

横断BOX，パイプカルバート等の 点検評価方法に関する一考察

田中 弘司¹・三上 貴之²・藤原 千鶴³

¹中国地方整備局 岡山国道事務所 管理第二課 (〒700-8539岡山市北区富町2丁目19-12)

²中国地方整備局 岡山国道事務所 管理第二課 (〒700-8539岡山市北区富町2丁目19-12)

³中国地方整備局 岡山国道事務所 管理第二課 (〒700-8539岡山市北区富町2丁目19-12)

現在、橋梁、トンネル及び防災に関する点検判定方法は「点検要領（案）」として確立されている。しかし、横断BOXやパイプカルバート等の構造物については、一定の判定方法が定められているものの、統一的な「点検要領（案）」策定までには至っていない。また、部材重要度や第三者被害の可能性に対する評価も、十分検討されていない。

今後の適切かつ計画的な補修を実施していくために、道路管理者からの視点を考慮した定量的な点検判定方法について、検討を行った。

キーワード ボックスカルバート，パイプカルバート，施設点検，評価手法

1. はじめに

道路管理者は利用者の安全を図るため、構造物を安全に保つための対策（補修，補強，維持的作業等）を行う義務がある。

岡山国道事務所では、横断ボックスカルバートおよびパイプカルバートを対象として、平成10年度から平成12年度に初回点検を行った。初回点検時に用いた判定基準（初回基準）は、対象施設を概観したうえで対応レベルを3ランクに大別したものであり、具体的な補修計画の策定方針等については、言及されていなかった。

本論文は、道路管理者として適切かつ計画的な対策を行っていくにあたり、具体的な補修計画を立てやすくするため、点検手法・判断基準及び対策優先度の考え方について再検討を行ったものである。

2. 点検の現状と課題

(1) 従来の点検評価方法¹⁾

従来の点検評価方法は、対象施設を概観した後、表-1の判定基準に基づき、補修・補強の必要性を判断してい

表-1 初回点検時の判定基準（初回基準）

判定ランク	備 考
< 1 > 補修・補強が必要	損傷が著しく損傷の進行を防止するため、早期の補修・修繕の必要がある。 *床版クラック *コンクリート剥離 *鉄筋露出2本以上 *亀裂2mm以上 *沈下、変色、腐食等 *洗掘
< 2 > 二次点検が必要	損傷が認められ、早急の補修・修繕が必要なまでには至っていないが追跡調査が必要である。
< 3 > 定期点検	損傷が認められない、又は軽微な損傷が認められるが、損傷程度を記録しておく必要がある。

た。この際、損傷項目別・対象部位別に対する判定は行わず、あくまで構造物本体としての総合判定のみを行っていた。また、変状の位置や範囲を記録する展開図（スケッチ）については作成していなかった。

(2) 判定基準等の課題

初回時の判定基準は、維持管理の初期段階においては、管内の施設全体がどのレベルにあるかを把握することができ、有益な情報だった。しかし、実際に補修計画を策定する段階においては、必要とする判断材料が不足していることが判明した。

以下に、従来の点検評価方法の課題について列記する。

- ① 構造物本体としての総合判定のみを行う手法であり、損傷項目別の判定が行われていないため、対象構造物の危険部の把握が難しい。
- ② 判定ランクを決定する際の条件（変状の程度）が具体的でなく、判定に個人差が生じやすい。
- ③ 部材重要度や第三者被害の観点を取り入れていないため、対応のレベルを分けることができない他、優先順位を検討しにくい。
- ④ 本格的な補修・補強対策が必要な箇所と、維持作業の中で対応可能な箇所が混在しているため、同ランク内での優先順位付けが難しい。
- ⑤ 変状記録としての展開図が無いため、2回目以降の点検で変状の進行性を確認することができない。

以上の課題を整理すると、改善する内容は以下の4点に集約された。

- ① 損傷項目別の判定基準を設定していない。
- ② 総合判定基準が曖昧なため、個人差を生じやすい。
- ③ 補修計画の策定上必要となる、優先度検討の手法が示されていない。
- ④ 2回目以降の点検・補修計画を念頭に置いた、点

検記録の様式設定がされていない。

3. 課題に対する解決策

前述の課題に対する改善を図るため、事務所独自の「点検要領（案）」を策定し、今後の構造物点検を適切に実施するための基礎資料として整理した。以下に、その詳細を示す。

(1) 損傷項目別の判定基準（案）の設定

点検対象施設を評価するに当たっては、個別の損傷状況、損傷の位置、施設周辺の環境、利用者被害の可能性等を考慮する必要がある。これらの項目は総合判定時に相互に関係してくる。まず、その基礎資料となる損傷項目別の判定基準（案）を設定した。

損傷項目については、今回対象構造物である横断ボックスカルバートやパイプカルバートの特徴、また、他の構造物の点検要領（案）^{2) 3) 4)}等を参考に、以下の12項目を設定した。

表-2 損傷項目別判定基準（案）（4項目抜粋）

状況	大別	判定区分		
		A	B	S
種類		変状が著しく、応急対策を実施した上で補修・補強対策の要否を検討する必要がある場合。または維持工事で対応する必要がある場合。	変状があり、応急対策は必要としないが補修・補強対策の要否を検討する必要がある場合。または、維持工事で対応する必要がある場合。	変状はないが、あっても軽微で応急対策や補修を行う必要がない場合。
ひび割れ	部位部材			
	初期欠陥劣化損傷	幅0.2mm以上 and ブロック化したひび割れ	幅0.2mm以上、交差したひび割れ	幅0.2mm未満
浮き・剥離・剥落	部位部材			
	劣化	0.5㎡以上	0.5㎡未満	叩き落とし等により、剥落の可能性が無い場合
鉄筋露出	部位部材			
	劣化	1.0㎡以上	0.1㎡以上1.0㎡未満	0.1㎡未満
鋼材腐食	部位部材			
	劣化	腐食による断面欠損	孔食あるいは鋼材全周のうき錆がみられるもの	該当施設無し 表面的あるいは小面積の腐食

- ①ひび割れ
- ②浮き・剥離・剥落
- ③鉄筋露出
- ④豆板・空洞
- ⑤遊離石灰
- ⑥漏水・滞水
- ⑦鋼材腐食
- ⑧変形・移動・沈下・段差
- ⑨土砂堆積
- ⑩侵食（底盤部）
- ⑪欠損（車両衝突等によるもの）
- ⑫舗装の破損（凹凸・ひび割れ）

各損傷項目については、従来の点検評価方法に判定ランクの明確な分類基準が提示されていなかったため、上述の各種点検要領（案）や補修・補強指針等^{5) 6)}を参考に、定量的な指標も踏まえた損傷項目別判定基準（案）（表-2）を設定した。

また、この判定基準（案）については、基準値や写真を表の形式で整理し、現場に携行可能な様式にまとめている。そのため、現地で判断する際、精度の向上（均等化）が図れるほか、道路管理者による現地確認用資料としても利用可能なものになっている。

(2) 総合判定基準の再設定

定量的かつ道路管理者からの視点を考慮した総合判定を行うため、それぞれの判定基準について指標化を図り、(1)式による判定を行った。

$$X = x \times a \times b \times c \times d \dots (1)$$

- X : 総合判定点数
- x : 基礎点数（損傷度）
- a : 部材別重要度
- b : 環境別重要度
- c : 路線別重要度
- d : 被害別重要度

まず、前述した「損傷毎に評価した損傷度（A・B・S評価）」について得点化し、基礎点数とする。その基礎点数に対して、道路管理者からの視点を考慮した各種重要度（部材・環境・第三者被害等）を重み付け係数として掛け合わせる。以上により算出した総合点数から、最終的な判定を行った。作業の流れについて、図-1に示す。また、詳細な内容について以下に記述する。

a) 損傷度による評価指標（基礎点数 x ）の設定

前節の「損傷毎に評価した損傷度（A・B・S評価）」を指標化（ランク別のスコア設定）し、基礎点数とする。この基礎点数を元に、後述する各種条件の重み付けが反映され、同一ランク内での差別化を図ることができる。評価指標（スコア）は、重み付けを考慮しても評価ランクが入れ替わらないように点数設定を行った（表-3）。

b) 重み付け項目（ a , b , c , d ）の設定

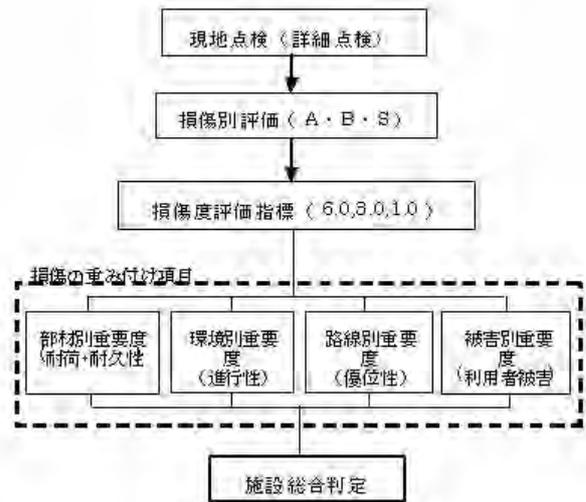


図-1 総合判定のフロー

表-3 損傷度の評価指標（基礎点数 x ）

損傷度判定ランク	評価指標（スコア）
A ：変状が著しく、応急対策を実施した上で補修・補強対策の要否を検討する必要がある場合。	6.0
B ：変状があり、応急対策は必要としないが補修・補強の要否を検討する必要がある場合。	3.0
S ：変状はないか、あっても軽微で応急対策や補修を行う必要がない場合。	1.0

表-4 重み付け項目一覧表

項目係数	部材別重要度（耐荷・耐久性）	環境別重要度（進行性）	路線別重要度（優位性）	被害別重要度（利用者被害）
×1.5	-	-	-	頂版にA評価の損傷があり、利用者被害（車両・歩行者）を及ぼす可能性が高いもの
×1.2	主部材（BOX本体、パイプ本体）	極めて厳しい（海浜、温泉地域）	極めて重要（緊急避難路等）	-
×1.1	2次部材（舗装）	厳しい（市街地、工場地域）	重要（主要幹線）	-
×1.0	付属構造物（照明、袖擁壁、周辺土砂）	普通（田園、山間地域）	普通（幹線）	その他

損傷に対する重み付け項目としては、道路管理者からの視点を取り入れ、部材別重要度（ a ）、環境別重要度（ b ）、路線別重要度（ c ）、被害別重要度（ d ）の4項目を設定した。各項目の判断内容一覧について、表-4に示す。

部材別重要度（ a ）については、損傷発生箇所を主部材や副部材で分類することにより、構造物本体として緊急的に補修する箇所に重み付けを図った。

環境別重要度（ b ）については、周辺環境を塩害地域等で分類することにより、損傷進行性に対する重み付けを図った。

路線別重要度（ c ）については、対象路線の緊急時優先度を分類することにより、優位性に対する重み付けを図った。ただし、岡山国道事務所の管理路線はすべて緊急輸送道路に該当しているため、現時点では差別化しに

くい項目となっている。

被害別重要度（*d*）については、第三者被害が想定される部分について重み付けを行った。第三者被害については、道路管理者として特に留意しなければならない項目であり、重要性・緊急性が高いため、係数を大きく設定している。

c) 施設の総合判定

総合判定については、損傷度の評価指標（基礎点数）に重み付け項目係数を掛け合わせた総合点数（*X*）により、表-5の指標で判定した。重み付けを行った結果、各ランクに対してスコアに幅が生じるため、同一ランク内においても、対策の重要性・緊急性を評価できるようになった。また、「舗装の補修」、「目地材の抜け落ち対応」や「土砂撤去」のように、通常の維持対応となるものについては、括弧を付けた表示をすることで補修・補強対応の損傷と区別がつくように設定した。

(3) 補修・補強対策の優先度検討手法の設定

補修・補強対策の優先度については、損傷度評価指標と重み付けによる総合判定の結果、いくつかの優先すべき施設グループとして分けることができた。しかし、施設個別の優先順位の設定までには至らないため、判定ランク別（Aランク・Bランク）に総合判定の補正計算を行い、施設の対策優先順位を設定する手法を検討した。

優先順位付けの手法としては、単位延長あたりの判定箇所数で評価する考えを採用した。この係数を総合判定点数に加味することで、対策必要な損傷箇所数が多い構造物や、損傷面積の広い構造物が上位へ抽出される。

なお、Bランクと評価された箇所については、全てのB評価箇所を対象とするのではなく、今後コンクリートの劣化を促進させる可能性がある「漏水箇所」及び「錆汁箇所」に着目し、評価を行った。

a) A判定施設のスコア補正方法

A判定施設については、(2)式により、単位延長あたりのA判定数で評価した。

$$X + \left(\frac{\text{A判定数}}{\text{施設延長}} \right) \cdot \dots \cdot \dots \cdot (2)$$

X : 総合判定点数

ただし、維持対応となる（A）判定については、この補正を適用しないこととした。

b) B判定施設のスコア補正方法

B判定施設については、単位延長あたりの漏水箇所数((3)式)及び錆汁箇所数((4)式)で評価した。

$$X + \left(\frac{\text{漏水B判定数}}{\text{施設延長}} \right) \cdot \dots \cdot \dots \cdot (3)$$

X : 総合判定点数

表-5 総合判定ランク（総合判定点数 *X*）

ランク	スコア
A : 構造物の安全性に問題があると予想されるため緊急な対策が必要。 (A) : 通常の維持対応となる「舗装の補修」、「目地材の抜け落ち対応」、「土砂撤去」、「流入管の目詰まり対応」は(A)表示とする。	6.0以上
B : 放置すると変状の進行及び破損等が予想されるため対策の検討が必要。	3.0~6.0
S : 変状進行の防止が必要。定期的な点検で対応できるもの。	1.0~3.0

$$X + \left(\frac{\text{錆汁B判定数}}{\text{施設延長}} \right) \cdot \dots \cdot \dots \cdot (4)$$

X : 総合判定点数

(4) 点検記録様式の作成

従来の点検評価方法では、変状記録としての展開図が作成されていなかった。2回目点検以降から、変状の進行性について判断できるようにするため、点検記録様式の策定を行った。様式の作成にあたっては、橋梁定期点検要領（案）²⁾ および道路トンネル定期点検要領（案）⁴⁾ を参考にした。

4. 解決策実施後の評価

損傷項目別の判定基準（案）については、定量的な基準や例示資料を設けた様式にしたため、技術レベルの異なる点検者が現地で判断しても、評価の差異はほとんど無くなることが確認された。

総合判定基準の再設定については、道路管理者として留意すべき項目の重み付けを行い、判定基準の指標化を図ったため、定量的な判定方法を策定できた。ただし、環境別・路線別の重み付け項目については、地域性を考慮した場合、ほとんどが同じ条件になる可能性がある。そのため、係数の判定内容について、一部精査が必要だと考える。

これらを踏まえ、本点検要領（案）により、最終的な優先度の判定を行った結果、第三者被害を生じやすい損傷や、構造物本体として補修・補強の必要な箇所が上位に上がった。同ランク内においては、頂版部の鋼材腐食（図-2）や、パイプカルバートの継ぎ手部段差（図-3）等が上位に抽出され、路面補修や土砂撤去のような維持的な対応で済むものについては、下位に挙がる傾向が見られた。

以上のことから、本点検要領（案）による構造物の点検判定手法は、概ね妥当であったと考える。

5. 今後の課題とその改善方策（案）、他の現場・事例への活用提案等

今回検討した評価手法は、道路管理者の視点から、第三者被害の可能性や部材の重要度等に注目して設定を行ったものである。

今後、施設の補修段階においては、よりの確な地域性の考慮や、補修方針の計画立てが必要になるため、地域の実情と道路管理者としての視点を一致させるような評価手法を再検討することも必要である。

また、維持管理的な作業で済む箇所については、その作業頻度についても検証する必要があるため、作業履歴を記録・継承していく方法についての検討も必要である。

近年、点検結果を基にアセットマネジメントへの展開が図られる事例が増えている中、変状の種類・程度を明確に分類（判定）した上で適切な記録を残すこと、及び変状の原因を特定することなどは非常に重要な資料となる。これらのデータを蓄積し、その成果を適宜活用していく流れを構築することにより、劣化予測の評価精度が向上し、将来的には合理的なアセットマネジメントシステムの構築に寄与するものと考えられる。

6. 参考文献

- 1) (財)道路保全技術センター：平成 11 年度 岡山道路施設総合点検業務 報告書
- 2) 国土交通省道路局：道路トンネル定期点検要領（案）
- 3) (財)道路保全技術センター：道路施設点検調査マニュアル（案）



図-2 頂版部の鋼材腐食事例



図-3 パイプカルバートの継ぎ手部段差

- 4) 国土交通省道路局：橋梁定期点検要領（案）
- 5) (社)日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧
- 6) 日本コンクリート工学協会：コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針 2003