一巡目の定期点検結果から見るトンネル維持管理の現状

（株）ウエスコ　　法人正会員　　○中本　圭悟
正会員　　河原　敏之

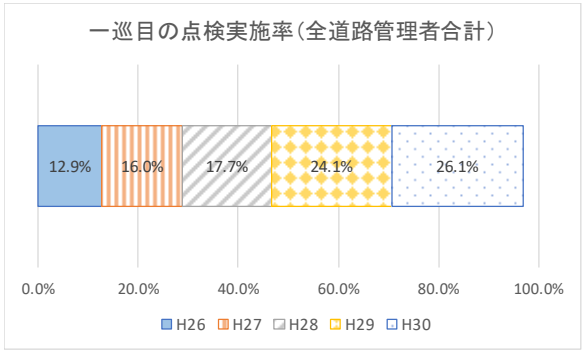
１．はじめに

国土交通省，高速道路会社，地方公共団体が管理する道路トンネルは全国で 11,215 本である．その多くは高度経済成長期以降に集中的に整備されたものであり，今後急速に老朽化することが懸念される．

また，2012 年に発生した笹子トンネル天井板落下事故を受けて改正された道路法により，5 年に 1 回の頻度の定期点検が義務付けされている．

2014 年から始まった定期点検は一巡目が終了し，2019 年より二巡目に入った．定期点検は全トンネルの 96.8%で実施された．しかし，Ⅲ判定以上の変状が確認された 4,416 本のうち，64%にあたる 2826 本のトンネルは補修対策が未着手である（**図-1**）．

二巡目以降の定期点検では，点検の品質は維持しつつ，未補修の要対策変状の補修も並行して進めていく必要がある．



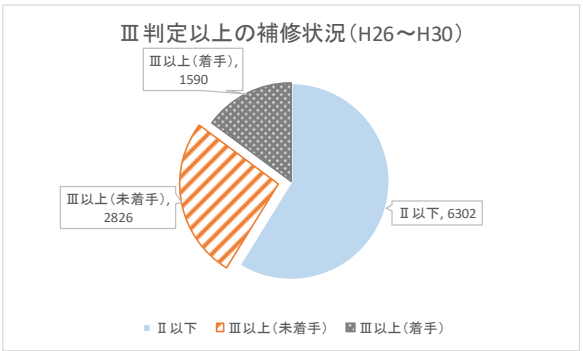


図-1 点検及び補修対策の実施率（H30. 3 末時点）

２．背景と目的

トンネルは主部材が地山であり，劣化要因も複合的であることから，診断や維持管理の計画は施設毎の状況を考慮して実施されることが多く，マクロな情報を基にした維持管理手法の考察は少ない．

本研究は国土交通省から公表されている全国の一巡目の定期点検の結果[1)]を整理し，現状や劣化傾向を多角的に考察することで，維持管理に資することを目的とした．

３．整理手法

国土交通省の公表データは管理者別に集計されている．その記載内容は，トンネル名，路線名，建設年次，延長，管理者，行政区域，トンネル毎の判定区分である．本研究では「建設年次」，「管理者」，「行政区域（都道府県）」の各項目と「判定区分」の関係に着目した．なお，トンネル毎の判定区分は**表-1** に示す 4 段階の区分であり，トンネルの覆工スパン毎での最も評価の厳しい判定が採用されている。本稿で示す判定区分は，原則として変状毎の対策区分判定ではなく，トンネル毎の判定を指すものとする．

表-1 定期点検で用いる判定区分

区分		定義
Ⅰ	健全	道路トンネルの機能に支障が生じていない状態。
Ⅱ	予防保全段階	道路トンネル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	道路トンネル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	道路トンネルの機能に支障が生じている、又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。

建設年次の整理は 10 年単位で判定区分毎の施設数とその比率を集計した．行政区域毎の整理では都道府県単位で集計した．

以上の作業は各管理者単位と全管理者の合計で実施している．なお，建設年次が不明なトンネルは，いずれの整理においても集計から除外している．

４．点検データの整理

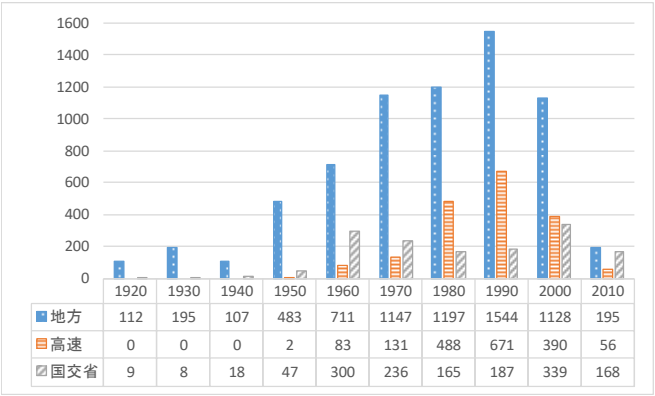
4.1 トンネル完成年次の傾向

表-2 にトンネル本数の推移を示す．道路トンネルの推移は地方公共団体管理のトンネルを中心に，高度成長期にあたる 1950 年代から建設が本格化し，1990 年代にピークを迎える．

キーワード　トンネル，維持管理，長寿命化計画，定期点検，補修設計
連絡先　〒710-0837　岡山市北区島田本町 2-5-35　株式会社ウエスコ　トンネル設計課　ＴＥＬ086-254-2127

次に管理者別の特徴を整理する．高速道路会社管理のトンネルは 1980 年代～90 年代に建設が集中しており，全体の 63%に当たる．国土交通省管理のトンネルは 1960 年代に建設が急増し，その後は減少傾向にある，2000 年代に再び建設数が増加している．

表-2 管理者別の施設数の推移



	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
地方	112	195	107	483	711	1147	1197	1544	1128	195
高速	0	0	0	2	83	131	488	671	390	56
国交省	9	8	18	47	300	236	165	187	339	168

4.2 判定区分の比率の推移

表-3 に一巡目の全期間の点検結果と年度毎の判結果の比率を示す．一巡目の点検では 40.9%のトンネルがⅢ判定以上の状態にあることが確認された．各年度における判定区分の比率は，点検本数に差はあるものの，全期間の比率と近似している．

表-3 全管理者の定期点検結果集計（H26～H30）

		判定区分内訳				総計
		Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	
H26	点検数	11	608	750	29	1398
	比率	0.8%	43.5%	53.6%	2.1%	
H27	点検数	6	814	926	42	1788
	比率	0.3%	45.5%	51.8%	2.3%	
H28	点検数	8	821	1040	83	1952
	比率	0.4%	42.1%	53.3%	4.3%	
H29	点検数	9	1036	1547	59	2651
	比率	0.3%	39.1%	58.4%	2.2%	
H30	点検数	21	970	1686	51	2728
	比率	0.8%	35.6%	61.8%	1.9%	
全期間	点検数	55	4249	5949	264	10517
	比率	0.5%	40.4%	56.6%	2.5%	

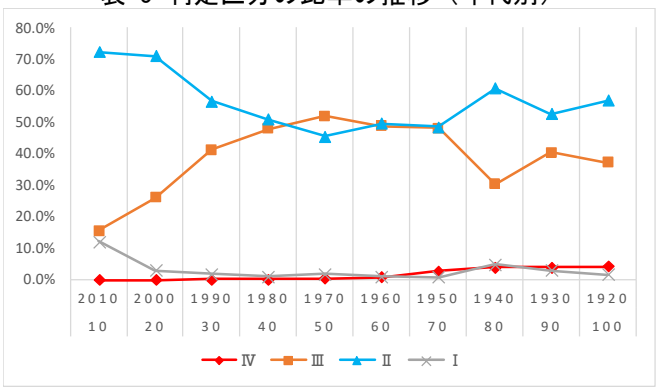
各判定区分の比率が高い時期は経過年数との関係が確認される（表-4）．Ⅰ判定は供用から 10 年未満，Ⅱ判定は供用から 10 年～20 年，Ⅲ判定は供用 40 年～70 年，Ⅳ判定は供用 80 年以降で優勢となる．

表-4 判定区分毎の割合が多い年代

建設年次	経過年	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
1920	100	4.1%	37.2%	57.0%	1.7%
1930	90	3.9%	40.4%	52.7%	3.0%
1940	80	4.0%	30.4%	60.8%	4.8%
1950	70	2.6%	48.1%	48.5%	0.8%
1960	60	0.7%	48.7%	49.5%	1.0%
1970	50	0.4%	52.0%	45.6%	1.9%
1980	40	0.2%	47.8%	51.0%	1.0%
1990	30	0.2%	41.3%	56.7%	1.8%
2000	20	0.0%	26.0%	71.1%	2.9%
2010	10	0.0%	15.5%	72.3%	12.2%

供用から 20～30 年目で健全性が悪化し，その後，Ⅲ判定とⅡ判定の比率が横ばいとなる．供用から 80 年目以降はⅣ判定の割合が増加する一方，Ⅲ判定の割合が低くなり，反対にⅡ判定の比率が増加している（表-5）．

表-5 判定区分の比率の推移（年代別）



4.3 管理者別の傾向

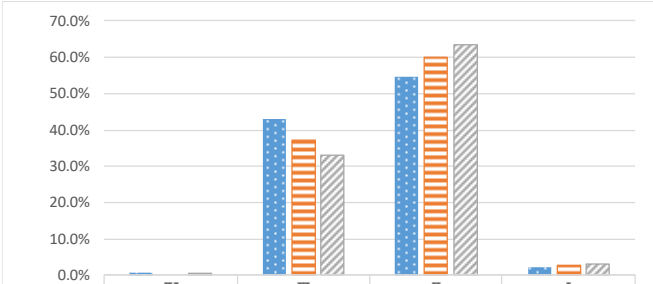
管理者別のトンネル本数及び延長を表-6 に示す．本数としては地方公共団体が全体の 67%にあたる約 7,000 本のトンネルを管理している．一方，管理延長は全体の 46%に留まることから，地方公共団体は比較的延長の短いトンネルを多数管理していることがわかる．

表-6 管理者別の管理本数および管理延長

管理者名	本数		延長(m)		平均延長(m)
地方	7,073	67%	2,453,402	46%	347
高速	1,860	18%	1,812,931	34%	975
国交省	1,584	15%	1,022,676	19%	646

各判定区分の比率を比較すると，地方公共団体が管理するトンネルは他の管理者のトンネルと比較して，5～10%程度Ⅲ判定以上の比率が高い（表-7）．

表-7 管理者別の判定区分比率（H26～H30）



	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
地方	0.7%	43.2%	54.5%	2.3%
高速	0.0%	37.3%	60.1%	2.7%
国交省	0.2%	33.3%	63.4%	3.3%

4.4 都道府県別の傾向

次に都道府県別の判定区分の傾向について，Ⅲ判定に着目し述べる．

最もⅢ判定の割合が多い県は新潟県（79.4%（378 本中 300 本)),続いて群馬県(76%(125 本中 95 本)),

富山県（62.7%（118 本中 74 本））である（**表-8**）.

表-8 Ⅲ判定の比率が高い都道府県

都道府県	各判定区分の割合			
	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
新潟県	0.0%	79.4%	20.4%	0.3%
群馬県	0.8%	76.0%	22.4%	0.8%
富山県	0.8%	62.7%	31.4%	5.1%

一方，Ⅲ判定の割合が最も少ない県は神奈川県（19.7%（309 本中 61 本）），続いて千葉県（23.3%（373 本中 87 本）），福岡県（24.1%（141 本中 34 本））である（**表-9**）.

表-9 Ⅲ判定の比率が低い都道府県

都道府県	各判定区分の割合			
	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
神奈川県	0.0%	19.7%	78.3%	1.9%
千葉県	0.5%	23.3%	73.5%	2.7%
福岡県	0.0%	24.1%	71.6%	4.3%

図-2 は一巡目の全期間の点検結果を都道府県別に集計したものである．地域別では中部から関東にかけての日本海側，中国地方の山陽側でⅢ判定の比率が高いことがわかる．反対に太平洋側や首都圏，兵庫，大阪，福岡県などの都市部ではⅢ判定の比率が低い傾向にある．

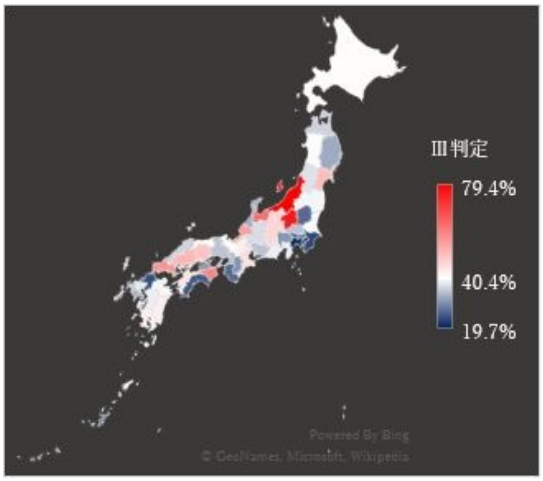


図-2 都道府県別のⅢ判定比率

５．考察

5.1 Ⅱ判定からⅢ判定への変化点について

NPO 法人臨床トンネル工学研究所では，中国地方整備局管内におけるトンネルの初回点検データから，経過年と損傷度合いの関係を分析している．報告書[3)]では，矢板トンネルは建設から 30 年程度で，劣化速度が早まることが示されている．一巡目の点検結果においても同様の傾向が確認された．

一方，今回の点検結果が 20～30 年目にあたる 1990 年代のトンネルは，標準工法が従来の矢板工法から NATM へと変わった時期に整備されたものである．構造的弱部である水平打ち継ぎ目がないこと，防水シートにより漏水は生じにくいこと，背面空洞を生じにくいことから，NATM トンネルは矢板工法のトンネルと比較して健全性が高い傾向にある．

よって，今後の点検結果は判定結果が悪化する境界が 20～30 年目からずれる可能性がある．

5.2 建設年次 80 年以上でⅡ判定が増加した理由

建設年次が 80 年以上になる昭和初期以前のトンネルは，素掘りトンネルや覆工材料にレンガや石が使用されているトンネルも多い[4)]．素掘りトンネルや，覆工の品質が極めて悪いトンネルを補修する場合は，内巻補強工や改築工など全断面を対象とした工法が採用される．そのため，トンネル全線の健全度が大きく回復し，補修後の点検結果も継続して良好であったと考える．

5.3 管理延長と判定区分の割合について

判定区分はトンネル内で最も厳しい判定を採用するため，延長が長いほど判定上は不利となる．そこで，都道府県別の管理トンネルの平均延長と判定区分の割合を整理した（**表-10**）.

表-10 管理トンネルの施設数・延長と判定区分の関係

都道府県	各判定区分の割合				管理トンネル	
	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	施設数	平均延長(m)
新潟県	0.0%	79.4%	20.4%	0.3%	378	637
群馬県	0.8%	76.0%	22.4%	0.8%	125	593
富山県	0.8%	62.7%	31.4%	5.1%	118	621
神奈川県	0.0%	19.7%	78.3%	1.9%	309	326
千葉県	0.5%	23.3%	73.5%	2.7%	373	147
福岡県	0.0%	24.1%	71.6%	4.3%	141	484

Ⅲ判定の比率が高い新潟県，群馬県，富山県の平均延長は全国平均(505m)と比較しても長いことが分かった．反対にⅢ判定の割合が低い神奈川県，千葉県は，平均延長は 326m，147m と短い．このように管理延長とⅢ判定の割合には一定の関係がみられる．

一方，新潟県と管理本数・延長ともに同規模の岐阜県や兵庫県では，Ⅲ判定の割合が 30～40%未満と新潟県の 1/2 程度である（**表-11**）．このことから，Ⅲ判定の比率が 75%を超える新潟県，群馬県は，地域的な特性が健全性に影響している可能性がある．

表-11 新潟県と施設数・延長が類似する県との比較

都道府県	各判定区分の割合				管理トンネル	
	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	施設数	平均延長(m)
新潟県	0.0%	79.4%	20.4%	0.3%	378	637
岐阜県	0.8%	37.3%	61.1%	0.8%	365	685
兵庫県	0.3%	35.0%	54.6%	10.1%	377	655

5.4 Ⅲ判定の比率が高い地域の特徴

Ⅲ判定の比率が高かった「中部から関東にかけての日本海側」と「中国地方の山陽側」地域の特性を整理する．

図-3 より，北陸から東北地方にかけての日本海側は塑性圧が生じやすいグリーンタフが分布する地域に位置することから，新潟県，富山県などは地質的な要因がトンネルの健全性に影響している可能性がある．特に新潟県は地質上の境界とされるフォッサマグナをまたぐ位置にあり，3 つの大きな地質構造線（断層帯）が走っている．

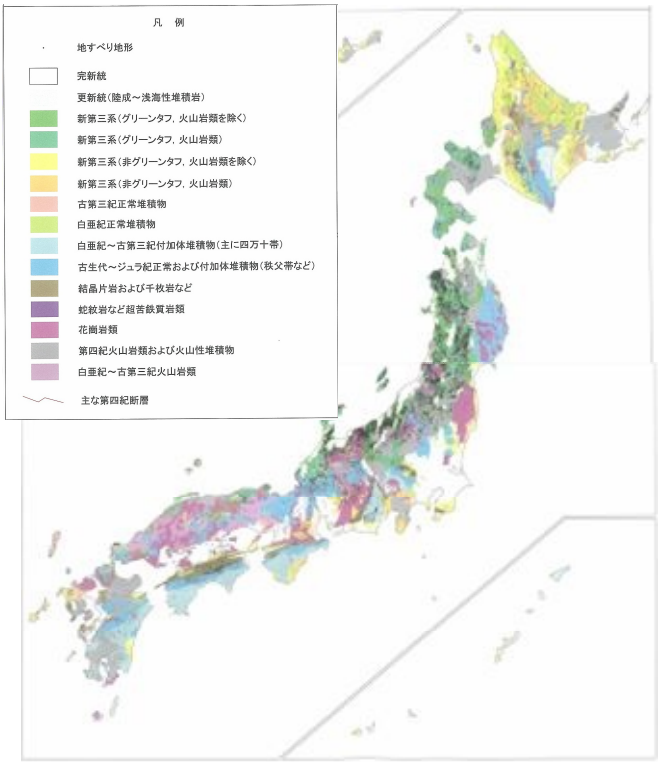


図-3 全国の地質区分

（出典）貯水池周辺の地すべり調査と対策 付図より [5)]

中国地方の山陽側ではアルカリシリカ反応による変状が多数報告されている．また，コンクリート骨材への海砂の使用も認められる [6)]．しかし，公表されている点検結果では変状種類までは不明であるため，上記の地域的特徴がどの程度，点検結果に影響しているかは不明である．

６．まとめ

今回の整理では以下の傾向が確認できた。

①Ⅲ判定以上の比率は毎年 40%程度であり，今後も同程度，もしくはそれ以上の比率で推移すると考える．

②補修対策の実施頻度が比較的高い国土交通省，高速道路会社管理のトンネルは地方公共団体のトンネルと比較して 5～10%程度Ⅲ判定の比率が低い．

③変状数の大小は不明であるが，管理トンネルの平均延長が短いほど，健全性は良好な傾向にある．

④内巻工や改築工などの全断面を対象とした工法は，次回以降の点検の判定区分が良好になりやすく，補修工事の回数を減らすという点では有効な対策と言える．

⑤新潟県，群馬県ではⅢ判定の比率が高く，地域的な特性により他県と比較してもトンネル健全性が悪化している可能性がある．

７．今後の課題

今回確認した傾向の妥当性や新たな傾向の確認のためにも，二巡目点検以降も継続的な点検結果の整理が重要である．二巡目の点検結果からは，この 5 年間で実施された補修対策の効果が確認できる．これにより 5 年に 1 度の定期点検に対して，どの程度の補修対策が必要かの指標になる．

NATM トンネルの点検結果の推移を整理することで，施工方法が点検結果に与える影響を定量的に評価できる．

また，5.4 で触れた地質と点検結果の関係性を明らかにするには変状数や変状の種類，トンネル位置などの傾向より詳細なデータを収集する必要がある．

８．参考文献

1) 道路メンテナンス年報：国土交通省 http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobohozen_maint_index.html

2)道路トンネル定期点検要領：国土交通省 https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/yobohozen.html

3)技術研究部会 トンネル維持管理委員会 平成 24 年～25 年度 活動報告書：NPO 法人 臨床トンネル工学研究所 P1-P4

4)トンネルライブラリー30 号トンネルの維持管理の実態と課題：公益社団法人土木学会 P52-P64

5)改定新版 貯水池周辺の地すべり調査と対策：国土技術研究センター

6)農業水利施設の長寿命化の手引き：農林水産省 https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/