

道路構造物における長期品質確保 の取り組みについて

小原 和彦

四国地方整備局 道路部 道路工事課 (〒760-8554 香川県高松市サンポート3-33)

道路構造物の新設後、初期に生じた軽微な変状が起点となり、やがて重大な損傷に進展していくことから、新設直後のみならず一定期間経過後の品質を確認、評価し、施工品質に起因する初期の変状や損傷要因を排除することで、長寿命化を図る事が可能となる。

本稿では、道路構造物の長期品質確保による維持管理の効率化とライフサイクルコストの縮減を目的に試行している、鋼橋上部工、アスファルト舗装及びトンネル覆工コンクリートを対象とした、長期保証制度への取り組みについて報告する。

キーワード 長期保証制度、長寿命化、インセンティブ、鋼橋、アスファルト舗装

1. はじめに

道路構造物の施工品質の確認は、施工時における段階確認や完成検査によって実施されてきた。しかしながら、供用後の点検時において、早期の変状が確認されるケースも少なくない。長期間の使用が前提となる道路構造物においては、初期品質を確保し、重大損傷の起点となる軽微な変状を可能な限り抑制することは、長寿命化の観点からも有効な予防保全対策となり得る。

また、平成26年6月に改正された「公共工事の品質確保の促進に関する法律」において、発注者の責務として「必要に応じて完成後の一定期間を経過した後において施工状況の確認及び評価を実施するよう努めること。」と定められた。

これらを踏まえ、各種道路構造物を対象に、一定期間経過後における変状等の程度を保証基準とした、新たな調達方式の試行を進めているところである。

本稿では、試行に際し検討した、長期保証基準の設定やインセンティブの付与といった、技術基準や制度面での取り組みについて報告する。

2. 長期保証と瑕疵との違い

長期保証制度は、通常の瑕疵とは異なり、あらかじめ仕様書等で定める性能指標に対して、長期の保証を求めるものである。保証を付すことにより、従来と同じ材料でより丁寧な施工や品質管理を促し、完成検査時点では確認できない一定期間経過後における変状や損傷要因を排除し、構造物の長寿命化を図ることを目指している。

一方、瑕疵における欠陥とは、「正常な状態が欠けていること、本来有すべき機能を有さないこと」で、材料、施工に過失がある場合であり、損害賠償や指名停止、工事成績の減点等の措置が講じられるのに対し、長期保証は、「本来有すべき機能は確保されている状態であること」を前提に、その上で長期品質確保の観点から「一定基準（保証内容）以下の状態であること」（＝性能不良）を避けるものと定義していることから、過失がない場合でも免責事項に該当しなければ、保証金（違約金）や回復措置等の対象とはなるが、指名停止や減点等の措置は講じられない（表-1）。

表-1 長期保証（アスファルト舗装）と瑕疵との違い

	期間	通常使用	過失有無	措置
長期保証	5年	可能	材料・施工に過失無し	保証金または回復措置
瑕疵	2年または10年(故意, 重大過失)	耐えられない	材料・施工に過失有り	損害賠償、指名停止、減点

3. 鋼橋上部工の長期保証について

長期保証で求める性能指標については、その指標が施工品質に起因する変状であり、かつ客観的に評価でき、さらに、その変状を抑制する事が長期の健全性を担保するという技術的根拠を有さなければならない。

そこで、新設の鋼橋上部工事を対象とした長期保証制度の導入にあたり、初期変状の実態を踏まえたうえで、品質確保に取り組む部位やその内容、指標値といった具体的な性能指標や契約制度設計について意見を伺うため、

学識経験者や専門家等で構成する「鋼橋の長期品質確保に関する検討委員会」（以下、「委員会」と称する。）を平成26年度に開催し、事務局案について助言を頂いた。

(1) 初回定期点検結果の分析

初期変状の実態を把握するために、供用後2年以内に実施する初回点検結果を用いて、四国及び近隣他地整の鋼橋232橋を対象に分析を行った。

最も多い鋼部材の損傷は、橋梁形式、床版形式に関わらず、「防食機能の劣化」及び「腐食」であり、約54%の橋梁は主構造に「防食機能の劣化」が発生し、約27%の橋梁で「腐食」が発生しており、初回点検時において既に損傷が生じている状況である（図-1）。

「防食機能の劣化」が進行して「腐食」に至ることから、主桁の「防食機能の劣化」に着目して、どのような場所で発生しているか分析したところ、耐候性仕様、塗装仕様に関わらず桁端部に多く発生しており、桁端部の発生率は中間部の2.2倍である。また、耐候性仕様、塗装仕様に関わらず、発生率は同レベルであった（図-2）。なお、同様に構造別床版別に発生率を整理したが、各形式に関わらず、中間部に比べ桁端部の発生率が高いという結果であった。

(2) 損傷の要因分析

桁端部の主桁に発生した「防食機能の劣化」損傷に着目して、損傷状況や点検調書の所見等の記載内容から、損傷に至った要因について推定した（図-3）。

損傷の発生要因としては、①「部分的な漏水・滞水」や②「伸縮装置の防水不良」といった水に起因するものや、③「当て傷」、④「エッジ部の塗膜厚不足」といった施工に起因するものが多い。また、耐候性鋼橋の桁端部は通常塗装仕様とすることから、この結果より、耐

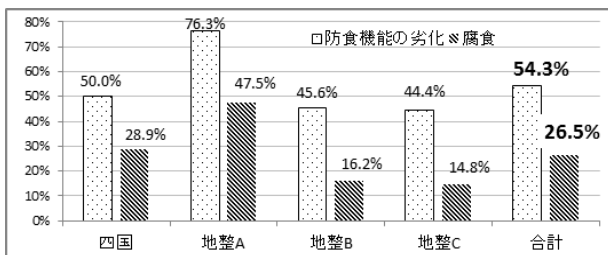


図-1 主構造に各損傷が発生している橋梁の割合

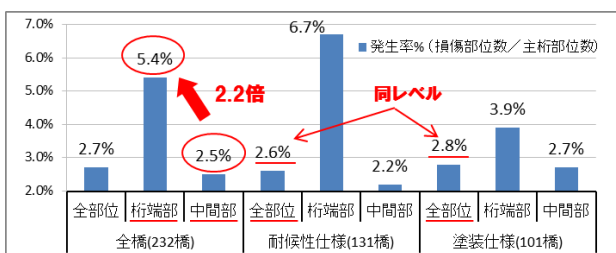


図-2 主桁に「防食機能の劣化」が生じた部位の発生率

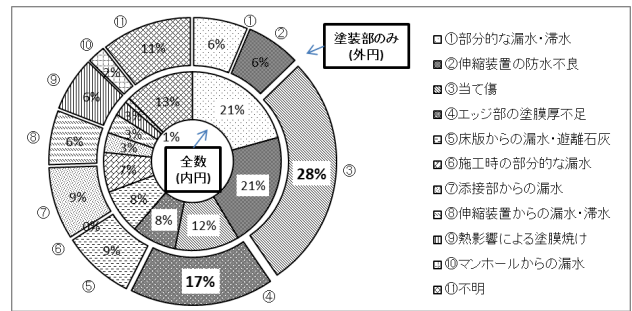


図-3 桁端部の主桁に生じた「防食機能の劣化」の発生要因

候性鋼材の損傷を除き塗装部のみを対象とした場合、③「当て傷」、④「エッジ部の塗膜厚不足」が多い結果となった。

つまり、損傷の多い桁端部においては、施工品質に大きく左右される、「当て傷」や「エッジ部の塗膜厚不足」による損傷が多いことがわかる。

これらの分析より、Ⅰ. 桁端部における塗装箇所の初期変状は、塗膜厚不足や当て傷が主な要因であり、何らかの変状が伴わない限りは健全な状況である Ⅱ. エッジ部やボルト部における塗膜厚確保に留意が必要 Ⅲ. 当て傷については、検査時に受発注者間で確実に確認する必要がある Ⅳ. 鋼橋上部工事以外の床版や伸縮装置に起因する損傷も見受けられる Ⅴ. 添接板やマンホール等からの漏水が起点となることから、構造面での検討も必要との知見が得られた。

(3) 長期保証指標の設定

これらの分析を踏まえ、長期保証工事のモデル案を委員会に示した。

長期保証の対象範囲は、初期損傷の発生確率が高い桁端部とし、桁端部の定義は、支承を含み、桁端部より下部工幅前面ラインもしくは桁高の大きい方の範囲とした。これは、耐候性鋼橋の重防食塗装仕様の範囲と同様であり、箱桁の場合は内面部も含むこととしている（図-4）。

長期保証の期間は、全国の橋梁点検の分析結果から初期損傷の多くが供用後2年程度で現れていること、また、

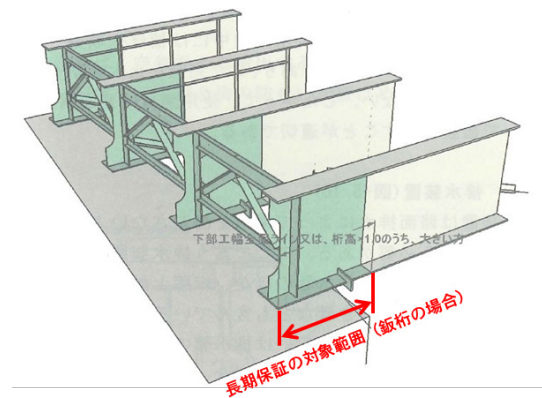


図-4 長期保証の対象範囲（耐候性鋼橋梁の手引き¹⁾）

鋼橋上部工事と同時に施工される合成床版等のコンクリートの乾燥収縮が概ね3年程度で収束することから完成後3年とした。

次に、長期保証の内容については、「腐食（さび）が無いこと」かつ「塗装のはがれが1dm²の範囲において、1cm²未満であること」とした。鋼道路橋防食便覧²⁾では、重防食塗装系の塗膜を維持するために重要なことは、下地のジンク層の健全性と上塗り塗膜の状態を把握することが重要とされており、さびの発生が無ければ下地は健全であると推定できることから「腐食（さび）がないこと」と定義している。

また、外観上のみならず、塗膜の防食性能の低下に直結することとなる「はがれ」の評価については、鋼道路橋防食便覧より、等級3から評価できることからはがれの面積1%を採用している。

欠陥の量を表示する等級3の根拠として、JIS K 5600-8-1において、1%の分母は「1～2dm²の試験表面に関して」とあることから、はがれの大きさは、1dm²（10cm×10cm）の範囲において1cm²未満（1%未満）とした。

また、初期変状の分析結果より、添接板やマンホール部等からの漏水による損傷が要因となっているケースが多く確認されたことから、長期保証を付すのとあわせて、発注者の費用負担により、桁端部の腐食防止に関する細部の設計変更を認めることとし、受注者の高い技術力を活かし、受発注者間で対策案を検討していくことが可能となるよう配慮している。

なお、長期保証に際しては、天災や事故等といった、受注者の責に帰すことができない事象により変状が生じた場合の免責事項も設けており、完成から3年後に完成後技術検査等によって保証値の確認を行い、その判定にあたっては、今後設置する長期保証判定委員会（案）により評価を行うことを想定している。

(4) 新たな調達方式について

長期保証を補完するものとして、一括発注方式の検討についても委員会においてご意見を頂いた。

これは、鋼橋上部工事以降に施工される、床版施工時等の当て傷や舗装工事とあわせて施工される、伸縮装置からの漏水に伴う初期不良等も確認されることから、鋼橋上部工事から舗装工事までを一括して発注する方式や、施工時から維持管理を意識することにより品質向上を狙う、維持管理付き工事等を提案した。

このような長期品質確保に資する発注形態のあり方についても、今後さらなる議論が必要と考えている。

4. 新設アスファルト舗装長期保証工事におけるインセンティブについて

(1) アスファルト舗装の長期保証制度の概要

表-2 アスファルト長期保証工事の保証基準値等

指標	保証基準値	試験方法	試験頻度
引渡し後5年後における路面のわだち掘れ量	各測点の最大値が20mm以下	横断プロファイルメーター試験方法又は路面性状測定車による測定	各車線毎に20m間隔で測定
引渡し後5年後における路面のひび割れ率	各測点の最大値が20%以下	スケッチによる方法又は路面性状測定車による測定	各車線毎に20m間隔で測定

平成24年度以降に発注する新設アスファルト舗装工事については、原則、長期保証工事の対象として試行している。

長期保証の指標項目としては、現在、維持修繕の判断の目安としている、わだち掘れ量及びひび割れ率とし、これまでの舗装の実態を踏まえ、5年後におけるわだち掘れ量20mm以下、また、5年後におけるひび割れ率は20%以下を保証基準値としている（表-2）。

これは、各指標の平均値とこれに対する標準偏差値から平均値+2σの値を用いて近似式を求め、5年後の数値を算出した結果である。

保証基準値を満足しない場合は、回復措置や保証金の請求を行うこととしているが、ペナルティを与えることが主目的ではなく、十分達成可能な数値として運用しているところである。なお、保証基準値の確認は発注者が行うこととしているが、その結果に不服がある場合は、受注者による再測定や第三者を含む評価委員会において再評価することが可能である。

(2) インセンティブを付与する技術基準の設定

このように、回復措置や保証金といったペナルティは定められているものの、長期保証基準値を満足することによる受注者のメリットはなく、長期保証の対価として、良い仕事をした受注者へインセンティブを付与する取り組みが求められた。インセンティブを付与することで、受注者のモチベーションの向上やさらなる技術力を引き出すことも期待できる。

そこで、長期保証基準値達成者の中でも優良な施工業者に対して、インセンティブを付与する基準について検討を行った。まず、管内における舗装実態を分析し、インセンティブを与える範囲について整理した（図-5）。

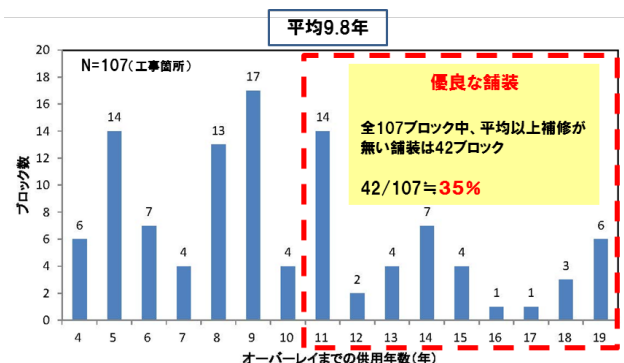


図-5 管内における舗装実態 (H元～H24全舗装工事)

アスファルト舗装の舗設完了後から、修繕（オーバーレイ）に至るまでの供用年数を確認したところ、平均約10年であり、平均以上補修を行っていない場合を優良な舗装と考え、その割合は35%となることから、上位35%を付与する範囲とした。

次に、基準値を設定するにあたり、新設5年後の路面性状調査データより、補修が無い箇所を抽出し、わだち掘れ量及びひび割れ率をプロットした(図-6)。

補修に着手する理由は、わだち掘れによるものが多いことから、わだち掘れ量の数値実績より、保証基準値を満足している上位35%の範囲として、わだち掘れ量を10mm以下と決定した。また、ひび割れ率についても補完項目としていることから、わだち掘れ量と同様に保証基準値の半分の値である10%以下とした。

なお、わだち掘れ量のみを指標とすることも考えられたが、わだち掘れ対策のみを意識して、過度に硬い合材を使用する等により、ひび割れが生じやすくなる可能性があるため、両指標値を設定している。

(3) 優良施工者の認定とその取扱いについて

インセンティブは、工事成績に加点するものとした。

長期保証基準値が優良（わだち掘れ量10mm以下かつひび割れ率10%以下）であったものに対し、長期保証優良施工工事認定書（仮称）を発行（有効期間2年）し、認定書有効期間内に、四国地整発注のアスファルト舗装工事に参加する際に、認定書を提出すれば、企業及び技術者の完了時の工事成績評定点に加算（2点を予定）し、入札時に評価することとした。

なお、当該工事成績によっては、一律に適用すると企業にとって不利益となる場合も想定されることから、企業からの申請により適用することとしている。また、優良施工者の認定に際しては、公平を期すため、別途組織する認定委員会等において承認を得ることを考えている。

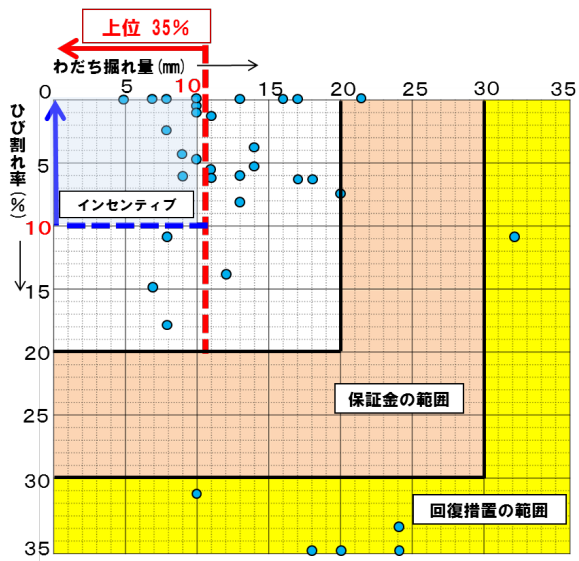


図-6 インセンティブを与える基準値の範囲設定

5. トンネル覆工コンクリートの長期保証

コンクリート片落下による第三者被害が相次いでおり、トンネルもその例外ではない。過去に建設されたトンネルにおいては、覆工コンクリートのうきやはく離等の変状が進行し、遂には落下して被害に至るケースが多いが、このような損傷は、通行車両の安全性が確保されていないといった本来あるべき機能を有していない状態であると考えられ、瑕疵として取り扱うべき事象である。

そこで、指標の設定に際しては、耐久性に直結し、丁寧な施工により避けることが可能である、ひび割れの幅や長さに着目して指標を設定し、平成26年度より試行工事を実施している(表-3)。

表-3 T N覆工コンクリート長期保証工事の保証基準値等

指標	保証基準値	確認方法
引渡し後3年後における覆工コンクリートのひび割れ（目地内を除く）	①ひび割れ幅の最大が3mm未満	道路トンネル定期点検要領（平成26年6月 国土交通省道路局国道・防災課）による方法
	②ひび割れ長さが5mを超える場合はひび割れの最大幅は1mm未満	
	③半月状のひび割れがない	
	④幅0.3mm以上のひび割れによるブロック化がない	

6. おわりに

完成検査時点では、その性能を評価することができない長期品質の確保といった観点、また、コストをかけずに良いものを作ることにより、適切に評価がなされ、受注者の品質に対する意識向上や更なる技術力向上も期待できる長期保証制度は、今後も拡大していくことが予想される。

一方、保証基準値をクリアするためやインセンティブを得るために、受注者が過度な負担を行うといった、技術ダмпingやオーバースペックに繋がることは避けなければならない。

道路構造物を対象とした本制度の取り組みは始まったばかりであり、保証期間満了後の性能は未だ確認されていないことから、保証基準の妥当性や長期品質との関係性について、適宜分析、フィードバックをしながら長寿命化に資するよう万全の対策で望みたい。

謝辞：鋼橋の長期保証の検討に際しては、「鋼橋の長期品質確保に関する検討委員会」の委員長並びに各委員の皆様をはじめ、鋼橋上部工の損傷実態を把握するため、近畿、中国、九州の各地方整備局に橋梁点検データの提供等のご協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) (一社) 日本橋梁建設協会：耐候性鋼橋梁の手引き，2013
- 2) (公社) 日本道路協会：鋼道路橋防食便覧，2014