

林道美保関線雲津大橋橋梁改修工事について

松江市役所 産業経済部 農林基盤整備課 技師 田中 亮

1. はじめに

林道美保関線は、松江市美保関町七類地区から才軽尾地区を結ぶ路線として、森林利用区域 687ha を有している。また、国立公園満喫プロジェクトにより、美しい自然を展望できる風景地である。さらに、コミュニティバスの利用など、地域住民の生活道としても重要な路線となっており、林道の中でも交通量の多い道路である。

雲津大橋は、美保関町雲津に位置し、橋長 107.0m、幅員 8.0m、12 径間の上路式鋼アーチ橋である。平成 17 年 12 月に架設、平成 18 年 9 月に塗装を完成し、架設から 12 年が経過した橋梁である。本橋は、架設からの経過年数が短いものの、床版にひび割れが生じ、ひび割れ部分へ遊離石灰が発生して、白く変色している。また、橋梁の鋼部分全体に腐食が進行しており、劣化が確認されるため、原因の調査、早期の塗装替えを行い、効率の良い長寿命化対策を図るものである。

今回は、長寿命化の観点から、本工事について紹介する。

2. 工事概要

本工事は、林道美保関線雲津大橋橋梁改修工事として、平成 28 年度、29 年度の 2 ヶ年で実施した。主な工種は、①現場塗装工、②ひび割れ充てん工、③橋面防水工、④舗装工であり、1 年目は、橋梁延長の半分の現場塗装工を行い、2 年目で、残りの半分の塗装と床版部分の施工を行った。なお、床版については、遊離石灰等の劣化が見受けられたため、足場設置後の詳細調査を実施し、長寿命化を図るため補修を行う

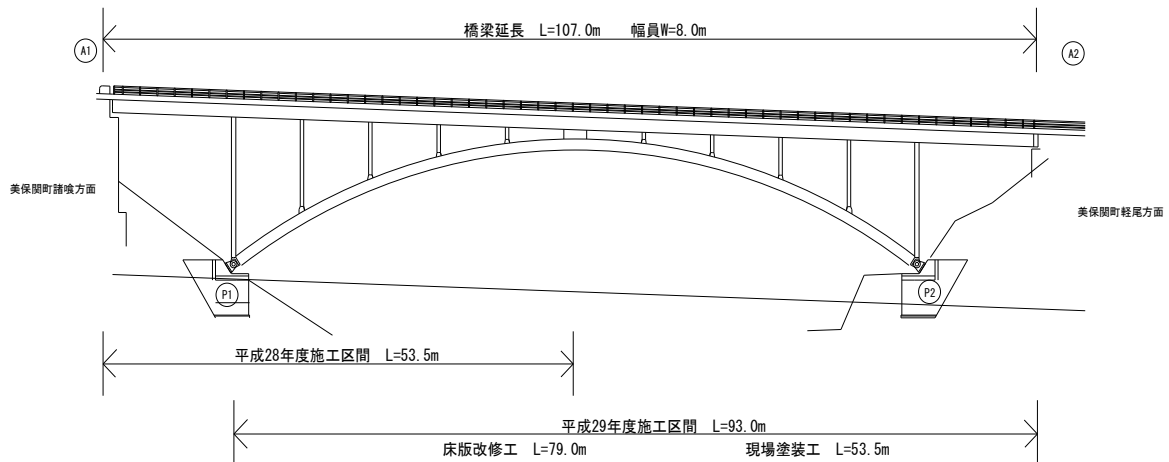
こととした。



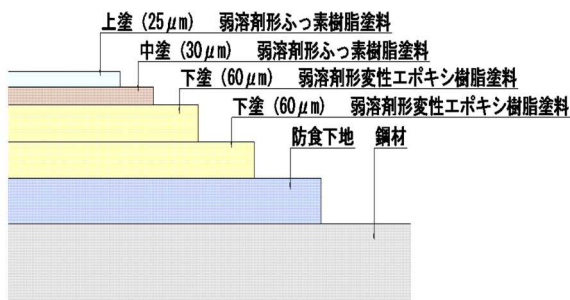
<図1 位置図>

3. 塗装系の選定

本工事の塗装系は、フローチャートにより重防食塗装系 (Rc - I ~ IV) が選定できる。本来、重防食塗装系の種類の中で Rc - I 塗装系を選択し、塗膜の寿命をより長くするため、防食下地から塗装することが望ましいが、その際に素地調整の方法で問題が生じる。1 種ケレンは、ブラスト工法により旧塗膜をすべて除去する工法であるが、研削材やケレンダストの飛散が伴うため養生を行う必要がある。しかし、完璧な養生を行うことは現実的ではなく、また、本工事箇所は、橋梁直下に水道施設があるため、ブラスト工法の使用は好ましくないと考えられる。そのほか、Rc - IV は、腐食が生じていない場合に用いる塗装系であること、Rc - II は、大面積の施工には効率が悪く不向きであることなど様々な要因から、本工事では Rc - III 塗装系を採用した。



< 図 2 雲津大橋改修計画 >



< 図 3 塗装構成 (Rc - III 塗装系) >

4. 鋼部分の水洗いについて

雲津大橋は、沿岸部に位置し、周りに風を遮るような木々等がないため、一年を通して海風による飛来塩分の影響を受けやすい。また、冬季は、積雪による凍結を防ぐため、凍結防止剤の散布による塩分の影響も想定される。鋼道路橋防食便覧によると、「一般に旧塗膜には 50mg/m²以上の塩分が付着していると塗装後早期に塗膜欠陥を生じやすい」と記載されており、塩分が 50mg/m²以下になるまで、水洗い等により除去する必要がある。事前の「ガーゼ拭き取り塩素イオン検知管法」による付着塩分量測定の結果、主体部 200mg/m²以上、支柱部 15mg/m²、アーチ部 20mg/m²となった。そのため、本工事では、主体部について水洗いを行うこととした。

5. 劣化の度合による素地調整の選定

劣化度調査の結果、鋼部分の腐食が進行していることが確認できたが、橋梁全体におけるさび面積は 1%程度であった。さび面積が 5%以下にあたるため、素地調整の程度は 3 種ケレン C を採用した。

< 表 1 素地調整程度と作業内容 >

素地調整程度	さび面積 ※1	塗膜異常面積 ※2	作業内容	作業方法
1種	-	-	さび、旧塗膜を全て除去し鋼材面を露出させる。	プラスト法
2種	30%以上	-	旧塗膜、さびを除去し鋼材面を露出させる。ただし、さび面積 30%以下で旧塗膜が B、b 塗装系の場合はジंकリッチプライマーやジंकリッチペイントを残し、ほかの旧塗膜を全面除去する。	ディスクサンダー、ワイヤホイールなどの動力工具と手工具との併用
3種A	15~30%	30%以上	活膜は残すが、それ以外の不良部(さび、割れ、膨れ)は除去する。	同上
3種B	5~15%	15~30%	同上	同上
3種C	5%以下	5~15%	同上	同上
4種	-	5%以下	粉化物、汚れなどを除去する。	同上

※1: さびが発生している場合

※2: さびがなく、割れ、はがれ、膨れ等の塗膜異常がある場合

さびの発生箇所は、主に添接部のプレートやボルト・ナットにあり、端部となる部分に多く発生していた。理由は、現場塗装として、はけ・ローラーを使用するため、平面部分に比べ端部の施工が困難で、十分な膜厚を確保しにくく、膜厚が均一になりにくいことが挙げられる。膜厚管理を行う

際は、添接部や端部に注意して確認を行うことが重要である。本工事では、添接部、端部ともに目標膜厚を満たしていたが、業者からの創意工夫での提案により、長期品質維持のため、ボルト・ナット部分へ、下塗り1層の増塗を行い、十分な膜厚を確保している。

6. 床版改修工法の選定

近接目視による床版部分の詳細調査の結果、左右の張り出し床版下面に遊離石灰を伴うひび割れが確認された。特に顕著なひび割れは、歩道側（下流側）の張り出し床版及び中床版であり、上流側の床版については、遊離石灰の析出は少ない状況であった。床版ひび割れは、主に乾燥収縮等によるものと考えられるが、その他の原因により、劣化を促進させる可能性があることから、考えられる原因について以下のとおり調査を行うこととした。

- ・ はつり調査
- ・ 中性化試験
- ・ 塩化物含有量試験
- ・ 圧縮強度試験



<図4 床版状況>

はつり調査は、ひび割れと遊離石灰の影響が大きい2箇所とした。調査の結果、内部鉄筋に腐食はなく、健全な黒皮の状態であった。この結果から、他のひび割れ部分についても、鉄筋までの浸水や塩分の侵入により、鉄筋に重大な影響を与えている可能性は低いと推測できる。

また、各試験では、床版から採取したコ

アを用いるが、コアの採取場所は、塩分による影響の大きい日本海側（下流側）の中央部とA2側の2箇所とした。

中性化試験の結果、中性化の進行は軽微であった。また、中性化速度式より中性化速度を算出した結果を以下に示す。

<表2 中性化試験結果>

部材	調査位置	経過年数 y(年)	幅かぶり 最小 t1(mm)	中性化試験測定値		中性化残り t3=t1-t2 (mm)	中性化 速度係数 A=t2/√y (mm/√年)	至中性化 (鉄筋) 残年数 Y=(t3/A)²-y (年)	至中性化 (残10mm) 残年数 Y=(10/A)²-y (年)	
				測定値						
				No.	(mm)					
雲津大橋 張出床版 部下流	中央部	12	50	1	7.0	8.2	41.8	2.37	299	168
				2	9.0					
				3	9.0					
				4	7.0					
				5	9.0					
雲津大橋 張出床版 部下流	A2側	12	50	1	10.0	10.8	39.2	3.12	146	76
				2	14.0					
				3	10.0					
				4	10.0					
				5	10.0					

<中性化速度式>

$$y=b\sqrt{t}$$

y : 中性化深さ (mm)・・・実測値

t : 時間 (年)・・・経過年数

b : 中性化速度係数 (mm/√年)

一般的に内部鉄筋の腐食は、中性化の深さが鉄筋位置に達する以前に開始するといわれ、通常環境下では、鉄筋と中性化部分の距離が10mm以下になると、内部鉄筋の腐食が開始している事例が多いとされる。さらに、本橋梁は沿岸部に位置し、塩害等により腐食を生じやすい環境にあるため、計算以上の速度で腐食が進行する可能性もあり、維持管理の面で留意する必要がある。

次に塩化物含有量試験の結果、中央部、A2側ともに、表面からの距離が0~20mmの地点で最大の塩化物量を示し、それぞれ0.23kg/m³、0.18kg/m³であった。また、20mm以降の深さになると、全体的に塩化物量は減少していた。一般的に、塩化物量が0.3kg/m³以下の場合には、塩害を生じる恐れは低く、本橋梁は塩害の進行が進んでいないと判断できる。

次に圧縮強度試験の結果は、中央部が

45.9 N/mm²、A2側が39.3 N/mm²であった。設計基準強度は、24 N/mm²のため、条件を満たしており、構造上の問題はないといえる。

コア採取による各試験の結果、コンクリートの性能や構造上の問題点は見つからなかった。そのため、ひび割れは、誘発目地によるものであると推測される。また、遊離石灰の析出は、路面からの雨水の影響で防水機能等に劣化が生じたことが起因するものと推測される。現段階ではコンクリートの劣化は進んでいないが、今後、飛来塩分等の影響により、劣化が促進される可能性があることから、本工事では、ひび割れ充てん工によりひび割れの補修を行い、経過観察を行うことにする。

7. 防水機能の補修

遊離石灰が生じている箇所は、歩道下部分であるため、歩道の防水機能の劣化が遊離石灰に影響していると推測される。

防水層は、大きくシート系、塗膜系、舗装系の3種類に分けられる。一般的にシート系防水層は、品質が安定している。しかし、今回の施工区間は、橋梁延長107mのうち直接床版へ影響を与えている79mの施工を計画しており、既設の防水層との取付けの際、施工性が悪く、継ぎ目が弱点となりやすい。そのため、本工事では、塗膜系床版防水層を採用した。



<図5 塗膜系床版防水層の層構成>

また、滞水等により、防水層や床版へ影響を及ぼす可能性があることから、導水パイプ、導水テープを設置し対応することとした。

8. まとめ

本工事では、現場塗装工においてRc - III塗装系を採用している。Rc - III塗装系は、Rc - I塗装系に比べ塗膜の耐久性が大幅に劣るため、維持管理において早期の補修を行う必要がある。また、本橋梁は沿岸部に位置し、特に主桁部分に塩分の影響を受けやすいため、個別施設計画に基づく点検・診断を確実に実施するとともに、防食下地が健全な段階で、早期の塗装替えが必要である。

床版については、本調査において異常が見受けられなかったが、塩害等により、内部鉄筋への影響や床版ひび割れが促進される恐れがあるため、維持管理に注意する必要がある。

9. 終わりに

今回は、林道における橋梁の改修（塗装替）工事について紹介した。林道でアーチ橋という特殊橋梁を扱うことは珍しいが、基本的には、市道等主要道路の工事を準用して施工される。しかし、林道は森林法に沿って施工する必要があるため、コスト管理、施工方法の選定など柔軟に対応し、施工を行う必要がある。また、鋼構造物は、環境条件への配慮が必要であり、特に沿岸部では、飛来塩分による影響を受けやすいため、設計、施工、維持管理のすべてで留意する必要がある。今後、個別施設計画策定による5年に1度の定期点検を行い、安全・安心な交通が図れるよう効率的な長寿命化対策を行っていききたい。

<参考文献>

- ・鋼道路橋防食便覧 平成26年3月
(公益社団法人 日本道路協会)