短支間橋梁の安全性と診断

基礎知識

戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第 3 期
スマートインフラマネジメントシステムの構築
サブ課題 C　地方自治体等のヒューマンリソースの戦略的活用

目　次

1．本書の目的 3
2．橋梁維持管理の現状 3
2.1 橋梁の高齢化 3
2.2 定期点検制度 3
3．短支間橋梁の特徴と課題 3
3.1 地方自治体が管理する橋梁の特徴 3
3.2 短支間橋梁の維持管理における課題 4
3.3 溝橋の定期点検に関する参考資料 4
4．点検と診断 4
4.1 点検と診断の違い 4
4.2 安全性の考え方 4
5．実験による短支間橋梁の耐荷性能 5
6．劣化が耐荷力に及ぼす影響 5
7．安全性を把握する意義 6
8．関連資料 6

1. 本書の目的

本書は，地方自治体が管理する短支間橋梁（橋長 2～5m 程度の RC 床版橋および RC ボックスカルバート）の維持管理に携わる職員を対象として，橋の安全性の捉え方と，点検結果に基づく診断の基本的な考え方をまとめたものである．

土木の専門教育を受けていない職員であっても，橋の安全性について一定の根拠をもって判断できるようにすることをねらいとしている．具体的な評価の手順は，別冊「耐荷力マスターカーブ適用・評価マニュアル」に示す．

2. 橋梁維持管理の現状

2.1 橋梁の高齢化

我が国の道路橋の多くは，高度経済成長期にあたる 1970 年代を中心に建設された．このため，建設後 50 年を経過する橋梁が今後急速に増加する．限られた予算と人員で多数の橋梁を維持していくには，計画的かつ戦略的な維持管理が必要である．

2.2 定期点検制度

2012 年 12 月の笹子トンネル天井板落下事故を契機として道路構造物の点検制度が見直され，2014 年度から，橋長 2.0m 以上の道路橋について 5 年に 1 回の近接目視による定期点検が義務付けられた．2014～2018 年度に 1 巡目，2019～2023 年度に 2 巡目の点検が実施され，各道路管理者において長寿命化修繕計画が策定されている．

定期点検では，橋の状態を表 2.1 に示す 4 段階で判定する．

表 2.1　健全性の判定区分

区分	定義
I　健全	構造物の機能に支障が生じていない状態
II　予防保全段階	構造物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	構造物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	構造物の機能に支障が生じている，また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

3. 短支間橋梁の特徴と課題

3.1 地方自治体が管理する橋梁の特徴

全国約 73 万橋のうち約 9 割は地方公共団体が管理しており，そのうち市町村が管理する橋梁は全体の約 65%を占める．国や高速道路会社が管理する橋梁は橋長 20m 以上のものが多いのに対し，地方公共団体が管理する橋梁は橋長 2～3m のものが最も多い．これらの多くは RC 床版橋

またはRCボックスカルバートであり，健全性はおおむねIまたはIIと判定されている．

一方で，橋梁を担当する技術職員がいない自治体は約 25%に上り，今後さらに増加すると見込まれている．

3.2 短支間橋梁の維持管理における課題

以上の状況を踏まえ，短支間橋梁の維持管理には次のような課題がある．

(1) 限られた人員（非技術職を含む）で，多数の短支間橋梁をどのように維持管理するか．

(2) 安全性を確保しつつ，5 年に 1 回の定期点検をどこまで簡略化できるか．

(3) 既設の短支間橋梁はどの程度の安全性を有しているか．劣化の影響はどの程度か．

(4) 短支間橋梁はどのように破壊し，どの程度の荷重まで耐えられるか．

(5) 図面のない短支間橋梁の安全性をどのように評価するか．

3.3 溝橋の定期点検に関する参考資料

国土交通省は，2 巡目の定期点検の開始にあわせて「特定の条件を満足する溝橋の定期点検に関する参考資料」を公表した．同資料は，全面が土に囲まれた鉄筋コンクリート製の剛体ボックス構造（溝橋）を対象に，点検を効率化するための考え方と留意点を示したものである．

ただし，同資料では，点検の体制について相応の資格または相当の実務経験・専門知識・技術力が必要とされている．溝橋のような短支間橋梁であっても，非技術職の職員が健全性を判断することは容易ではなく，判断を支える仕組みが求められる．

4. 点検と診断

4.1 点検と診断の違い

点検は，ひび割れ，かぶりコンクリートの剥落，鉄筋の露出や腐食などの変状の有無と程度を把握する行為である．これに対し，診断は，点検で把握した事実から橋の性能，特に安全性を推定し，措置の要否と内容を判断する行為である．両者の違いを表 4.1 に示す．

表 4.1　点検と診断の違い

	点検	診断
目的	変状の有無・程度の把握	安全性の評価と措置の判断
主な内容	近接目視，打音，計測，記録	変状原因の推定，耐荷力の評価，健全性の判定，措置の選定
成果	点検調書（写真，損傷図）	健全性の判定区分，措置の方針

4.2 安全性の考え方

橋が安全であるとは，橋に作用する荷重（作用）に対して，橋が耐えられる荷重（抵抗，耐

荷力）が十分に大きいことをいう．本手引きでは，両者の比を安全余裕度と呼び，次式で表す．

安全余裕度 ＝ Pu ／ PD

ここに，Pu：限界耐荷力（kN），PD：作用荷重（kN）

作用荷重 PD の目安として，大型車（総重量 25t）による荷重 250kN を用いる（1t≒10kN）．安全余裕度が 1 より大きいほど，安全性に余裕があることを意味する．

健全性の判定区分は，主に変状の外観に基づいて定められる．外観上の変状があっても耐荷力に十分な余裕があれば，直ちに危険であるとは限らない．逆に，外観上の変状が小さくても，耐荷力を支配する部位（引張鉄筋など）が劣化している場合には注意を要する．変状が耐荷力にどのように影響するかを考えることが，診断の要点である．

5. 実験による短支間橋梁の耐荷性能

北陸 SIP では，スパン 2m，T-25 活荷重に対応する標準的な RC ボックスカルバートおよび RC 床版橋の試験体を製作し，健全な試験体と，かぶりコンクリートを除去した劣化模擬試験体の破壊実験を行った（2024 年度および 2025 年度）．結果を表 5.1 に示す．

表 5.1　破壊実験の結果（設計値 100kN）

構造形式	試験体	耐力	破壊形態
RC ボックスカルバート	健全	490 kN	頂版の押抜き
	下縁かぶりなし	410 kN	頂版の押抜き
RC 床版橋	健全（d＝220mm）	530 kN	上縁コンクリートの圧壊
	下縁かぶりなし（d＝220mm）	530 kN	上縁コンクリートの圧壊
	上縁かぶりなし（d＝190mm）	460 kN	上縁コンクリートの圧壊

実験から，次の知見が得られた．

(1) 耐荷力は，劣化の有無によらず設計耐荷力（100kN）の約 4 倍以上であった．

(2) 引張側（下縁）のかぶりコンクリートを除去しても，耐荷力はほとんど低下しなかった．

(3) 圧縮側（上縁）のかぶりコンクリートを除去して有効高さが小さくなると，耐荷力は約 15%低下し，剛性も低下した．

また，2026 年度には，令和 6 年能登半島地震で被災し撤去された宝達志水町の河川橋の PC 桁を用いて載荷実験を行い，桁 1 本で約 100kN の荷重を支えることを確認した．

6. 劣化が耐荷力に及ぼす影響

実験結果と鉄筋コンクリートの力学に基づき，短支間橋梁の主な変状が耐荷力に及ぼす影響と，診断の着眼点を表 6.1 に整理する．

表 6.1　変状が耐荷力に及ぼす影響と診断の着眼点

変状	耐荷力への影響	診断の着眼点
下縁（引張側）かぶりの剥落	小さい	鉄筋の露出の有無，露出した鉄筋の腐食
上縁（圧縮側）コンクリートの欠損	中程度（有効高さの減少）	欠損の厚さと範囲
引張鉄筋の露出・腐食	大きい（鉄筋量の減少）	腐食している本数と断面欠損の程度
鉄筋の付着切れ・定着不良	大きい	鉄筋の浮き，端部の定着
コンクリートの著しい劣化	大きい	広範囲の浮き，脆弱化
下部工（橋台・ウイング）の変状	上部工の耐荷力には直接影響しない	変状の進行，洗掘や沈下

短支間橋梁の耐荷力は主に引張鉄筋によって確保されている．したがって，点検では鉄筋の露出と腐食の状況を重点的に確認する必要がある．

7. 安全性を把握する意義

管理するすべての短支間橋梁について安全性を把握することにより，次のような効果が期待できる．

(1) 管理担当者が非技術職であっても，根拠に基づいて維持管理の意思決定を行うことができる．

(2) 健全性IIIと判定された橋について，補修工事に限らず，簡易補修や経過観察の強化を含めて措置を検討することができる．

(3) 補修が必要な橋どうしを安全余裕度で比較し，措置の優先順位を定めることができる．

(4) これらを通じて，維持管理費の縮減と平準化を図ることができる．

北陸 SIP では，図面がなくても構造形式とスパンから耐荷力を求めることのできる「耐荷力マスターカーブ」を用いた簡易評価法を提案している．

8. 関連資料

本書に関連するデジタル版手引きの資料を表 8.1 に示す．

表 8.1　関連資料

種類	名称
動画	短支間橋梁の安全性を把握する理由とは（基礎編）
動画	耐荷力マスターカーブを用いた安全余裕度の評価
文書	耐荷力マスターカーブ適用・評価マニュアル
PPT	耐荷力マスターカーブ（床版橋，ボックスカルバート），健全度IIIの判定フロー
PPT	体験講習会の実施状況，アンケート結果，導入事例（宝達志水町）