

2. 道路トンネル定期点検結果の分析

2.1. 国管理施設の概要

(1) 本土工

1) 対象施設数

点検要領に基づき、平成 26 年度～30 年度に点検が実施された国管理の道路トンネル 1,590 施設*のうち、山岳工法に分類される矢板工法、山岳トンネル工法(いわゆる NATM)で施工された 1,421 施設を分析対象として整理した。対象とした施設の概要を図 2.1.1 及び表 2.1.1 に示す。

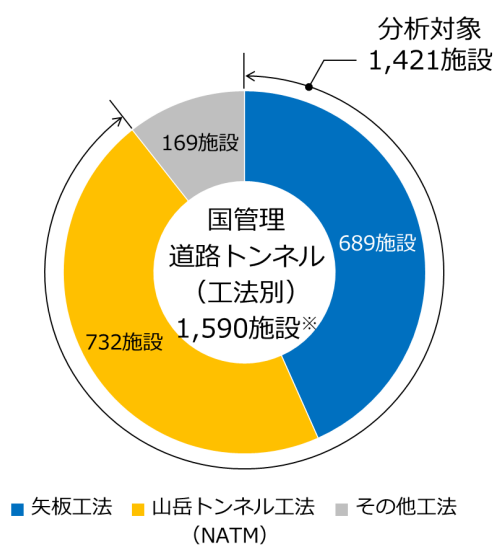


表 2.1.1 分析対象施設の概要

	分析対象
施設数	1,421
スパン数	97,752
延長(km)	936.0

図 2.1.1 国管理施設の施設数 (工法別)

なお、以下の条件に当てはまるトンネルは分析の対象外とした。

【対象外トンネル】

- ・ シールドトンネル
- ・ 開削トンネル・カルバートトンネル
- ・ 沈埋トンネル
- ・ 矢板工法、山岳トンネル工法、開削トンネル等、複数の工法で施工されたトンネルでそれぞれの延長が特定できないもの
- ・ 工法が不明なもの

※「道路メンテナンス年報」の平成 26 年度～30 年度の 5 ヶ年分の道路メンテナンス年報データ集 (施設名)²⁾ に基づく。

2) 工法別の施設数、スパン数、延長

分析対象とした 1421 施設の工法別の施設数、スパン数、延長について、**図 2.1.2**～**図 2.1.4**に示す。

- 矢板工法と山岳トンネル工法は、施設数ではほぼ同数だが、山岳トンネル工法の方が矢板工法と比べてスパン数が多く、延長が長い。

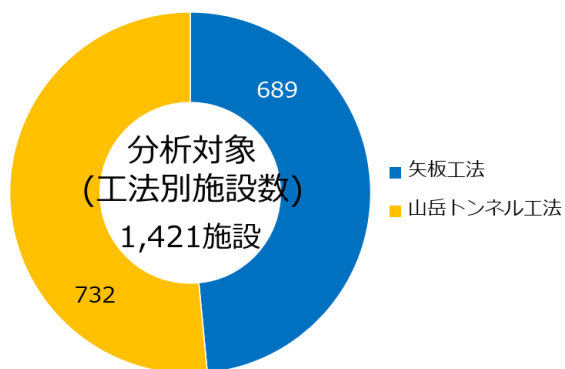


図 2.1.2 工法別の施設数

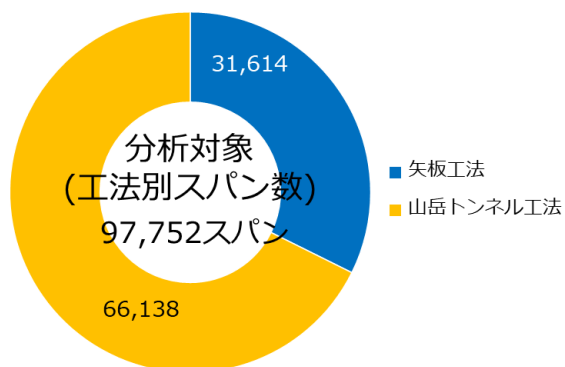


図 2.1.3 工法別のスパン数

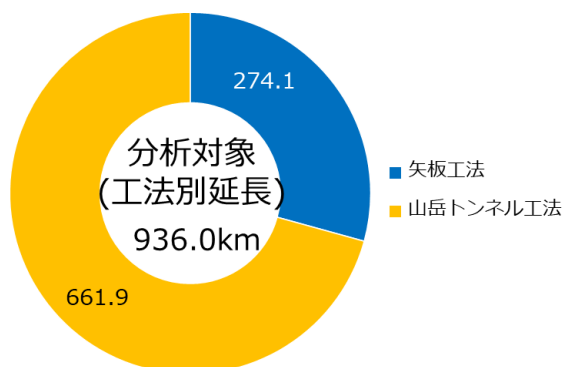


図 2.1.4 工法別の延長

3) 地方整備局別の施設数

地方整備局別の施設数、スパン数、延長について図 2.1.5～図 2.1.7 に示す。ここで、地方整備局別の整理には 8 地方整備局のほかに北海道開発局及び内閣府沖縄総合事務局を含めている。

- 施設数では北海道開発局、中国地方整備局、東北地方整備局の順に多く、スパン数及び延長では北海道開発局、東北地方整備局、中国地方整備局の順に多い。

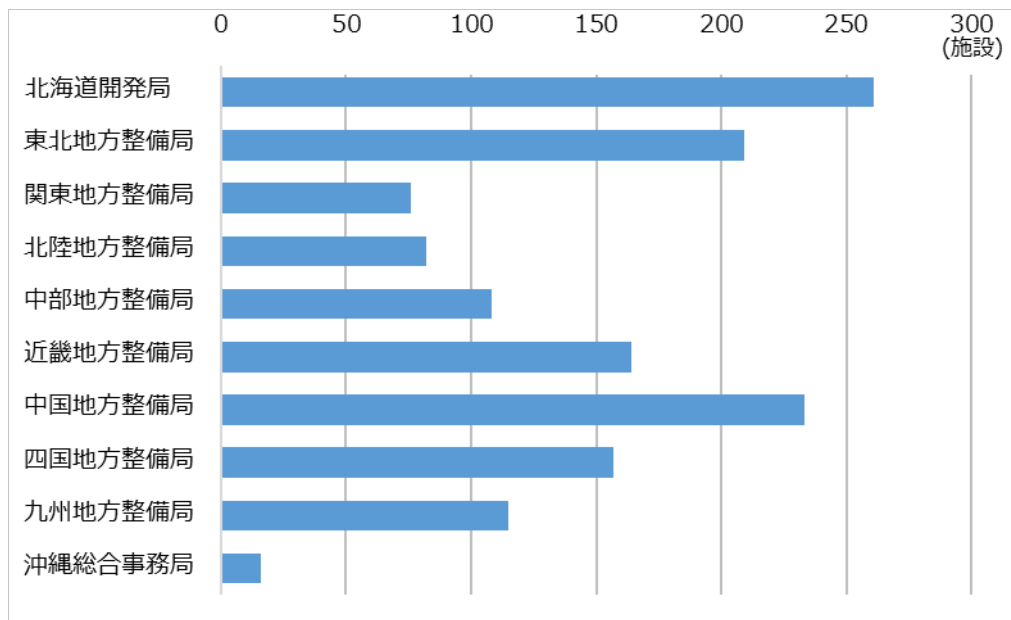


図 2.1.5 地方整備局別の施設数

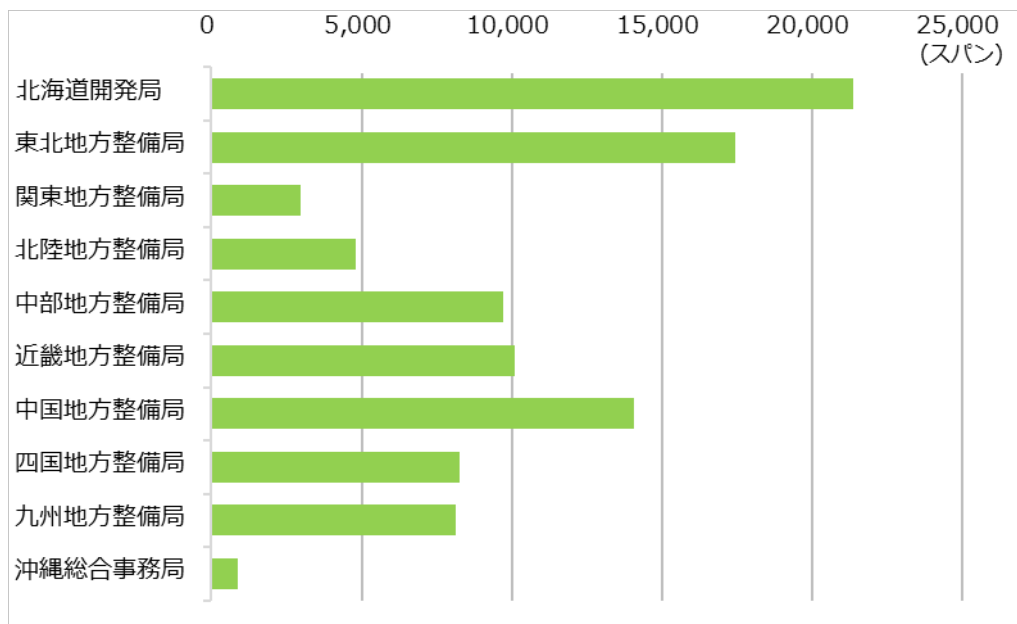


図 2.1.6 地方整備局別のスパン数

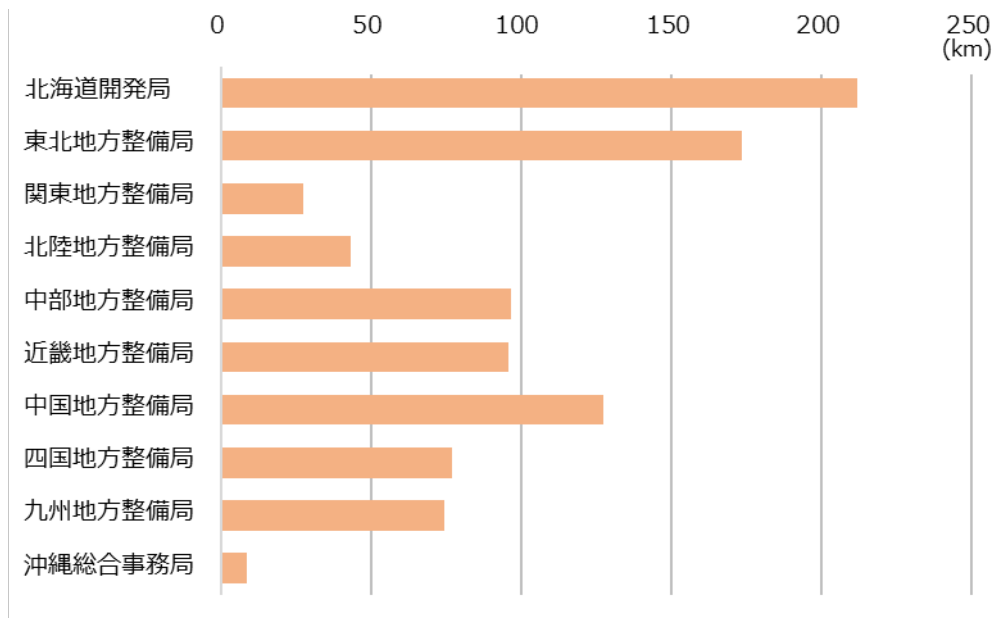


図 2.1.7 地方整備局別の延長

各地方整備局の工法別の施設数、スパン数、延長について図 2.1.8～図 2.1.10に示す。

- 矢板工法で施工された施設数は北海道開発局、中国地方整備局、東北地方整備局の順で多く、スパン数は北海道開発局、東北地方整備局、中国地方整備局の順に多い。
- 山岳トンネル工法で施工された施設数は、中国地方整備局、北海道開発局、東北地方整備局の順で多く、スパン数は北海道開発局、東北地方整備局、中国地方整備局の順に多い。
- 各地方整備局とも山岳トンネル工法で施工されたトンネルの総延長は、矢板工法のトンネルよりも長い。

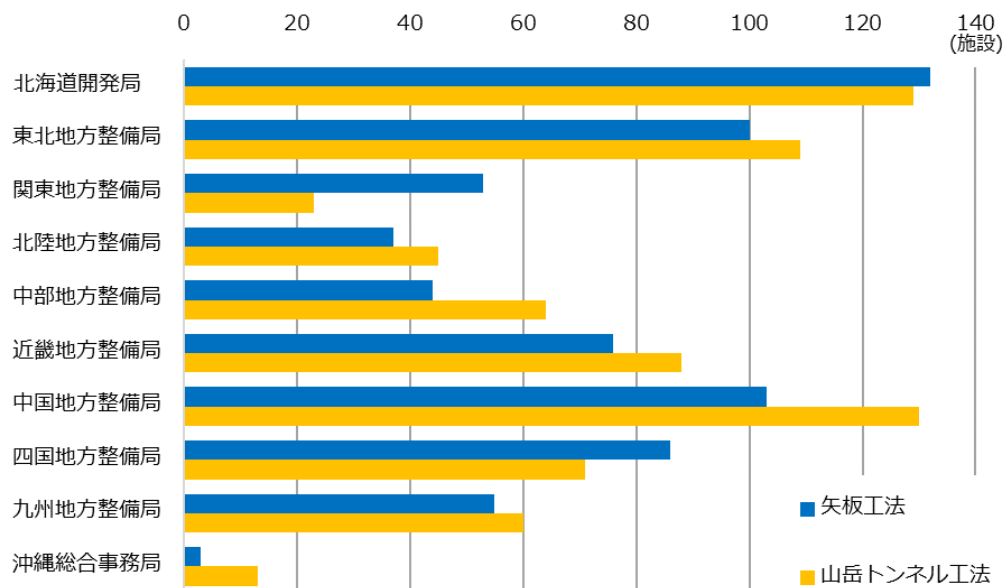


図 2.1.8 地方整備局別の施設数（工法別）

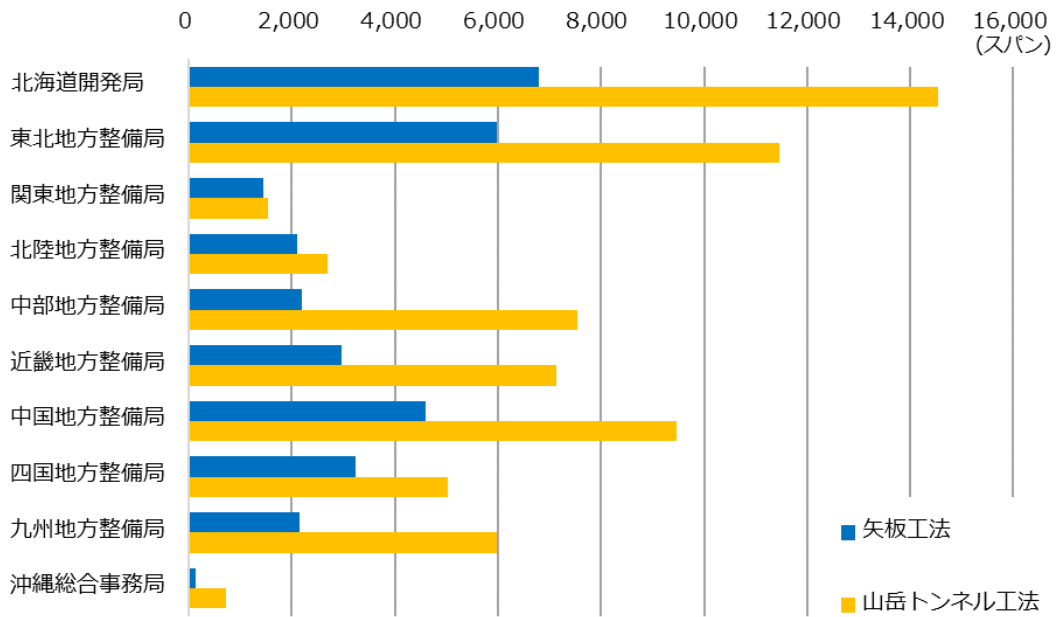


図 2.1.9 地方整備局別のスパン数（工法別）

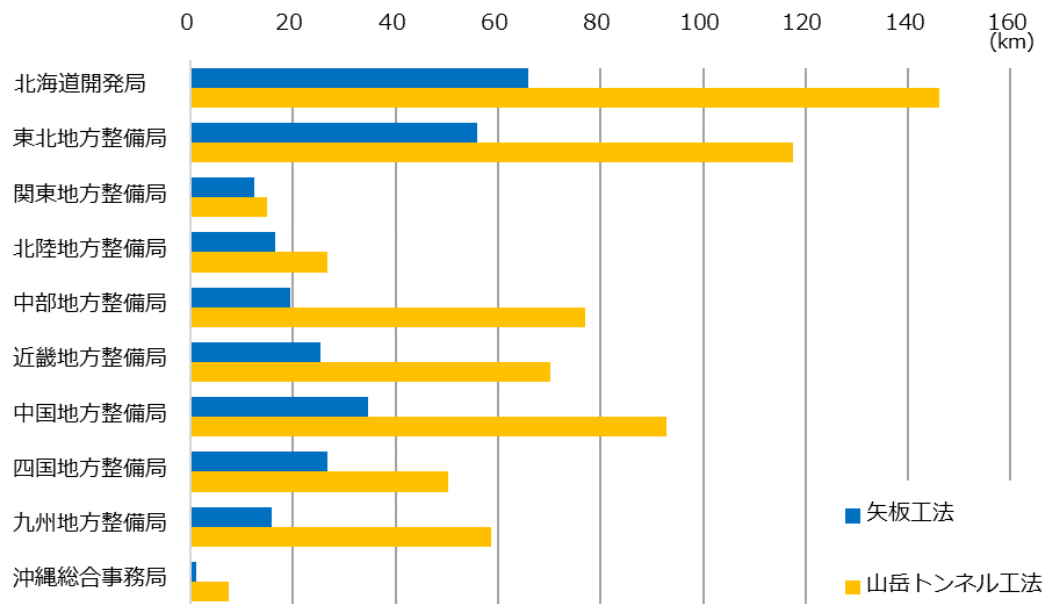


図 2.1.10 地方整備局別の延長（工法別）

4) 完成年別の施設数

トンネルの完成年と施設数の関係を図 2.1.11 に示す。

- 矢板工法は 1923 年～1996 年まで建設されているが、1960 年代から 1970 年代前半が最も多い。
- 山岳トンネル工法は、1982 年から現在まで建設されており、2010 年前後の建設数が最も多い。2010 年代後半からトンネル建設数自体が減少傾向にある。

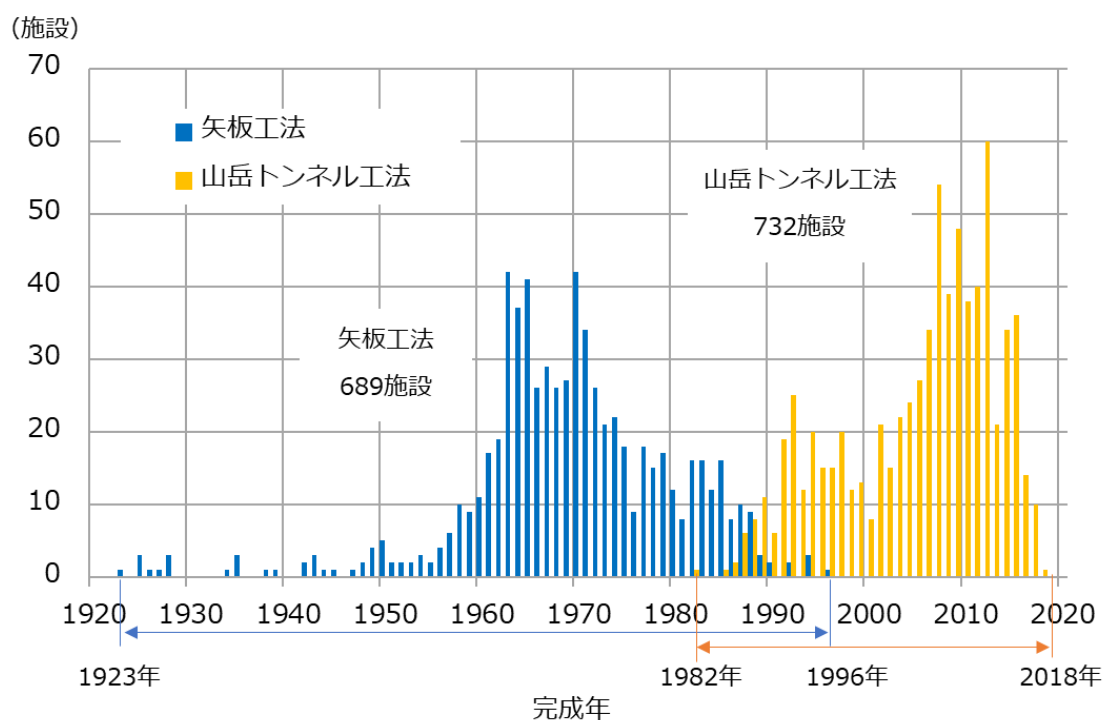


図 2.1.11 完成年別の施設数 (工法別)

5) 延長別の施設数

① 延長及び工法別の施設数

延長別、工法別の施設数割合分布を図 2.1.12 に示す。

- 延長 500m 以下の短いトンネルは矢板工法の方が多く、延長 500m 以上は山岳トンネル工法で建設されたトンネルが多い。特に、1500m を超えるトンネルは 80%以上が山岳トンネル工法である。

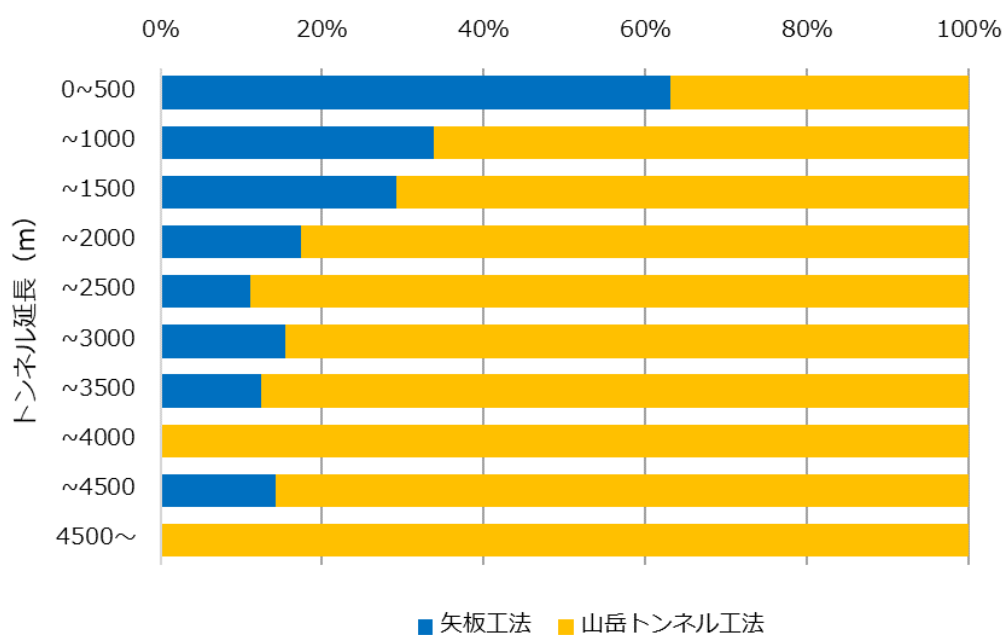


図 2.1.12 延長別の施設数割合 (工法別)

② 延長と完成年の関係

延長と完成年の関係を図 2.1.13 に示す。

- 完成年が新しくなるほど延長の長いトンネルが建設されている。

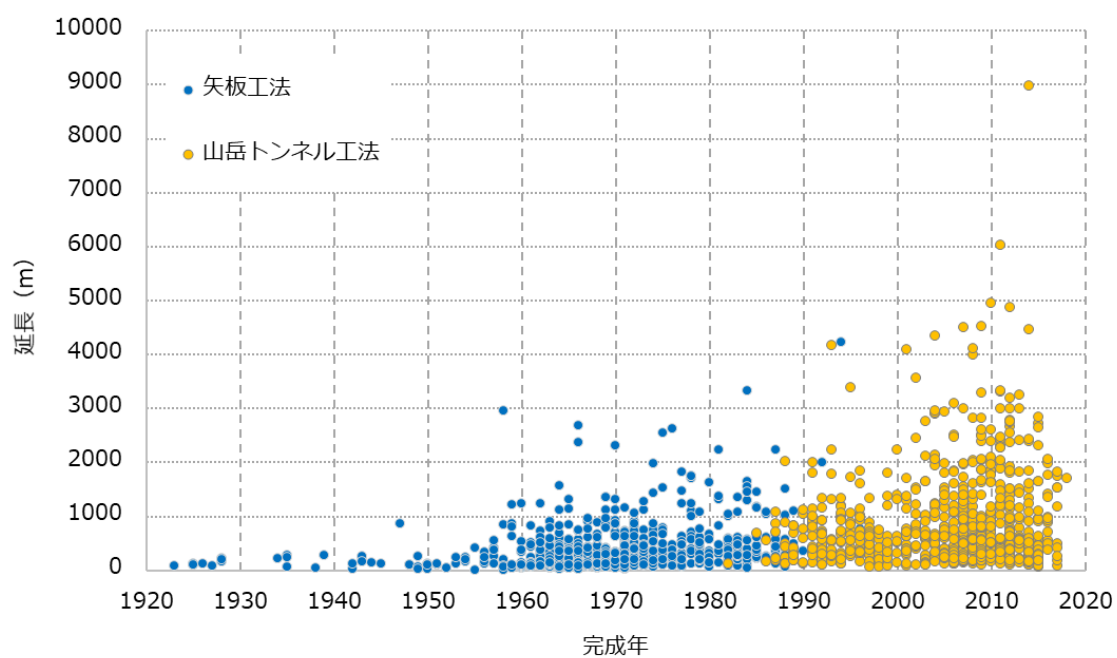


図 2.1.13 延長と完成年の関係（工法別）

(2) 附属物

1) 対象施設数及び附属物数

点検要領に基づき、平成 26 年度～平成 30 年度に点検が実施された国管理のトンネル 1,590 施設のうち、本体工の対象施設と同じく 1,421 施設のトンネル台帳【様式 A-1】に記載された 304,935 個の附属物について整理した。

2) 附属物の分類

附属物の分類については点検要領のトンネル台帳【様式 A-1】及び【様式 A-2】の分類に従って整理した。附属物の内訳及びその分類を図 2.1.1.4 及び表 2.1.2 に示す。

- 道路附属物等が 74.8%、トンネル非常用施設が約 25.2% を占める。また、附属物の 70.7% を「照明」が占める。

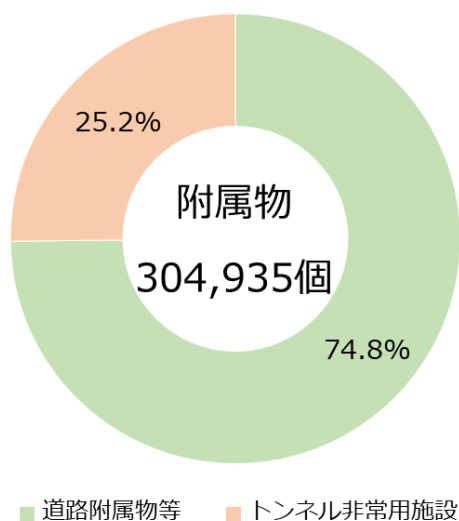


図 2.1.1.4 附属物数と分類別の附属物割合

表 2.1.2 附属物の分類

項目		個数	
道路附属物等	照明（基本照明・入口出口照明）	215,590	
	換気	740	
	標識	709	
	警報表示板	400	
	吸音板	10,724	
	道路附属物等計	228,163	
トンネル非常用施設	通報装置	非常電話	6,375
		押ボタン式通報装置	16,324
		火災検知器	7,519
		小計	30,218
	非常警報装置	警報表示板	1,499
		点滅灯	1,388
		音信号発生器	871
		小計	3,758
	消火設備	消火器	19,523
		消火栓	7,963
		小計	27,486
	避難誘導設備	誘導表示板	10,017
排煙設備		269	
避難通路		144	
小計		10,430	
その他の設備	給水栓	955	
	無線通信補助設備	389	
	ラジオ再放送設備	567	
	拡声放送設備	105	
	水噴霧設備	782	
	監視装置(CCTV)	1,907	
	非常用電源設備	175	
小計	4,880		
トンネル非常用施設計		76,772	
総計		304,935	

2.2. 本体工の健全性診断結果

(1) トンネル毎の健全性診断結果の概要

1) 全施設

1,421 施設の診断結果から地方整備局や工法別に変状傾向を整理する。トンネル毎の健全性判定区分を表 2.2.1 及び図 2.2.1 に示す。なお、四捨五入の関係で図及び本文の合計が合わない場合がある。

- 判定区分Ⅱとなる施設が 62.9%を占め、判定区分Ⅲの施設は 33.6%と、判定区分Ⅱ又はⅢの施設で全体の 96.5%を占める。
- 判定区分Ⅳとなった施設は 3 施設である。

表 2.2.1 トンネル毎の健全性の判定区分別施設数

判定区分	施設数
I	47
II	894
III	477
IV	3
計	1421

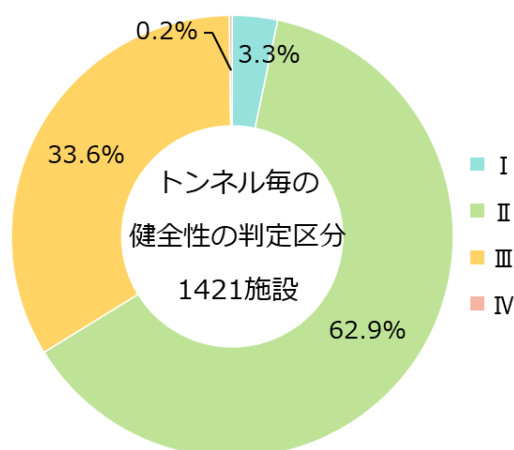


図 2.2.1 トンネル毎の健全性判定区分別割合

2) 工法別

トンネル毎の健全性の判定区分について、工法別に整理した結果を図 2.2.2 及び図 2.2.3 に示す。

- 判定区分Ⅲの施設は、矢板工法の施設のうち 48.0%を占め、判定区分Ⅳの施設はすべて山岳トンネル工法に比べて完成年が古い矢板工法である。

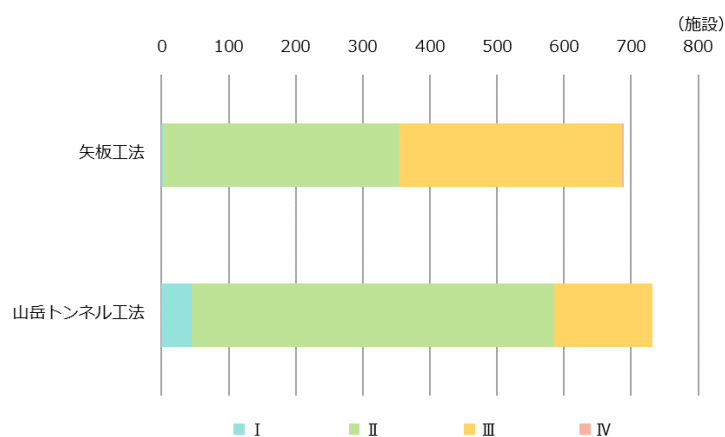


図 2.2.2 トンネル毎の健全性判定区分別施設数（工法別）

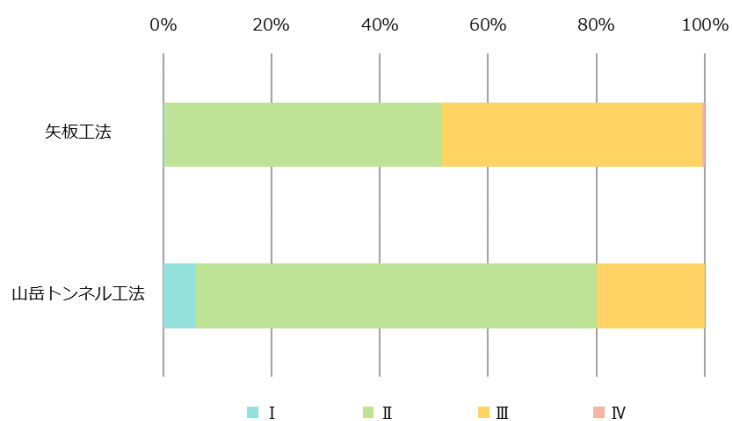


図 2.2.3 トンネル毎の健全性判定区分割合（工法別）

3) 変状区分別

変状区分を「外力による変状」、「材質劣化による変状」、「漏水」の3つに分類し、変状区分別のトンネル毎の健全性の判定区分を図 2.2.4 及び図 2.2.5 に示す。なお、ここでの判定区分は、それぞれの施設にある変状の判定区分で最も悪い判定区分とし、該当する変状がない場合は判定区分 I として計上した。

- 判定区分Ⅲの施設に着目すると、外力による変状や漏水に比べて材質劣化による変状の占める割合が高い。
- 外力による変状の判定区分Ⅲの施設の割合は 3.9%であり、変状区分の中で最も少ない。
- 判定区分Ⅳの施設の変状区分は材質劣化による変状のみとなっている。

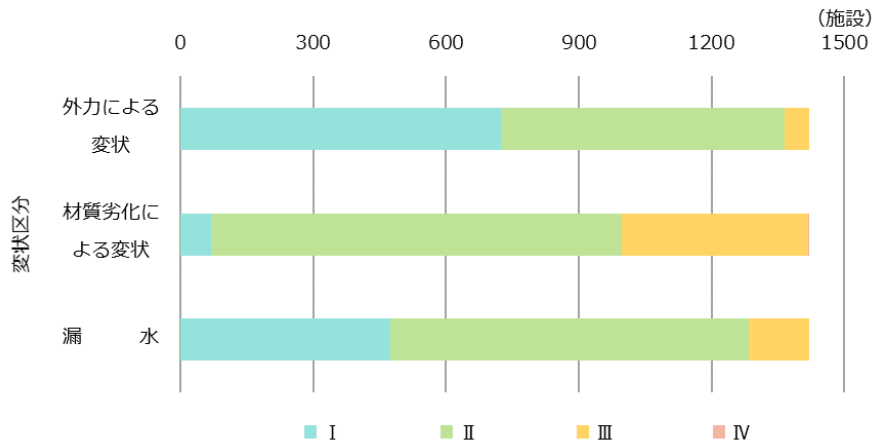


図 2.2.4 トンネル毎の健全性判定区分別施設数（変状区分別）

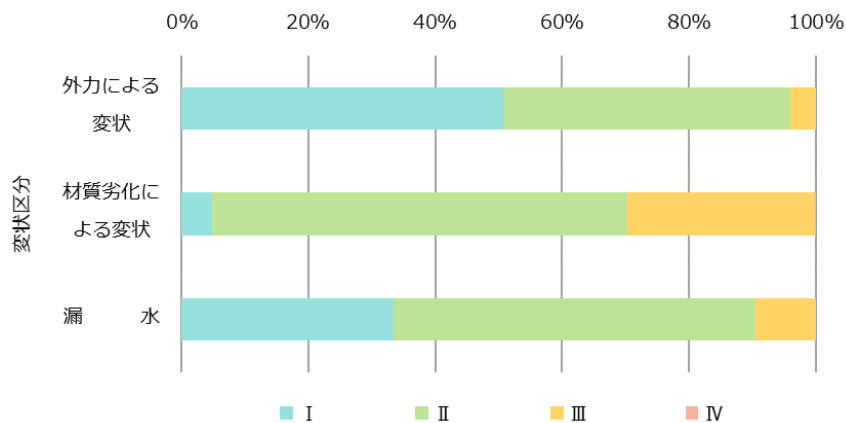


図 2.2.5 トンネル毎の健全性判定区分別割合（変状区分別）

① 外力による変状

外力による変状に着目したトンネル毎の健全性の判定区分について、工法別に整理した結果を図 2.2.6 及び図 2.2.7 に示す。

- 判定区分Ⅲとなる施設は、山岳トンネル工法の施設に比べて矢板工法の施設が多い。

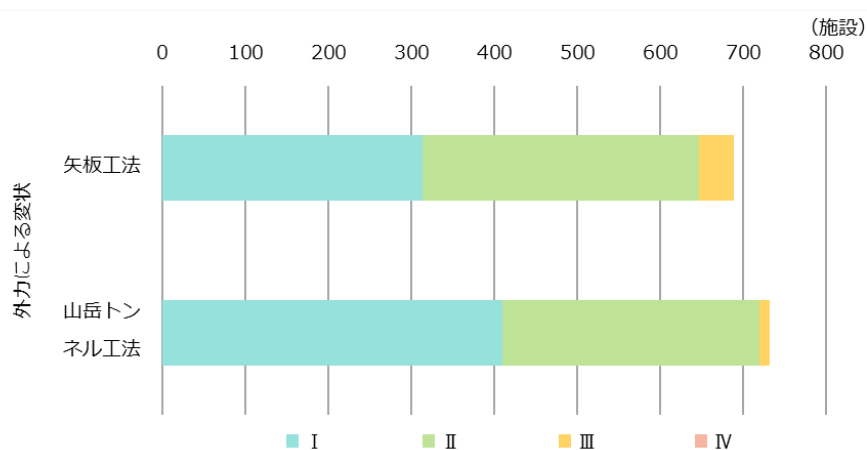


図 2.2.6 トンネル毎の健全性判定区分別施設数
(外力による変状) (工法別)

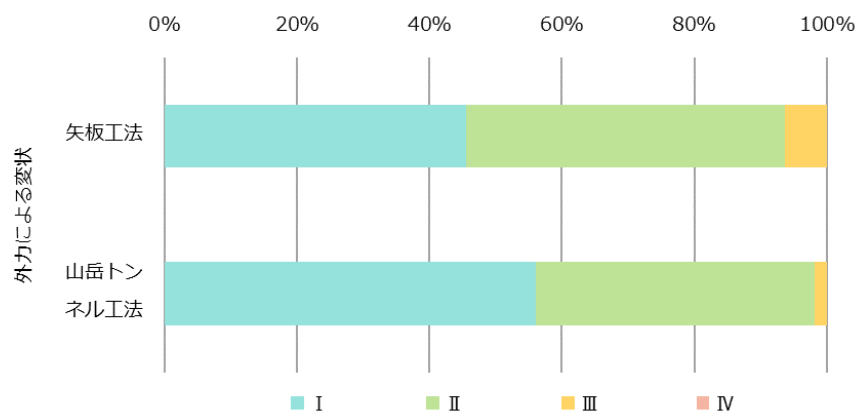


図 2.2.7 トンネル毎の健全性判定区分割合
(外力による変状) (工法別)

② 材質劣化による変状

材質劣化による変状に着目したトンネル毎の健全性の判定区分について、工法別に整理した結果を図 2.2.8 及び図 2.2.9 に示す。

- 判定区分Ⅲとなる施設は、山岳トンネル工法の施設に比べて矢板工法の施設で多く、矢板工法では判定区分Ⅲ及びⅣの施設が 39.0%を占める。また、判定区分がⅣとなった施設はすべて矢板工法である。

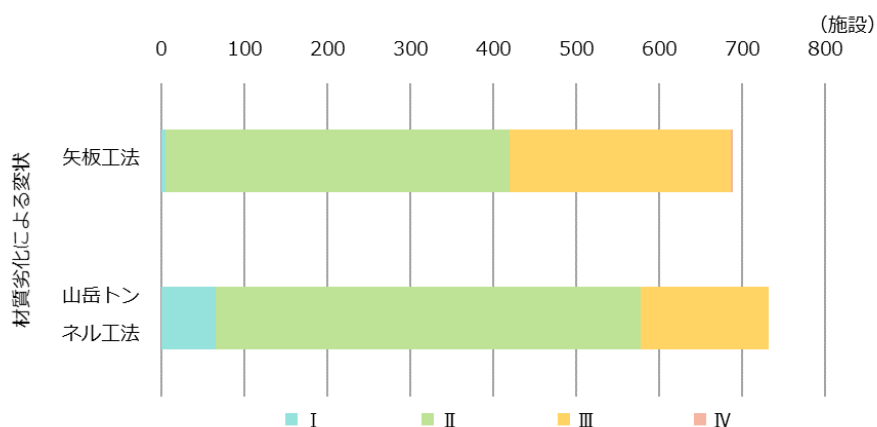


図 2.2.8 トンネル毎の健全性判定区分別施設数
(材質劣化による変状) (工法別)

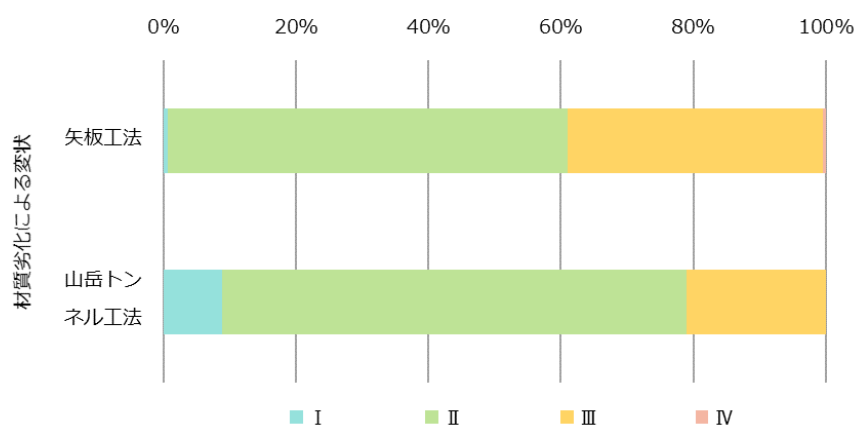


図 2.2.9 トンネル毎の健全性判定区分割合
(材質劣化による変状) (工法別)

③ 漏水

漏水に着目したトンネル毎の健全性の判定区分について、工法別に整理した結果を図 2.2.10 及び図 2.2.11 に示す。

- 矢板工法では、判定区分 I となる施設は 7.3%で、ほとんどの施設で漏水が発生している。一方、山岳トンネル工法では、変状区分 I となる施設が 58.1%を占めており、漏水の発生が矢板工法に比べて少ない。

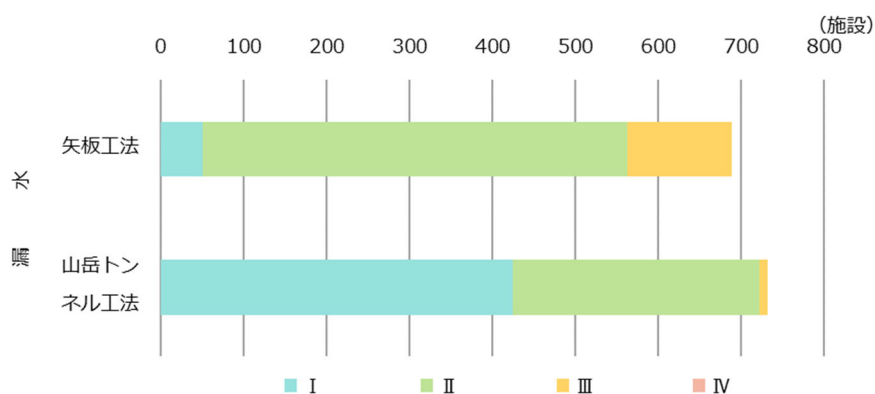


図 2.2.10 トンネル毎の健全性判定区分別施設数
(漏水) (工法別)

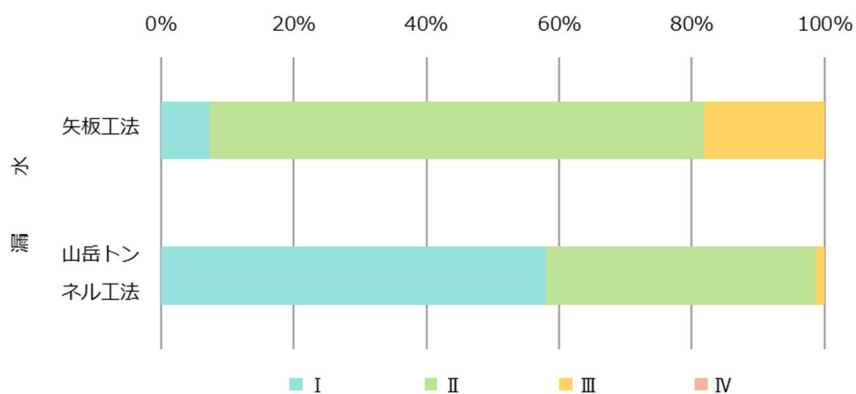


図 2.2.11 トンネル毎の健全性判定区分別割合
(漏水) (工法別)

(2) 地方整備局別の健全性診断結果

1) 全施設

地方整備局別のトンネル毎の健全性の判定区分について、図 2.2.1 2 及び図 2.2.1 3 に示す。

- 判定区分Ⅲの施設数は、北海道開発局、中国地方整備局、東北地方整備局の順で多く、割合では、北陸地方整備局、東北地方整備局、北海道開発局の順に高い。
- 判定区分Ⅳの3施設はすべて関東地方整備局の施設である。

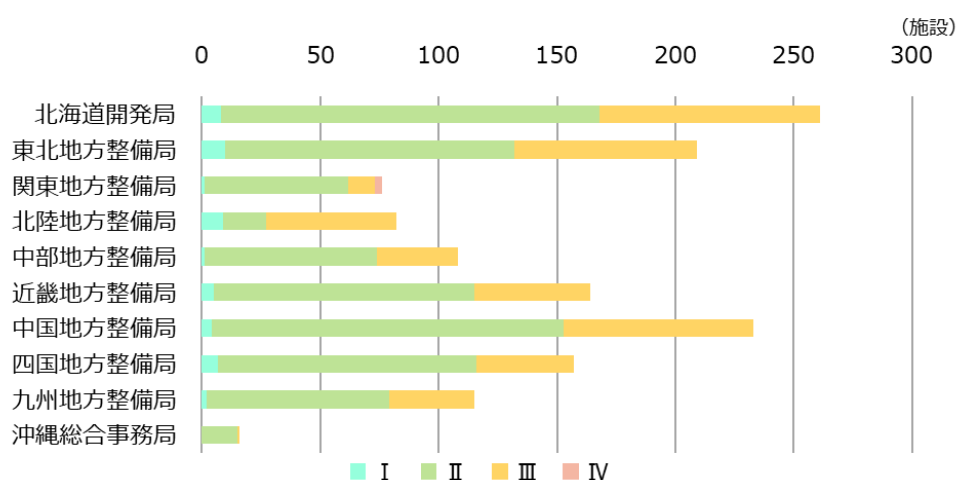


図 2.2.1 2 地方整備局別のトンネル毎の健全性判定区分別施設数（全工法）

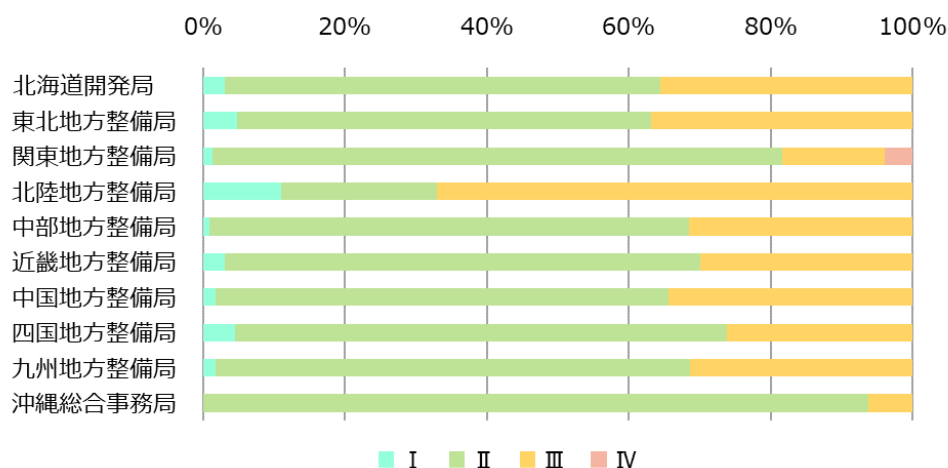


図 2.2.1 3 地方整備局別のトンネル毎の健全性判定区分割合（全工法）

2) 工法別

① 矢板工法

矢板工法における地方整備局別のトンネル毎の健全性の判定区分について、**図 2.2.14** 及び **図 2.2.15** に示す。

- 矢板工法の施設では、判定区分Ⅲ及びⅣの施設数は北海道開発局、東北地方整備局、中国地方整備局の順に多く、割合では北陸地方整備局、東北地方整備局、北海道開発局の順に高い。

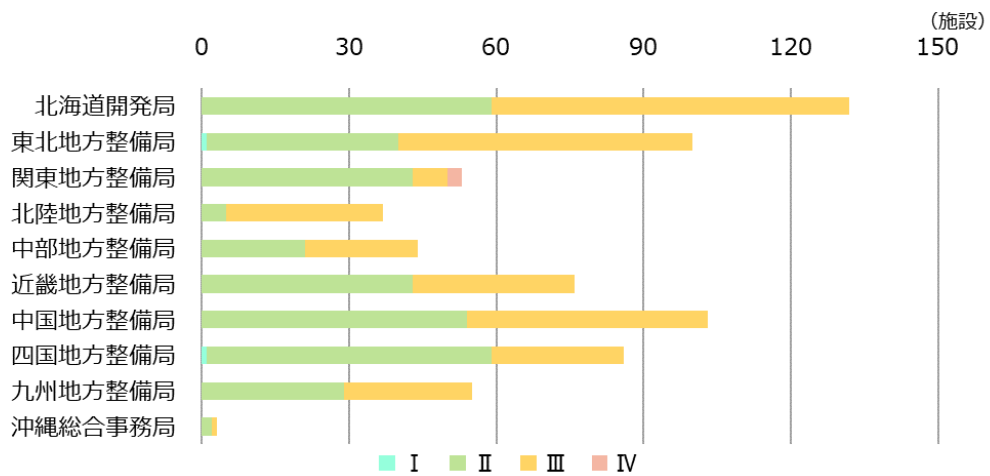


図 2.2.14 地方整備局別のトンネル毎の健全性判定区分別施設数
(矢板工法)

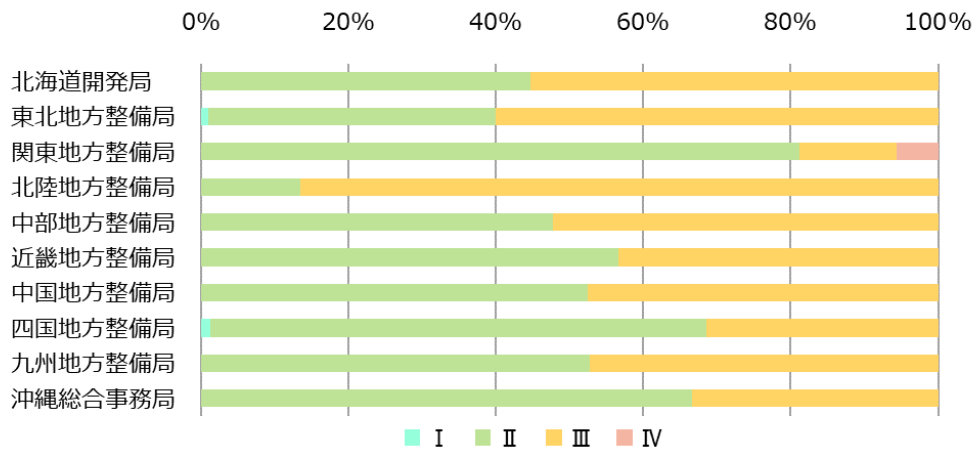


図 2.2.15 地方整備局別のトンネル毎の健全性判定区分別割合
(矢板工法)

② 山岳トンネル工法

山岳トンネル工法における地方整備局別の健全性判定区分について、**図 2.2.16** 及び**図 2.2.17**に示す。

- 山岳トンネル工法の施設では、判定区分Ⅲは、中国地方整備局、北陸地方整備局、北海道開発局の順に多く、割合では北陸地方整備局、中国地方整備局、四国地方整備局の順に高い。

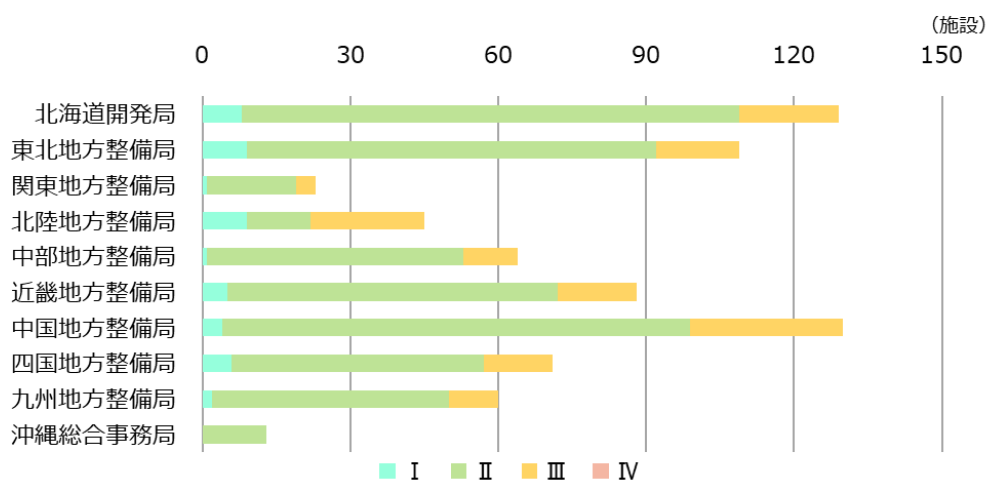


図 2.2.16 地方整備局別のトンネル毎の健全性判定区分別施設数
(山岳トンネル工法)

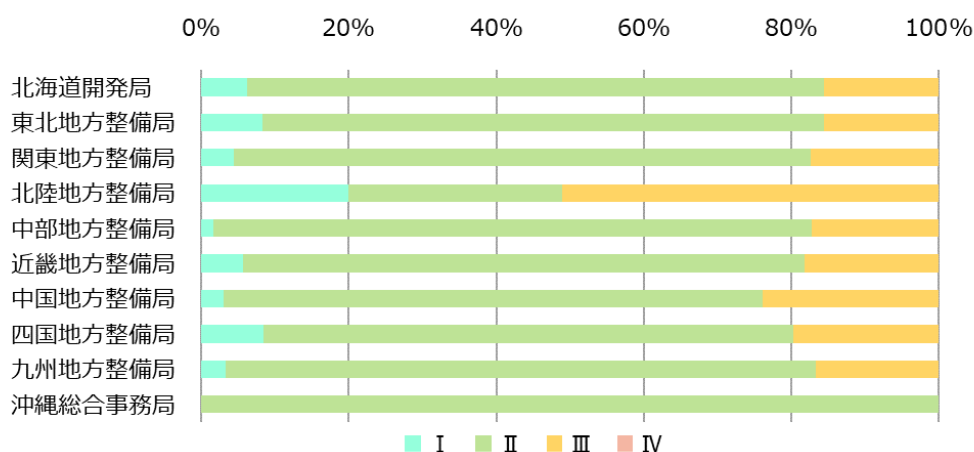


図 2.2.17 地方整備局別のトンネル毎の健全性判定区分割合
(山岳トンネル工法)

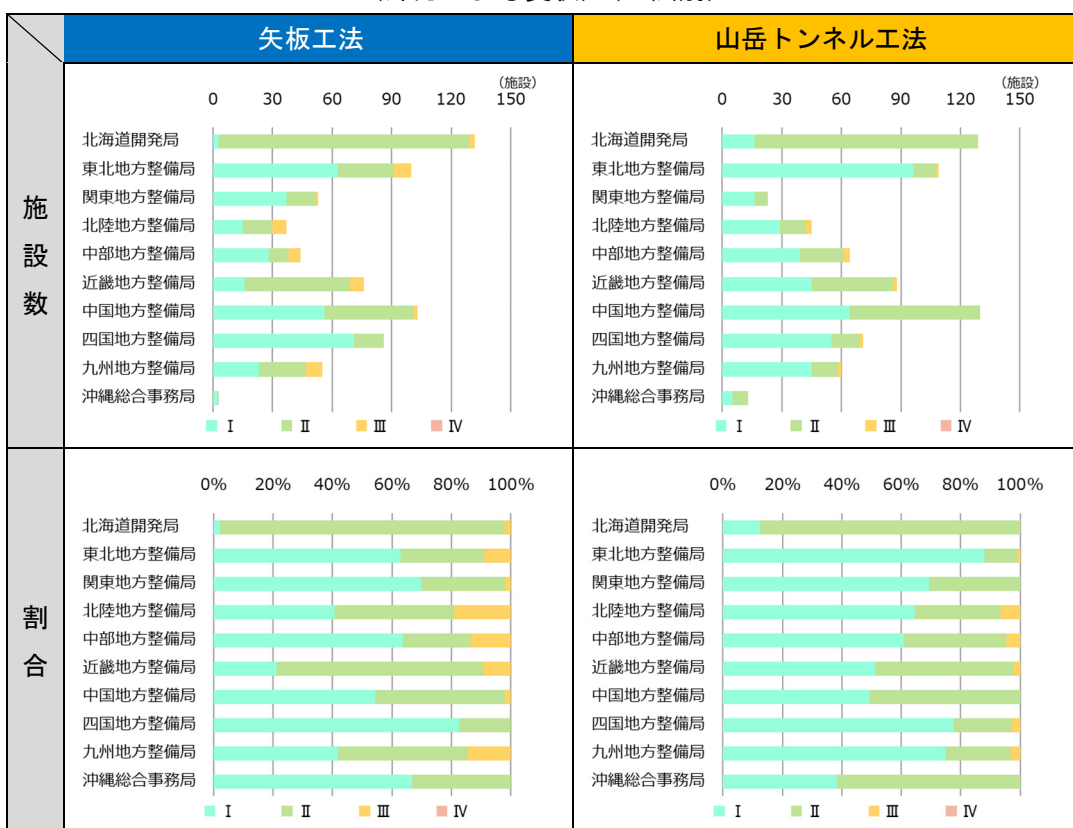
3) 変状区分別

① 外力による変状

外力による変状に着目したトンネル毎の健全性の判定区分について、地方整備局別に整理した結果を表 2.2.2 に示す。なお、外力による変状がない施設は判定区分 I として計上した。

- 判定区分Ⅲの施設に着目すると、矢板工法の施設数では東北地方整備局、九州地方整備局、北陸地方整備局及び近畿地方整備局の順に多く、割合では北陸地方整備局、九州地方整備局、中部地方整備局の順に高い。山岳トンネル工法の施設数では、北陸地方整備局・中部地方整備局が同数で多く、割合では北陸地方整備局、中部地方整備局、九州地方整備局の順に高い。

表 2.2.2 地方整備局別のトンネル毎の健全性判定区分
(外力による変状) (工法別)

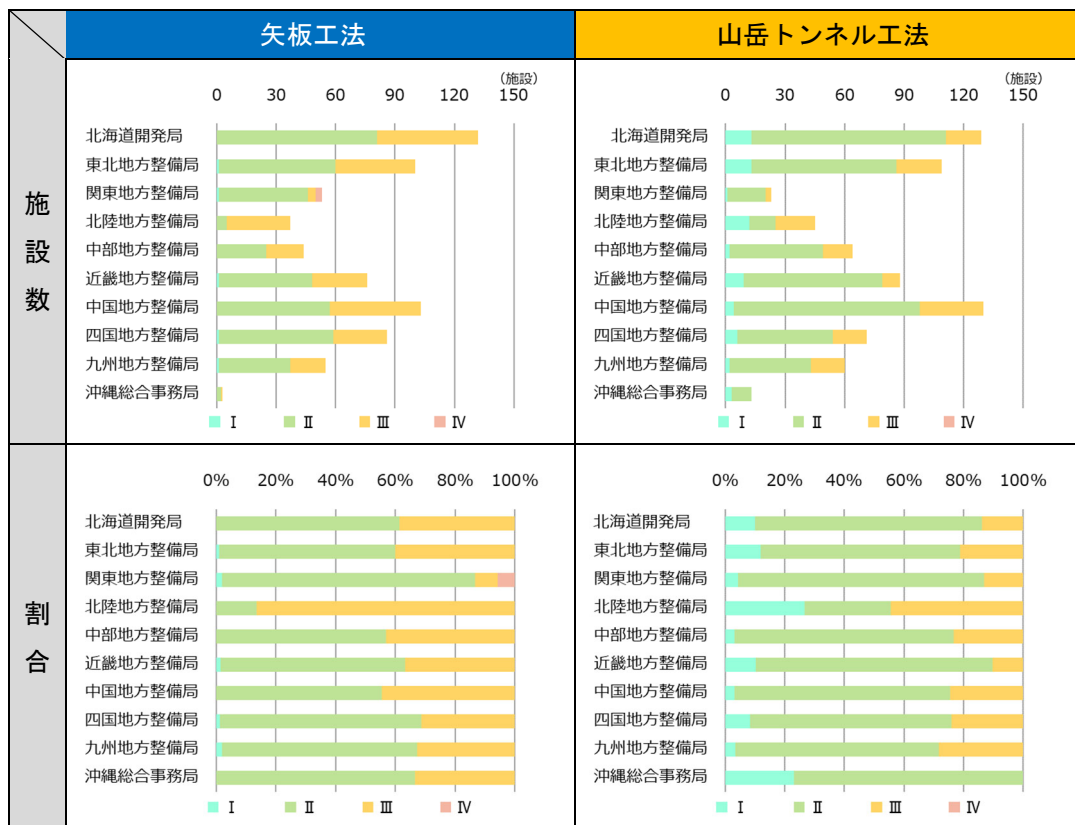


② 材質劣化による変状

材質劣化による変状に着目したトンネル毎の健全性の判定区分について、地方整備局別に整理した結果を表 2.2.3 に示す。なお、材質劣化による変状がない施設は判定区分Ⅰとして計上した。

- 判定区分Ⅲの施設に着目すると、矢板工法の施設数では北海道開発局、中国地方整備局、東北地方整備局の順に多く、割合では北陸地方整備局、中国地方整備局、中部地方整備局の順に高い。山岳トンネル工法の施設数では、中国地方整備局、東北地方整備局、北陸地方整備局の順に多く、割合では北陸地方整備局、九州地方整備局、中国地方整備局の順に高い。

表 2.2.3 地方整備局別のトンネル毎の健全性判定区分
(材質劣化による変状) (工法別)

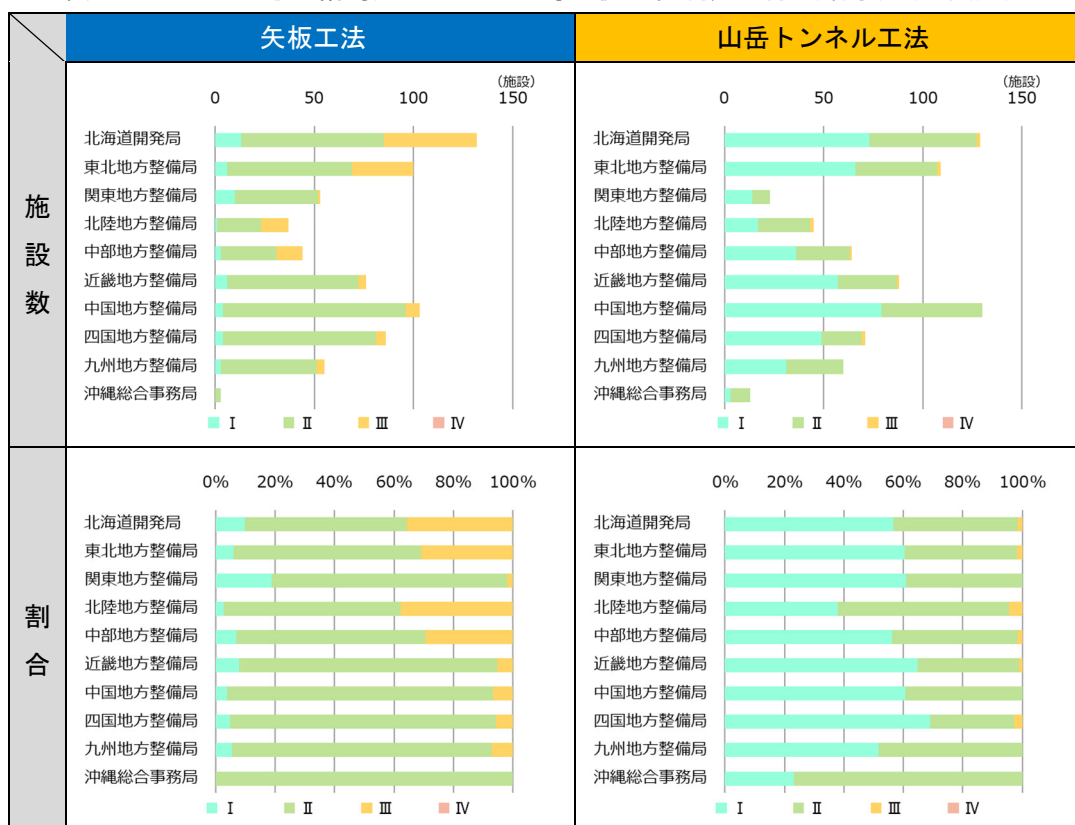


③ 漏水

漏水に着目した道路トンネル毎の健全性の判定区分について、地方整備局別に整理した結果を表 2.2.4 に示す。なお、漏水がない施設は判定区分Ⅰとして計上した。

- 判定区分Ⅲの施設に着目すると、矢板工法の施設数では北海道開発局、東北地方整備局、北陸地方整備局の順に多く、割合では北陸地方整備局、北海道開発局、東北地方整備局の順に高い。山岳トンネル工法の施設数では、北海道開発局、東北地方整備局、北陸地方整備局、四国地方整備局が同数の 2 施設で多く、割合では北陸地方整備局、四国地方整備局、東北地方整備局の順に高い。

表 2.2.4 地方整備局別のトンネル毎の健全性判定区分（漏水）（工法別）



(3) 完成からの経過年数別の健全性診断結果

1) 全施設

道路トンネル毎の健全性の判定区分について、完成からの経過年数別に整理した結果を図 2.2.18 及び図 2.2.19 に示す。

- 経過年数 36～40 年をピークに、経過年数が少なくなるにつれて判定区分Ⅲの割合が低くなっている。
- 経過年数 11～15 年以下の施設では、経過年数が小さいほど判定区分Ⅰの割合が高くなる傾向がある。これは、2005 年の「公共工事の品質確保の促進等に関する法律（以下、「品確法」という）」制定以降覆工の高品質化が進み、変状の発生が少なくなったことが要因の一つとして考えられる。

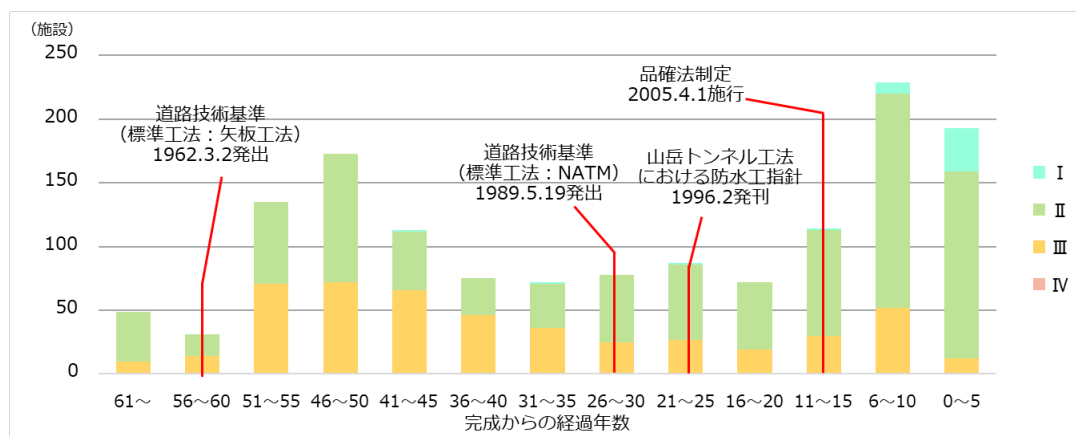


図 2.2.18 経過年数別の健全性判定区分（全工法）

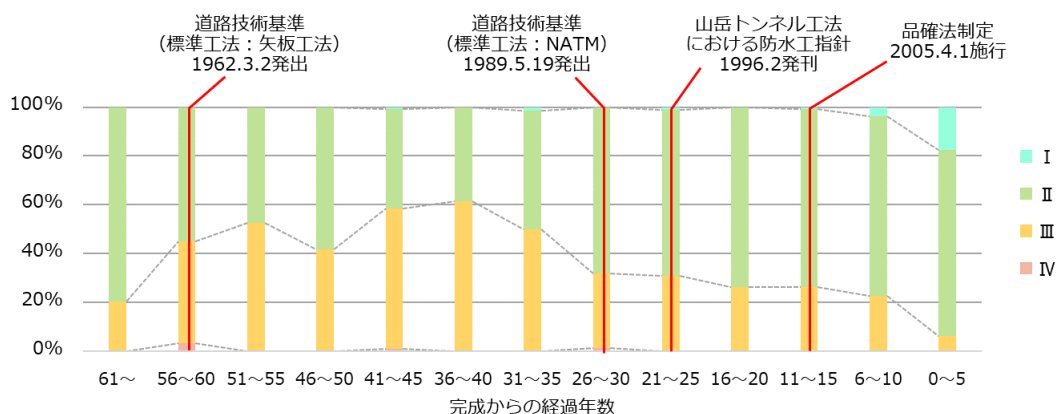


図 2.2.19 経過年数別の健全性判定区分割合（全工法）

2) 工法別

① 矢板工法

矢板工法におけるトンネル毎の健全性の判定区分について、完成からの経過年数別に整理した結果を図 2.2.20 及び図 2.2.21 に示す。

- 矢板工法では、経過年数 61 年以上を除く全年代で判定区分Ⅲの割合が 40～60% 程度である。

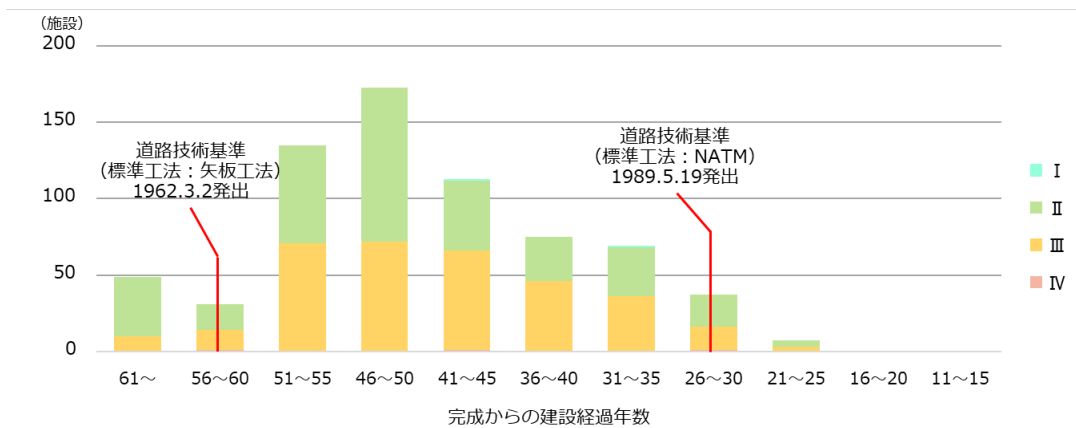


図 2.2.20 経過年数別の健全性判定区分 (矢板工法)

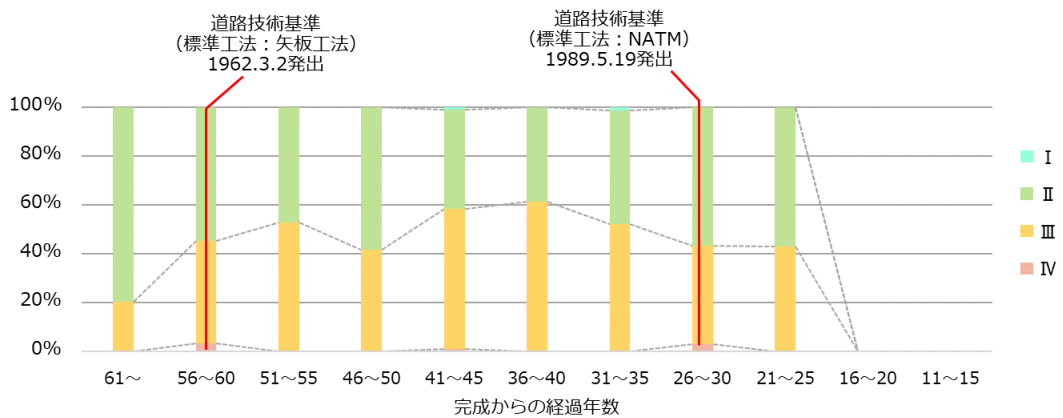


図 2.2.21 経過年数別の健全性判定区分割合 (矢板工法)

② 山岳トンネル工法

山岳トンネル工法におけるトンネル毎の健全性の判定区分について、完成からの経過年数別に整理した結果を図 2.2.22 及び図 2.2.23 に示す。

- 山岳トンネル工法では、判定区分Ⅲの割合は、経過年数5年以下及び31年以上を除く全年代で20～30%程度で、21～25年が最も判定区分Ⅲの割合が高い。
- 品確法が制定された2005年以降、健全性Ⅲの割合は低くなっている。

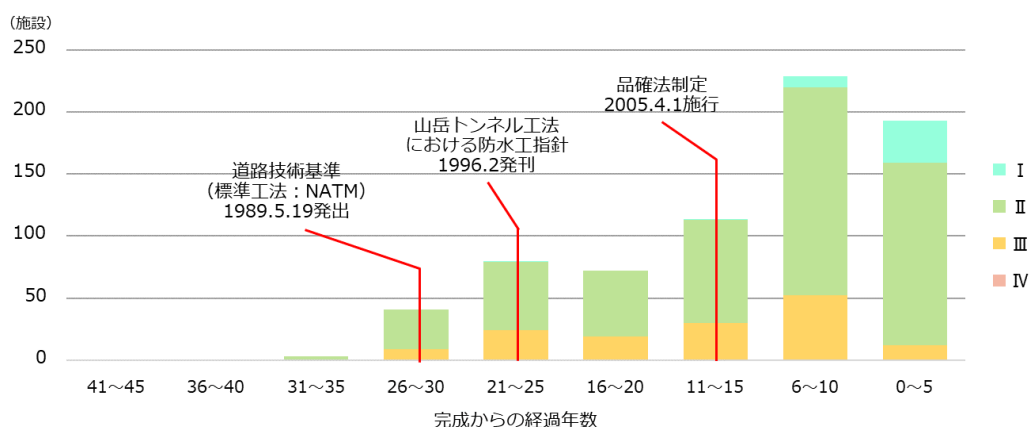


図 2.2.22 経過年数別の健全性判定区分（山岳トンネル工法）

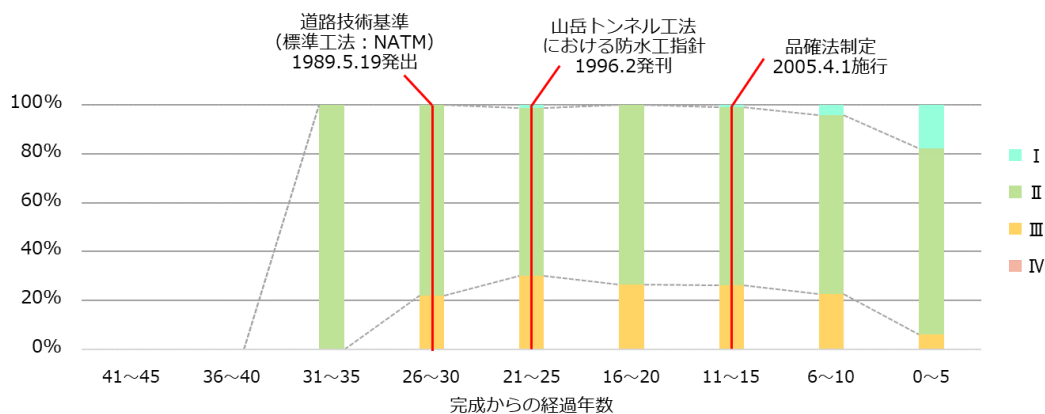


図 2.2.23 経過年数別の健全性判定区分割合（山岳トンネル工法）

(4) 地域区分別の健全性診断結果

1) 全施設

トンネル毎の健全性の判定区分について、施設の建設位置による特徴を確認するため、「積雪寒冷特別地域」と「その他の地域」の地域区分との関係で整理した。図 2.2.24 にトンネル台帳【様式 A-1】に記載された緯度経度情報を元にプロットが可能であった 1388 施設の判定区分の分布図を示す。なお、図中の積雪寒冷特別地域の範囲については、平成 30 年 12 月 18 日に閣議決定された「積雪寒冷特別地域における道路交通の確保について」参考資料³⁾の積雪寒冷特別地域略図を基に作成した。

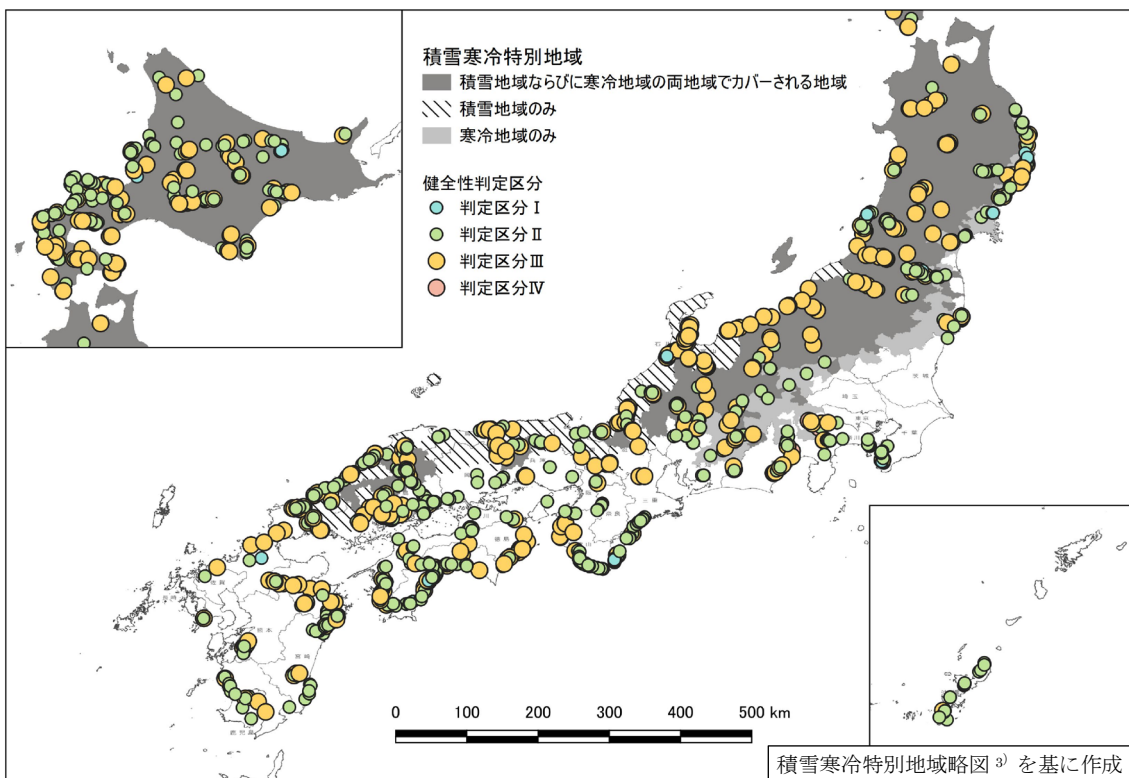


図 2.2.24 トンネル毎の健全性判定区分の分布図（全工法）

トンネル毎の健全性の判定区分の割合について、地域区別に整理した結果を、**図 2.2.25**及び**図 2.2.26**に示す。

- 積雪寒冷特別地域にある施設は、健全性判定区分Ⅲの施設が 40.1%を占め、その他地域のトンネルに比べて割合が高い。
- 積雪寒冷特別地域は、温度変化や凍結融解の繰り返し、凍結防止剤の散布等による材質劣化の進行や、つらら、氷塊等、漏水が凍結膨張することによるひび割れの進行等の判定の重症化が原因として考えられる。

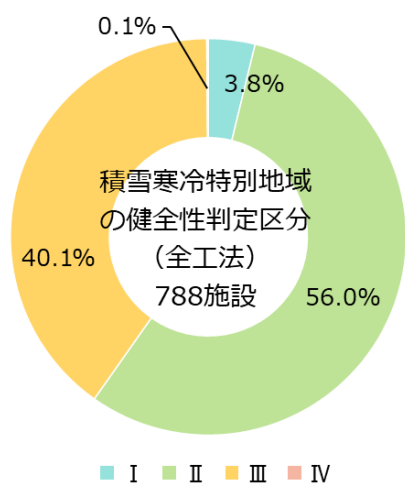


図 2.2.25 地域区別の健全性判定区分割合（積雪寒冷特別地域）

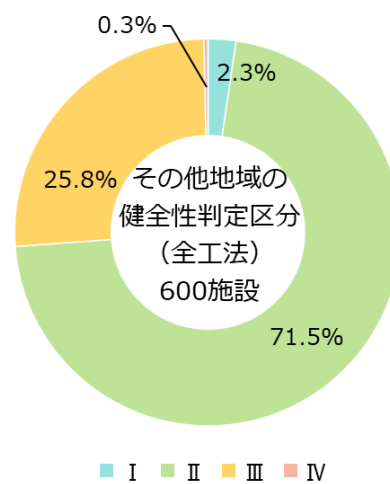


図 2.2.26 地域区別の健全性判定区分割合（その他地域）

2) 工法別

トンネル毎の健全性の判定区分について、工法別に整理した分布図を図 2.2.27 及び図 2.2.28 に示す。

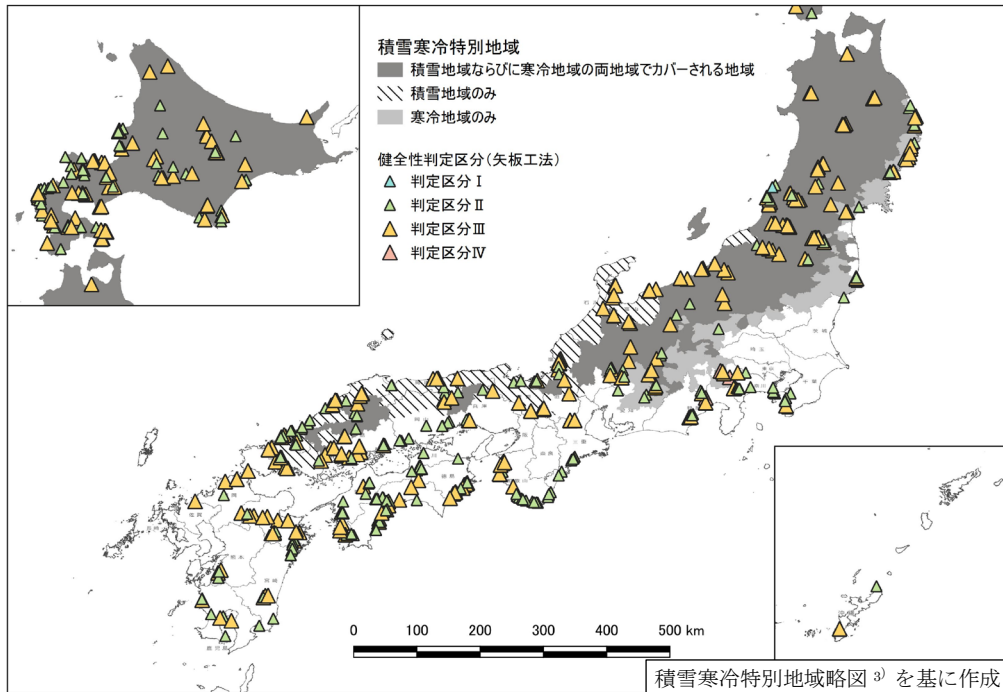


図 2.2.27 トンネル毎の健全性判定区分の分布図（矢板工法）

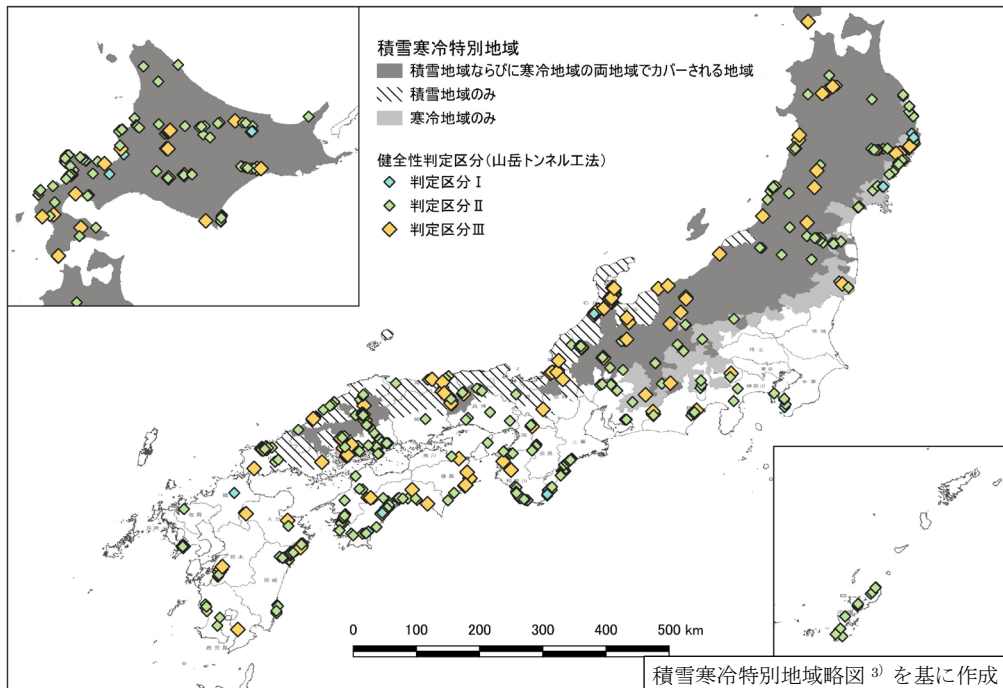


図 2.2.28 トンネル毎の健全性判定区分の分布図（山岳トンネル工法）

トンネル毎の健全性の判定区分について、地域区分別・工法別に整理した結果を、**図 2.2.29**～**図 2.2.32**に示す。

- 積雪寒冷特別地域で判定区分Ⅲに着目すると、矢板工法で 57.7%と過半数を占めるが、山岳トンネル工法では 23.3%と矢板工法の半分以下である。また、その他地域においても判定区分Ⅲの施設は、矢板工法で 36.1%、山岳トンネル工法で 16.0%と矢板工法の半分以下である。
- 積雪寒冷地域でかつ矢板工法の施設は健全度が低い施設が多く、その他地域でかつ山岳トンネル工法の施設は健全度が高い施設の多い傾向がみられる。

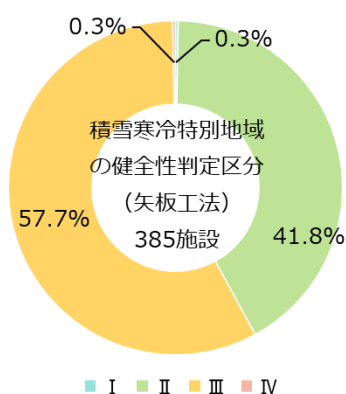


図 2.2.29 トンネル毎の健全性判定区分割合 (積雪寒冷特別地域・矢板工法)

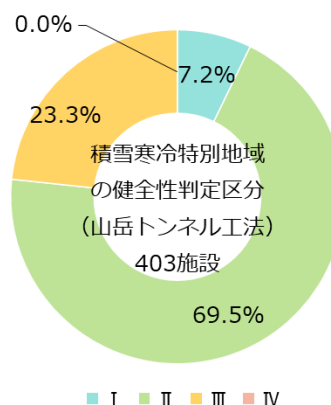


図 2.2.30 トンネル毎の健全性判定区分割合 (積雪寒冷特別地域・山岳トンネル工法)

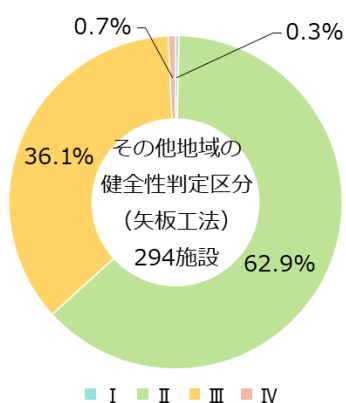


図 2.2.31 トンネル毎の健全性判定区分割合 (その他地域・矢板工法)

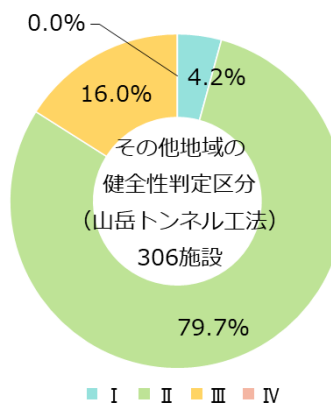


図 2.2.32 トンネル毎の健全性判定区分割合 (その他地域・山岳トンネル工法)

(5) 覆工スパン毎の健全性診断結果

1) 全施設

1,421 施設すべての覆工 97,752 スパンを対象として変状傾向を整理する。スパン毎の健全性判定区分を整理した結果を表 2.2.5 及び図 2.2.33 に示す。

- 判定区分Ⅱは 49.0%と全体の半数を占める。
- 判定区分Ⅲ及びⅣの割合は全体の 4.9%である。

表 2.2.5 覆工健全性の判定区分別スパン数

判定区分	スパン数
I	45,044
II	47,943
III	4,756
IV	9
計	97,752

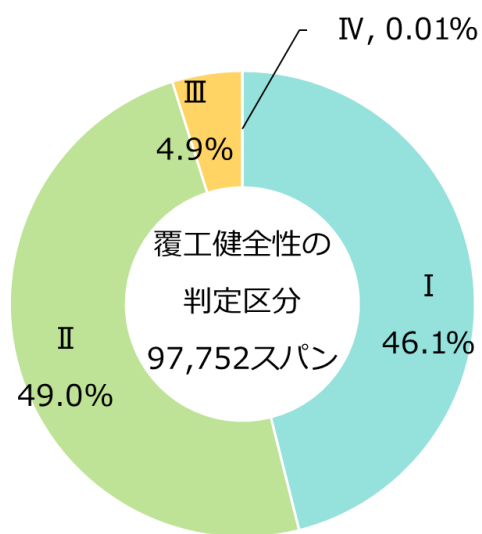


図 2.2.33 スパン毎の健全性判定区分割合（全工法）

2) 工法別

スパン毎の健全性の判定区分について、工法別に整理した結果を図 2.2.3 4 及び図 2.2.3 5 に示す。

- 矢板工法では、判定区分Ⅲ及びⅣが 11.2%、判定区分Ⅱが 75.1%と、86.4%のスパンに何らかの変状が生じている。一方、山岳トンネル工法では判定区分Ⅲが 1.8%、判定区分Ⅱが 36.6%と、変状の生じているスパンの割合が矢板工法と比べて少ない。

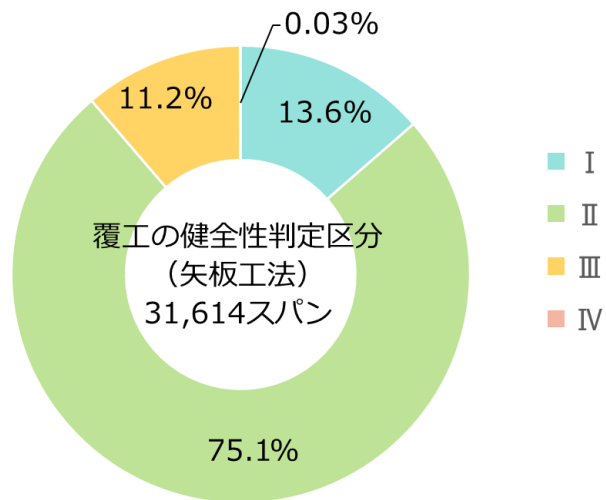


図 2.2.3 4 スパン毎の健全性判定区分割合 (矢板工法)

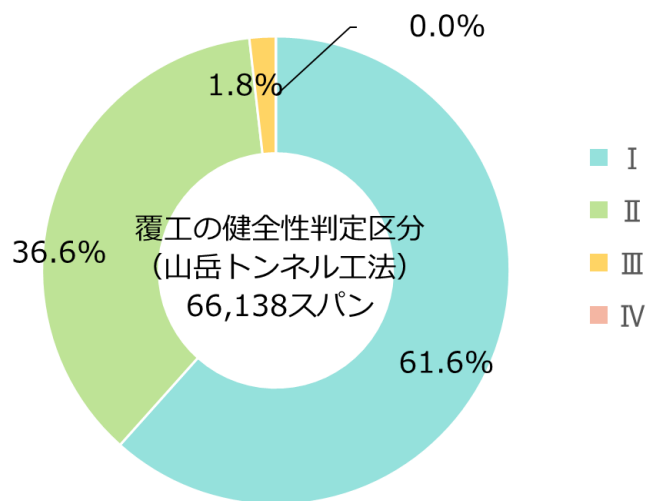


図 2.2.3 5 スパン毎の健全性判定区分割合 (山岳トンネル工法)

(6) 健全性が低い変状の特徴

ここでは健全性が低いと判断された変状の特徴を確認するため、健全性判定区分を整理した。

1) 変状区分の傾向

トンネル毎の健全性の判定区分Ⅲ及びⅣと判定された 503 施設の変状区分内訳を図 2.2.36 に示す。

- 判定区分Ⅲ及びⅣとなった施設のうち、外力による変状のみが 4.0%、材質劣化による変状のみが 64.8%、漏水のみが 10.9%あり、2 項目以上の複合要因で判定区分Ⅲ及びⅣとなった施設は全体の 19.9%であった。
- 外力による変状関連の判定によって判定区分Ⅲ及びⅣとなった施設は全体の 11.1%であった。

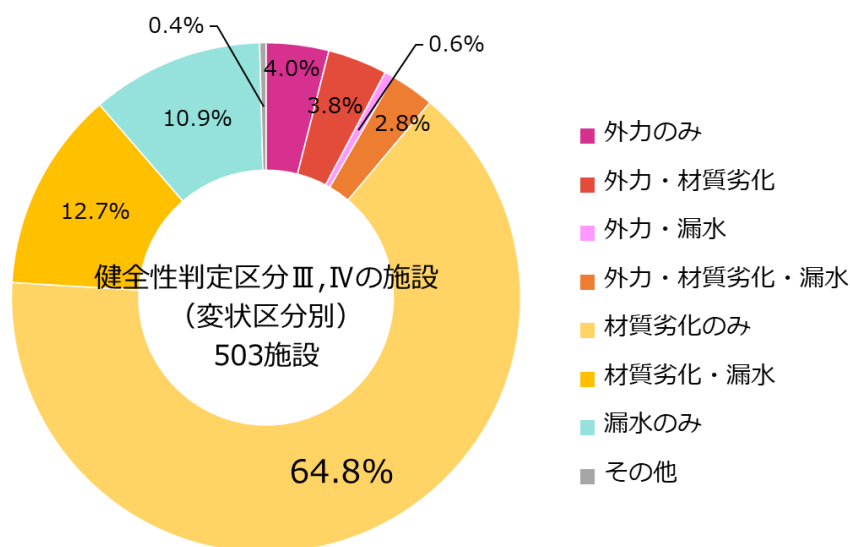


図 2.2.36 トンネル毎の健全性判定区分Ⅲ及びⅣとなった施設の変状区分割合

2) 外力による変状の特徴

外力による変状について、特徴を分析した。

① 変状発生部位と変状箇所数の関係

外力による変状で判定区分Ⅲとなった変状発生部位と変状箇所数の関係を図 2.2.37 に示す。

- アーチ部に発生する変状が最も多く、次に路面に発生する変状が多い。

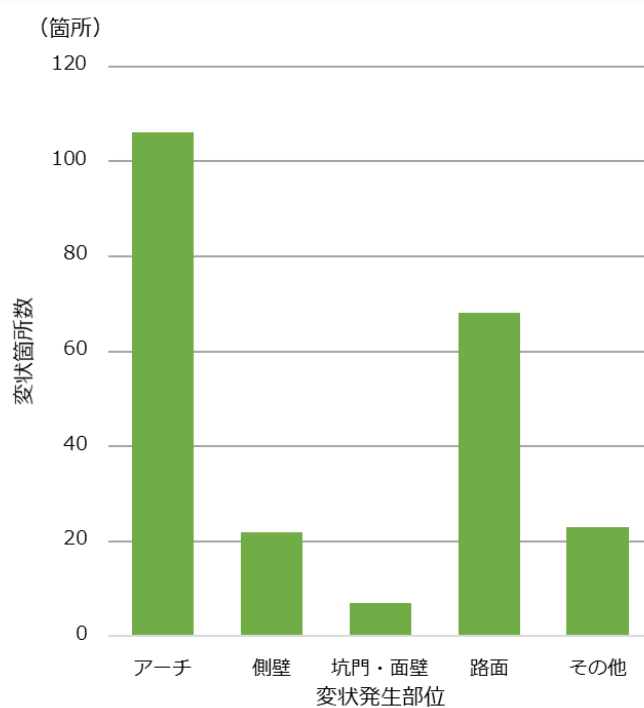


図 2.2.37 変状発生部位別の変状箇所数
(全工法：外力による変状で判定区分Ⅲ)

② ひび割れ幅の割合

外力による変状で判定区分Ⅲとなったひび割れのうち、覆工（アーチ及び側壁）に発生したひび割れの幅を整理した結果を図 2.2.38 に示す。また、ひび割れ幅を工法別に整理した結果を図 2.2.39 及び図 2.2.40 に示す。なお、ひび割れ幅の区分は点検要領を参考にした。

- ひび割れ幅 3mm 未満が全体の 55.0% を占め、ひび割れ幅 5mm 以上のひび割れは 9.7% である。
- 判定区分Ⅲとしたがひび割れ幅の記載がなく、幅不明としたものが 15.1% ある。

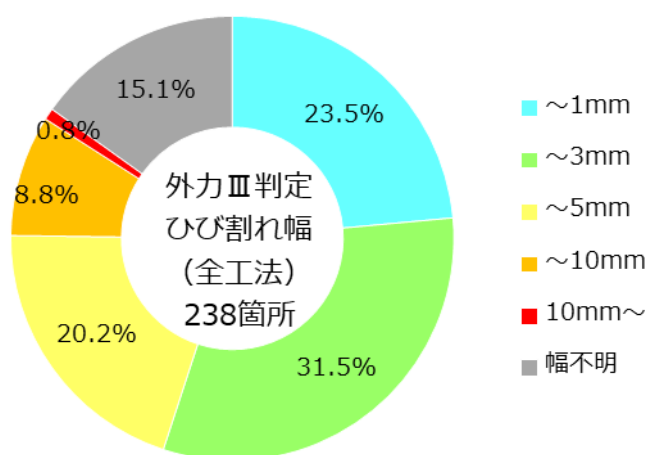


図 2.2.38 ひび割れ幅別の発生割合（発生箇所：覆工）
（全工法：外力によるひび割れで判定区分Ⅲ）

- 矢板工法では、ひび割れ幅 3mm 未満は 37.7%であるのに対し、山岳トンネル工法では 73.3%であることから、矢板工法と比較して、山岳トンネル工法ではひび割れ幅が小さい変状でも判定区分Ⅲとしていることがわかる。これは、覆工に対して外力が作用しない前提の設計となっている山岳トンネル工法においてひび割れが発生した場合に厳しく判定する傾向があるためと考えられる。

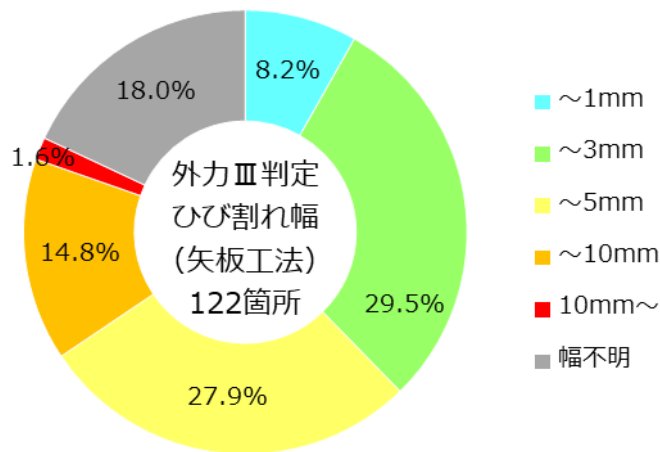


図 2.2.39 ひび割れ幅別の発生割合 (発生箇所：覆工)
(矢板工法：外力によるひび割れで判定区分Ⅲ)

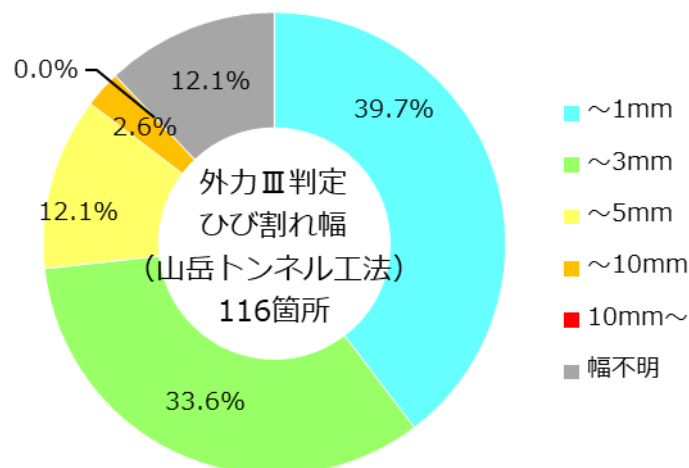


図 2.2.40 ひび割れ幅別の発生割合 (発生箇所：覆工)
(山岳トンネル工法：外力によるひび割れで判定区分Ⅲ)

3) 材質劣化による変状の特徴

材質劣化による変状について、特徴を分析した。

① 変状発生部位と変状箇所数の関係

材質劣化による変状で判定区分Ⅲ及びⅣとなった変状発生部位と変状箇所数の関係を図 2.2.4 1 に示す。

- 変状発生部位で最も多いのはアーチ部で、その次に多いのは側壁部である。
- 図示していないが変状箇所数の 15.3%は「補修材の劣化」が占めている。

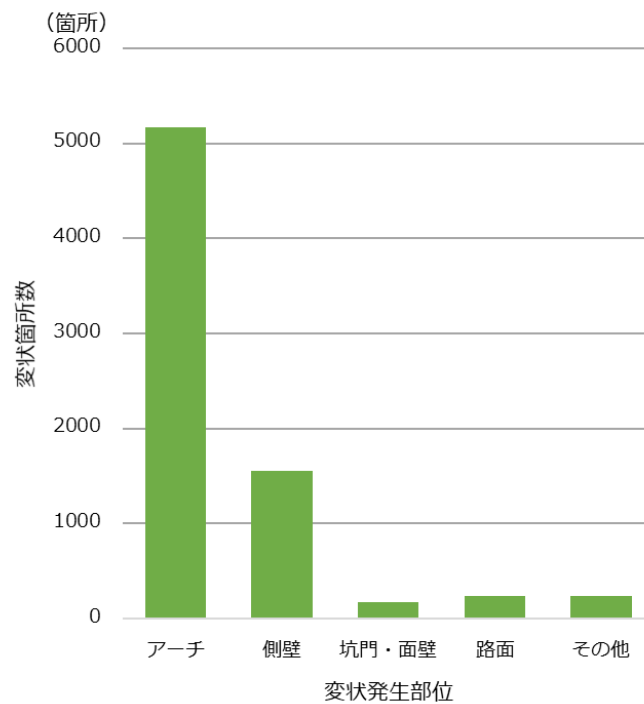


図 2.2.4 1 変状発生部位別の変状箇所数
(全工法：材質劣化による変状で判定区分Ⅲ及びⅣ)

② 変状種別の割合

材質劣化による変状で判定区分Ⅲ及びⅣとなった変状のうち、覆工（アーチ及び側壁）に発生した変状を整理した結果を図 2.2.4 2 に示す。また、変状を工法別に整理した結果を図 2.2.4 3 及び図 2.2.4 4 に示す。

- 覆工の材質劣化で判定区分Ⅲ、Ⅳの変状はうき・はく離が 92.2% を占める。

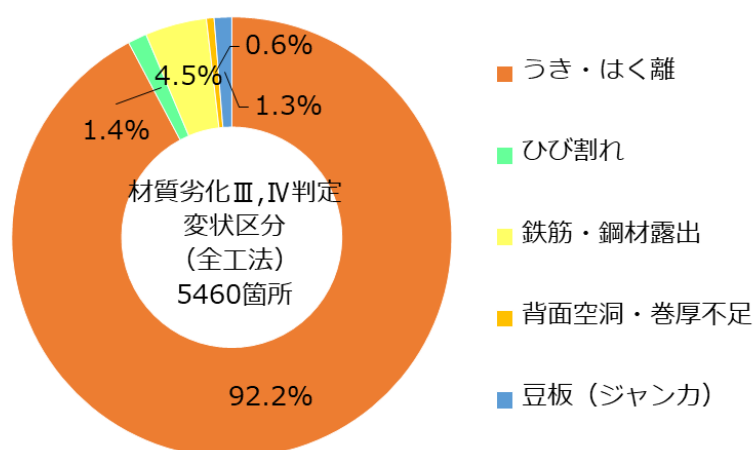


図 2.2.4 2 変状種類別の発生割合（発生箇所：覆工）
（全工法：材質劣化による変状で判定区分Ⅲ及びⅣ）

- 矢板工法では、うき・はく離は 91.5%を占め、山岳トンネル工法においても 94.5%を占める。
- その他の変状に着目すると、矢板工法では鉄筋・鋼材露出が多く、山岳トンネル工法ではひび割れが多い。

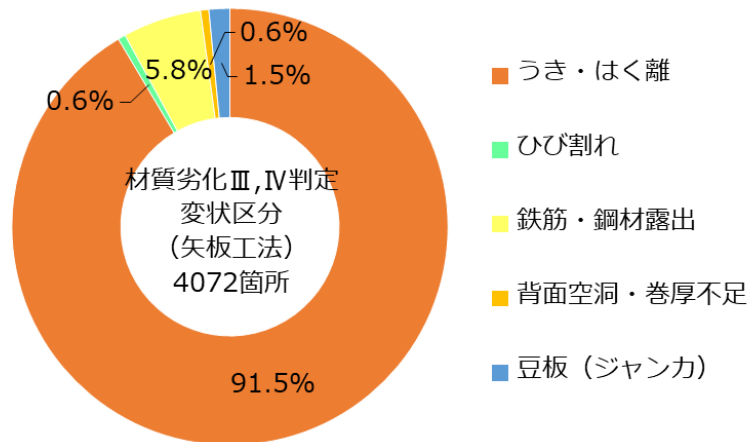


図 2.2.4 3 変状種類別の発生割合 (発生箇所：覆工)
(矢板工法：材質劣化による変状で判定区分Ⅲ及びⅣ)

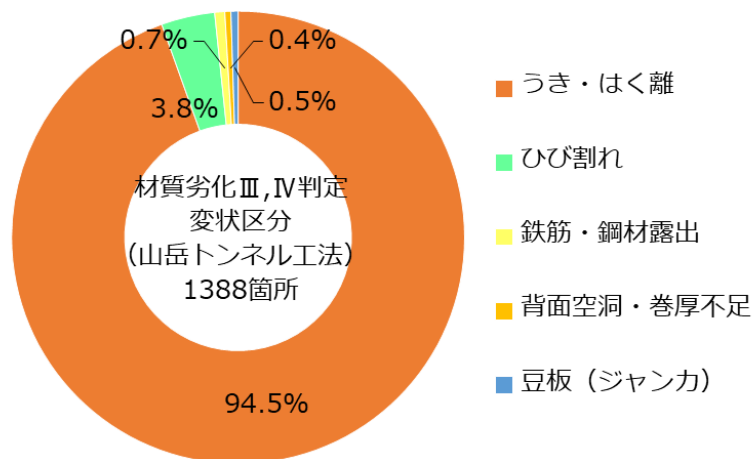


図 2.2.4 4 変状種類別の発生割合 (発生箇所：覆工)
(山岳トンネル工法：材質劣化による変状で判定区分Ⅲ及びⅣ)

③ うき・はく離の発生位置

平成 26 年度～30 年度の点検で「新たに発生」とされた 815 箇所のうき・はく離の変状を対象に、変状展開図上に記録されていた位置を以下の定義に従い整理した結果を図 2.2.45 に示す。

<分類>

目地部：横断目地・水平打継ぎ目を中心とした 2m の範囲

過去の変状箇所や補修箇所：変状箇所、補修箇所の外縁から 1m の範囲

その他：過去の変状箇所周辺等で発生したうき・はく離

- 新たなうき・はく離は「目地部」及び「過去の変状箇所や補修箇所」に発生するものが 99.1%を占め、「その他」は 0.9%である。

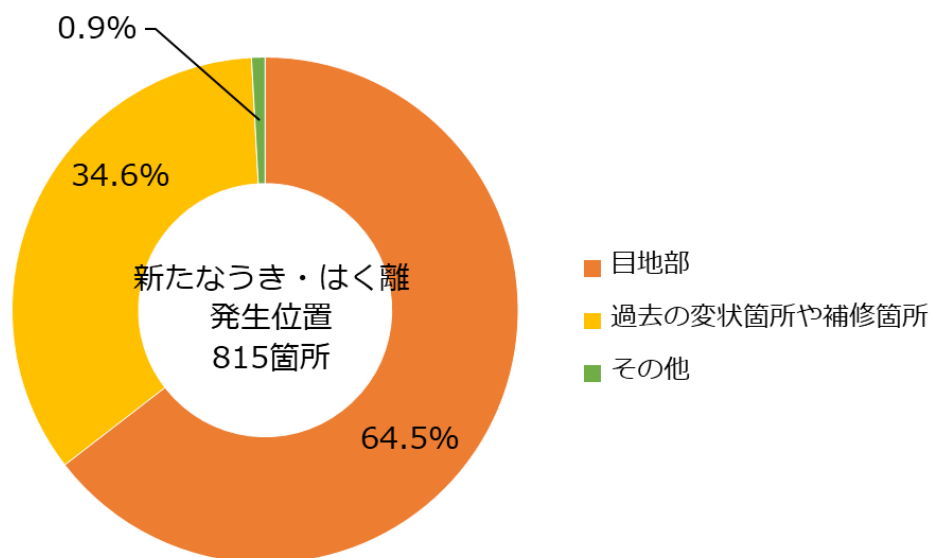


図 2.2.45 新規のうき・はく離の分類別発生割合（発生箇所：覆工）

④ うき・はく離の面積

材質劣化による変状で判定区分Ⅲ及びⅣと判定されたうき・はく離のうち、覆工（アーチ及び側壁）に発生した変状の面積を整理した結果を図 2.2.46 に示す。また、変状を工法別に整理した結果を図 2.2.47 及び図 2.2.48 に示す。なお、うき・はく離の面積の区分は、道路トンネル維持管理便覧【本体工編】⁴⁾ を参考に設定した。

- うき・はく離の面積が 0.1 m²以下の変状が 54.3%を占めるが、10 m²以上の変状も 8.6%ある。

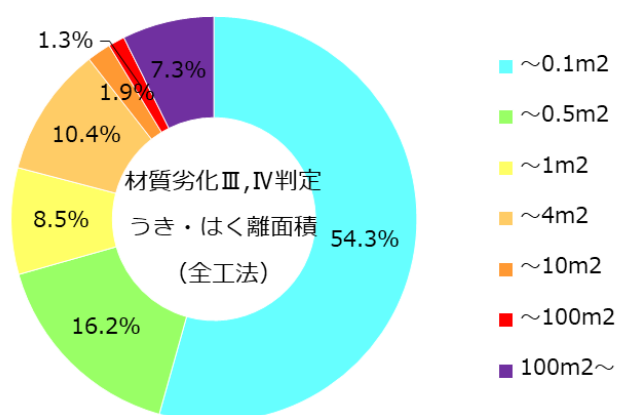


図 2.2.46 うき・はく離の面積別発生割合（発生箇所：覆工）
（全工法：材質劣化による変状で判定区分Ⅲ及びⅣ）

- 変状の規模 0.1 m^2 以下の変状は矢板工法で 46.3%、山岳トンネル工法で約 77.1%と、矢板工法に比べて山岳トンネル工法は規模の小さな変状が多い。

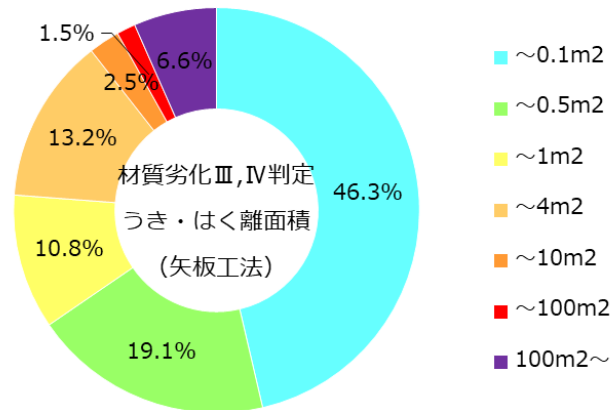


図 2.2.47 うき・はく離の面積別発生割合 (発生箇所：覆工)
(矢板工法：材質劣化による変状で判定区分Ⅲ及びⅣ)

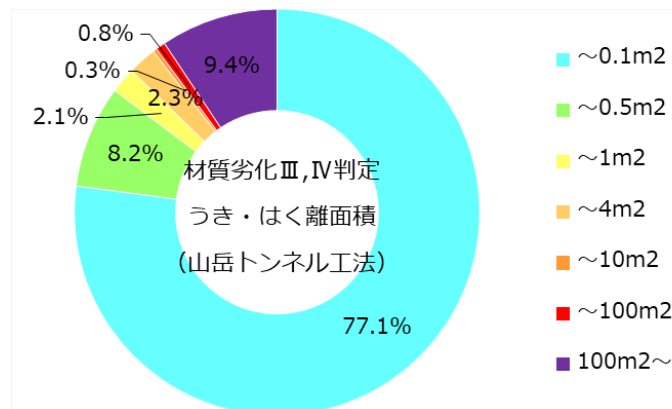


図 2.2.48 うき・はく離の面積別発生割合 (発生箇所：覆工)
(山岳トンネル工法：材質劣化による変状で判定区分Ⅲ及びⅣ)

4) 漏水の特徴

漏水について特徴を分析した。

① 変状発生部位と変状箇所数の関係

漏水で判定区分Ⅲとなった変状発生部位と変状箇所数の関係を図 2.2.49に示す。

- アーチ及び側壁部の覆工の変状が最も多い。
- 路面の変状も多く、図示していないがそのほとんどは滞水や土砂堆積である。

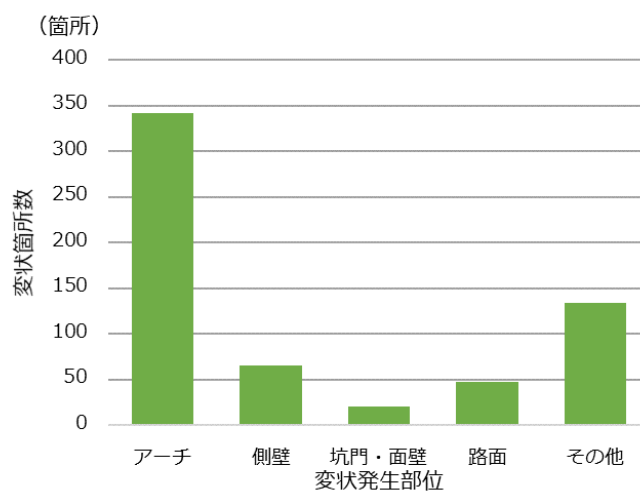


図 2.2.49 変状発生部位別の変状箇所数
(全工法：漏水で判定区分Ⅲ)

② 変状種類の割合整理

漏水で判定区分Ⅲとされた変状のうち、覆工（アーチ及び側壁）に発生した変状の変状種類の割合分布を図 2.2.50 に示す。また、漏水を工法別に整理した結果を図 2.2.51 及び図 2.2.52 に示す。

- つらら、流下・流水、にじみの順に多く発生していることがわかる。

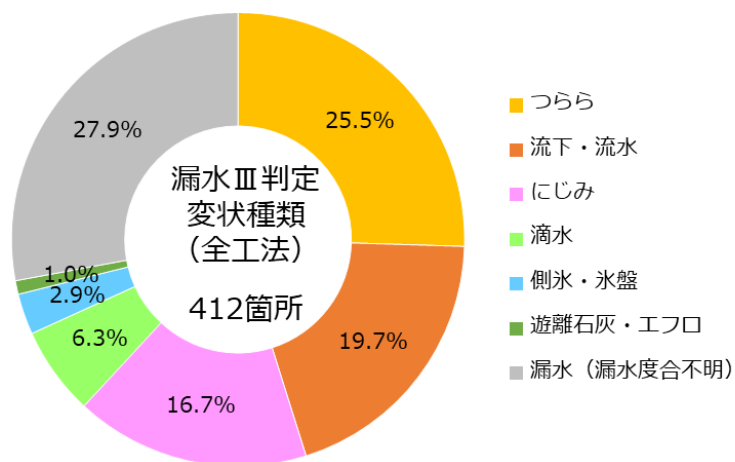


図 2.2.50 変状種類別の発生割合（発生箇所：覆工）
（全工法：漏水で判定区分Ⅲ）

- 漏水で判定区分Ⅲとなる変状はそのほとんどが矢板工法で、変状種類としてはつらら、流下・流水、にじみ、滴水で70.2%を占める。
- 山岳トンネル工法で判定区分Ⅲとなる漏水は16箇所、全工法の4%に満たない。

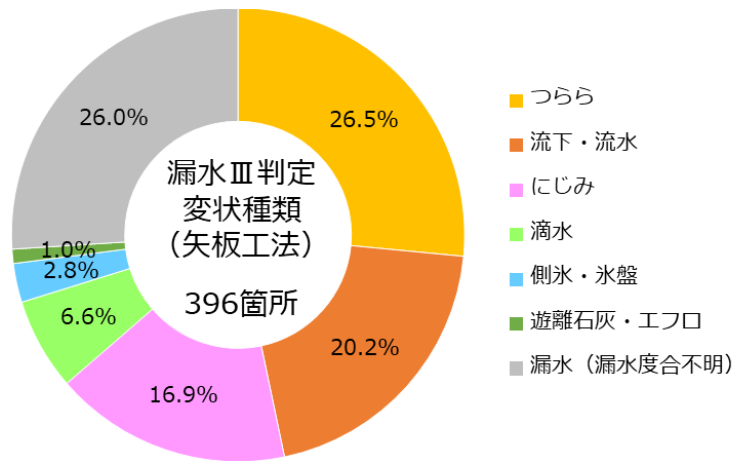


図 2.2.5 1 変状種類別の発生割合 (発生箇所：覆工)
(矢板工法：漏水で判定区分Ⅲ)

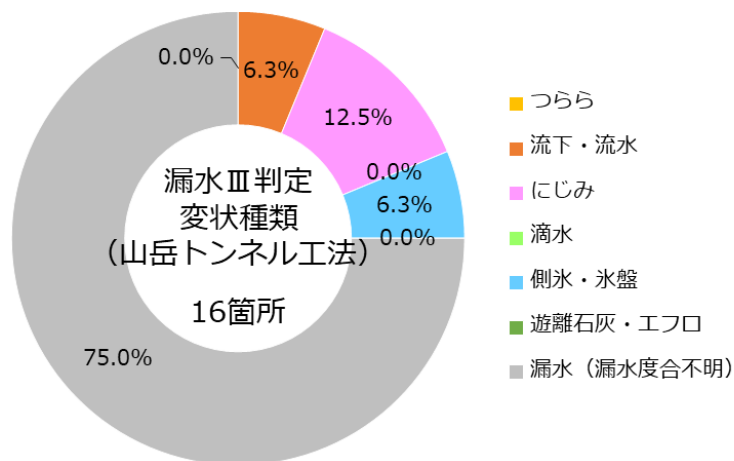


図 2.2.5 2 変状種類別の発生割合 (発生箇所：覆工)
(山岳トンネル工法：漏水で判定区分Ⅲ)

(7) 坑口部・一般部の変状発生頻度

坑口からの距離によって健全性の割合がどのように変化するかを分析することを目的として、延長区分ごとに対策区分別の変状発生頻度を整理した。

1) 整理方法

次頁からの2) ①～③に示す図では、延長区分、変状発生頻度を表 2.2.6のように縦軸及び横軸に設定して整理した。

表 2.2.6 延長区分と変状発生頻度の算出方法

内容	軸	詳細
延長区分	横軸	図 2.2.5 3 に示すように、両坑口からの距離を 50m 毎に区分したものを。
変状発生頻度	縦軸	図 2.2.5 4 に示すように、各トンネルの延長区分内に発生する変状箇所数の合計を、各トンネルの延長区分の合算延長で除した値。 例えば図 2.2.5 4 に示す B トンネルの場合、両坑口から 50m (計 100m 分) は「0～50m」に分類され、残りの 60m は「50～100m」に分類される。図中の 5 トンネルの「0～50m」内の変状箇所数 125 箇所を合算延長 430m で除すことで、延長区分 0～50m の変状発生頻度 0.291 が算出される。

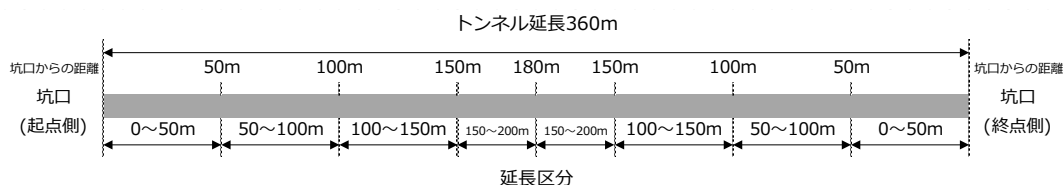


図 2.2.5 3 延長区分の概念図

延長区分		0～50m	50～100m	100～150m	150～200m
トンネル A	延長 40m	20m×2			
	変状 10箇所	10箇所			
トンネル B	延長 160m	50m×2	30m×2		
	変状 50箇所	40箇所	10箇所		
トンネル C	延長 90m	45m×2			
	変状 20箇所	20箇所			
トンネル D	延長 210m	50m×2	50m×2	5m×2	
	変状 45箇所	25箇所	15箇所	5箇所	
トンネル E	延長 330m	50m×2	50m×2	50m×2	15m×2
	変状 60箇所	30箇所	18箇所	10箇所	2箇所
合算延長		430m	260m	110m	30m
変状箇所数		125箇所	43箇所	15箇所	2箇所
変状発生頻度 (変状箇所数/合算延長)		0.291	0.165	0.136	0.067

図 2.2.5 4 変状発生頻度の計算例

2) 延長区分別の変状発生頻度

① 全施設

変状発生頻度を延長区分毎に整理した結果を図 2.2.55 に示す。なお、図 2.2.55 には左端に全延長区分平均の変状発生頻度を示す。

- 全体傾向として坑口からの距離が遠くなるにつれて変状発生頻度は下がる傾向にある。
- 全延長区分平均の変状発生頻度 0.190 と比べ、坑口から最も近い延長区分 0～50m の変状発生頻度は 0.544 と、約 3 倍高い値となっている。これは外気の影響を受けやすい坑口部が一般部に比べて変状が発生しやすいことが一因と考えられる。

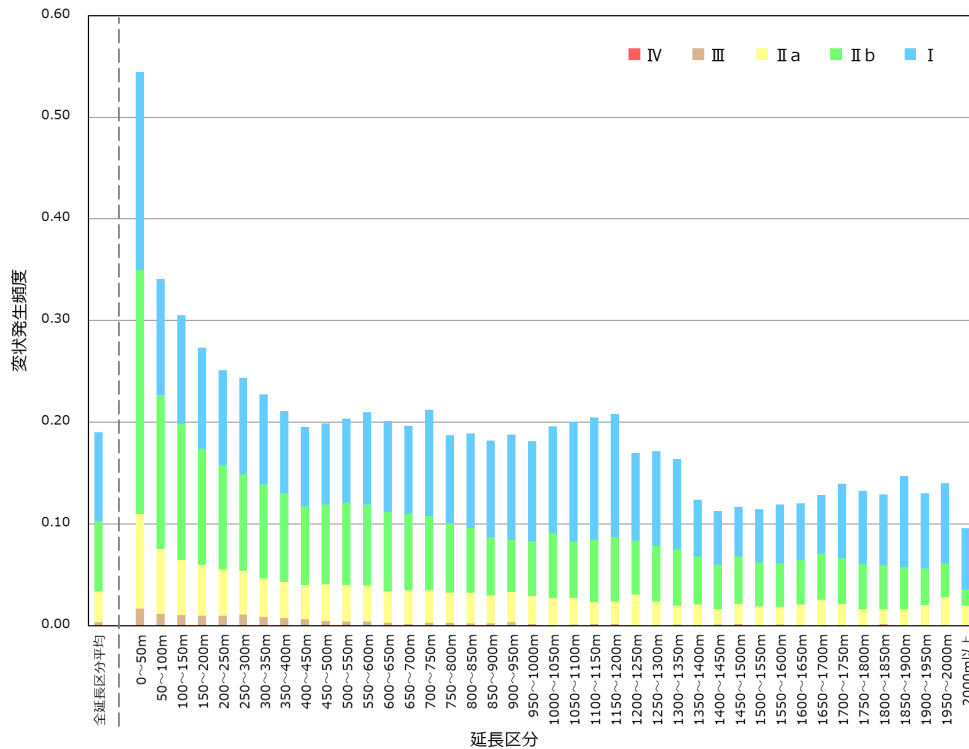


図 2.2.55 延長区分毎の変状発生頻度（全工法）

② 工法別

変状発生頻度を工法別で延長区分毎に整理した結果を図 2.2.56 及び図 2.2.57 に示す。

- 変状発生頻度は山岳トンネル工法に比べて矢板工法が高い。
- 矢板工法、山岳トンネル工法ともに、延長区分 0～50m は変状発生頻度が高いが、その他の区間では発生頻度に明確な傾向はみられない。

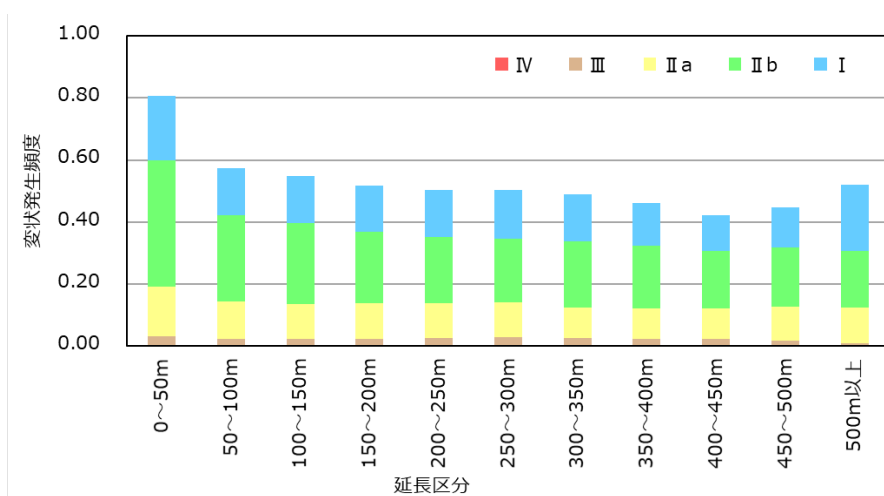


図 2.2.56 延長区分毎の変状発生頻度（矢板工法）

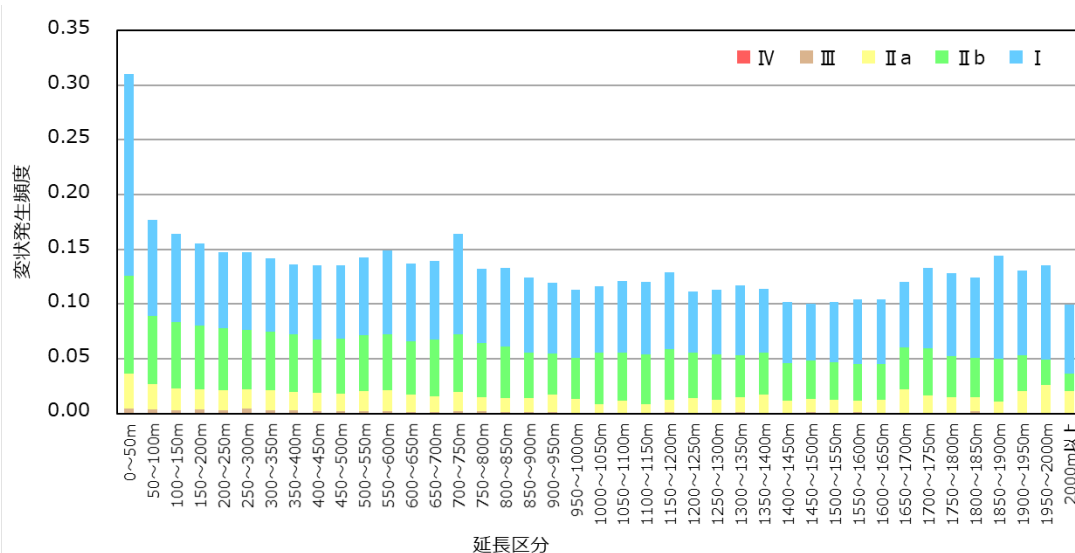


図 2.2.57 延長区分毎の変状発生頻度（山岳トンネル工法）

③ 変状区分別

変状発生頻度を変状区分別で延長区分毎に整理した結果を図 2.2.58～図 2.2.60 に示す。

- 変状発生頻度は外力、漏水に比べて材質劣化が高い。
- 外力による変状については、坑口付近で発生頻度が高い傾向にあるが、その他区間では明確な傾向はない。
- 材質劣化による変状については、坑口付近で発生頻度が高く、坑口からの距離に応じて発生頻度が下がる傾向がみられる。また、延長区分 1350m 以上で発生頻度が下がるが、これは延長区分 1350m 以上の矢板工法の施設が少ないことが考えられる。
- 漏水の変状については坑口付近で変状の発生頻度が特に高く、坑口からの距離に応じて変状発生頻度が下がる傾向がみられる。

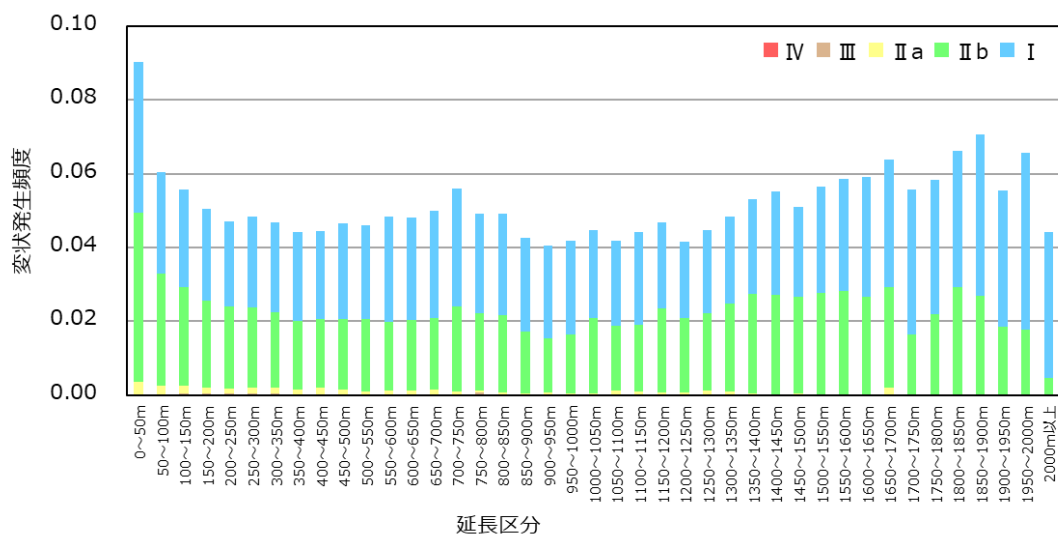


図 2.2.58 延長区分毎の変状発生頻度 (変状区分：外力)

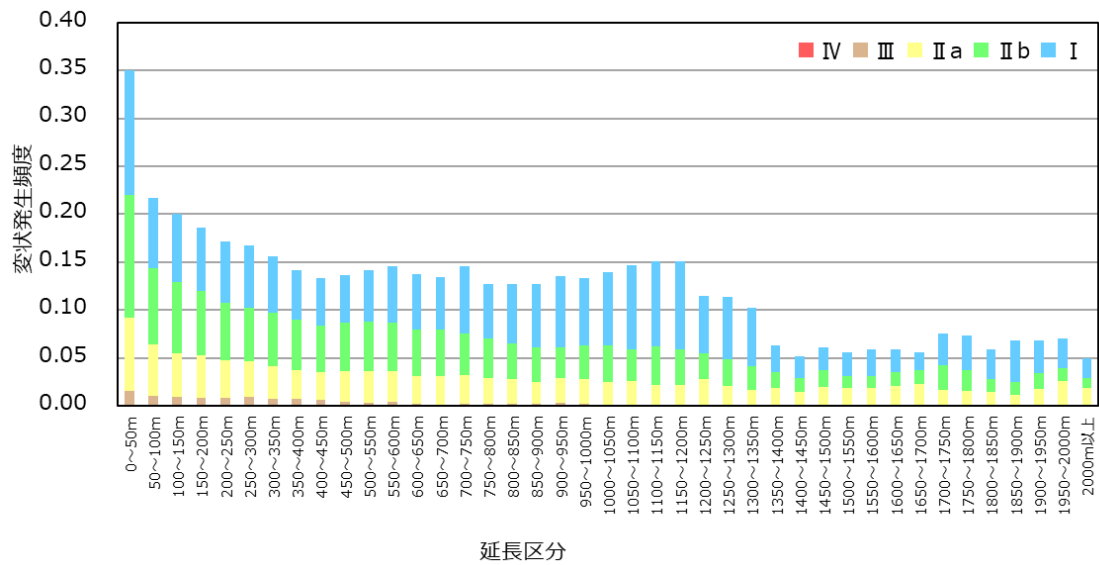


図 2.2.59 延長区分毎の変状発生頻度（変状区分：材質劣化）

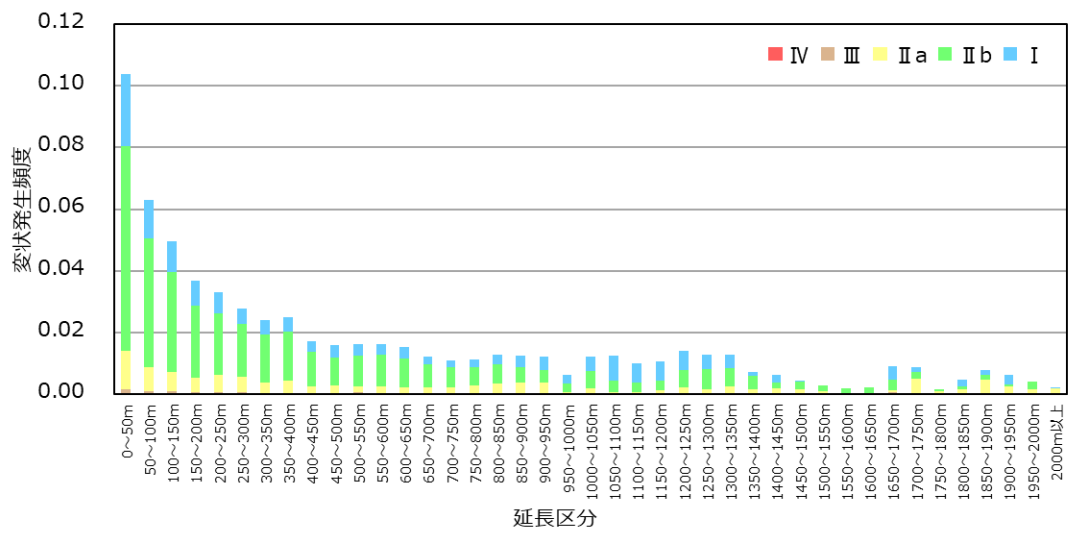


図 2.2.60 延長区分毎の変状発生頻度（変状区分：漏水）

2.3. 附属物の健全性診断結果

(1) 附属物の健全性診断結果の概要

1) 全施設

対象とした 1421 施設のうち、附属物の取付状態に 1 箇所でも異常があり、異常判定区分で「×」の付いた（以降、「異常箇所あり」という）施設と、「×」のない（以降、「異常箇所なし」という）施設の施設数及び割合を整理した結果を表 2.3.1 及び図 2.3.1 に示す。

- 異常箇所ありの施設は 606 施設で、全体の 42.6%を占める。

表 2.3.1 異常箇所の有無別施設数及び延長

判定区分	施設数	延長 (km)
異常箇所あり	606	377.6
異常箇所なし	815	558.5
計	1421	936.1

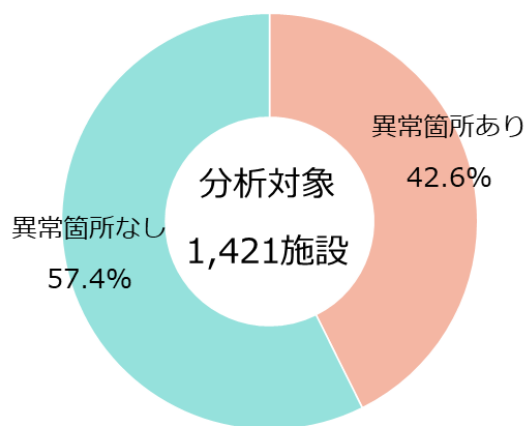


図 2.3.1 異常箇所の有無別施設割合

2) 地方整備局別

異常箇所ありの施設と、異常箇所なしの施設の施設数及び割合を地方整備局別に整理した結果を図 2.3.2 及び図 2.3.3 に示す。

- 異常箇所ありの施設数は、東北地方整備局、北海道開発局、中国地方整備局の順に多く、割合では、中部地方整備局が最も高く、次いで東北地方整備局、北陸地方整備局が高い。

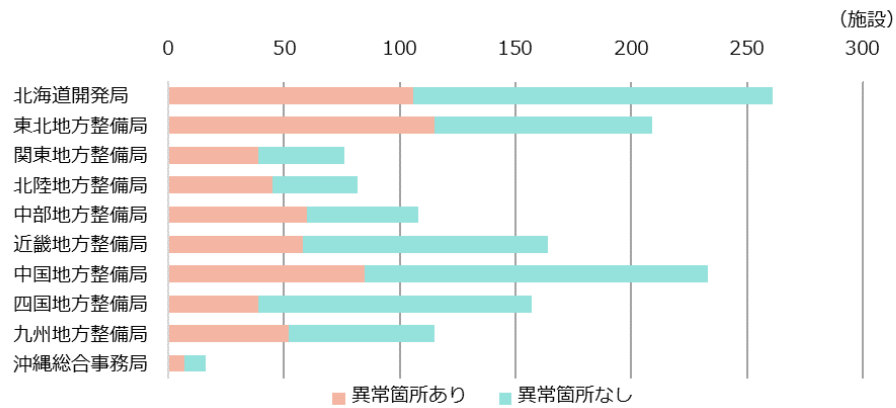


図 2.3.2 異常箇所の有無別施設数（地方整備局別）

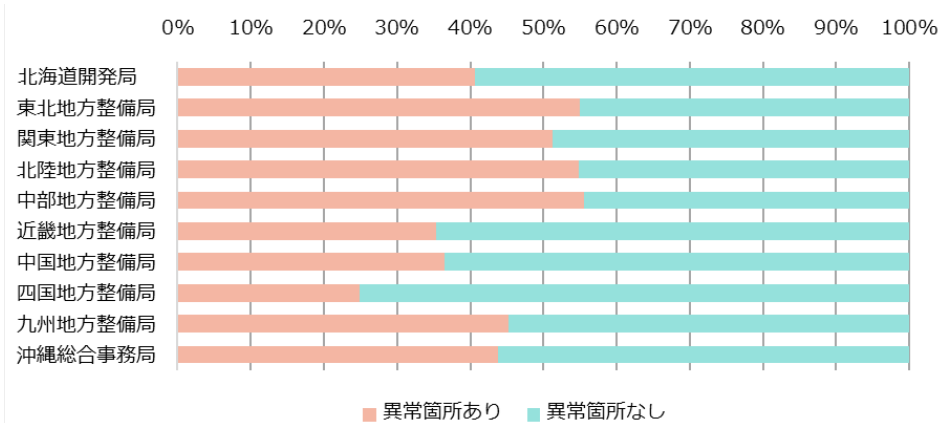


図 2.3.3 異常箇所の有無別施設割合（地方整備局別）

3) 完成からの経過年数別

異常箇所ありの施設と、異常箇所なしの施設の経過年数別の割合を図 2.3.4 に示す。

- 20年未満のトンネルでは、異常箇所ありの施設は19.2～30.5%であるが、20年以上の施設では、異常箇所ありの施設が54.2～58.3%と高くなる傾向がある。

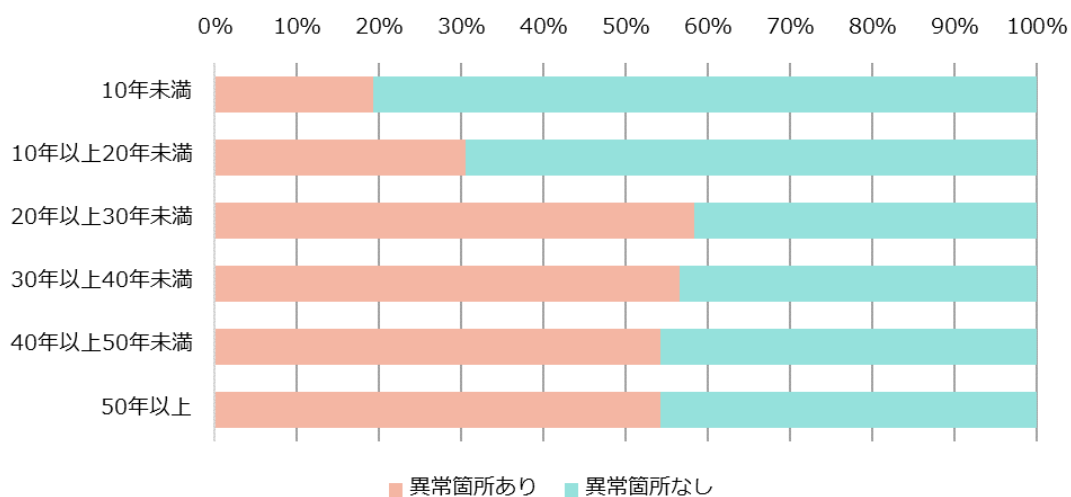


図 2.3.4 異常箇所の有無別施設割合（完成からの経過年数別）

(2) 附属物の取付状態の異常

1) 全附属物

附属物 304,935 個の診断結果から、附属物の取付状態に異常のあった附属物（以降、「異常あり附属物」という）と、異常のなかった附属物（以降、「異常なし附属物」）の割合を整理した結果を図 2.3.5 に示す。

なお、ここでは「異常箇所数」イコール「異常あり附属物数」として計上しているが、一部のデータには附属物 1 個に対し複数の異常箇所を計上している事例があるため、実際の異常あり附属物数はこれよりも少ないと考えられる。

- 全附属物の 2.1% (6,427 個) が、異常あり附属物である。

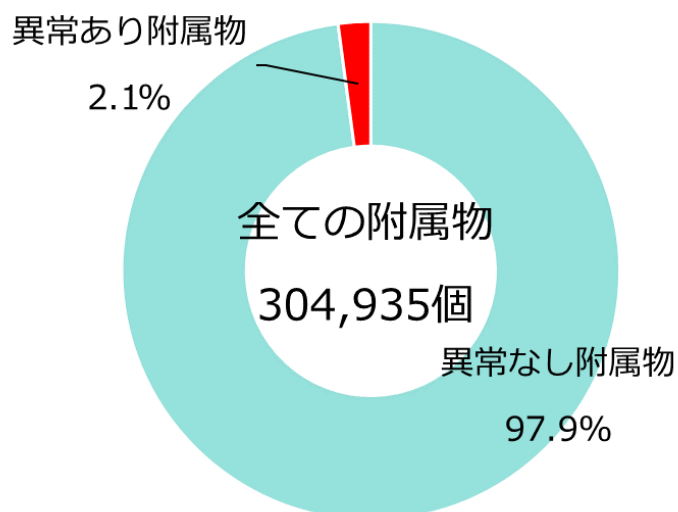


図 2.3.5 異常の有無別附属物割合

2) 附属物の分類別

1) で異常あり附属物として計上した 6,427 個について、以降は取付状態の異常箇所数として集計する。道路附属物等、トンネル非常用施設の 2 つの分類で整理した結果を図 2.3.6 に示す。

- 異常あり附属物の 81.6% (5,242 箇所) を道路附属物等が占める。

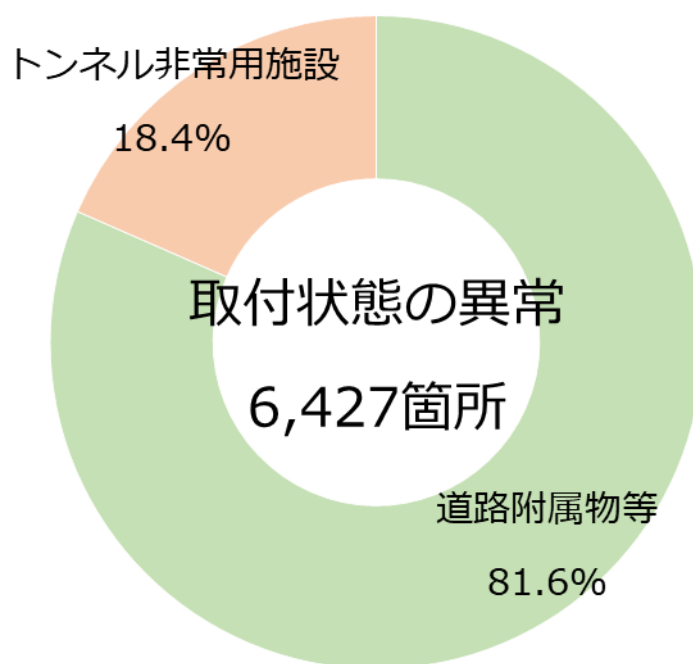


図 2.3.6 異常あり附属物の分類別発生割合

前述した2つの分類の細目について取付状態に異常のある附属物の割合を整理した結果を図 2.3.7及び図 2.3.8に示す。

- 道路附属物等における取付状態の異常は、96.1%が照明施設（基本照明、入口出口照明）に発生している。図示していないが、取付状態の異常全数の6,427箇所からみても、照明施設が78.4%（5,036箇所）を占める。
- トンネル非常用施設における取付状態の異常 1,185箇所は、38.9%をラジオ再放送設備が占め、通報装置（非常電話、押しボタン式通報装置、火災報知器）及び消火設備（消火器、消火栓）がそれぞれ24.9%、24.1%を占める。給水栓、無線通信補助設備、拡声放送設備、水噴霧設備については事例がなかった。

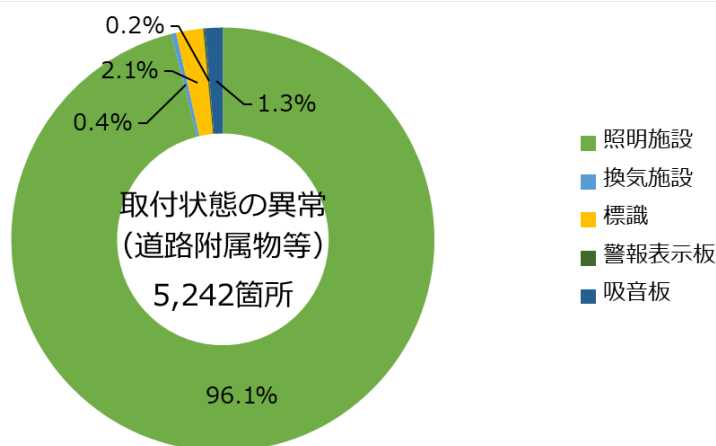


図 2.3.7 附属物の分類別異常箇所割合（道路附属物等）

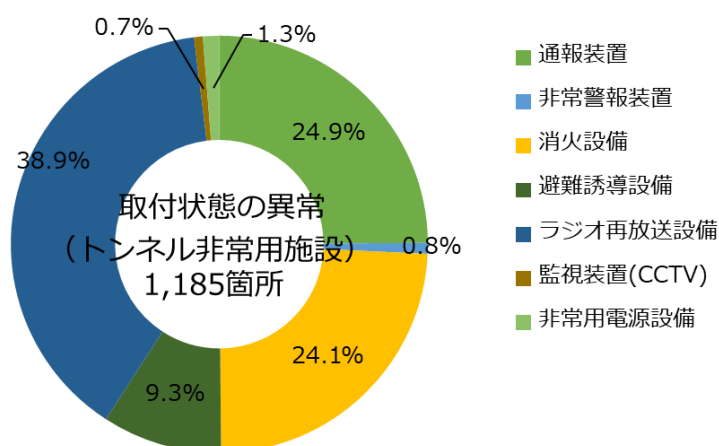


図 2.3.8 附属物の分類別異常箇所割合（トンネル非常用施設）

3) 延長あたりの取付状態の異常箇所数

異常箇所ありの 606 施設において、延長 100m あたりの取付状態の異常箇所数別に整理した結果を図 2.3.9 に示す。

- 異常箇所ありの施設のうち、91.3%は延長 100m あたり 20 箇所以下にとどまる。しかし、延長 100m あたり 100 箇所以上もの異常箇所を有する施設も 0.5% (3 施設) あった。

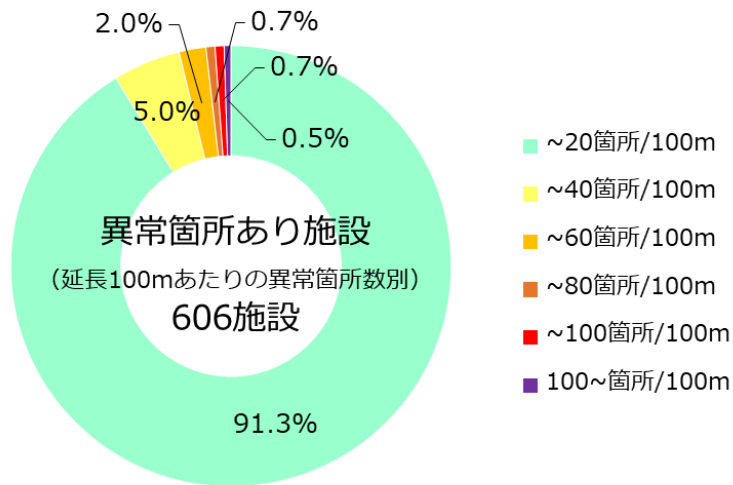


図 2.3.9 単位延長あたりの異常箇所割合
(延長 100m あたりの異常あり箇所数別)

(3) 照明施設の取付状態の異常

(2) の分析結果で、全附属物の異常のうち、照明施設の取付状態の異常が 78.4% (5,036 箇所) を占めていたことから、照明施設に着目して整理した。

1) 照明部位別

照明施設を本体、取付金具、カバー他、の 3 つに区分し、異常部位の割合を整理した結果を図 2.3.10 に示す。

- 照明本体の異常が 73.1% を占めており、取付金具の異常が 23.5% を占める。

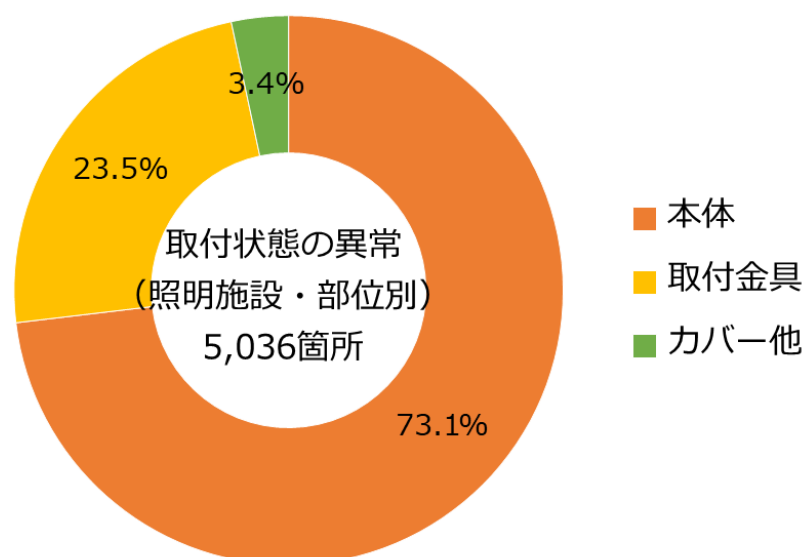


図 2.3.10 照明施設の取付状態の異常箇所割合 (部位別)

2) 異常の種類別

照明施設に発生している異常の種類について、破断、緩み・脱落、亀裂、腐食、変形・欠損、その他の6項目で分類し、整理した結果を図2.3.11に示す。なお、「腐食」には、「防食機能の劣化」、「孔食」、「異種金属接触腐食」を含んでいるが、異種金属接触腐食については該当事例がなかった。「その他」には、「がたつき」他5項目に分類されない異常を含んでいる。

- 腐食が85.1%を占めている。なお、図示していないが、その99%が「防食機能の劣化」であった。

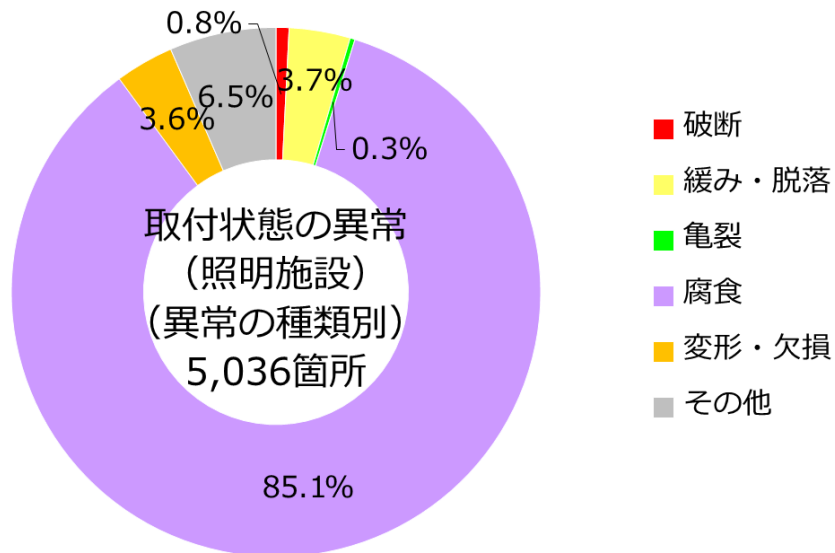


図 2.3.11 照明施設の取付状態の異常箇所割合 (異常の種類別)

照明設備に発生している異常の種類について、1) で整理した部位別にその割合を図 2.3.12～図 2.3.14 に示す。

- 本体の異常の種類は、腐食が 90.8% を占めている。
- 取付金具の異常の種類は、腐食が 71.9%、緩み・脱落が 13.8%、変形・欠損が 9.2% を占める。
- カバー他の異常の種類は、腐食が 52.7%、変形・欠損が 19.5%、緩み・脱落が 9.5% を占める。

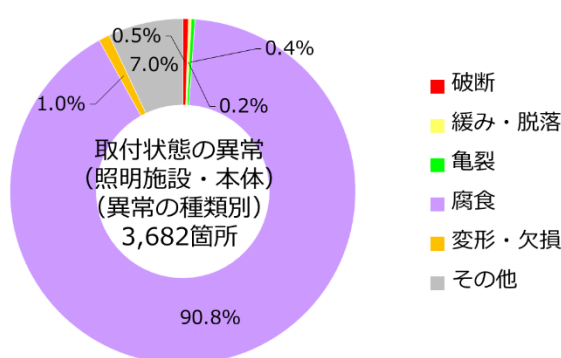


図 2.3.12 照明施設の取付状態の異常箇所割合 (異常の種類別) (本体)

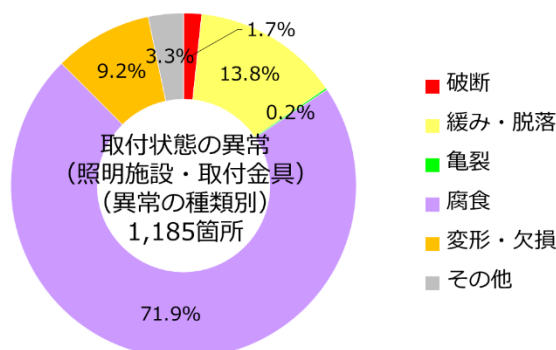


図 2.3.13 照明施設の取付状態の異常箇所割合 (異常の種類別) (取付金具)

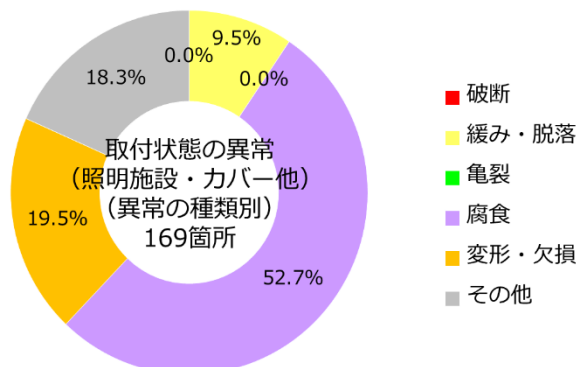


図 2.3.14 照明施設の取付状態の異常箇所割合 (異常の種類別) (カバー他)