

トンネルのデザインとマネジメント(8)

わが国における米国交通省トンネル点検システムの適用可能性の検討

金沢工業大学(現,熊谷組) ○学生員 藤田 昌宏
 金沢工業大学 正会員 木村 定雄
 パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 安田 亨

1. はじめに

高度成長期に建設されたインフラは老朽化が進んでおり,厳しい財政制約の中でその対応に要する費用は将来,確実に増加し集中することが予想される.中でも道路におけるトンネル構造物は,建設後50年以上経過したものが今後急速に老朽化すると予想され,トンネル構造物の合理的かつ効果的な運用が重要な課題となっている.国外に目を向けてみると,米国では一足早くこのような状況を迎えたため,経済性・効率性・有効性を追求する「アセットマネジメント」の導入や,マネジメントの高度化を実現するためのツールとなる各種システムの開発が先進的に進められており,わが国で注目が高まってきている.

そこで,本報告は山岳道路トンネルを対象として,米国交通省と国内とで実施されている点検・評価手法の比較を行い,それらの評価特性を検討した.

2. ONE DOT と維持管理便覧の健全度評価の概要^{1),2)}

ONE DOT「Highway and Rail Transit Tunnel Inspection Manual」と国交省「道路トンネル維持管理便覧」は,ともに点検者がトンネル変状に対して,覆工などの健全性を評価している.そこで,両者の判定区分や判定に至るまでの判定項目等をみると,ONE DOTは部材構成材料や工法別に,早期補修の必要性の判定に主眼を置いて点検を行っているのに対して,維持管理便覧では「利用者に対する安全性」や「変状の程度や原因」などに主眼を置いた判定をしており,この点が両者の基本的な差違と考えられる.また,ONE DOTでは維持管理便覧のように変状原因に応じた判定基準項目(外力判定,材質劣化判定,漏水判定)を定めておらず,補修を必要とする大きな覆工の欠陥が評価に大きく影響を与えられられる.さらに,判定区分と判定項目の関連をみると,ONE DOTでは判定項目に対する判定の目安は定められてはいるものの,判定項目と判定区分(Condition Codes)との関連性が明確にされていない.その一方,維持管理便覧では判定項目・判定目安と判定区分の関連性がある程度明確に示されている.

このような考え方の違いから,ONE DOT と維持管理便覧の点検・評価を一概に比較することは難しいが,ONE DOT と維持管理便覧の評価特性の違いを明らかにするために,判定区分,判定項目,判定目安を相互に比較することとした.

3. 判定区分の具体的比較

ONEDOT と維持管理便覧の判定区分を表1に示す.表1はONE DOTのCondition Codesと維持管理便覧の判定区分の内容をできるだけ一致させるようにして,両者を比較して示したものである.なお,維持管理便覧の判定区分は日常点検結果の判定ではなく,標準調査を経た後の健全性評価段階の結果のものとしている.

4. 点検データを用いた評価手法の特性

ONE DOTの各判定項目とその判定目安を表2に示す. ONE DOTに示される判定項目ごとの判定目安は,minor, moderate, severeの3段階となっている.しかしながら,

表1 ONE DOT と維持管理便覧の判定区分の比較

ONE DOT Condition Codes	維持管理便覧(調査) 判定区分
0 危険な状態: 使用限界を超えており, 修復が不可能である.	
1 危険な状態: 即時の閉鎖を要求する. 調査は構造を回復する可能性を定めるために行われるべきである.	
2 深刻な状態: 道路・鉄道交通供用を維持するため, 早急な大規模補修が必要とされる.	3 A 変状が大きく, 通行者・通行車両に対して危険があるため, 直ちにんらかの対策を必要とするもの
3 悪い状態: 大規模補修が必要とされている. 部材は設計要求どおり機能していない. 厳しい欠陥がある.	2 A 変状があり, それらが進行して, 早晩, 通行者・通行車両に対して危険を与えるため, 早急に対策を必要とするもの
4 「3」と「5」の間	A 変状があり, 将来, 通行者・通行車両に対して危険を与えるため, 重点的に監視をし, 計画的に対策を必要とするもの
5 公正な状態: 小規模補修は必要とされるが, 部材は設計要求どおり機能している. 小規模～中間的～深刻な単独欠陥を有する. 重要な断面欠損はない.	B 変状はないかあっても軽微で, 将来的にも通行者・通行車両に対して影響はないと考えられるもの
6 「5」と「7」の間	
7 良好な状態: 単独欠陥はあるが, 補修は不要である.	
8 優秀な状態: 見つけられる欠陥無し	
9 最近完了された構造	

キーワード トンネル, 維持管理, マネジメント, 性能規定

連絡先 〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘7-1 TEL: 076-248-8426 FAX: 076-294-6713

これらの判定項目・判定目安と判定区分との関連は明確に示されていない。

このため、表2ではCondition Codesの内容を考慮して一義的に各判定項目の判定目安とCondition Codesとを関連づけた。

次に、既設の山岳道路トンネルの点検データ(覆工展開図)を用いて両者の評価特性を検討した。ONE DOTでは覆工表面の判定項目である、ひび割れ、はく離、ジャンカ、漏水、溶解物について評価した。その他のスケーリング、ポップアウト、マッドボール、補強鋼、エフロレッセンスは、わが国の点検・評価項目を考慮してここでは主な評価項目としていない。

図1および図2は維持管理便覧で総合2A判定と判断されたケース(94スパン)

の判定要因の特性を示したものである。維持管理便覧に基づいた判定要因である図1をみると、突発性崩壊が2A判定に大きく影響していることがわかる。これは目視点検のみならず、背面空洞の調査や巻き厚の調査など、詳細な調査の結果から外力判定を重視して判定されたものである。

一方、ONEDOTに基づいた判定要因である図2をみると、2A判定に大きく影響する主たる要因は認められず、溶解物や漏水などが評価のための影響要因となっている。本例では背面空洞は認められるものの、それに起因する変状が生じていないことから幅が0.8mm以上のひび割れが少なく、これが判定に影響したものと考えられる。ONEDOTの規準では、覆工表面の観察データを主として評価している。したがって、本例のように背面空洞が存在してもそれによる変状の進行がなく、覆工表面に生じる過大なひび割れとなって現れなければ、判定結果に大きく影響しないものと考えられる。このため、ONEDOTにおいても覆工表面の状態が経時的に変化する場合には、点検マニュアル以外にも別途の対応が図られるものと想定される。

5. おわりに

本報告は、土木学会トンネル工学委員会「トンネル構造物の設計法の将来像と国際標準への対応に関する検討部会」の調査の一貫で実施した成果の一部である。

本報告では、山岳道路トンネルの一例を示した。貴重なデータを提供して頂いた、石川県土木部道路整備課の諸氏に謝意を表する次第である。

参考文献

1) FHWA, FTA: Highway and Rail Transit Tunnel Inspection Manual, 2004 Edition

表2 ONE DOT 判定項目とその目安

維持管理便覧 判定区分	ONE DOT 判定区分(コンディションコード)	6	5	4	3	2A	3A	1	0
縦断方向ひび割れ(longitudinal crack)			minor		moderate		severe		
判定目安			0.80mm未満まで		0.80~3.20mmの間		3.2mm以上		
横断方向ひび割れ(circumferential cracks)		minor		moderate		severe			
判定目安		3m以上の間隔		1.5m~3mの間隔		広範囲			
ひび割れ(cracks)		0.80mm未満まで		0.80~3.20mmの間		3.2mm以上			
判定目安									
亀甲状ひび割れ(map cracks)		minor		moderate		severe			
判定目安		1つまで		1つまで		広範囲			
はく離(spalls) / 継ぎ目の破壊(joint spall)		minor		moderate		severe			
判定目安		深さ12mm未満です。または、直径75mmから直径150mmです。		深さ12mmから25mmまで、または、直径約150mm。		深さ25mm以上、直径150mm以上で、補強された鋼が露出する破片。			
はく離・層間はく離(delaminations)		minor		moderate		severe			
判定目安				1つまで		広範囲			
スケーリング(scaling)		minor		moderate		severe			
判定目安		粗骨材の表面露出に伴う		6mmから25mmの深さの表面		表面モルタルと骨材の層間のモルタル同様の			
ポップアウト(Pop-outs) / マッドボール(Mudballs)		minor		moderate		severe			
判定目安		穴が直径最大10mm、または同等な状態		直径が10mmと50mmの間の穴ある。または同等な状態		直径50mmから直径75mmまでの穴である。または同等な状態。直径75mmより大きいポップアウトは破砕			
ジャンカ(honeycomb)		minor		moderate		severe			
判定目安				ジャンカの有無					
補強鋼(reinforcement steel)		minor		moderate		severe			
判定目安				15%以上セグメンション損失		40%以上セグメンション損失			
漏水(leakage)		minor~moderate		moderate		severe			
判定目安				1つまで		広範囲			
エフロレッセンス(efflorescence)		minor		moderate		severe			
判定目安				1つまで		広範囲			
変色(staining)		minor		moderate		severe			
判定目安				1つまで		広範囲			

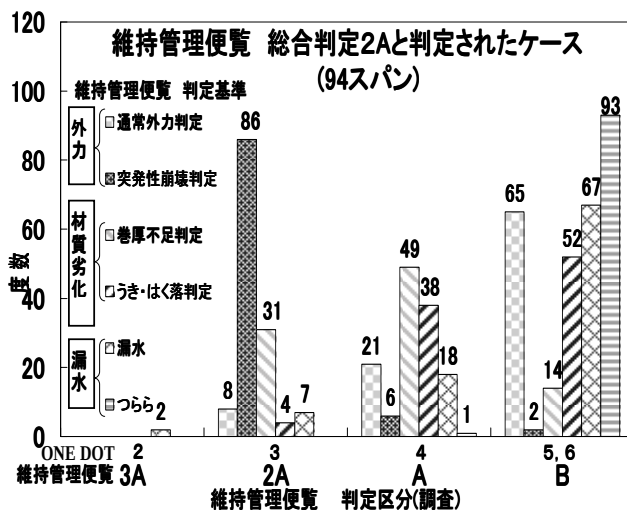


図1 維持管理便覧の判定要因

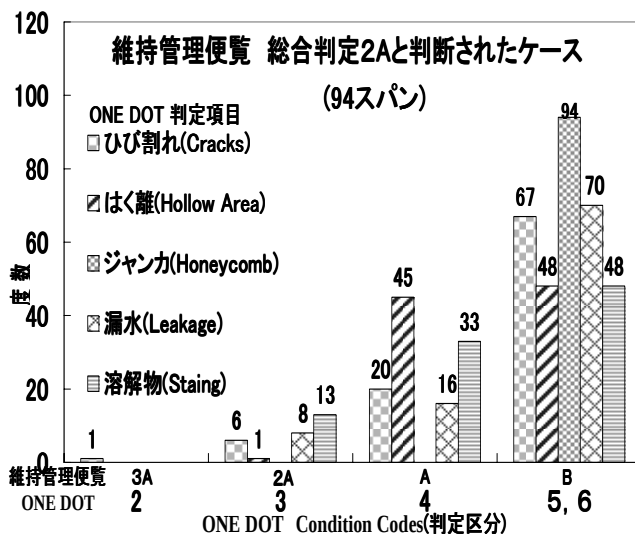


図2 ONE DOT の判定要因

2) (社)日本道路協会：道路トンネル維持管理便覧，1993.11