

中部地整初、乙姫大橋の修繕代行事業について ～中津川市への技術支援～

林 洋栄¹

¹多治見砂防国道事務所 道路管理課（〒507-0023 多治見市小田町4丁目8-6）

中部地方整備局管内には約10万橋もの橋梁があり、約9割を市町村（以下、地方公共団体）が管理している。2030年には半数以上が建設から50年経過した老朽化橋梁となり、老朽化対策が急務であり、適切なメンテナンスサイクル（点検・診断・修繕・記録）を回すことが重要であるが、技術不足や予算不足等で実施が困難な地方公共団体もある。

そこで、高度な技術力を要する等の修繕工事を当該地方公共団体に代わって国が実施する修繕代行制度を利用し、中部地方整備局管内で初めて直轄診断・修繕代行事業が実施された「乙姫大橋」（中津川市管理）について報告するものである。

キーワード：修繕代行事業、直轄診断、地方公共団体支援

1. はじめに

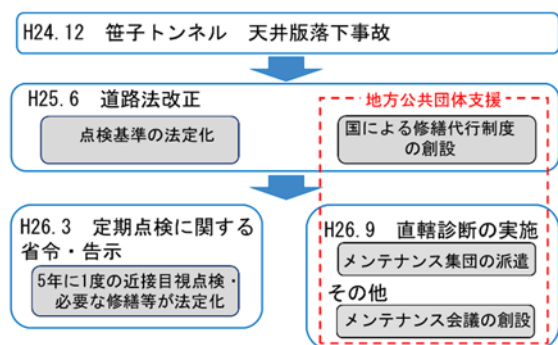


図-1 道路の老朽化対策に関する取り組みフロー

表-1 「道路法等の一部を改正する法律」抜粋

第十七条（道路管理者の権限の代行） 6 国土交通大臣は、都道府県又は市町村から要請があり、かつ、当該都道府県又は市町村における道路の改築又は修繕に関する工事の実施体制その他の地域の実情を勘案して、当該都道府県又は市町村が管理する都道府県道又は市町村道（地域における安全かつ円滑な交通の確保のために適切な管理の必要性が特に高いと認められるものに限る。）を構成する施設又は工作物のうち政令で定めるものの改築又は修繕に関する工事（高度の技術を要するもの又は高度の機械力を使用して実施することが適当であると認められるものに限る。）を当該都道府県又は市町村に代わって自ら行うことが適当であると認められる場合においては、前二条及び第一項から第三項までの規定にかかわらず、その事務の遂行に支障のない範囲内で、これを行うことができる。 第四十二条（道路の維持又は修繕に関する技術的基準等） 2 道路の維持又は修繕に関する技術的基準その他必要な事項は、政令で定める。 3 前項の技術的基準は、道路の修繕を効率的に行うための点検に関する基準を含むものでなければならない。

(1) 直轄診断・修繕代行制度とは

平成24年12月、中央自動車道において、供用後35

年が経過したトンネルの天井板が落下する事故が発生し、9名もの尊い命が失われた。国土交通省では、道路施設の老朽化対策を重要課題として、安全性向上のため様々な取組みを始めた。（図-1）

平成25年6月「道路法等の一部を改正する法律」（表-1）が公布され、第42条「道路の維持又は修繕」では、従来の事後対応ではなく、予防保全の観点から踏まえた点検を行うべきことが明確化された。

翌年には、省令が告示され、重要な道路施設（橋梁・トンネル・横断歩道橋等）において、管理者による5年に1度の近接目視点検、健全性の診断等が義務づけられ、具体的な点検・診断の技術基準を示した要領が作成された。

また、国より遙かに管理数が多い地方公共団体では、技術力不足や技術者不足、予算不足等で戸惑う声も少なくない事を想定し、地方公共団体への支援として、「道路法等の一部を改正する法律」第17条（表-1）にて、修繕代行制度を創設した。

修繕代行は、地方公共団体からの要請により、重要度の高い道路で、高度な技術を要するもの、等が適当であると認められる修繕工事を国土交通大臣が当該地方自治体に代わって行うことができるものである。

翌年には、権限代行同様、緊急かつ高度な技術を要する道路施設等に対して「直轄診断」の支援を行うこととし、平成27年「修繕代行事業」が実施された。（図-2）

直轄診断とは、地方公共団体に代わり、橋梁等の道路施設において、国土技術政策総合研究所、国立

研究開発法人土木研究所、地方整備局の知識等を有した職員で構成する「道路メンテナンス技術集団」を派遣し、結果をとりまとめ報告、技術的な助言を行うものである。

つまり、直轄診断・修繕代行制度は、老朽化対策として重要なメンテナンスサイクル（点検・診断・修繕・記録）を支援し、促進するものである。

平成29年に中部地方整備局管内において「中部初の修繕代行事業」が実施されることとなった。

修繕代行の流れ

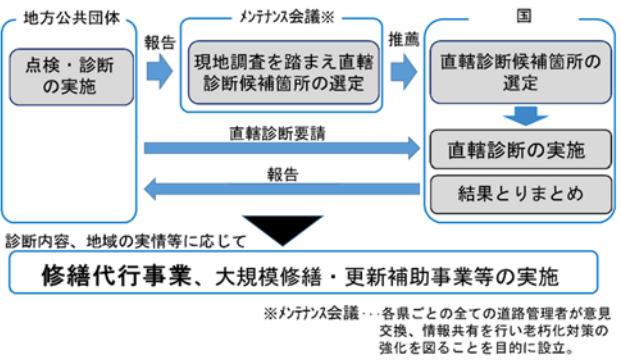


図-2 修繕代行事業までの流れ

(2) 乙姫大橋の概要

「乙姫大橋」は、中津川市が管理する橋梁である。旧中津川市街地と国道19号線を結ぶ中津川市道坂下98号線にあり、木曽川を架橋しており、名称はこの地に伝わる乙姫伝説に由来し、橋からは乙姫岩が望める。

そのため、観光に訪れる人もおり、日々の生活を支える地域の主要な路線としても重要な役割を担っている。

橋梁は、平成8年に建設され、橋長316.9m、耐候性鋼材を用いた大規模なトラス橋（2径間連続トラス橋＋曲線箱桁橋）を有している。

乙姫大橋は、中津川市の点検において耐候性鋼材に層状剥離を伴う異常な錆が確認されており、冬期に凍結防止剤を散布する地域であることから、塩害と耐候性鋼材の錆との関連性が疑われる。

耐候性鋼材を用いた橋梁は、表面に安定した錆「保護性さび」ができ、その錆が保護膜となり本体を腐食しにくくするため、塗装が不要であり、メンテナンス費の削減が期待できると言うことで昭和50年代から使用されるようになり、急激に増加したのは、本格的に運用され始めた平成10年頃からで、補修時期を迎えていない橋梁も多い。

そのため、参考文献はあるものの、補修事例も少なく、補修方法も標準化されていない。塩害と耐候性鋼材の錆との関連性の解明や今後の対応策には、専門的な高度な知識・技術力が必要なことから、「乙姫大橋」において、国による直轄診断・修繕代行事業が実施された。

2. 直轄診断について

直轄診断は、橋梁の専門家を含む技術者による詳細な現地調査と、道路管理者により提供された資料に基づき、本橋の現状を把握し、各部材が今の状態に至った要因を推定するとともに、今後の橋梁の状態を推測、補修の必要性及び今後の維持管理について助言を行った。

(1) 現地調査

現地調査では、外観目視により橋梁全体を把握するとともに、構造安全上影響を与える損傷や変状に着目し、部材毎に調査を実施した。（表-2）

また、本橋の特徴である耐候性鋼材のさびについては、状態を把握するため、さび厚等の詳細調査を実施するとともに、冬期に散布する凍結防止剤（塩分）が橋梁に与える影響を確認するための付着塩分量の調査についても実施した。

表-2 現地調査項目

調査項目	調査の着目点
橋梁外観目視調査	①変状(き裂、変形等) ②さびの状態
下部工・周辺調査	①橋脚・橋台の傾斜 ②斜面の安定性 ③橋脚の洗掘
さびの詳細調査	①さび厚調査 ②残存板厚調査 ③セロファンテープ試験 ④イオン透過抵抗値測定 ⑤鋼材表面の付着塩分量

(2) 調査結果

現地調査の結果、下記のとおりであった。（図-3）

- ・構造安全上影響を与える「き裂」、「変形」等は確認されなかった。
- ・橋脚・橋台においても、耐荷性能の低下につながるひびわれ等の損傷や傾斜などは見られなかった。
- ・周辺調査においては、A1橋台のある法面において、崩落により排水設備の損傷や吹き付けコンクリートの空洞が生じていた。
- ・橋脚周辺の河川内においては、木曽川の水衝部となっていることから、地盤高の計測を行い、上流側と下流側で確認したところ、2.2mの差があり、橋脚の洗掘が生じているといえる。しかし、設計図面より、基礎部には間詰めコンクリートが打設されているため、直ちに基礎が不安定になる可能性は低い。
- ・橋台背面の盛土部における土砂流出により、歩道路面の沈下（段差）が確認された。
- ・A1、P3上部工において「層状剥離さび」や「うろこ状さび」（以下「異常さび」という）が確認され、1番損傷が激しいP3の異常さびの箇所においては、設計板厚（当初）10mmに対して下支材で5.8mm（約42%減）、9mmに対して横桁で6.7mm（約25%減）と減少していた。

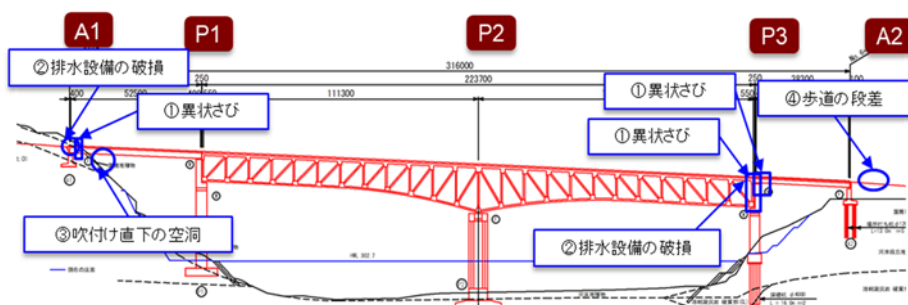


図-3 現地調査結果（損傷箇所・補修箇所）

・異常さびが見られたA1、P1上部工において、スラブドレン（排水管）の脱落により漏水・滞水が確認された。

(3) 異常さびの原因

異常さびの箇所、漏水による滞水が確認されたことから、主たる原因は滞水であると考えられる。

スラブドレン（排水管）が脱落しているため、漏水が床版下面を伝い、縦断の低い横桁に滞水、さらに対傾溝を伝い下支材に滞水したことが原因と推測した。（図-4）

また、凍結防止剤の影響を確認するための付着塩分量調査では、異常さびが確認されたP3橋脚においては、1000mg/m²程度と高い値を示したが、同じく異常さびが確認されたA1橋台においては20mg/m²程度と低い値を示したことから、本橋においては塩分の影響は小さいと言える。

ただし、P3橋脚の高い値は、塩分が含まれている漏水が滞水していることが原因と考えられ、さびの進行を促進していると推測される。

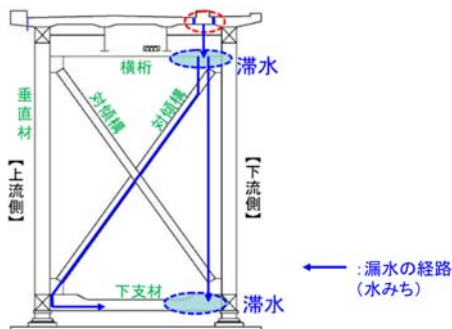


図-4 現地調査結果

(4) さびの状態把握

耐候性鋼材を用いた橋梁は、適切な環境条件のもとで「保護性さび」を表面に形成することで保護膜となり、本体は腐食しにくくなるが、橋梁毎、箇所毎に環境条件は異なり、保護性さびが形成する途中のさびなのか、形成する可能性がないさびなのか、さびの状態を把握し、今後の維持管理、修繕に反映させる必要がある。

鋼道路橋防食便覧（H26.3）より、さびの粗さ、さび厚、色調などを指標に状態を5段階で分類した「外観評点」を参考に、また、さび厚、セロファンテープ試験、イオン透過抵抗値の結果を用いて総合

的に評価した。^{1),2)}（図-5）

その結果、「異常さび」以外にも、構造物の陰になり降雨や日差しの影響を受けにくいため、乾湿に繰り返しが少ない環境であったことから、さびの成長が遅い「未成長さび」が分布していることがわかった。

「未成長さび」は現時点では、保護性さびとなる、ならない両方の可能性はあるが、大部分は保護性さびとなることが期待できるとしている。

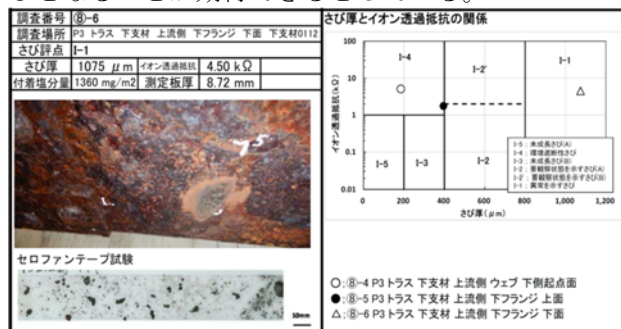
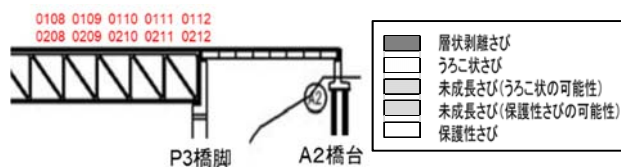


図-5 詳細調査結果（例）

各部材ごとに評価し、とりまとめた「さびMAP」を作成した。（図-6）さびの状態を視覚的にわかりやすくし、点検結果の補助データとして利用することができるようにした。



		部材番号	0201	0202	0203	0204	0205	0210	0211	0212
			起点側	終点側	上	下	上	下	上	下
トラス	中間	ウェブ								
		下フランジ								
	下流側	ウェブ								
		下フランジ								
垂直材	上流側	部材番号	0101	0102	0103	0104	0105	0110	0111	0112
		外側								
	下流側	部材番号								
		内側								

図-6 さびMAP

(5) 直轄診断の技術的助言

・本橋において、上部工、下部工に構造安全上影響を与える損傷は確認されず、層状状剥離を伴う異

常さびが確認されたが局部的であり、歩道の沈下や河床の洗掘は確認されたが直ちに不安定になる可能性は低いことから、本橋が構造安全性の観点から危険な状態である可能性は低いと考える。

- ・局部的ではあるが、異常さびの箇所においては、腐食により減厚していることから、早期に原因を排除し、排水設備や部材の補修を行うことで長寿命化が期待できる。
- ・保護性さびの形成が期待できない箇所及び桁端部においては予防保全の観点から防食塗装を行い、「未成長さび」の箇所においては、経年変化に注意し、経過観察を行うのがよい。
- ・斜面における吹付けコンクリートの空洞や歩道路面の沈下等は、予防保全の観点から補修するのがよい。（図-3）

3. 修繕代行事について

平成29年11月に直轄診断の現地調査を実施し、平成30年3月に技術的助言として中津川市に診断結果を報告した。中津川市はこれを受けて、修繕代行を国へ要請し、平成31年1月から国による修繕代行事に着手した。

(1) 異常さびの施工について

異常さびはA1、P3上部工の桁端部付近に発生しており、保護性さびの形成が期待できないため、さびを除去、必要な箇所においては当て板補強等した後、桁端部約3mの範囲を防食塗装することとした。

「JSSCテクニカルレポートNo.105（平成27年11月（一社）日本鋼構造協会）で提案されている「補修塗装施工フロー」を参考にし、岐阜大学 村上教授による助言や試験施工の結果を反映させた施工フロー(案)を策定した。（図-7）

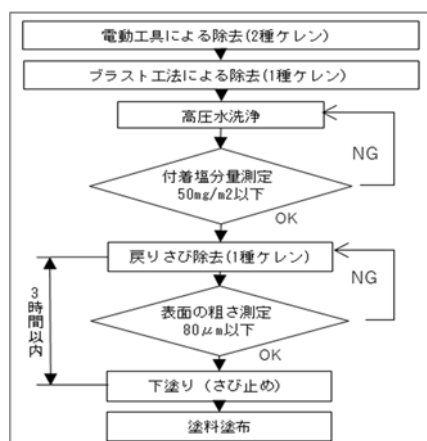


図-7 異常さびの施工フロー(案)

塩分について、付着したまま塗装を行ってしまうと再劣化の原因になるため、さびを除去した後、水洗浄し、付着塩分量計測を行うこととした。

水洗浄後は、20分程度でさびが出てきたため、戻りさび除去（1種ケレン）の作業を追加し、下塗りまでを3時間以内で行うこととした。

桁端部を防食塗装するに当たり、「保護性さび」及び「未成長さび」を除去して防食塗装を行うが、「これらのさびはとても硬く、除去（ケレン）するのに、一般的な塗装の除去の3倍～5倍の時間がかかるため、硬い研削材を使用するのがよい」との村上教授の助言があり、試験施工したところ、約5倍の時間がかかったため、研削材は硬度用の溶融アルミナを使用することとした。

このような現場に即した施工フローを事前に策定することで効率的な補修が行われた。

また、今後の維持管理を考え、橋台、橋脚周り（桁端部）に点検用昇降階段を設置した。

防食塗装、ドレーン管の設置等の補修を行ったものの、構造的に桁端部は水が溜まりやすい状況に変わりはないため、定期点検時には近接目視で重点的に確認することが重要である。

4. おわりに

令和2年3月に工事完了し、国から中津川市への引渡しを行った。

今回、直轄診断・修繕代行制度を活用した技術的支援により、地方公共団体の課題解決が図られただけでなく、技術者育成の場としても提供できたと考えている。

修繕代行制度を知って活用して欲しい、また、耐候性鋼材の橋梁を管理している地方公共団体に今後の維持補修の参考にして欲しいと考え、補修工事の現場を記者発表や旬な現場などで紹介した結果、見学の要望が多数あった。

見学には、中津川市職員や市議の他に、愛知県や岐阜県内の50以上の地方公共団体の若手職員や技術系職員(約90名)が訪れ、工事現場の見学と今後の維持管理について意見交換が行われ「中部地整初、修繕代行」への関心の高さが窺えた。

点検が5年に1度の法定点検となり、昨年で1巡した。2巡目となる今後は、1巡目の点検結果を受けた補修を行う必要があり、地方自治体の負担はさらに大きいものとなり、国の支援がこれまで以上に求められると考えられる。

今後も修繕代行制度による支援に加え、補修や補強工法の知識や判断に必要な知識の習得を目的とした講習等を行うなど、効率的なメンテナンスサイクル（点検・診断・修繕・記録）が確立するような支援を行って行きたい。

参考文献

- 1) 国総研資料第828号（耐候性鋼材の外観性状によるさび状態の評価法に関する研究）
- 2) 土木学会論文集（さび安定化補助処理を施した耐候性鋼橋梁の表面状態とその評価）