

# 歩道橋の改良復旧（リノベーション）のための 補修補強ガイドラインの活用促進について

恩田 康之

元 関東地方整備局 道路部 道路管理課（〒330-9724 埼玉県さいたま市中央区新都心2-1）

現 関東地方整備局 長野国道事務所 交通対策課（〒380-0902 長野県長野市鶴賀字中堰145）

歩道橋は、車道を横断する歩行者等を、車道から立体的に分離することにより、横断者の安全確保を目的とする施設である。その約9割が鋼橋であり、経年劣化などにより塗装が剥離し、鋼材の表面に雨水などの水分が付着することで腐食する。この状態が酷いものについては、鋼材の厚さが不足したり欠損することで構造的に耐力がなくなるため、弱点となる箇所は、部分的に当て板等で補修を行っている。

本ガイドラインは、今までの原形復旧による補修補強ではなく、目標とする性能を超える、または副次的に他の性能を向上させることなどが、ライフサイクルコストの縮減も含めた経済性と両立して実施可能かどうかの検討を支援するものである。

キーワード 歩道橋、補修、補強、性能設計、改良復旧（リノベーション）

## 1. はじめに

### (1) 歩道橋の構造

歩道橋は、車道を横断する歩行者あるいは自転車利用者を単独に車道から立体的に分離することにより、車道横断者の安全を確保する施設である。（図-1）

道路橋や鉄道橋に比べ橋上にかかる荷重が小さいことから、鋼構造であるが、構成する鋼製の板厚は薄くなっている。



図-1 一般的な歩道橋のイメージ

特に床版については、一般的には、波形鋼製に無筋コンクリートを充填した形式が採用されており、他の要素と比べて板厚が薄い構造である。また、舗装に近接する要素であるため、浸水の影響を受けやすく、常に腐食環境の良くない状況である。（図-2）

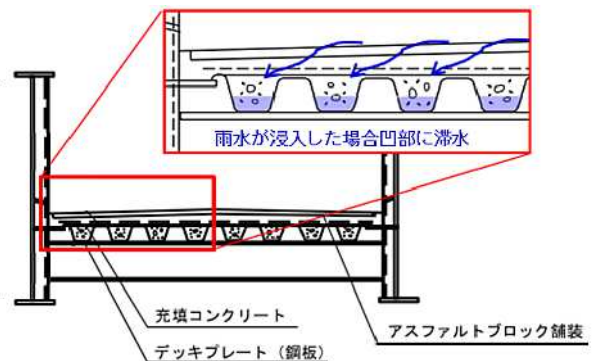


図-2 標準設計の床版構造断面図

### (2) 歩道橋の老朽化に関する現状

現在、関東地方整備局が管理する歩道橋は、約1,300橋あり、その特徴として約9割が鋼橋である。定期点検（1巡目）の結果では、約3割にあたる約370橋が「歩道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（健全性Ⅲ）」と診断されている。

## 2. 歩道橋の劣化・損傷

### (1) 第三者への影響

主要部材である、主桁、横桁、床板、橋脚等が損傷すると、歩道橋の利用者だけでなく、立体横断施設である

ことから、その歩道橋の下を通行する車両や通行者など第三者被害に直結する可能性は高く、また、比較的短い時間で部分的な欠損から破断に至る可能性がある。(図-3)



図-3 床版の補修跡と落下した補修部材

## (2)劣化・損傷の原因

損傷の主な原因は、鋼板の腐食によるものであるが、発生する原因として、土砂やゴミ等が排水柵や配水管内に堆積することで、排水不良となり、そこから腐食がはじまり、排水施設が損傷する。(図-4) その損傷箇所から付近の主桁等の主要部材へ雨水が回り込むため、腐食損傷が更に広がっていくことになる。



図-4 土砂の堆積と排水施設の損傷状況

## (3)近接目視では進行が確認できない損傷

近接目視による確認では、損傷の状況を把握することが困難である床版内部においては、歩道橋面上の舗装が傷んだひび割れ部や継ぎ目部の隙間から浸入した雨水によって、構造的にも耐水しやすいことから、デッキプレート内に充填したコンクリートが、土砂化(コンクリートが骨材とモルタルに分離し、土砂のような状態)となることで強度が低下する現象が起きている。(図-5) こういう状態になると、劣化した床版を除去して新しい床版の設置が必要となる。また、床版の土砂化によりその後も、じわじわと水の浸透が広がることにより、デッキプレートの腐食した箇所から、広範囲に鋼板の腐食が生

じる事象が発生している。(図-6)



図-5 床版内部のコンクリート土砂化



図-6 広範囲に腐食した床版

## (4)大規模な損傷

明確に危険だと分かる損傷事例であるが、主桁と階段桁とを接続しているヒンジ構造(フック)が腐食し、大きな地震により破断してしまい、階段桁が歩道に落下するということが発生している。これは、歩道橋としての構造安全性が失われた状態であり、道路としての機能が損なわれると同時に、歩道橋の利用者や階段下の歩道通行者の安全が確保されていない状態である。(図-7)



図-7 階段桁の脱落・落下、階段フックの破断

### 3. 今までの補修補強

#### (1) 今までの対応

歩道橋の劣化や損傷が生じないように、塗装を定期的に塗り替えしたり、歩道橋路面や排水施設を清掃するなど日々の維持管理を行っている。

また、欠損した損傷箇所に対しては、鋼板の当て板を溶接するなど補修補強し、塗装を行う等の措置を行っているところである。(図-8)しかし、歩道橋全体の老朽化が進んでいることから、補修補強した箇所以外でも損傷が発生しやすい状況であり、維持管理費用も含めた検討が必要である。



図-8 当て板補修

#### (2) 今後必要とされる検討

歩道橋の劣化や損傷が拡大することで、大々的に構造を更新する検討が必要となるが、同様の構造で更新するだけでなく、ライフサイクルコストも含め総合的に考える必要があり、新たな検討として、形式的な原形復旧に依らない、改良復旧(リノベーション)の検討も選択肢となる。

この歩道橋の改良復旧(リノベーション)とは、補修補強の対策メニューの検討で、現状以前に目標として設定された性能が低下していると判断した場合に、その低下している部分を回復させるだけでなく、副次的な性能の向上も図ることができないかを検討するものである。

この新たな検討を支援することを本ガイドラインは目的としている。

### 4. ガイドラインの活用促進

本ガイドラインは、令和4年6月に関東地方整備局管内において運用を開始したところであり、直轄国道の道路保全に携わる職員や民間技術者を対象とした説明会の開催や全国の地方整備局等に対しても情報提供を行い、歩道橋の補修補強における検討支援や本ガイドラインの活用促進に取り組んできた。

令和4年度は、関東地方整備局管内の直轄国道の歩道橋の一部において、本ガイドラインに基づいて検討を行った補修補強設計を実施しており、今後はガイドライン

適用における課題等を把握しながら補修工事に向けて、引き続きフォローアップしていく。

### 5. ガイドラインの構成と検討の流れ

#### (1) ガイドラインの構成

本ガイドラインは、目標とする性能や前提条件・制約条件を設定する「準備編」、歩道橋の各要素と各構造の現在の状態から性能を確認する「確認編」、補修補強の必要性を判断して措置のための対策メニューを抽出する「補修補強編」で構成されている。

#### (2) 目標性能の設定

##### 1) 「耐荷性能」と「耐久性能」

「耐荷性能」とは、歩道橋が供用中に遭遇すると想定する状況に対して、どのような状態として存在することができるのかで評価できる。主に構造安全性、第三者被害の防止、復旧性などに関わる性能である。

「耐久性能」とは、耐荷性能が維持されることを期待する目標期間に対して、それが達成されることの時間的な信頼性を保証するものである。経年の影響などによって不可避免的に低下していく耐荷性能が、所要の水準を下回らない時間長さの信頼性である。

例えば、多くの歩道橋は、耐荷性能=鋼材の板厚、耐久性能=塗膜の厚さと置き換えて考えることができる。

塗膜が無くならない限り鋼材が腐食することはないといえる。図-9に示す範囲に納まるように(状態A、状態Bのように)塗装の維持管理を計画して、それらを目標として実行していくことである。

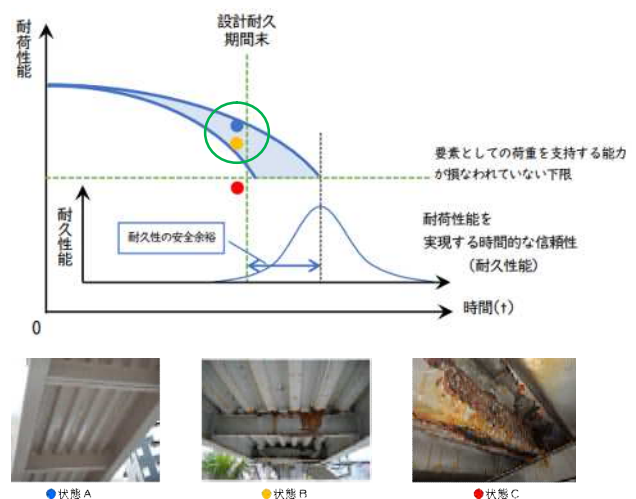


図-9 耐荷性能の性能曲線と耐久性能の信頼性との関係性

#### (3) 改良復旧(リノベーション)

補修補強の必要性の検討を行うフローチャートを図-



10に示しているが、補修補強、改良復旧（リノベーション）に係わる対策メニューを抽出し、経済性を含めた総合的な評価により、もっとも合理性のあるメニューを決定していく。対策メニューの実施に合理性を見い出せない場合は、対象としている要素及び構造を継続して利用してもよい。

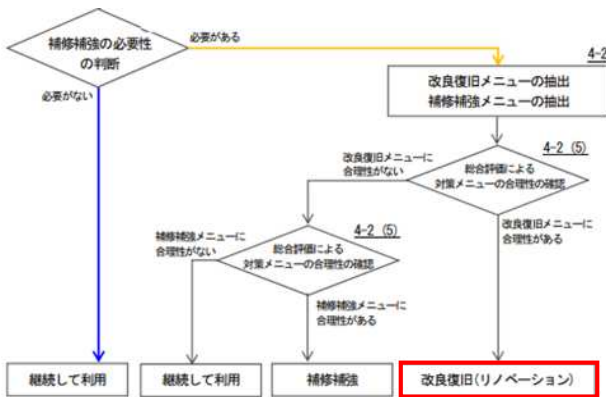


図-10 補修補強に関するフローチャート

改良復旧（リノベーション）の観点であるが、主桁と階段桁との接続部（ヒンジ構造）が腐食により破断している事例では、ヒンジ構造は橋面の雨水の排水経路にあることと、多くの材片を組み合わせているため、結果として狭隘かつ不可視部となり、腐食環境もよくない。上部構造(階段)は2つあるヒンジ構造のうち片方が破断しているため、構造として耐荷性能が失われている状態である。上部構造(階段)を支えるもう一方のヒンジ構造が破断しないうちに、ベント等により支えなければ、利用者および歩道橋下の第三者へ被害を及ぼす可能性があるため、緊急的に措置すべきである。

接続部の構造の見直しによる改良復旧（リノベーション）の余地の観点からすると、破断して耐荷性能が失われているヒンジ構造の耐荷性能を戻すことに併せて、耐震性能の向上、維持管理しやすい構造への見直し、第三者被害の可能性の低減をライフサイクルコストの低減を目的とした接続部の見直しを検討することが考えられる。

また、改良復旧（リノベーション）の具体的事例として、床版の土砂化が発生した場合は、補修補強ではなく床版の改修を検討することになる。従来形式の床版に更新した場合には工事の期間は長く、コストはかさみ、工事を行うための交通規制による通行車両や、歩道橋を通学、生活等で利用する通行者を迂回させるなど、その社会的な影響はととも大きい。

そこで、高耐食性の材料を採用する余地があるのであれば、初期費用は高いが、腐食しにくいステンレスやアルミニウムや腐食しないFRPなどを採用した場合は、材料単価のみならず、加工費や市場性などを鑑みても床版と

しての費用は従来形式に比べて高価となる傾向ではあるが、ライフサイクルコストを考えると経済的であり、目的とされる2つの性能が向上するとともに、軽量化されることから耐震性という副次的な性能向上も図ることができる。（図-11）



図-11 高耐食性材料の床版への更新

## 6. まとめ

本ガイドラインでは、補修補強で必ず改良復旧（リノベーション）を導入するというのではなく、「その余地（適用の可能性）の確認」をすることとしている。補修材が落下した事象では、床版の事例のとおり、材料を採用できる等の余地があれば、初期費用は高くとも、ライフサイクルコストによる経済的な合理性を説明しながら、目的である2つの性能向上とともに軽量化による耐震性という副次的な性能向上も図ることができる。

小学校統廃合などで通学路とならなくなったことにより、役割を終えた歩道橋の撤去がある一方で、多くの利用者が見込まれる歩道橋も数多くあり、適切な維持管理が求められている。今後は、維持管理への要求水準は確保しつつも、本ガイドラインを当面運用しながら合理的な維持管理へ取り組んでまいりたい。