠損は、主桁腹板を挟んで2枚ある補剛材の内、片側1枚にのみ発生している状況。 ※本事例の場合は、アンカーボルトにも緩みが発生	
3) 部材の健全性判断のための考察 ・支点部補剛断面を構成する支点上補剛材に顕著な断面欠損が発生しており、同断面に発生する応力超過が懸念される。 ・補剛材の断面欠損位置が下端ゆえ柱としての座屈耐力の大幅な低下はないと判断できるが、伸縮装置部を車輪が通過する際の過負荷な衝撃力に対する座屈耐力不足が懸念される。 ☆支点上補剛材の断面欠損が、主桁腹板を挟んで2枚ともに発生している場合は、死荷重時（常時）を含む鉛直荷重による発生応力の超過が懸念され、また座屈耐力もより一層低下することから、“道路橋の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高い状態”であると考えられる。 ※アンカーボルトの緩みは、支点部上揚力に対する抵抗力の低下を意味し、当該支点が連続桁の端支点や斜角を有する桁の支点等常時においても上揚力が発生しやすい構造の場合には、早急な措置（ボルトの締め直し）が望ましい。	
4) 当該損傷が橋梁構造の安全性に及ぼす影響度 ・当該支点部の死荷重時を含む鉛直反力の支持性能が低下している状況であると思われる。現時点では当該支点部が変形する可能性は少ないが、衝撃力等による想定以上の鉛直反力が作用した際には当該支点が座屈し、支点沈下発生に進展する可能性が否定できない。	
5) 必要と考えられる対策例 ・支点上補剛材の断面欠損量の調査を実施し、死荷重時において当該支点部に発生する応力が許容値を超過していないことを確認することが必要であると考ええる。 ・断面減少による応力増加分には当て板等による構造補強の必要性を検討する。 ◎検討の結果、断面減少により死荷重状態でも明らかに応力が超過していると判断される場合には、“道路橋の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高い状態”と判定し速やかに補修が必要になる。またこの場合は、当て板補強の前に、ジャッキアップ等による現行支点部の死荷重応力の解放と再配分（当て板への死荷重応力の強制導入）が必要となる。 ・応力超過の有無にかかわらず将来これ以上の腐食が進行しないよう予防措置として補修塗装が必要となる。	

5) 必要と考えられる対策例

必要となる対策を検討するためには、さらに詳細調査を実施し、現在置かれている橋梁の状態を把握したうえで損傷部を含めた各部の照査を実施し、その結果に基づいて補修補強設計を行うこととなる。具体的な対策措置の検討は、定期点検の範疇には入らないが、次回の定期点検までに講じべき措置の計画を立てるにあたって、想定され

る対策の例を情報として提供することも有用であると考えられる。

ここで必要な対策は、構造性能を回復するための対策だけではなく、将来の進展防止を目的とした防食対策も含まれ、それぞれ個別に明示している。

また損傷状況によっては、講じるべき対策の実施の容易さや対策実施に要する期間が大きく変化

することとなる。今回の事例でいえば、表中の“◎”に示すように、対象部位の腐食減量に応じて変化する応力状態によっては、単なる当て板等の断面補強に留まらず、ジャッキアップ等死荷重応力の解放処置を伴う断面補強が必要となる場合がある。このような情報は措置の検討にあたって重要な情報となるので可能な限り記載することとした。

4. おわりに

今後、自治体が管理する橋で診断を要するものはさらに数が多くなり、適切な対策措置を講じる必要性が増すものと考えられる。点検対象となる既設橋梁は、変状の状態や原因、発生部位、橋の構造形式、建設年次等、条件はそれぞれ異なり、どれ一つとして同じものはない。こうした様々な条件の橋梁について、臨機応変に対応し、技術情報を提供するためには、担当技術者としては経験および知見の蓄積や新たな技術動向を絶えず収集しておく必要がある。

近年、ドローンなどを活用した点検技術の進歩が目覚ましい。こうした新たな点検技術を使いこなすうえでも診断技術の一層のレベルアップが望まれる。当センターでは、要請に的確に応える技術情報を提供できるよう、一層の技術の研鑽に励んでいく所存である。

参考文献

- 1) 道路メンテナンス年報 国土交通省道路局 2021年8月.
- 2) 澤田守、江口康平、石田雅博：道路橋の予防保全に向けた総合診断と診断A I システムの研究開発、土木技術資料、第63巻、第10号、pp.8～11、2021.
- 3) 植野芳彦：富山市におけるインフラ・マネジメント～持続可能なインフラ・マネジメントに向けて～、土木技術資料、第63巻、第10号、pp.38～41、2021.
- 4) 道路橋定期点検要領 国土交通省道路局 平成31年2月.
- 5) 例えば、国土技術政策総合研究所橋梁研究室：道路橋の定期点検に関する参考資料（2013年版）―橋梁損傷事例写真集―、国土技術政策総合研究所資料第748号、2013年7月.

落合盛人



(一財)土木研究センター材料・構造研究部 部長
OCHIAI Morito

五島孝行



(一財)土木研究センター材料・構造研究部 主幹研究員
GOTO Takayuki

渡辺博志



(一財)土木研究センター審議役、博士(工学)
Dr.WATANABE Hiroshi