

既存トンネル内歩行者等の安全対策の手引き(案)

< 抜粋版 >

平成17年3月

国土交通省 四国地方整備局 道路部 道路管理課

国土交通省 四国地方整備局 四国技術事務所

要 旨

四国地整局管内の直轄国道トンネルでは、通学路や遍路道・生活道路として利用されるが、十分な歩道が設置されていない等の理由により、歩行者等が安全かつ快適に利用できる状態とは言い難いトンネルが存在する。

しかし、児童等の安全性確保へのニーズが高いこと等を踏まえ、安全確保対策に積極的に取り組むべきと考えられている。

トンネル内の安全対策としては、トンネル拡幅や歩行者トンネルの新設等、抜本的なハード施策を実施することが望ましい。しかし、抜本的なハード対策の実施には長期間及び膨大な財源が必要となることから、短期的に実施可能な施設等の改善や情報提供等のソフト的対策による安全対策を行うことが有用である。

本手引きは、これまでの交通安全対策の内容と効果、平成15年度実証実験の結果を踏まえ、対策立案の基本的考え方、対策立案の検討手順・方法の例を示し、参考となる事例・対策メニューをとりとめた参考資料である。

本資料は、手引き(案)紹介用の抜粋版である。
よって、部分引用は避けてください。
四国地整局管内の直轄国道利用が前提であり、
現地状況を十分に留意して利用ください。
<以上の理由で一般へは配布しておりません。>

誤 : p89 平均照度換算計数(トンネル部): 18Lx/cd/m²以上
訂正: p89 平均照度換算係数(トンネル部): 13Lx/cd/m²以上

巻末資料-3 p3-3 トンネル部コンクリート舗装18Lx 13Lx

ま え が き

四国地方整備局管内直轄国道のトンネルにおいては、車両交通の他、通学路、遍路道（四国のみち）周辺住民の生活道路として、歩行者等の通行にも広く供されているが、十分な歩道が設置されていない等の理由により、歩行者等が安全かつ快適に利用できる状態とは言い難いトンネルが存在する。しかしながら、四国では遍路等の歴史的経緯があることや、児童等の安全性確保へのニーズが高いこと等を踏まえ、道路管理者として安全確保対策に積極的に取り組むべきと考えられる。

トンネル内の安全対策としては、トンネル拡幅や歩行者トンネルの新設等、抜本的なハード施策を実施することが望ましい。しかしながら、抜本的なハード施策の実施には長期的な時間及び膨大な財源が必要となることから、短期的に実施可能な施設等の改善や情報提供等のソフト的対策による安全対策を行うことが有効である。

本手引きは、これまで実施されてきた交通安全対策工の内容と効果、平成15年度に実施された実証実験の結果を踏まえ、対策立案の基本的考え方、対策立案にあたっての検討手順・方法の例を示し、参考となる事例・対策メニューをとりまとめたものである。

なお本手引きは、各事務所における安全対策の種類や仕様を規定するものではなく、歩行者等の安心・安全、快適な通行を実現するためのトンネル再整備を実施する場合の参考資料として役立てて頂きたい。

本手引きは、愛媛大学羽藤助教授、高知工科大学岡村助手をはじめとする学識経験者のご指導のもとに検討委員会形式で検討とりまとめられたものであり、各種の写真や対策事例については、四国地方整備局内の各事務所等からご提供願ったものである。ご指導、ご協力願ったこれらの関係各位に厚く御礼を申し上げる次第である。また、四国技術事務所技術管理業務である「道路トンネル交通安全対策に関する研究」成果としてもまとめられたものである。

なお、本手引きはまだ不十分な点も多く、また各事務所等において実施中の対策が今後整備されてくるため、今後必要に応じて改訂等を加え、内容の一層の充実を図っていく所存であり、ご意見等があれば本検討委員会事務局の四国技術事務所技術課まで寄せて頂ければ幸甚である。

トンネル内歩行者・自転車の安全確保に関わる検討委員会

(1) 検討委員会名簿(平成 16 年 12 月 2 日現在) <平成 15 年度委員名>

役 職	所属・氏名
会 長	愛媛大学 工学部環境建設工学科助教授 羽藤英二
委 員	高知工科大学 総合研究所地域 I T S 社会研究センター助手 岡村健志
委 員	四国地方整備局 河川部電気通信課長 藤本一仁
委 員	四国地方整備局 道路部道路管理課長 藤堂卓英
委 員	四国地方整備局 徳島河川国道事務所長 石川浩
委 員	四国地方整備局 松山河川国道事務所長 平井節生
委 員	四国地方整備局 大洲河川国道事務所長 鳥居謙一
委 員	四国地方整備局 土佐国道事務所長 奥谷正 <野崎智文>
委 員	四国地方整備局 四国技術事務所長 河淵久 <藤田和博>
事務局	企画部技術管理課課長補佐 梶久夫 道路部道路管理課交通安全対策室長*中村慎二 <生田利浩> 四国技術事務所副所長 前田俊二 <吉本千継> 四国技術事務所技術課長 家石一美 <和田雅和> 四国技術事務所技術第一係長 宮前武雄 <佐野修> 四国技術事務所技術課主任 大石明德 受託者：日本工営(株) (大元守、**望月篤、藤高勝己)

連絡先 () 四国技術事務所 技術課 : TEL 087(845)3135 内線 312, FAX087(845)3998

(*) 四国地方整備局 道路管理課 : TEL 087(851)8061, FAX087(826)9195

(**) 日本工営(株)本社 統合情報技術部 : TEL 03(3238)8216, FAX03(3262)4451

(2) 検討委員会開催日時と議事内容

1)第 1 回検討委員会 (平成 16 年 1 月 30 日)

- ・ 検討委員会の会則について
- ・ 検討内容およびスケジュールについて
- ・ これまでの検討概要について
- ・ トンネル安全実験 (中間報告)

2)第 2 回検討委員会 (平成 16 年 3 月 12 日)

- ・ 前回検討委員会の討議内容について
- ・ 手引き (ガイドライン) 素案について
(整備の考え方、トンネルタイプ分類と対策フロー)
- ・ 平成 16 年度調査内容について

3)第 3 回検討委員会 (平成 16 年 12 月 2 日)

- ・ 前回検討委員会の討議内容について
- ・ 平成 16 年度調査の実施結果について
(各事務所実施の対策効果検証結果、清掃の効果検証結果)
- ・ 手引き (案) について

- 目 次 -

第1章 手引きの対象と目的

1.1 手引きの対象	1
1.2 手引きの目的	1
1.3 手引きの活用方法	2

第2章 トンネル歩行者安全対策の基本

2.1 安全対策の実施にあたって	3
2.2 安全の定義	3
2.3 本手引きにおける「歩道部」の考え方	3
2.4 安全対策実施の流れ	4
2.5 対策実施にあたり考慮すべき事項	5

第3章 トンネル特性に応じた対策メニュー

3.1 トンネル特性の把握方法	18
3.2 対策テーマの選定	21
3.3 対策テーマに対応する対策メニュー	24

< 対策メニュー一覧 >

1 歩行空間を拡幅する	26
2 歩車道分離	38
3 外側線はみ出し防止	46
4 速度抑制	51
5 歩行者情報提供	58
6 歩行者を目立たせる	69
7 トンネル内を明るくする	74
8 漏水の処理	105
9 騒音を低減する	111
10 換気の徹底	114
11 迂回路の情報提供	117
12 出口までの距離情報提供	120

第4章 対策事例	123
----------	-----

< 巻末資料 >

- 1 遍路道等に指定されているトンネル一覧
- 2 四国内トンネル歩行者安全施設の現状
- 3 関連設置基準

< 参考資料編(別冊) >

- 1 トンネル内安全対策に対する利用者アンケート
- 2 歩行者センサの仕様について
- 3 対策事例等図面

第1章 手引きの対象と目的

1.1 手引きの対象

本手引きは、国土交通省四国地方整備局の管理する直轄国道において歩行者や自転車が利用するトンネルを対象とする。なお巻末資料1に、遍路道や通学路等に指定されている44トンネルを掲載しているが、44トンネル以外または直轄国道以外、あるいは四国地方以外のトンネルについても、本手引きの考え方を参考とすることは可能である。

1.2 手引きの目的

本手引きは、四国地方整備局の各事務所において、より安心・安全、より快適に通行できるトンネル内歩行空間を実現するためのトンネル再整備を実施する際、設置する対策工の選定時に参考事例とすることを目的としている。そのために、これまで実施されてきた交通安全対策工の内容と効果、平成15年度に実施された実証実験の効果を踏まえ、対策立案の基本的考え方、対策立案にあたっての検討手順・方法、参考となる事例・対策メニューをとりまとめたものである。

なお本手引きは、トンネル構造物や安全対策の仕様、施設の材質等を規定するものではない。また、本手引きで示されている「望ましい値」についても、既存の設計基準等に上乘せを行うものでもない。これらの対策の仕様や材質等を決定する場合には、本手引きが示す考え方を参考にしながら、各地域やトンネルの特性に応じた柔軟な判断を行う必要がある。

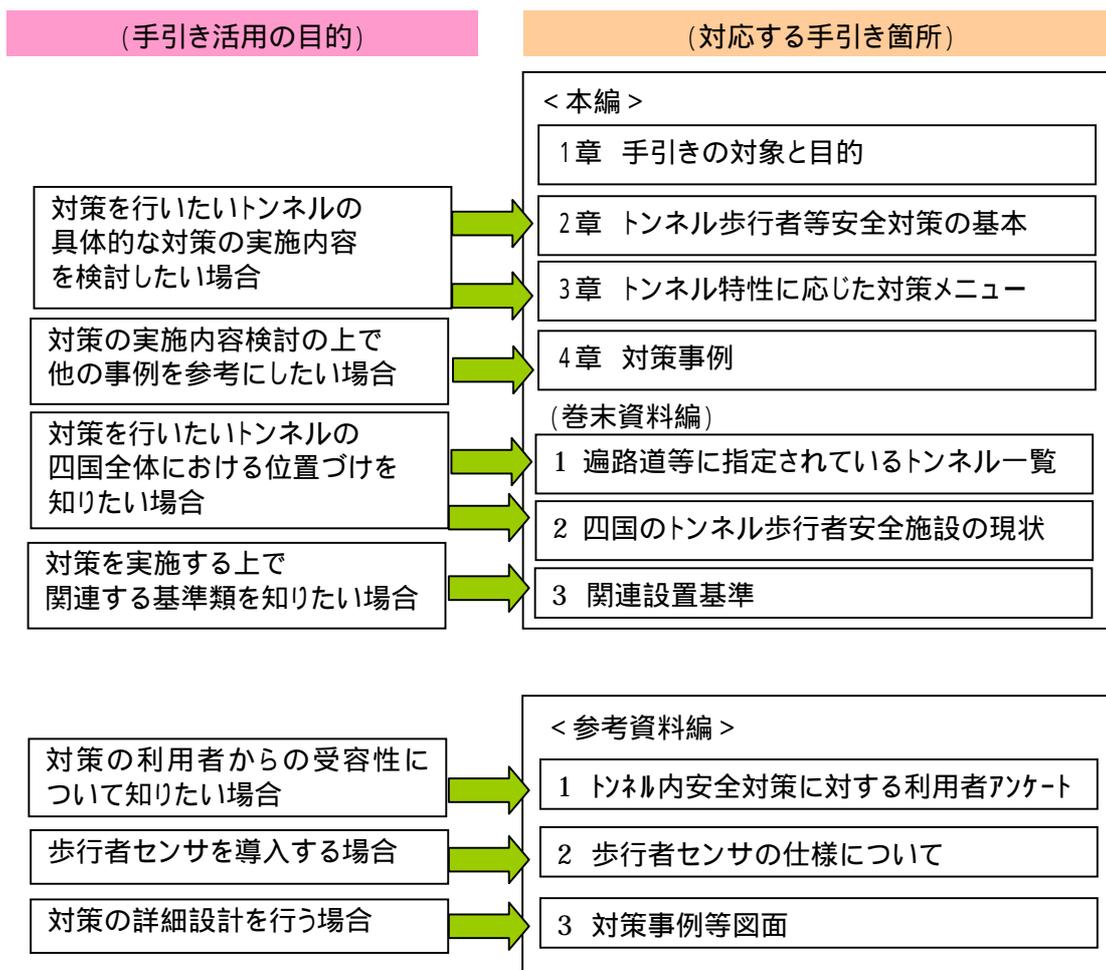
1.3 手引きの活用方法

本手引きは、本編と巻末資料編、参考資料編の3編で構成されている。

本編においては、第1章において手引きの対象と目的を述べた上で、第2章において安全対策の基本的考え方について説明している。第3章においては、各トンネルの特性に応じた対策の適用方法とその具体的内容について説明している。また第4章においては、四国地域ですでにパッケージとして実施されている対策事例について、計画の背景や実施内容、運用までの一連の流れを紹介している。

したがって、あるトンネルについて安全対策を検討する場合、本手引き全てを通読する必要はなく、第2章を一通り理解すれば、後は第3章の中から対象トンネルのタイプ・問題点に応じた部分だけを読んでも使えるようになっている。

さらに、問題の内容に応じて、第4章に示されている対策事例や、巻末資料・参考資料を用いて、対策実施にあたっての具体的な事例や基準類、詳細の技術や工法についての理解を深めるとともに直接参考とすることができる。



手引き(案)の構成と活用方法

第2章 トンネル歩行者安全対策の基本

2.1 安全対策の実施にあたって

四国地方の直轄トンネルにおいては、歩行者や自転車の通行安全性が懸念されるトンネルが数多く存在する。安全確保の面からは、これらのトンネルにおいては、トンネル拡幅や歩行者トンネル新設等、抜本的対策を行うことにより歩道幅員等の確保や歩行者と車両との分離を図ることが望ましいが、限られた財源の下での整備は困難である。

そのため、抜本的対策のみならず、施設面の改良やソフト面からの施策等、多様な対策を組み合わせることで実施することにより、早期に歩行者等の安全性を向上させる取り組みが四国内の各地で行われている。しかし、それらの対策の選定の考え方や対策の仕様については、これまで指針が示されておらず、各担当者の判断に任されていた状況であった。

安全対策の具体的内容の決定にあたっては、そのトンネルが持つ安全上の問題点、トンネルの特性（線形条件や利用実態等）等を踏まえ、そのトンネルに合った効率的な対策を行う必要がある。また、対策の仕様の決定にあたっては、本手引きが示す関連基準類の基本的考え方を理解した上で、地域の実情に応じた柔軟な運用を図る必要がある。

2.2 安全の定義

本手引きが取り扱う安全とは、「トンネル内の歩行者（自転車を含む）が車両と近接・接触して引き起こされる事故またはヒヤリハットの防止」とする。

対象とする歩行者・自転車は、児童・地元住民のみならず、四国地方の特徴である遍路巡礼者を含めることとする。なお、車いすや乳母車等、多様な利用形態については、各トンネルの地域特性や利用実態に応じて考慮することが望ましい。

なお、歩行者安全対策の実施にあたっては、車両側の安全性の確保についても考慮する必要がある。

2.3 本手引きにおける「歩道部」の考え方

本手引きが取り扱う「歩道部」は、トンネル内の歩行空間を主に説明しており、特に狭い部分で路肩部を含めた歩道（通行）部を述べることとする。

また同様に、「歩道」、「自転車道」、「自転車歩行者道」や同専用道があるが、これらも歩道等として扱っている。

なお、「歩道部」における幅員の考え方については、p7に示した。

2.4 安全対策実施の流れ

トンネル内歩行者安全対策実施の流れは、下記の流れとなる。

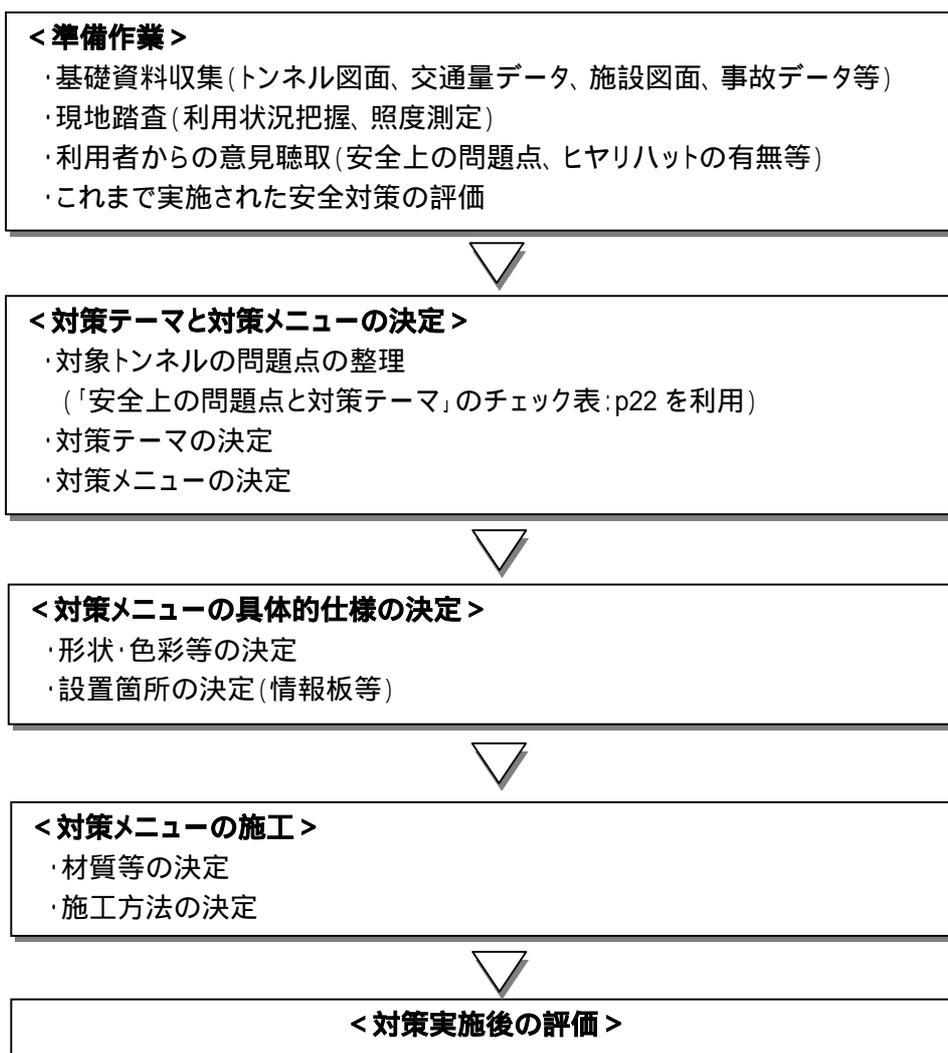
<準備作業>においては、安全対策を行いたいトンネルの基礎資料を収集する。併せて、これまでの安全対策の評価や利用者のニーズの把握も行う。

<対策テーマと対策メニューの決定>においては、**<準備作業>**で収集した資料を元に安全上の問題点を整理し、問題点に対応する対策テーマを決定し、対策テーマの中からトンネルの特性に応じて対策メニューを決定する。

決定した対策メニューについて、**<対策メニューの具体的仕様の決定>**を行う。本手引きにおいては、仕様決定の考え方、仕様の例を示している。

<対策メニューの施工>においては、対策メニューの材質（内装板等）や施工方法の例や、材質等の決定における着眼点を示している。なお、材質や施工方法決定にあたっては、技術革新が著しいため、絶えず新しい技術の導入を検討する必要がある。

さらに、**<対策実施後の評価>**として、事故削減状況の整理や利用者アンケート調査、車両の走行挙動の調査（走行速度や外側線はみ出し状況等）を行い、対策による安全性向上効果や問題点を把握し、今後の対策の実施方針を検討する。



(安全対策実施の流れ)

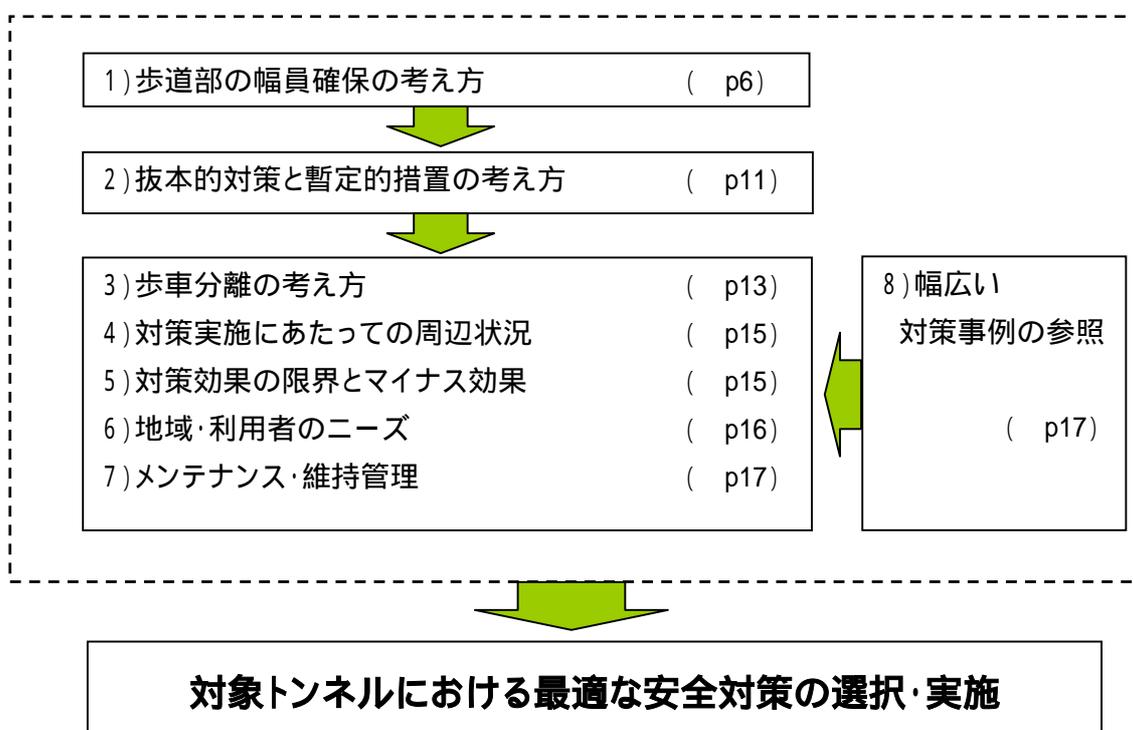
2.5 安全対策実施にあたり考慮すべき事項

トンネル内歩行者等の安全確保の対策実施にあたっては、歩行者等の安全のサービス水準である「1)歩道部の幅員の確保の考え方」をまず始めに検討する。

次に、「2)抜本的対策と暫定的措置の考え方」を検討し、対象トンネルにおいて抜本的対策を実施するのか、または施設面改良やソフト面の対策を行うのかを検討する。

そして、具体的な対策内容を検討する段階では、「3)歩車分離の考え方」「4)対策実施にあたっての周辺状況」「5)対策効果の限界とマイナス効果」「6)地域・利用者のニーズ」「7)メンテナンス・維持管理」を考慮し安全対策の組合せを総合的に検討するとともに、「8)幅広い対策事例の参照」により過去の事例の効果や教訓を参考とすることが望ましい。

以下、次頁以降に、各項目についての解説を加える。



(安全対策実施にあたり考慮すべき事項)

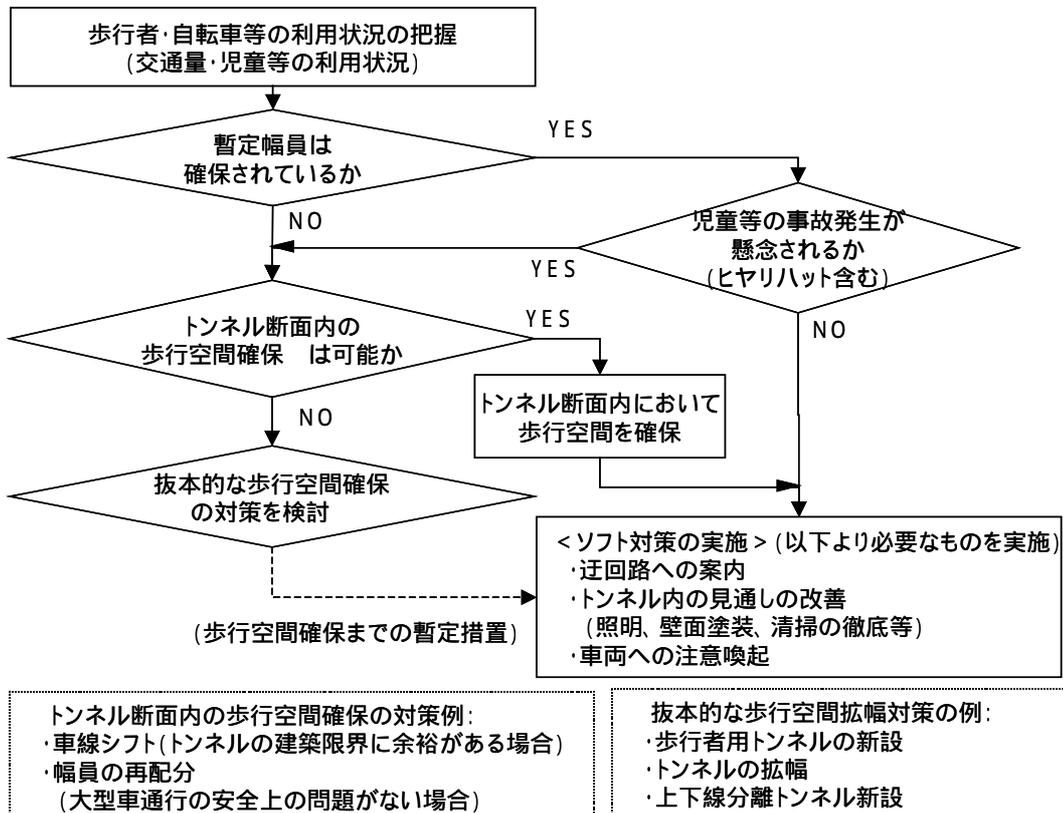
1) 歩道部の幅員確保の考え方

- ・歩行者等の安全確保のため、歩道部の幅員は道路構造令及び設計便覧に準拠することを原則とする。(幅員は道路構造令第10条,第11条の規定により、2.0m以上を原則とする)
- ・トンネル幅員の制約より歩道部の幅員の確保が難しい場合は、暫定的措置として、利用状況に即した下記の暫定幅員を確保することを目指す。
- ・トンネル内での事故発生が懸念される等、特に安全上配慮が必要なトンネルについては、暫定幅員以上の幅員を確保することが望ましい。
- ・両側車線での幅員確保が困難な場合は、片側車線での幅員確保を図る。
- ・延長が長い場合(概ね400m以上で基本照明区間がある)やカーブがある場合、大型車が多いトンネルについては、優先して歩道等を整備することが望ましい。

< 利用状況と暫定幅員の例 >

利用状況	暫定幅員	道路構造令第10条,第11条,第39条,第40条における幅員
・トンネル内での歩行者のすれ違いがない ・自転車の利用はほとんど見られない	1.0m	歩行者交通量が多い道路：3.5m
・トンネル内での歩行者同士のすれ違いがある ・自転車の利用が見られる ・自転車同士のすれ違いはほとんど見られない	1.5m	その他：2.0m
・自転車同士のすれ違いが見られる	2.0m	

- ・歩道等の拡幅を図る際は下記のフローを参考にする。
(道路構造令が定める幅員確保が難しい場合)



【解説】

トンネル内の歩道部の幅員については、道路構造令及び設計便覧が定める歩道幅員等を確保することが原則である。ただし、四国地方に存在するトンネルにおいては、旧道路構造令(昭和33年,昭和45年,昭和57年)に準拠して整備されたトンネルが多く、現状の道路構造令を満たしていない場合が多い。このようなトンネルにおいては、現状の道路構造令に準拠させるためにはトンネル断面の見直しが必要となり、大幅なコストがかかる場合がある。

このような状況を踏まえ、「道路構造令の解説と運用(平成16年:日本道路協会)」においては、「幅員決定の留意事項」として「歩行者交通量が少ない場合は必要最低限の幅員とする」とされている。ここでの「必要最低限の幅員」の設定については、トンネルの利用状況を踏まえる必要がある。

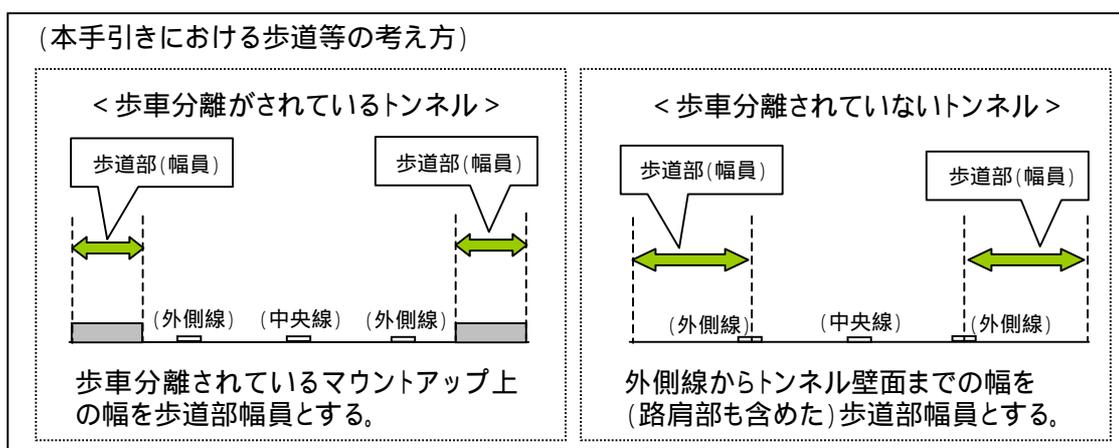
トンネルの利用状況に対応した最低限確保すべき歩道幅員(「暫定幅員」とする)は、次ページの図に示す通り歩行者・自転車の占有幅、すれちがいの発生可能性を考慮して設定するものとする。この暫定幅員は、歩行者や自転車の通行に必要な最低限の空間を確保することにより、歩行者や自転車が車道側を通行することを避けることを目的としている。

さらに、暫定幅員の決定にあたっては、車いすの利用や大きな荷物を持った自転車遍路利用者等、トンネル内の利用者の属性を把握することが必要である。

なお、四国地方整備局管内のトンネルで平成8～13年の6年間で発生した歩行者・自転車事故(6件)のうち、5件がマウントアップなし、又は歩道幅員等(歩道が整備されていない場合は路肩幅員)が1m未満のトンネルで発生している。

また、四国地方整備局管内の遍路道・通学路等に指定されているトンネルの特性(歩行者交通量、延長等)と実際の歩道部幅員についての関係を、p9～10に参考として示した。

なお、本手引きにおける「歩道部」の幅員は、下図の考え方とする。歩車分離が行われていないトンネルにおいては、実際の歩道等の利用状況を鑑み、路肩部も含めた幅員を「歩道部幅員」とみなしている。



本手引きにおける「歩道部幅員」は、上記の図で示した幅員を示している。そのため、厳密な意味での「高さ2.5mの建築限界を考慮した」歩道部幅員よりも若干広い幅員となっていることを理解して使用されたい。

(参考1) トンネル利用状況と暫定幅員の関連

1) 歩行者のすれ違い、自転車の利用がほとんど見られない場合 …… 1.0m

- ・旧道路構造令(昭和45年)の第3種道路の歩道の最小幅員に相当
- ・歩行者の占有幅(0.75m)に車両との安全確保のための余裕(0.25m)を確保した歩道幅員
- ・歩道上の自転車の走行は難しく、また自転車を押して歩くことも難しい
自転車が車道上を走行する危険があり、自転車の安全確保の面で問題



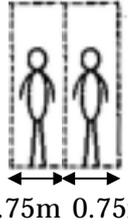
0.75m

[国道56号伊田トンネル]
(歩道幅員 = 1.0m)
自転車で走ることができず、
押して通行せざるを得ない。
大きな荷物がトンネル壁面に
接触しそうになっている



2) 歩行者同士のすれ違い、自転車の利用が見られる場合 …… 1.5m

- ・旧道路構造令(昭和45年)の第3種道路での自転車道の幅員に相当
- ・自転車を降りて歩道上を歩行可能
(自転車を降りる場合の幅員: 自転車占有幅 0.60m + 歩行者占有幅 0.75m = 1.35m)
- ・歩行者同士の歩道上のすれ違いが可能



0.75m 0.75m

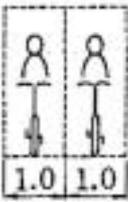
[国道56号松尾トンネル]
(歩道幅員 = 1.6m)

歩道上を自転車で走行する
生徒の姿も時折見られる



3) 自転車同士のすれ違いが見られる場合 …… 2.0m

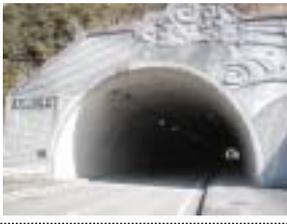
- ・現行道路構造令が定める歩道幅員に相当



1.0 1.0

[国道55号大砂トンネル]
(歩道幅員 = 2.2m)

歩道が広く、自転車の走行に
も不安がない



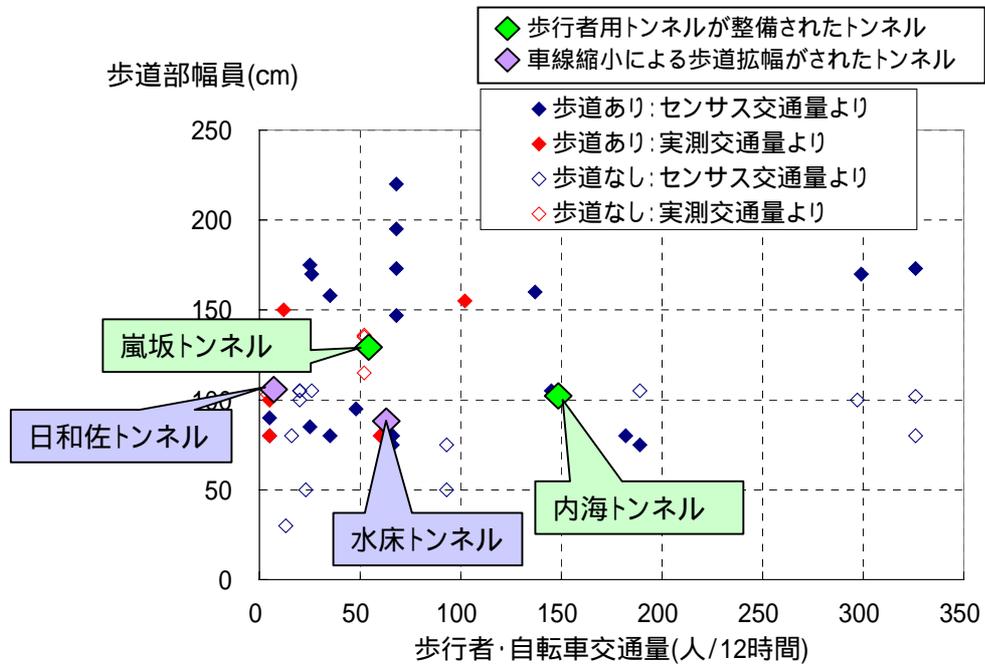
自転車や歩行者の占有幅は、「道路構造令の解説と運用(日本道路協会)」を参考とした。
この他、歩行者等による多様な利用形態と占有幅については、以下があげられる。

- ・乳母車を押して歩く …… 0.75m
 - ・両手に荷物を持って歩く …… 1.0m
 - ・視聴障害者が盲導犬と歩く …… 1.5m
- (出典:「道路構造令の解説と運用(日本道路協会)」)

(参考2)トンネル特性と歩道部幅員との関係(管内の遍路道・通学路等のトンネルの例)

1) 歩行者・自転車交通量と歩道部幅員との関係:

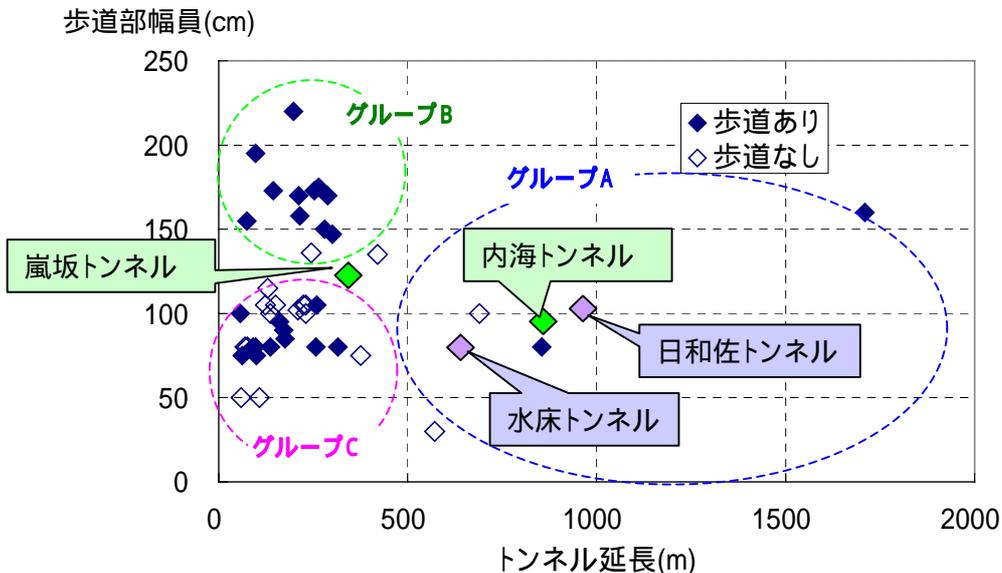
- ・歩行者用トンネル 歩行者・自転車交通量が50人程度以上で整備されている
- ・歩行者・自転車交通量が実測値で50人/12時間を超える場合
1m以上の歩道幅員(または路肩幅員)が確保される傾向



歩道部幅員は、歩道が整備されていない場合は路肩幅員を示す。

2) トンネル延長と歩道部幅員との関係:

- ・延長が長いトンネル(概ね400m以上)(グループA)
歩道等が整備済みか、歩道等拡幅や歩行者用トンネル整備が行われる傾向にある。
- ・延長が短いトンネル
1.5m以上の幅員(グループB)、1.0m以下の幅員(グループC)、の2つが見られる

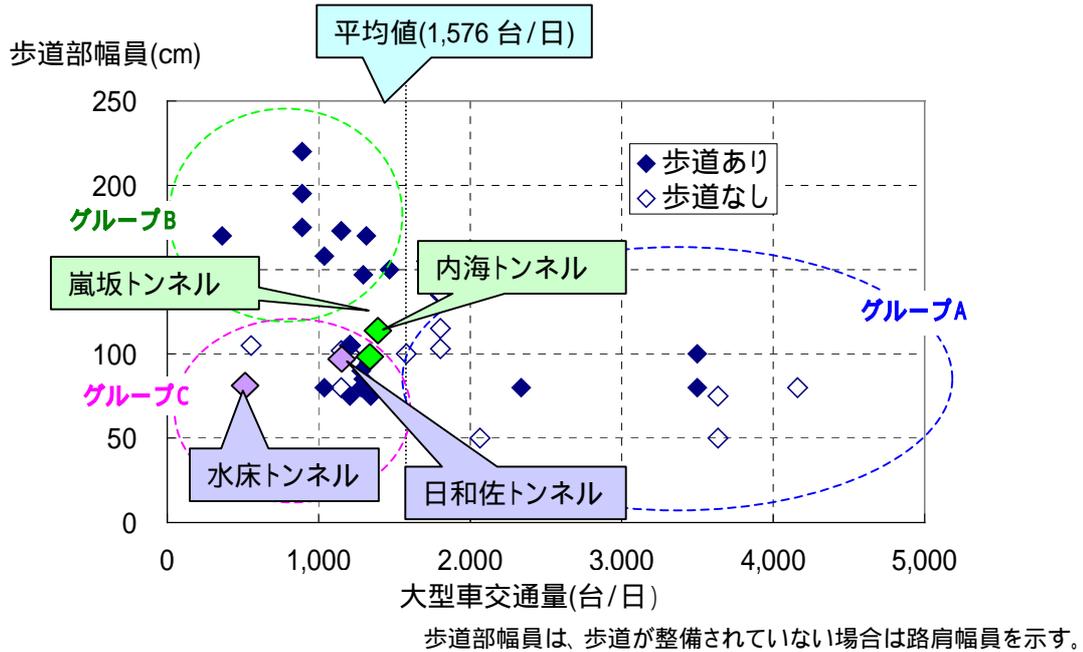


歩道部幅員は、歩道が整備されていない場合は路肩幅員を示す。

(参考2) トンネル特性(交通量、延長等)と歩道部幅員との関係(続き)

3) 大型車交通量と歩道部幅員との関係:

- ・大型車が多いトンネル(概ね 1,500 台/24 時間以上)(グループA)
大部分のトンネルで歩道部幅員が 1.0m 以下、安全性に問題がある。
- ・大型車が比較的少ないトンネル
1.5m 以上の幅員(グループB)、1.0m 以下の幅員(グループC)、の2つが見られる
- ・車線縮小による歩道等拡幅が行われたトンネル(水床、日和佐) グループCに属する
大型車が少なく、車線縮小時の安全性への影響が小さいため対策を実施しやすかったものと考えられる。



(参考3) トンネル断面内での拡幅の例

トンネル断面内の対策事例としては、四国地方整備局管内で以下の事例がある。

トンネル名	対策内容
国道 55 号 水床トンネル・ 日和佐トンネル	車線幅縮小(3.0m 2.85m)による 歩道部の幅員の拡幅(80cm 120cm)
国道 56 号 嵐坂トンネル	車線の山側(写真左側)に 25cm シフトすることによる 歩道部の幅員の拡幅(100cm 125cm) 歩行者用トンネル整備までの暫定措置



2) 抜本的対策と暫定的措置の考え方

- ・ 抜本的対策（歩行者トンネル新設、トンネル拡幅）の実施の判断にあたっては、現状の歩道（路肩）幅員、地域からのニーズ、利用状況（歩行者・自転車交通量）、通学路等指定の有無、事故発生状況、制約条件等を総合的に把握した上で、管内全体でのトンネル内歩行空間整備計画を立案することが望ましい。
- ・ 抜本的対策の早期の実施が困難なトンネルについては、暫定的措置として、施設面対策等を実施することが望ましい。

【解説】

歩行者安全対策は、以下の2つに大きく分類される。

- イ) 抜本的対策（歩行者トンネル設置、トンネル拡幅等）
- ロ) 施設面対策（現断面の中で安全性を高める）

トンネル内を歩行者等を通ることを認める場合は、道路管理者としての責務として、イ) またはロ) の歩行空間の安全性の確保を図ることが必要であると考えられる。

道路構造令の歩道等の幅員基準や暫定幅員を満たしておらず、安全な歩行空間を確保できていないトンネルについては、イ) の抜本的対策を図ることが望ましい。しかしイ) の抜本的対策は、ロ) に比較しコストが高い（1m あたり 100 万円以上）ことから、すべてのトンネルについて対策を実施することは困難であることが多い。

そのため、将来的にはすべてのトンネルについて歩行空間の安全性確保を図ることを目標としつつ、安全性の面で特に危険性の高いトンネルより順次抜本的対策を図り、その他のトンネルについては暫定的措置としてロ) の施設面対策を行う、といった流れで管内全体でのトンネル内歩行空間整備計画を立案することが望ましい。

抜本的対策の実施を検討する際には、下記事項を把握する。

- ・ 現状の歩道等（路肩）幅員
- ・ 歩行者・自転車の利用状況（歩行者交通量、自転車交通量）
児童等、交通弱者の利用状況を重視する
- ・ 車両の交通状況からの危険性
（通学時の自動車交通量、大型車交通量、規制速度の超過状況等）
- ・ 過去の歩行者・自転車の事故発生状況
（または歩行者、自転車のヒヤリハット状況、接触件数）
- ・ 地域からのニーズ（歩道等整備に対する要望が挙げられているか）
- ・ トンネル前後の制約条件
（地形的条件、橋梁等他の構造物等の条件、民地の状況等）

(参考4)「やむを得ない場合」における歩道等整備の考え方

道路構造令第11条「歩道」においては、「地形の状況その他の特別な理由によりやむを得ない場合」においては、歩道を設置しない場合も認められている。このように、道路構造令においては、地域の状況により各道路管理者が歩道の設置の必要性を判断できることになっている。

「やむを得ない場合」の基準については、道路構造令等に明確には示されていないが、例えば以下の考え方が挙げられる。

- 1) 地形的制約や用地取得等の制約により抜本的改良が困難な場合
- 2) 歩行者の利用が少なく、道路構造令で示す歩道幅員2mの確保を図ることが費用対効果的に難しい場合
- 3) 抜本的改良が望ましいが、各道路管理者の管理するトンネルの中で、相対的に整備優先順位が低く、早期の事業実施が困難な場合
- 4) 安全・快適に利用可能な迂回路が存在し、トンネル内の歩道整備によらなくとも歩行者等の安全な通行の確保が可能な場合

上記の1)～3)の場合には、抜本的改良による早期の歩道等の幅員確保は難しいため、ソフト面からの安全対策を行う等、道路管理者として可能な安全対策についての最大限の努力を行う必要がある。

(参考5) 歩道等を設置する歩行者基準の例

道路構造令の解説と運用(日本道路協会:昭和58年):

<「歩道が必要な場合」の判断基準の記述>

「概ね歩行者数100人/日以上、自動車交通量500台/日以上、その他歩行者が少なくても自動車交通量が非常に多い箇所、学童・幼稚園児の通学・通園路となる箇所」

西ドイツの基準(「道路構造令の解説と運用」日本道路協会:昭和45年):

「自動車交通量が3,000台/日以上で自転車交通量が200台/日以上の場合、自転車道を設けるのがよい」

3) 歩車分離の考え方

- ・ 歩行者・自転車の安全確保のため、原則として歩道部と車道は分離する。
- ・ 歩車分離方法は、歩道部のかさ上げ（マウントアップ）または防護柵等とする。
- ・ 防護柵を設ける場合は、車両側の安全な走行、非常時の安全性確保（避難路の確保等）に留意する。
- ・ 歩道等の幅員が狭く、歩行者のすれ違いや自転車の円滑な走行が確保できない場合は、歩車分離を行わない場合もありうる。

【解説】

歩車分離を行うことにより、歩行空間と車道との明確な区分、歩行空間への車両の進入の防止を図ることが可能となる。またこれにより、歩行者の心理的な不安感を解消することも可能になる。

しかし、歩車分離を行う場合には車両走行のために必要とされる幅員を確保する必要があることから、実質的に歩道部の幅員が狭くなる。その際、歩車分離実施後の歩道部の幅員が「1) 歩道部の幅員確保の考え方」の暫定幅員を下回る場合には、自転車が車道を通行する危険な状況も懸念されるため、歩車分離を行わないことも認めることとする。

また、歩車分離の実施により、車両が縁石や防護柵へ接触する等、車両側の安全が脅かされる危険性があることから、必要に応じて反射材や自発光鋲を合わせて設置することが望ましい。

マウントアップを行う場合は、オーバーレイ厚を考慮し、かさ上げ高を決定する必要がある。

また、防護柵を設置する場合は、トンネル内の火災発生時にドライバーが安全に歩道等に避難できるよう、一定間隔にスリットを設けることも考慮すべきである。

(参考6) マウントアップの有無と歩道部幅員に対する住民意識調査結果

平成 15 年度に四国技術事務所がアンケート調査により実施した、トンネル歩道部幅員に対する意識調査結果を以下に示す。

表 マウントアップの有無と歩道部幅員に対するアンケート調査結果

トンネル名	マウントアップ	歩道部幅員	歩きにくいと回答した人の割合 (歩いたことがない人を除く)
国道 11 号河之内トンネル (延長=375m)	無し	75cm	98.7% (回答数 = 75 人)
国道 56 号鳥越トンネル (延長=259m)	有り	105cm	88.4% (回答数 = 43 人)
国道 56 号安和トンネル (延長=245m)	無し	120cm	83.0% (回答数 = 46 人)

「歩道部幅員」の 印は、路肩の幅員を指す（歩道等未整備）

歩道(路肩)幅員が 1.2m 以下においては、「歩きにくい」との声が圧倒的に大きい

(参考7) 歩道幅員等と歩行者の安心感に関する研究事例

(国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路空間高度化研究室:平成14年)

歩道幅員や歩道等の高さを変えた場合の歩行者の危険感の変化を実験(モニター:35名)

実験においては自動車は時速60km/hで走行

実験結果(高さ15cmのマウントアップ相当:下図「15-15」の場合)

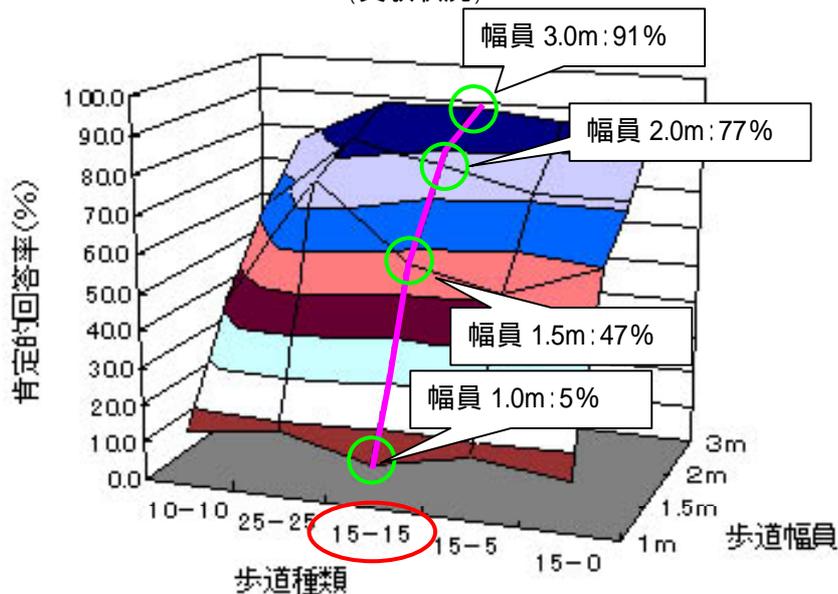
歩道幅員	肯定的に回答したモニターの割合
1.0m	約5%
1.5m	約47%
2.0m	約77%

歩道幅員は1.5m以上あることが望ましい

- ・マウントアップを高くしたほうが歩行者の安心感向上に役立つ
(ただし、自転車の走行安全性を考慮する必要あり)



(実験状況)



(実験結果) 「15-5」は、縁石高さ15cm,歩道面高さ5cmを指す

4) 対策実施にあたっての周辺状況

- ・安全対策実施にあたっては、歩道等の設置状況、車両の交通状況等、明かり部の安全対策との整合性を図る必要がある。
- ・トンネルが連続する、トンネル前後にカーブがある等、トンネル周辺状況が歩行者視認性に問題を与える場合は、トンネル周辺部の対策についても検討を行う必要がある。

【解説】

歩行者の安全確保の観点からは、明かり部の安全対策との整合性を図る必要がある。例えば、トンネル幅員の制約から片側のみに歩道等が設置されているトンネルにおいて、明かり部からの歩行者動線を考慮し、同じ側に歩道を設ける、あるいは横断歩道や看板等の設置により歩行者を安全にトンネル内の歩道に案内することが必要である。

また、トンネル内での車両速度が問題となっている場合は、明かり部での車両側への速度注意喚起を行うことが有効であり、明かり部での安全対策と連携することが必要である。

一方、トンネルが連続する場合や、坑口付近明かり部に曲線が入っており、トンネル進入時に直前まで坑口が視認できないようなトンネルについては、トンネル内の歩行者の視認性に問題がある場合があり、必要に応じて明かり部における歩行者情報の提供を行うことが有効である。

5) 対策効果の限界とマイナス効果

- ・施設面対策における効果には限界があるため、必要に応じて複数対策の組合せの検討、抜本的対策の検討を行う。
- ・トンネル内の視環境改善に関わる対策については、マイナス効果（車両の速度の増加等）についても考慮する必要がある。

【解説】

対策実施にあたっては、事前にトンネルの特性及び対策効果を把握した上で導入することが求められる。対策効果については、第3章及び第4章の事例において示している。

トンネルの現状が厳しく、施設面改良によりサービス水準を達成することが困難な場合は、複数対策の組合せの検討、抜本的対策や迂回路の案内等の検討を行うことが必要である。

また、トンネル内の視環境改善（照度改善、内装板設置等）の実施により、車両速度が高くなる等、歩行者安全面のマイナス効果が現れる場合もある。このような場合は、マイナス効果が歩行者安全を脅かすレベルであるか否かの検討も行い、必要であればマイナス効果への対策の実施についても検討する必要がある。

（例：視環境改善による車両速度の向上 減速マーカの設置等）

6) 地域・利用者のニーズ

- ・対策実施にあたっては、地域・利用者のニーズを把握する必要がある。
- ・ニーズの把握は、アンケート等の実施の他、ワークショップや実験実施等、住民参加型の手法を取り入れることが望ましい。

【解説】

歩行者安全対策の実施にあたっては、抜本的対策の実施の有無といった計画決定段階から、施設面改善を行う場合のメニュー内容、施設面改善に対する具体的な仕様(照明の照度、歩道等の設置位置、歩行者情報提供内容等)の決定に至るまで、地域や利用者のニーズを把握することが望ましい。

ニーズの把握は、トンネルを日常的に利用する地域住民、児童の保護者等をはじめ、ドライバーとして日常的にトンネルを通行する地元ドライバー、来訪客としての遍路利用者等、幅広く実施することが望ましい。

また、ニーズ把握は、トンネルの利用状況を利用者アンケートまたはヒアリングすることによって、トンネルの利用状況に応じた安全対策が可能となり、対策の効果が高まることが期待される。

なお、対策実施前のみならず、対策実施後も利用者ニーズの把握を定期的に行うことにより、安全対策のフォローアップを行うことを原則とする。

四国地方における利用者ニーズの把握の事例としては以下が挙げられる。

国道 55 号水床トンネル (徳島河川国道事務所)

- ・地元の方への安全対策のアンケートの実施(平成 14 年 12 月)
- ・安全対策の有効性を検証するための社会実験の実施(平成 15 年 1 月)
(車道幅員縮小、歩道部マウントアップ、防護柵設置、センサ式歩行者照明)
- 平成 16 年 10 月にフォローアップを実施済み

国道 56 号嵐坂トンネル (大洲河川国道事務所)

- ・地元の方をモニターとした照度実験による歩行者用照明の仕様決定(平成 15 年)
- ・トンネル坑口における公園の新設におけるワークショップの開催(平成 14 年 11 月)

7) メンテナンス・維持管理

- ・対策の選定にあたっては、メンテナンス性やメンテナンスコストを勘案して決定する必要がある。
- ・対策の導入にあたっては、維持管理方法・維持管理計画を合わせて決定することが望ましい。

【解説】

対策の選定にあたっては、導入直後の効果のみならず、メンテナンス性やメンテナンスコスト(ライフサイクルコスト)も勘案して決定する必要がある。

例えば大型車の多いトンネルでは、内装板は排気ガスの付着に伴い効果が漸減することが挙げられる。こうした事例も参考として、対策の実施にあたっては、メンテナンスも考慮した対策導入計画が必要となる。

例えば、トンネル内の歩行者が多くなる時期(ゴールデンウィーク、夏休み、秋の連休等)の前に、内装板や照明器具等の定期的な清掃を行うこと等が考えられる。

8) 幅広い対策事例の参照

- ・対策選定にあたっては先進の対策事例を参照し、教訓を反映することが望ましい。

【解説】

安全対策を選定する場合には、すでに導入された事例を参照し、効果や問題点の教訓を対策に反映することが望ましい。

本手引きにおいては、第3章の対策メニューにおいて、導入事例とその効果や問題点について記述しており、参照されたい。

また、本手引きの第4章には、複数の対策をパッケージとして実施した事例を示しているので、参照されたい。事例においては、対策に至った背景、対策仕様の検討の考え方、対策実施時の問題点等についても整理している。

3. トンネル特性に応じた対策メニュー

3.1 トンネル特性の把握方法

歩行者安全上の問題点の整理、対策の方向性（対策テーマ）の検討を行うため、対策を行いたいトンネルの特性を把握する必要がある。

トンネルの特性は、下記の項目について把握するものとする。

- 1) 利用状況（車両走行速度、外側線はみ出し状況）
- 2) トンネル構造（延長、カーブの有無、歩道幅員、歩車道分離の有無）
- 3) 周辺状況（迂回路の有無）
- 4) トンネル内環境（照度、内装板設置状況、路面状況、騒音、換気）

把握する項目について、調査方法の例と関連する対策テーマを以下に示す。

対策テーマ選定のためのトンネル特性把握項目と調査方法(例)

調査項目		調査方法(例)	関連する対策テーマ
利用状況	車両走行速度	・トンネル坑口におけるビデオ観測 (トンネル流入・流出時刻より算定) ・スピードガン等による計測	・速度抑制
	外側線はみ出し状況	・調査員による現地調査 ・CCTVを用いた計測	・外側線はみ出し防止
構造	トンネル延長	・トンネル台帳等	・歩行者情報提供
	カーブの有無		・歩行者を目立たせる
	歩道幅員		・トンネル内を明るくする
	歩車道分離の有無		・トンネル内、坑口付近への待避箇所の設置 ・出口までの距離情報提供
周辺状況	迂回路の有無	・道路地図等の参照 ・徒歩による現地調査	・迂回路の情報提供
トンネル内環境	トンネル内照度	・照度計による現地計測	・歩行者情報提供
	内装板の設置・内装板の清掃状況	・徒歩パトロール	・歩行者を目立たせる
	路面状況(歩道面堆砂状況)		・トンネル内を明るくする
	路面状況(漏水有無)		・漏水の処理
	騒音状況		・騒音を低減する
	換気状況		・換気の徹底

(参考1) トンネルのタイプ分類(例)と対策の方向性

トンネルの特性を表わす指標のうち、歩行者等の安全性に特に関連の深い「歩道幅員」「トンネル延長」の2つの指標を用いて、下図の通りトンネルを4つのタイプに分類することができる。これにより、対策を行いたいトンネルの特性や対策の方向性を把握することができる。

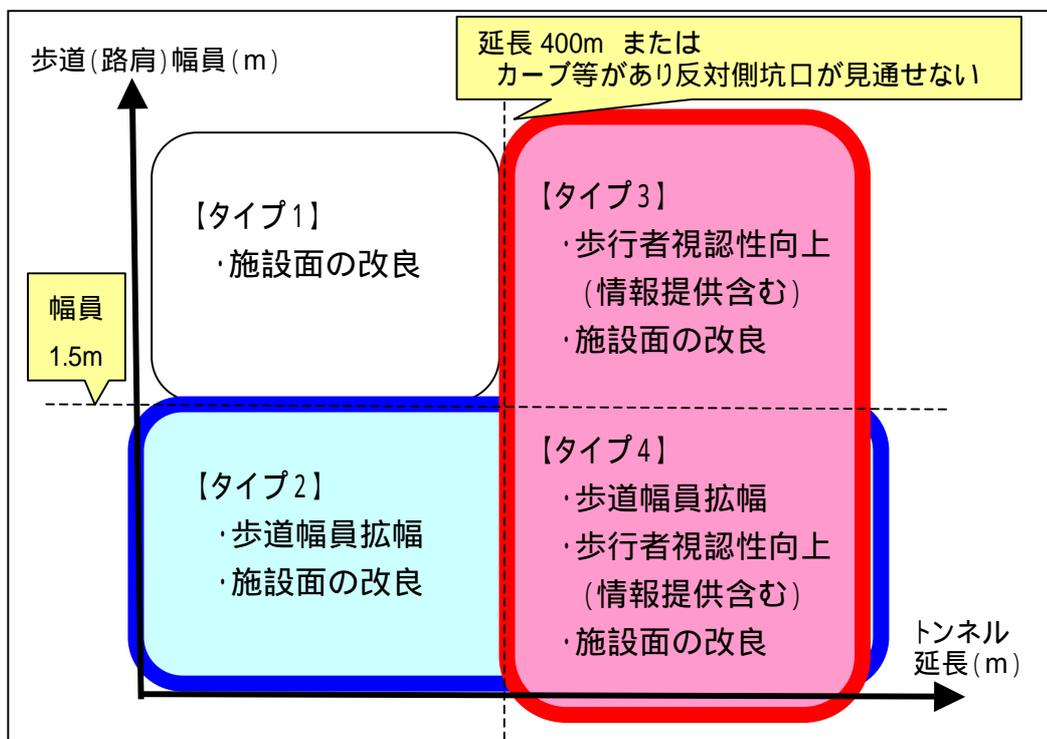


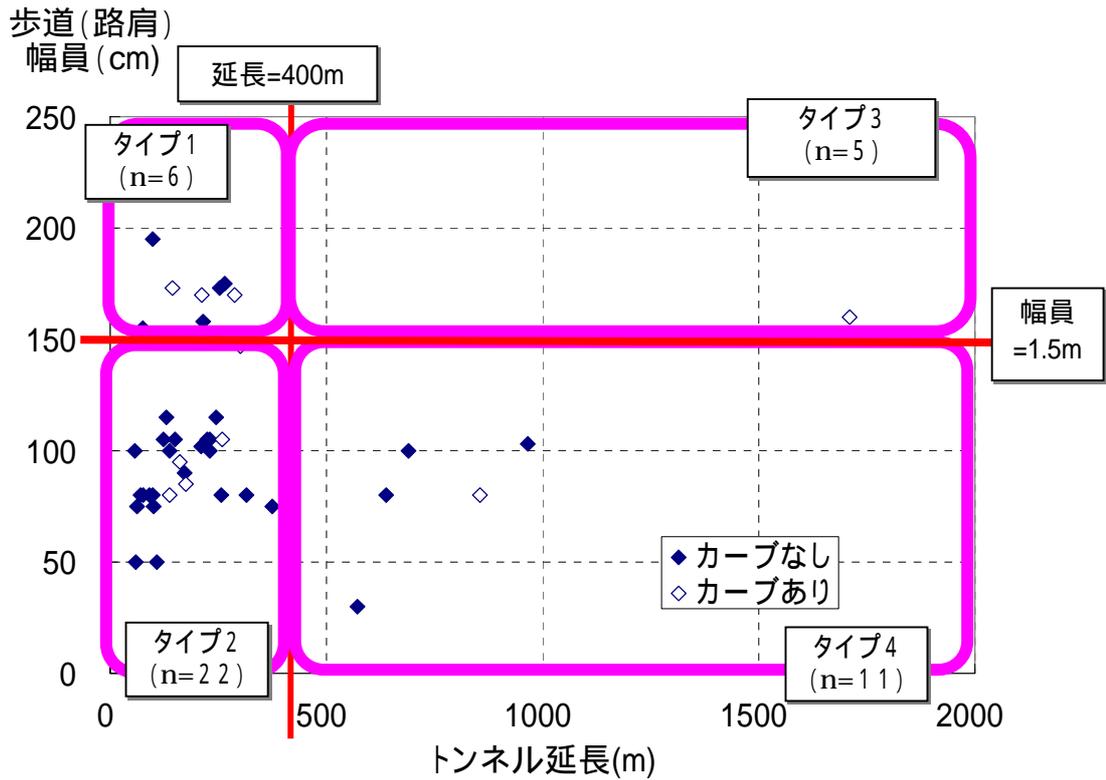
表 タイプ分類の目安の値の考え方

分類の目安の値	歩行者安全との関連性	目安の値の考え方	備考
歩道部幅員 W(m) 【1.5m 程度】	車両と歩行者との接触危険性に影響	・自転車が歩道上を走行可能な幅員(自転車の安全確保) ・既往研究において歩行者の約半数以上が安心感を感じる幅員	歩道(路肩)幅員については、左右の歩道のうち最大のものとする
延長L(m) 【400m 程度】	歩行者の見通し及び歩行者と車両との接触頻度に影響	・「見通しが悪い」とされるトンネルが多くなる延長(直轄44トンネル調査結果より) ・基本照明区間が出現する延長	トンネル内にカーブがあり、反対側坑口を見通すことができない見通しが悪いトンネルについても、延長400m以上と見なす

歩道部幅員は、歩道が整備されていない場合は路肩幅員を示す。

(参考2) 管内トンネルのタイプ分類の例

参考1に基づき、通学路や遍路道に指定されている四国整備地方整備局管内 44 トンネルを分類すると下図のようになる。



白抜き () はカーブがあり、見通しが悪いタイプに分類されるトンネル (タイプ1の場合 タイプ3、タイプ2の場合 タイプ4)

3.2 対策テーマの選定

3.1 で把握したトンネル特性を踏まえ、対策を行いたいトンネルの歩行者安全上の問題点を整理した上で、対策テーマの選定を行う。

対策テーマの選定は、次ページの「安全上の問題点と対策テーマ」のチェック表を用いて行い、「問題点の判断基準」を見比べながら表の中の問題点のチェックに該当する対策テーマを選定することとなる。

なお、「問題点の判断基準」については、別表の「判断基準について」の考え方を踏まえつつ、柔軟に対応することが望ましい。

(別表)対策テーマ選定の判断基準について

項目	判断基準の例	判断基準の考え方
1)トンネル延長	400m 程度	<ul style="list-style-type: none"> ・現状調査において「見通しが悪い」とされる トンネルが多くなる延長 ・基本照明区間が出現する延長
2)輝度(照度)	4.0cd/m ² 程度 (52Lx 相当)	<p>1)車両側からの歩行者・自転車の視認性の確保</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>【関連基準】道路照明施設設置基準: 車道照明輝度(照度) 2.3 cd/m² (29.9 Lx) 以上</p> </div> <p>2)歩行者の転倒防止(足元が見える明るさ)</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>【関連基準】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計便覧(四国地方整備局) ・歩行者のための屋外公共照明基準(照明学会) <p>【トンネル内輝度(照度)】 (路面上) 4.0 cd/m² (52 Lx) 以上</p> </div> <p>3)利用者が「歩きやすい」と回答する照度の確保</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>【参考事例】(国道 55 号水床トンネル実験) 歩行者照明の設置による照度改善 (改善前 35.5 Lx 改善後 63.2 Lx)による モニター回答:</p> <p>歩行者:「非常に歩きやすくなった」 「やや歩きやすくなった」 計 86.3%</p> <p>自転車:「非常に通行しやすくなった」 「やや通行しやすくなった」 計 90.0%</p> </div>

【参考】照度と輝度の関係について

トンネル内の明るさを示す指標としては、照度(Lx)と輝度(cd/m²)が用いられる。なお、ここでいう「輝度」とは、「平均路面輝度」のことを指す。

照度は、照明自体の明るさを示す値であるのに対し、輝度は「路面から反射される光の強さ」を表わす。そのため照度(照明の光源の強さ)が同じ場合でも、路面の状況(コンクリート舗装かアスファルト舗装か)の状況により、実際の輝度は異なる。

「道路照明施設設置基準」や「設計便覧(四国地方整備局)」では、基準として輝度が用いられており、照度に換算する場合には「平均照度換算係数」により変換を行うものとしている。

平均照度換算係数は、トンネル内の舗装種類によって定められており、通常のコンクリート舗装の場合は 1 cd/m² = 13 Lx とされている。

以下、トンネル内の輝度・照度を取り扱う本手引きにおいては、輝度と照度の関係を 1 cd/m² = 13 Lx として取り扱うものとする。

3.3 対策テーマに対応する対策メニュー

対策を行いたいトンネルの対策テーマを選定したら、それに対応する対策メニューの検討（施設の仕様、設置箇所等）を行う。対策テーマ別の対策メニューの検討方法を、p21以降に示す。

p26以降では、対策実施事例、対策の効果及び費用、対策内容検討にあたっての考え方、関連基準、留意事項等について示している。これらを踏まえつつ、対策を行いたいトンネルの特性等を考慮し対策内容を決定していくことが必要である。

なお、各対策メニュー検討にあたっては、必要に応じ、次の項目について調査を行うことが望ましい。

表 各対策メニュー検討にあたって調査を行うことが望ましい項目

調査項目		調査方法(例)	対策メニューでの活用目的
トンネル利用状況	歩行者・自転車交通量	・調査員による計測 ・歩行者センサ、CCTVを用いた計測	歩行者トンネル新設等の判断材料
	自動車交通量	・道路交通センサ ・調査員による計測	車線幅員縮小による歩道拡幅 交通量の条件によっては1ランク下の規格も考慮
	歩道等利用状況	・調査員またはCCTVを用いた計測 ・沿道住民へのアンケート	歩行者トンネル新設、歩道拡幅時の拡幅対象側歩道選定(上りか下りか)の判断材料
	通学路等の指定有無	(既存資料)	歩行者トンネル整備の必要性の判断
ヒヤリハット	事故の発生状況	・事故原票等からの整理	
	大型車両の壁面への接触状況	・徒歩パトロール(壁面接触跡の確認) ・CCTVを用いた計測	接触事故が発生している場合 車線シフト、歩行者照明設置は不可
	車両の外側線はみ出しによる事故の有無	・事故原票等からの整理	・歩車道分離時の車両安全確保 ・はみ出し防止対策の必要性
構造	トンネル建築限界	・トンネル台帳等	・車線シフトによる歩道拡幅検討 ・歩行者照明設置可能性の検討
周辺状況	大型車の迂回路有無	(他道路管理者管内図等)	トンネル拡幅時の工事の可能性検討、車線幅縮小時の検討に用いる
	トンネル周辺の地形・地質・施設立地状況	・調査員による現地調査	歩道トンネル、上下線分離トンネルによる歩道新設を行う場合
トンネル内環境	歩行者視認距離	・調査員による現地計測	
	壁面の状況(ジャンカ,型枠段差,不陸,漏水等)	・徒歩パトロール	壁面塗装や内装板を設置する場合の対策内容選定の判断、壁面塗装実施前の下地処理の必要性の判断
	歩道面の視認性	・徒歩パトロール	歩道面が暗く歩行者が路面のシルエットとして認識しづらい場合は歩道面の明色化を検討
その他	反射材の貸出可能性	・現地調査 (貸出ボックス設置箇所、貸出の協力が可能な施設の有無)	反射材(リストバンド等)の着用

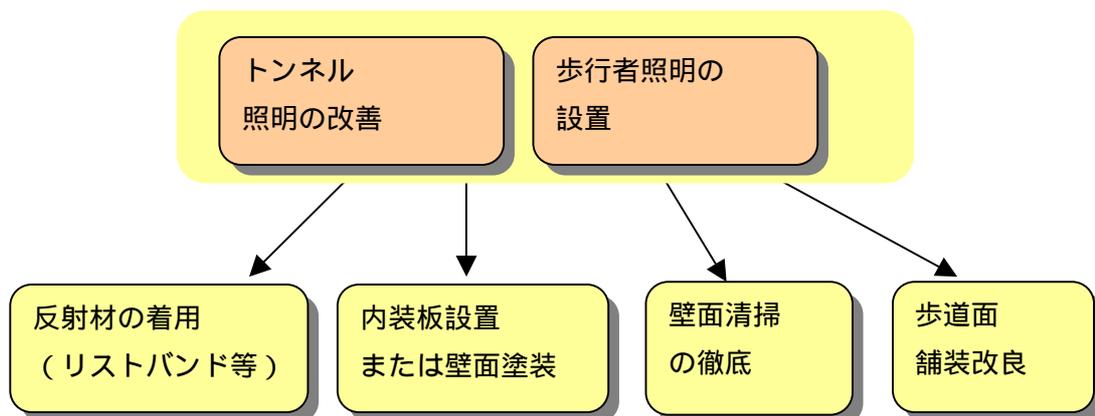
なお、複数の対策メニューを実施する場合、下の図の通り、相乗効果が発揮されるケース、悪影響を及ぼすケースの両方が考えられる。

相乗効果が発揮されるケースの場合は、それらの対策を組み合わせる実施することが望ましい。

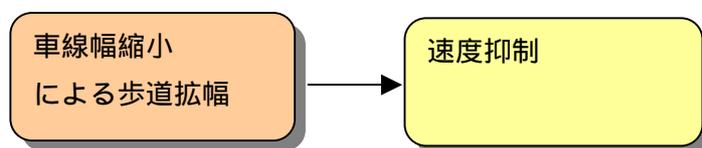
また、対策実施により悪影響の発生が懸念される場合（例：照度改善による車両速度増加）は、悪影響に対応する対策テーマのページについても参照することが望ましい。

相乗効果が発揮されるケース

1) 照明改善が「トンネルを明るくする」「歩行者を目立たせる」効果を高める

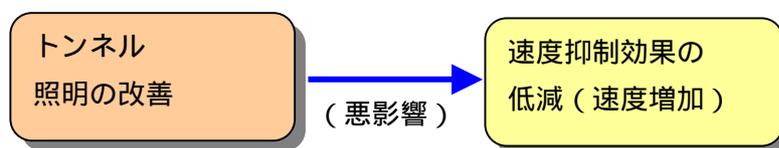


2) 車線幅縮小が「速度抑制」効果を高める



悪影響を及ぼすケース

照明改善によりトンネル内の視環境が改善され、「速度抑制」効果が低減される



～ 対策のテーマ ～

1. 歩行空間を拡幅する

【対策メニュー】

< 抜本的対策 >

1-1 歩行者トンネルの新設 p27

1-2 上下線分離トンネル p29

1-3 トンネル拡幅による歩道部拡幅 p31

< 幅員構成見直し >

1-4 車線幅員の見直し p33

1-5 車線のシフト p35

対策のテーマ

1. 歩行空間を拡幅する

トンネル内での歩行者専用の「空間(幅)」を確保・拡充し、歩行者の通行時の安全性及び快適性を高めることを目指す。

具体的対策(1)

1 - 1 : 歩行者トンネルの新設

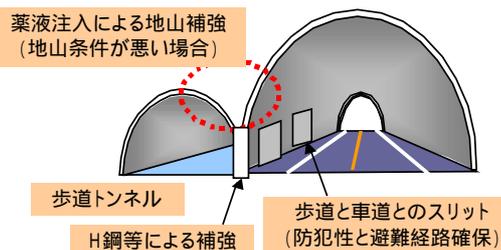
歩行者専用のトンネルを新たに掘削し、自動車走行空間と歩行者通行空間との完全分離を図る。

対策イメージ

< 独立型 > (国道 56 号内海トンネル)



< 車道併設型 >



国道 56 号内海トンネル及び嵐坂トンネルでの対策 (独立型) 実施詳細については、参考資料あり。

この他、四国地方では国道 33 号赤土歩道トンネル、国道 56 号須崎歩道トンネル、国道 197 号名坂歩道トンネル、三津浜歩道トンネル (室戸市) の事例がある。

導入が考えられるトンネルの種類

< 抜本的対策の必要性から >

- ・歩行者または自転車の利用が多い場合。
- ・整備により児童や遍路等の安全性向上の相乗効果が見込まれる場合。
- ・通学路として利用されており、トンネル内が特に狭く車両や歩行者の事故が発生又は懸念される場合で、対策による効果が高い場合。

< 他の抜本的対策と比較して >

- ・車両の走行速度が高く、車両と歩道を分離することが安全上必要と考えられる場合。
- ・現道の自動車交通量が多く、トンネル拡幅等の工事での交通規制実施が困難な場合。

期待される効果

<ul style="list-style-type: none"> ・車両との完全分離により、歩行者・自転車の安全性及び安心感が飛躍的に向上。 ・安全な歩道整備によって、歩行者交通量が増加。 (国道56号内海トンネルにおいて実績あり) ・車道側からの避難用通路としての利用、活用も可能。 (車道との併設型で整備された場合)

コスト及び関連基準・仕様等の整理

コスト	初期費用	トンネル掘削費用・非常用施設費等:130万円/m(内海トンネル) 車道トンネル併設型は人道トンネル分離型と比較し、 地山の補強が必要となる場合があり費用は割高となる
	運用費用	・照明電気代:約16万円/100m・年(嵐坂トンネル)
関連基準 ・仕様等		幅員:4m以上(消防法) 高さ:2.5m以上(トンネル建築限界・道路構造令) トンネル内照度: ・路面上照度50Lx(立体横断施設技術基準) ・歩道トンネル路面上輝度(照度):4.0cd/m ² 52Lx(設計便覧) 付帯施設:監視カメラ、非常電話、押しボタン通報装置、消火器等 (道路トンネル非常用施設設置基準)

実施上の留意点・検討課題等

<ul style="list-style-type: none"> ・地山条件や、前後制約条件(民家等の有無)に依存する。 ・防犯対策を検討する必要がある。 (防犯対策の例) [ハード面]トンネル内監視システム、押しボタン通報装置、非常電話等の設置 [ソフト面]警察署、学校関係者等との連絡体制の確立 ・車道との併設型の場合は既存の非常用施設等の再配置が必要となる。 ・歩行者トンネルを新設する場合と、車道トンネルを新設し旧道を歩行者トンネルとする場合とのコスト面、施工面、線形面での比較検討が必要となる。
--

～ 対策のテーマ ～

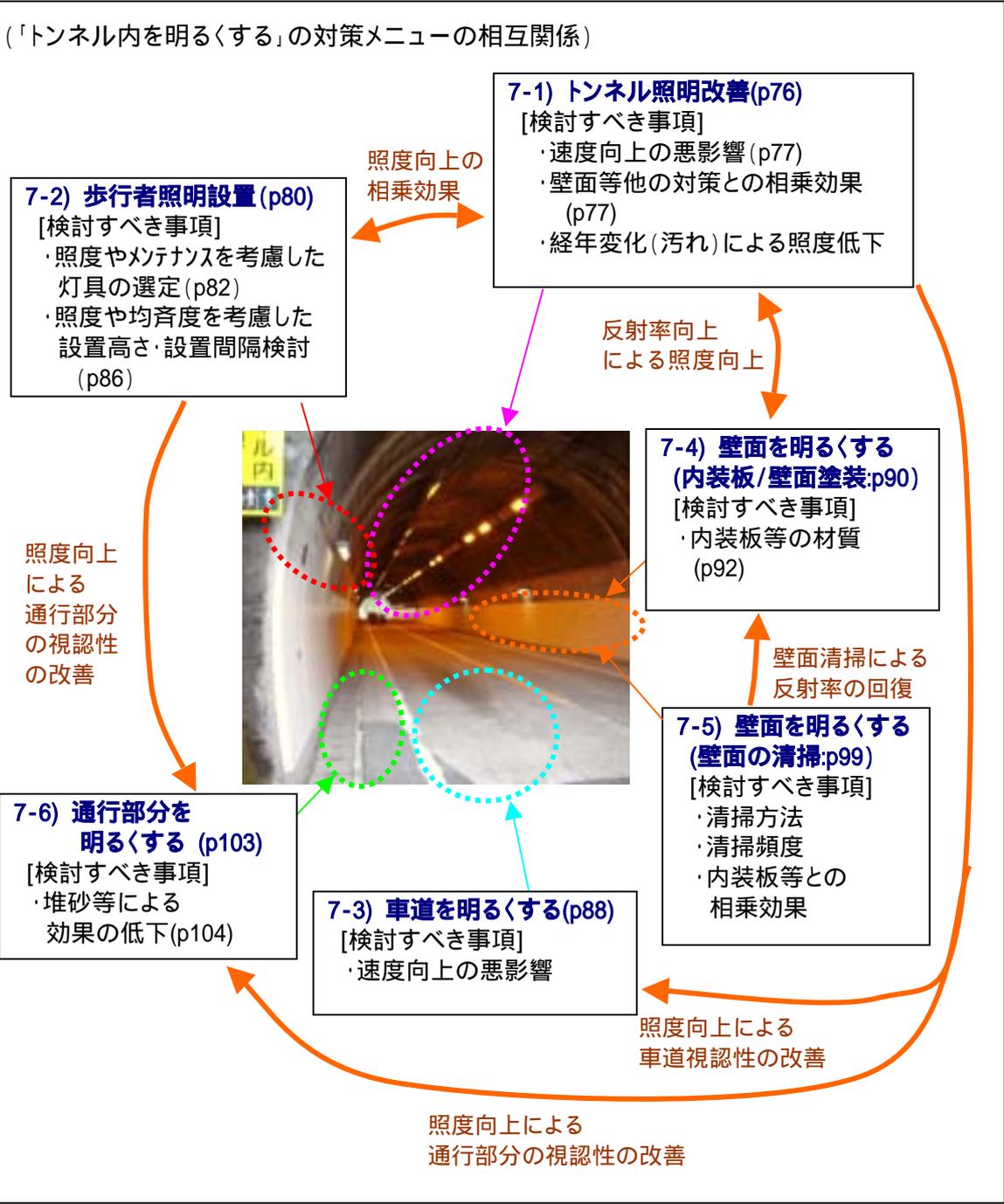
7. トンネル内を明るくする

【対策メニュー】

7-1 トンネル照明改善	p76
7-2 歩行者照明設置	p80
7-3 車道を明るくする	p88
7-4 壁面を明るくする (内装板/壁面塗装)	p90
7-5 壁面を明るくする (壁面の清掃)	p99
7-6 通行部分を明るくする	p103

7. トンネル内を明るくする

トンネル内の照明の改善や、壁面等を明るくすることにより、トンネル内の歩行者の視認性を高めることを目的とする。



具体的対策(1)

7 - 1 : トンネル照明の改善

- ・トンネル内の照明の点灯数を増やし照度を向上させ、歩行者等の視認性向上を図る。
- ・照度の向上により、歩行環境の改善を図る。

対策イメージ

照明制御例(国道56号鳥越トンネル)

(深夜照明の場合)



(曇天照明の場合)



(実施事例)

- ・国道56号鳥越トンネル実験(照度制御による歩行者視認性実験)
- ・国道56号安和トンネル実験(トンネル照明と歩行者照明の制御実験)
- ・国道56号嵐坂トンネルの全点灯(歩行者トンネル新設までの暫定措置)(p125)
- ・福原トンネル(島根県)(歩行者検知センサによるトンネル照明照度調節)(p139)

導入が考えられるトンネルの種類

- ・現在トンネル内の輝度(照度)が低く(概ねトンネル照明基準である 2.3cd/m^2 以下)、歩行者の視認性の点で問題のあるトンネル
- ・通学路に指定されている等、児童の利用が多く安全・快適な歩行環境の確保が特に求められている場合
- ・現時点において車両の走行速度が高くなく(概ね規制速度以下)、照明の改善により車両速度の増加の影響が問題にならない場合

期待される効果

<p>国道 56 号鳥越トンネル実験</p> <ul style="list-style-type: none"> ・照明増灯による内装板設置時の視認距離増加率の向上（相乗効果） （視認距離増加率：深夜照明 3.8% 曇天照明 20.3%） ・歩行者視認距離向上効果： 照明増灯 > 内装板 <p>国道 56 号安和トンネル実験</p> <ul style="list-style-type: none"> ・照明増灯による視認距離増加：約 6m

コスト及び関連基準・仕様等の整理

コスト	初期費用	-
	運用費用	<ul style="list-style-type: none"> ・約30万円/100m・年 （鳥越トンネルにおいて1/2増灯,点灯時間12時間/日の場合） ・その他、照明器具の定期的な清掃が必要
関連基準 ・仕様等		<p>(トンネル照明の基準): 2.3cd/m² (歩行者の安全性確保のための望ましい照度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・路面上照度50Lx(立体横断施設技術基準) ・歩道トンネル路面上輝度(照度): 4.0cd/m² 52Lx(設計便覧)

実施上の留意点・検討課題等

<p>照明増灯により、トンネル内の走行環境も改善され、車両速度が向上する。 （国道 56 号安和トンネル実験の場合：速度増加約 2km/h） 速度超過が問題となっているトンネルにおいては歩行者照明設置等、車両速度の向上効果が小さい対策の実施が望ましい。</p> <p>区画線や減速マーカ、歩道面明色舗装等の対策を合わせて実施する場合は、視認性向上のため蛍光ランプ等演色性に優れた照明器具を設置することが望ましい。</p> <p>運用コスト削減のため、通常時は照度をトンネル照明の設置基準まで落とし、歩行者等の通行時に増灯させることも考えられる。 （即時点灯が可能な照明器具への置き換え、センサ等の設置が必要）</p> <p>冬期等、日没の時刻が早く、児童が通行する時間帯において照明が暗くなる場合がある。その場合においては、照明機器の設定を変更させ、照明の点灯数を増加させることが有効と考えられる。</p> <p>既に基準を満足しているトンネルの場合は、増灯できない。（光源変更は可能） 照明器具の清掃により、照度が大幅に改善されるため、清掃の頻度を増やすことが重要である。</p>

対策例（国道 56 号焼坂トンネルでの照明改善の例）

光源をナトリウムランプから蛍光ランプに置き換え、入口部照明はナトリウムランプと蛍光ランプとの組合せによる照明

- ・ 対策実施により、歩行者視認距離は 47m 80m と、約 2 倍に伸びた。
- ・ 光を反射する歩行者向け反射材と組み合わせることにより、歩行者視認性をさらに伸ばすことが可能。



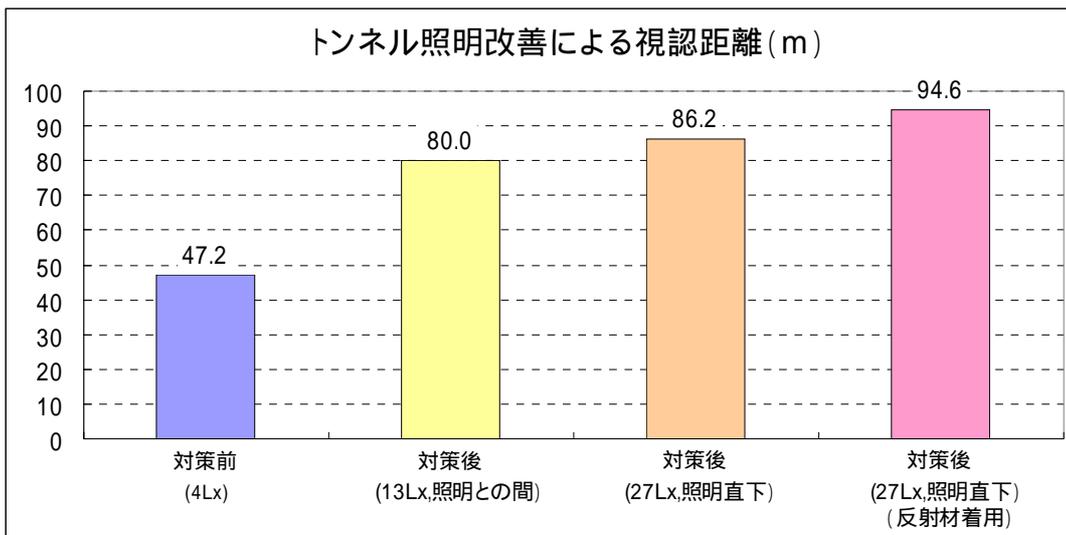
対策前(基本照明区間)



対策後(基本照明区間)



対策後(入口部照明区間)



同じ設置基準の照明設備であっても、新品に置換えることにより明るさを確保することができる。しかし、年々劣化し、更に清掃が不十分であれば、元の明るさに戻ってしまうことに留意する必要がある。

その他

トンネル照明における技術開発動向

- ・無電極タイプトンネル灯(NETIS)
- ・省エネ型 Hf ツイン照明器具(NETIS)
- ・光触媒を用いた汚れのつきにくいトンネル照明

具体的対策(2)

7 - 2 : 歩行者照明の設置

- ・トンネル壁面に歩行者用の照明を設置し、歩行者等の視認性向上を図る。
- ・照度向上により、歩行環境の改善を図り、歩行者等の転倒等を防止する。

対策イメージ

・国道 56 号安和トンネルの例

(歩行者照明消灯)



(歩行者照明点灯)



・国道 55 号水床トンネルの例(無電極ランプ・センサ式)



実施事例

- ・国道 56 号安和トンネル・久保宇津トンネル (p128)
- ・国道 55 号水床トンネル (無電極ランプを設置) (p130)

導入が考えられるトンネルの種類

- ・トンネル照明基準を現在満たしていない(2.3cd/m²:29.9Lx以下)、あるいは歩行者の視認性の点で照度を向上させることが望ましいトンネル
- ・通学路に指定されている等、児童の利用が多く安全・快適な歩行環境の確保が特に求められている場合
- ・現時点において車両の走行速度が高く(概ね規制速度以下)、照明の改善により車両速度の増加の影響が問題となる場合
- ・壁面の建築限界に余裕があり、大型車による歩行者照明の接触の危険性が小さいトンネル

期待される効果

歩行環境の改善(水床トンネル実験)

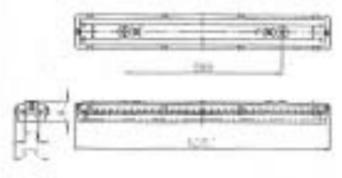
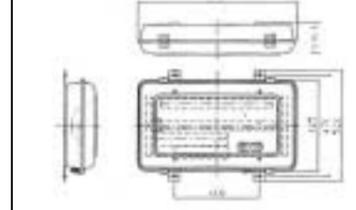
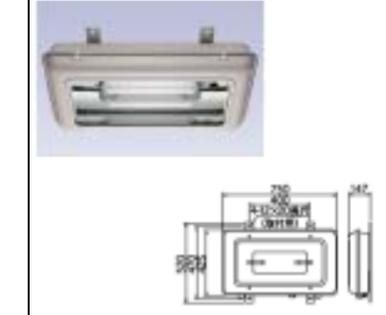
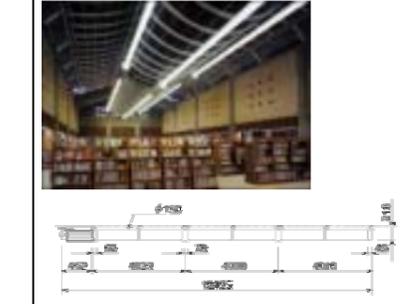
- ・歩行者照明の設置による照度改善(35.5Lx 58.3~63.2Lx)によるモニター回答:
歩行者:「非常に歩きやすくなった」「やや歩きやすくなった」 計 86.3%
自転車:「非常に通行しやすくなった」「やや通行しやすくなった」 計 90.0%

車両側からの視認性向上(安和トンネル実験)

- ・歩行者照明設置による歩行者視認距離増加:約 6m 増加
- ・歩行者視認性向上による車両側事前減速の促進
(減速位置が約 30m 手前にシフト)
- ・車両側の速度増加の悪影響は小さい(一般車両の速度増加約 0.4km/h)

歩行者照明の種類(次ページの比較表を参照)

- ・歩行者照明に適用することが考えられる照明の種類としては、蛍光灯タイプ、無電極ランプ、セラミックハライドランプ、ライトパイプがある。
- ・現在、機材の入手性や初期コスト面より、蛍光灯の導入が有利であるが、将来的には寿命が長く、ランニングコストで有利な無電極ランプを導入することも考えられる。

評価項目/照明器具仕様		蛍光灯 (FLR)	蛍光灯 (Hf)	蛍光灯 (FHP)	無電極ランプ	セラミックメタルハライドランプ	ライトパイプ
概要		一般的に汎用品として流通している蛍光灯ランプ光源 (FLR) を用いたシステムである。	従来のスタ-タ形・ラビットスタ-タ形蛍光灯より高効率で消費電力を抑えることができるシステムである。	ツイン蛍光灯ランプをトンネルプレス型器具に組込んだシステムである。	トンネル用箱型照明器具に無電極ランプを収納したシステムである。	発光管を従来のガラス製から透光性セラミックス (陶器) に変えることで高W、高演色及び高寿命を実現したシステムである。	パイプの一端に設けられた光源器具 (ランプ) からパイプの中を伝わる光の反射を利用した照明システム光源の光はプリズムガイドラインによってパイプ内を伝達され光を拡散するシステムである。
NETIS登録番号		-	KK-010007	-	KT-010078	HR-010015	CB-020041
器具姿図・写真							
機器仕様	器具	強化ポリエステル樹脂	強化ポリエステル樹脂	トンネルプレス型器具 SUS 304 [塗装仕様有り]	トンネルプレス型器具 SUS 304 [塗装仕様有り]	-	1.ガイド部:耐衝撃性アクリル樹脂 2.光源部器具:アルミニウム
	ランプ保護・カバー	カバー: ポリカ - ポネイト	カバー: ポリカ - ポネイト	カバー: 強化ガラス t 4.0相当	カバー: 強化ガラス t 4.0相当	-	L = 12.0 (m/本)
	構造	耐塵・防噴流型	耐塵・防噴流型	防噴流型	防噴流型	-	屋外防雨型
特性	適合ランプ形式	FRH 40W (ラビットスタ-式)	Hf 32W (高効率蛍光灯):高効率使用時	FHP 45W (ツイン蛍光灯)	100W,150W	150W ~ 360W	NHT 180-220L
	光束 (lm)	2,800 (lm)	4,300 (lm)	4,300 (lm)	4,500 (lm)	12,700 (lm) -23,000 (lm)	19,000 (lm) -25,000 (lm)
	寿命 (点灯時間 h)	12,000 (h) 程度	12,000 (h) 程度	12,000 (h) 程度	60,000 (h) 程度	12,000 (h) 程度	12,000 (h) 程度
	消費電力量	60 (VA/台)	54 (VA/台)	54 (VA/台)	67 (VA/台)	230 (VA/台) ~ 540 (VA/台)	270 ~ 330 (VA/セット)
	演色性	Ra (84): 白色有り	Ra (84): 白色有り	Ra (84): 白色有り	Ra (80): 白色有り	Ra (90): 白色有り	
機能	調光機能	段階調光可能	段階調光可能	段階調光可能	不可	可 [専用安定器を採用することで可能65%]	不可
長所		1.ランプ寿命が長い 2.イニシャルコストが安価である。 3.調光機能を有しており省電力である。	1.ランプ寿命が長い 2.イニシャルコストが安価である。 3.調光機能を有しており省電力である。	1.照明器具本体にステンレスプレス成型品を採用しており従来のトンネル照明器具 (板金折り曲げ加工品) に比べ低コスト 2.耐食性に優れている。	1.ランプ寿命が一番長い 2.ランプ交換費用の削減が可能である。 3.瞬時点灯可能 (35%)	1.ランプ寿命が一番長い 2.ランプ交換費用の削減が可能である。 3.既設水銀ランプ仕様の灯具・安定器にランプのみの交換で使用可能であり効率良く照度アップが実現できる。	1.直線光源体 (L=12.0m) であり誘導性に優れている。
短所		1.低温始動特性が悪い。 2.周囲温度25度において100%の光束がでる特性となっている。 (5度では約80%) 3.トンネル躯体取り付け金具が必要である。	1.低温始動特性が悪い。 2.周囲温度25度において100%の光束がでる特性となっている。 (5度では約80%) 3.トンネル躯体取り付け金具が必要である。	1.低温始動特性が悪い。 2.周囲温度25度において100%の光束がでる特性となっている。 (5度では約80%) 3.トンネル躯体取り付け金具が必要である。	1.イニシャルコストが高価である。 2.トンネル躯体取り付け金具が必要である。	現在のところトンネル照明器具としては商品化されていない。	1.イニシャルコストが高価。 2.道路路面照明として開発されたものであり高照度は性能上でない。 3.トンネル躯体取り付け金具が必要である。
維持管理	洗浄の容易性	(ふき取り清掃、流水洗浄可)	(ふき取り清掃、流水洗浄可)	(ふき取り清掃、流水洗浄可)	(ふき取り清掃、流水洗浄可)	-	(ふき取り清掃、流水洗浄可)
	耐久性	(問題なし)	(問題なし)	(問題なし)	(問題なし)	-	(問題なし)
経済性	ランプ単価 (1本当)	約600円/本	約1,500円/本	約2,500円/本	-	約14,500円/本 (220W)	約15,000円/本
	器具単価 (1台当、直工費)	約55,000円/台	約50,000円/台	約95,000円/台	約160,000円/台	-	約300,000円/セット
総合評価						×	×
備考		Hf光源と比較すると経済性に劣る。	・高効率仕様で使用することにより設置台数が削減できることから最も経済的 ・国道56号安和トンネルにて採用	トンネル道路用照明としては有効であるが歩道照明としては不向きである。	・常時点灯の場合はランプ交換頻度の削減につながり有利 ・開発されて間もない新光源であり、トンネル内歩行者用照明としての実績はない (特注品となる)	トンネル照明器具仕様での製品はまだ開発されていない。現在実績のある分野は道路・広場・公園・駐車場・体育館・工場・商業用照明である。	歩道照明の必要とする照度確保には特性上不向きである。誘導用光源としては利用の可能性がある。

経済性については、現在製品化されている照明器具の1本あたりの照明器具の輝度 (照度) が異なるため、同じ輝度を確保するために必要な台数を勘案し比較することが望ましい。なお、1本あたりの輝度 (照度) が高い照明器具の場合設置台数は少なくなるが、輝度の均斉度が悪くなることに留意する必要がある。

コスト及び関連基準・仕様等の整理

コスト	初期費用	約5万円/基(Hf型照明器具の場合、センサ部除く)
	運用費用	<ul style="list-style-type: none"> ・電力費:約7,800円/基・年(常時点灯時,60W) ・ランプ寿命:約12,000時間 ・ランプ交換費用、照明器具清掃費が必要
関連基準 ・仕様等	<p>照度について (トンネル照明の基準):$2.3\text{cd}/\text{m}^2$ 29.9Lx (歩行者の安全性確保のための望ましい照度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・路面上照度50Lx(立体横断施設技術基準) ・歩道トンネル路面上輝度(照度):$4.0\text{cd}/\text{m}^2$ 52Lx(設計便覧) <p>照明器具の設置間隔: ・上記必要輝度(照度)と均斉度(0.2以上)を満たすよう設置間隔を計算 (歩行者のための屋外公共照明基準) 「歩行者照明器具の設置間隔の計算例」参照</p> <p>歩行者照明器具の種類:現状では蛍光ランプが有利 「歩行者照明器具の比較表」参照</p> <p>照明器具設置高さ:2.5m以上 (建築限界外 かつ大型車視線高さ以上であること)</p>	

実施上の留意点・検討課題等

<p>照明の均斉度を高めるため、照明器具の設置間隔を狭くすることが望ましい。 (均斉度が低いとトンネル壁面に縞模様ができ、暗部の歩行者の発見が遅れる)</p> <p>グレアの防止 大型車の視線から光源が直接見えないよう、反射板等の設置が望ましい。</p> <p>入口部と中央部の輝度(照度)の違いの考慮 トンネルの輝度はトンネル入口付近と中央部(基本照明区間)で異なるため、歩行者照明の設置間隔の検討の際はトンネル入口と中央部とで別に算定する必要がある。</p> <p>他の安全対策との関連について 歩行者照明の設置により、壁面改良(内装板・壁面塗装)、歩道面明色化、歩行者の反射材、区画線改良等、他の安全対策効果の促進が期待されるため、これらの対策を実施する場合は歩行者照明の導入を検討することが望ましい。</p> <p>大型車が多く幅員が狭いトンネルの場合(車両の壁面への接触が発生している場合) 車両側の安全のため歩行者照明設置は行わないことが望ましい。</p>
--

対策例（国道 11 号河之内トンネルでの歩行者照明設置の例）

5.5m間隔で蛍光ランプによる歩行者照明を設置

調査時は歩行者照明を制御し、歩行者の視認性を確認

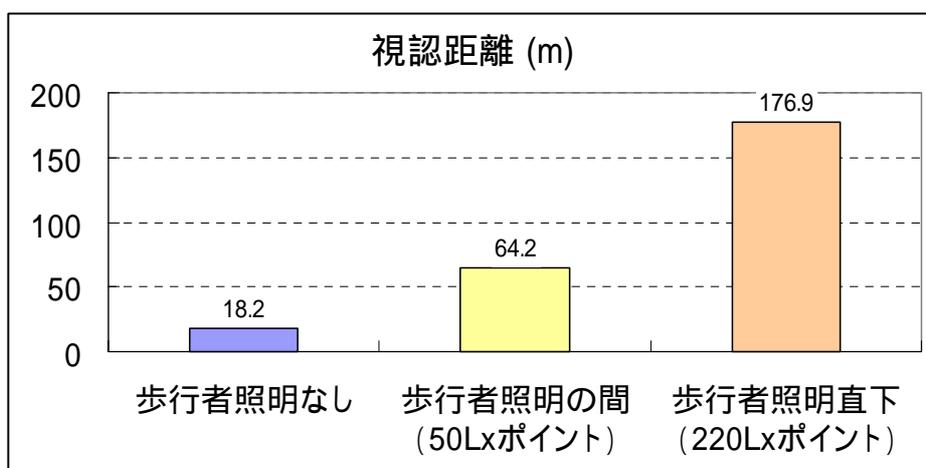
- ・歩行者照明の点灯により、歩行者視認距離は 18m → 64m と大幅に増加。
- ・歩行者が照明の直下にいる場合は、歩行者視認距離はさらに伸びる。
- ・歩行者照明の直下での照度は 220Lx, 歩行者照明と歩行者照明の間地点では照度は 17Lx であった、
歩行者照明の整備にあたっては、設置間隔を狭くする等、均斉度を高める配慮が必要である。



歩行者照明なし



歩行者照明あり



(参考) ドライバー側からの歩行者視認性確保に必要な照度

- ・ドライバー側からの歩行者視認距離 L_0 は、初速度 V_0 (km/h)でトンネル内を走行するドライバーが歩行者を発見し、判断および反応時間 T_0 (s)で減速を判断し、安全な減速度 A (m/s²)により減速し、歩行者通過時まで安全速度 V_1 (km/h)へ減速するために必要な距離を確保する必要がある。
- ・トンネル内の照度は、歩行者視認距離 L_0 を確保できる照度とする必要がある。
- ・ L_0 は、以下の式で表すことができる。

$$L_0 = 0.278 \times V_0(\text{km/h}) \times T_0(\text{s}) + \frac{V_0^2(\text{km/h}) - V_1^2(\text{km/h})}{2 \times A(\text{m/s}^2) \times 3.6 \times 3.6}$$

ここで、

- 判断および反応時間: $T_0=2.5$ (s) (制動視距の考え方より),
- 安全な減速度: $A=2.5$ (m/s²) (交差点部の減速度より),
- 初速度 V_0 : (各トンネルにおける現況の平均速度)
- 安全速度 V_1 : (各トンネルにおける規制速度とすることが考えられる)

- ・ L_0 の値と確保すべき照度については、トンネル内走行条件や構造・壁面状態等により異なるため、現地における一般車両の速度調査、並びに照度による視認性の確認を行うことが望ましい。
- ・勾配があるトンネルにおいては、車線方向により車両の速度が異なるため、初速度 V_0 については速度が高い側の車線の速度を用いることが望ましい。
- ・参考として、国道 56 号安和トンネルにおける L_0 と必要な照度の検討例を示す。

国道 56 号安和トンネル(延長 $L=275$ m)における L_0 と必要照度の検討例

上り勾配	$V_0=53.3$ (km/h)	$V_1=50$ (km/h)	$L_0 = 42.3$ (m)
下り勾配	$V_0=60.0$ (km/h)	$V_1=50$ (km/h)	$L_0 = 58.6$ (m)

ここで、現地実験による歩道面照度と視認性の関係は以下の通りであることから、下り勾配の場合は約 $30L_x$ 以上の照度を確保することが望ましいことがわかる。なお、安和トンネルにおいては通学利用も見られることから、安全速度 V_1 を低く設定することが望ましい(実際には、児童がトンネル内を通過する際には規制速度以下に減速する車両が多く見られる)。その場合は、必要とされる照度も高くなる。

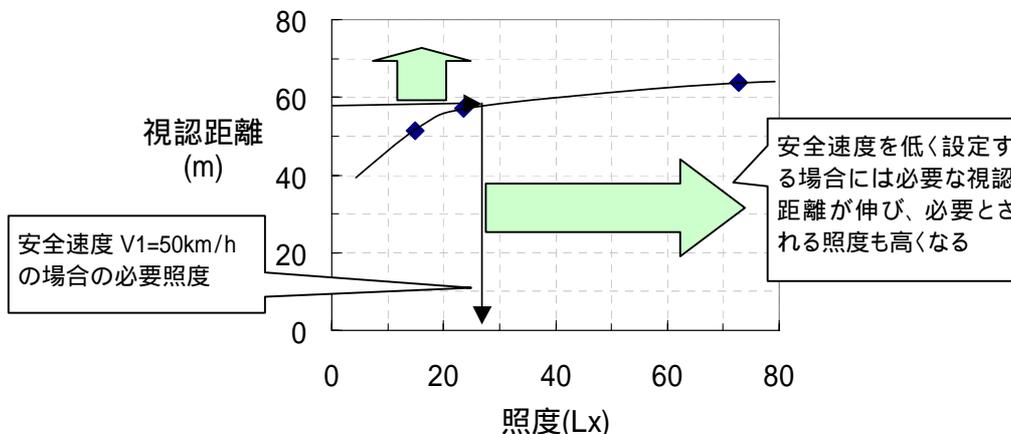
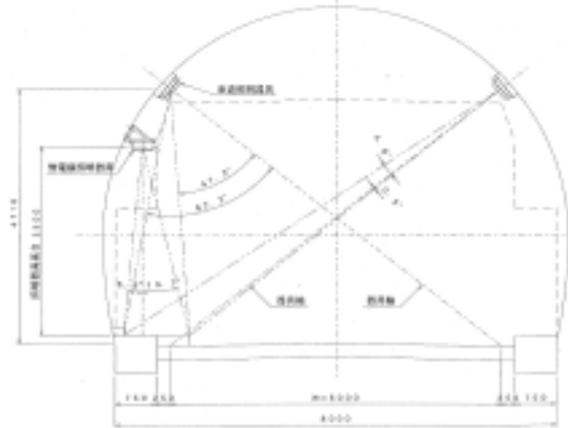


図 安和トンネルにおける歩道照度と車両側からの視認距離との関係

(参考)照度・均斉度を確保した照明機器の設置間隔の検討例(国道55号日和佐トンネル)
 (平成14年度トンネル歩行者安全施設検討設計業務委託報告書より)



2) 器具取付間隔の計算

器具取付間隔は、光束法の次式により計算する。

$$S = \frac{F \times N \times U \times M}{E \times W} \quad \text{----- (1) 式}$$

ここで、S : 器具取付間隔 (m)

F : ランプ光束 (lm)	無電極 85W = 6,000 lm
N : 器具の配列による係数	片側配列 = 1
U : 照明率	QL85W = 0.138
M : 保守率	0.7
E : 基準照度 (Lx)	50 Lx
W : 歩道幅員 (m)	1.2 m

本トンネルは、既存の国道トンネルであり、車道用照明として既設照明器具 (NX55) が設置されている。今回、歩道部に増灯する明るさは、この既設照明器具による明るさを基準照度から差し引いた値とする。

(a) 既設照度 (車道照明器具, NX55, S=7.1m 千鳥配列)

$$E_0 = \frac{7600 \times 1 \times 0.037 \times 0.7}{1.2 \times 7.1} = 23.1 \text{ Lx}$$

ゆえに、本設計において増灯する歩道部の照度は下記となる。

$$E = 50 - 23.1 = \underline{26.9 \text{ Lx}}$$

(b) 増灯器具 (歩行者支援器具, 無電極 85W)

不足照度 E を補うための増灯器具の間隔 S を求めると

$$S = \frac{6000 \times 1 \times 0.138 \times 0.7}{26.9 \times 1.2} = 17.95 \text{ m 以下}$$

「歩行者のための屋外公共照明基準」(照明学会・技術基準 JIEC-006)では、路上の障害物などを確実に視認するため照度均斉度が重要であるとして、最小照度/平均照度を 0.2 以上で推奨している。本設計においても、歩行者支援器具による歩道部の照度均斉度が 0.2 以上となるように照明器具の間隔を設定するものとし、次項の照度分布図より器具間隔 S を 13.5m とする。

(参考) センサによる歩行者照明について

センサによる歩行者照明制御のメリット

延長が長く歩行者等の利用が少ないトンネルにおいては、センサにより歩行者照明を制御することによって、以下のメリットがある。

- ・運用費用の低減（電力費用の低減、ランプの取り替え頻度の低下）
- ・歩行者の存在のドライバーへの情報提供効果
（歩行者情報板等と組み合わせることにより効果が高まる）

一方で、頻繁な点滅制御によりドライバーの運転に影響を与える可能性があること、またセンサの故障や誤動作により、歩行者の安全が脅かされる可能性がある。そのため、センサの導入の有無、導入する場合のセンサの仕様について慎重に検討する必要がある。

センサ導入時の検討事項

センサを導入する際には、以下の点を考慮し、導入するセンサの仕様（センサの種類・形状等）を検討する必要がある。センサの仕様の詳細については、参考資料を参照されたい。

- ・センサの検知条件
- ・センサの形状・設置位置（歩行者・自転車・車両の安全の確保）
- ・センサ検知時の処理（照明の点灯時間等）
- ・センサ故障時の対応
- ・維持管理との関連（センサの点検、清掃時の対応等）

センサによる歩行者照明の制御方法の例

制御方法としては以下が考えられる。歩行者安全性確保やコスト縮減のため、一斉点灯方式の採用が望ましい。

- i)一斉点灯方式（トンネル内の歩行者用照明を一斉点灯）
- ii)区間別点灯方式（歩行者が存在する区間を中心に点灯）
- iii)個別点灯方式(歩行者用照明ごとにセンサを設置)

タイマーとセンサとの併用

通学路等に指定されており、日中歩行者等の利用が多いが、夜間の歩行者等の通行が少ないトンネルについては、タイマーと組合せ、通学時間帯及び日中（例：朝6時～夜8時）までは歩行者照明を常時点灯させ、それ以外の時間帯はセンサによる点灯とすることも考えられる。

第4章 対策事例

No.	トンネル名	事務所等	主な対策内容	ページ
1	国道 11 号河之内トンネル	松山河川国道事務所	・歩行者照明 ・歩行者情報板 ・自発光道路鋸	124
2	国道 56 号嵐坂トンネル	大洲河川国道事務所	・歩行者トンネル	125
3	国道 56 号鳥坂トンネル	大洲河川国道事務所	・内装板(大型タイル)	126
4	国道 56 号角谷トンネル	土佐国道事務所	・歩行者情報板 ・壁面塗装	127
5	国道 56 号安和トンネル	土佐国道事務所	・歩行者情報板 ・壁面塗装 ・歩行者照明	128
6	国道 56 号焼坂トンネル	土佐国道事務所	・照明の置き換え ・壁面塗装	129
7	国道 55 号水床トンネル	徳島河川国道事務所	・車線幅縮小による 歩道拡幅 ・歩行者情報板 ・歩行者照明	130
8	国道 55 号福井トンネル	徳島河川国道事務所	・歩行者情報板 (押しボタン式)	131
9	国道 56 号内海トンネル	大洲河川国道事務所	・歩行者トンネル ・歩行者照明の社会実験	132
10	国道 303 号 岩熊第 2 トンネル	滋賀県 木之本建設管理部	・上下線分離トンネル による歩道設置	134
11	金沢外環状道路 卯辰トンネル	金沢河川国道事務所	・仕切板による歩車道分離	135
12	静清バイパス 賤機山トンネル	静岡国道事務所		135
13	国道 42 号日置トンネル	紀南河川国道事務所	・減速マーカ、段差舗装	136
14	国道 135 号田代トンネル	静岡県 熱海土木事務所	・段差舗装	137
15	国道 246 号 下鶴間トンネル	横浜国道事務所	・速度注意喚起の情報板 ・段差舗装	137
16	国道 303 号川合トンネル	滋賀県 木之本建設管理部	・歩行者情報提供 (トンネル警報板の活用) ・歩行者の迂回路案内	138
17	福原・穴見トンネル	島根県	・歩行者センサによる トンネル照明の制御	139

1. 国道11号河之内トンネル(松山河川国道事務所)【平成15年度実施】

～ 歩行者照明・歩行者情報板・自発光道路紙の整備～

トンネル延長・・・ 375m 自動車交通量・・・ 17,563 台/日(大型車混入率 20.0%)
歩行者交通量・・・ 93 人/12 時間(内自転車 76 台) H11 センサスデータ、以下同様
通学路の有無・・・ 有(実際はバスにて通学)



高松側坑口の現況



トンネル内の状況



位置図(愛媛県東温市)



自発光式道路紙



壁面漏水箇所



超音波式歩行者センサ

1) 対策の背景

- ・大型車が多く、外側線のはみ出しが問題となっていた。
- ・徳島の水床トンネルでの社会実験結果を参考に安全対策内容を検討した。
- ・幅員構成の見直し(歩道幅員増大・車道幅員減少)、歩行者空間構造の改善(縁石・転落防止柵)については、大型車の事故を誘発する原因となる恐れがあるため、導入を見送った。

2) 対策内容 (カッコ内は手引きの該当ページ)

- ・「内装板の設置」「区画線(外側線)の改良・自発光式道路紙の設置(p49)」「歩行者照明の設置(p84)」「歩行者情報板の設置(p61)」を行った。歩行者照明の設置間隔は基準照度を 52Lx とし、光束法より計算し、若干の余裕も勘案した結果、5.5m とした。
- ・路肩カラー舗装を実施(p103)。既設コンクリートに厚さ約 5mm の着色した光反射性骨材を接着。
- ・高視認性区画線(OGライン)、発光式道路紙(LED赤色・マルチリレー方式・5m間隔)を設置。費用は直工で 2600 万円。

3) 対策実施の問題点等

- ・面導水を行っているが、依然として漏水が発生しており、漏水に粉塵がたまり、路肩に汚れが堆積しており、路肩のカラー舗装の効果が発揮されていない。
- ・高視認性区画線については、突起状となっており、自転車の安全上問題がある。
- ・歩行者情報板については、常に「歩行者注意」が表示される誤作動が多い。
- ・歩行者照明は側壁面蛍光灯タイプで建築限界外としているが、大型車の積載・走行状況により接触も考えられる。
- ・河之内トンネルについては幅員が狭いこともあり、施設面からの対策には限界がある。可能であれば歩行者トンネルを整備したい。
- ・実施済み対策(内装板等)の清掃については、維持費が削減されていることもあり、苦情があれば行う方針としている。管理者としては、3ヶ月に1回程度清掃を行いたい。
- ・河之内トンネルにおける清掃については、片側交互規制を行う必要があるのが問題である。

2. 国道 56 号嵐坂トンネル(大洲河川国道事務所)【平成 15 年度実施】

～ 歩行者トンネルの整備 ～

トンネル延長・・・308m

自動車交通量・・・8,852 台/日(大型車混入率 15.0%)

歩行者交通量・・・48 人/12 時間(内自転車 34 台)

通学路の指定・・・無

避路道の指定・・・有



中村側坑口の現況



歩行者トンネル内部



位置図(愛媛県津島町)



歩行者トンネル坑口



坑口出口部の公園



対策前の通学状況

1) 対策の背景 (カッコ内は手引きの該当ページ)

- ・嵐坂トンネルにおいては、自転車通学者が1日100人以上であったこと、地元及び議員からの要望があったことから、歩道トンネルを整備することとした。要望から完成まで10年を要した。
- ・歩道トンネル事業化にあたっては、既存のトンネル拡幅、トンネルの新設等の比較検討を行った。
- ・歩道トンネル完成までの暫定措置として、車線シフトによる路肩拡幅(p10)、内装板の設置(明かり部の歩道側のみ)、照明の増灯を行った。

2) 対策内容 (カッコ内は手引きの該当ページ)

- ・歩道トンネル(幅員 4.5m:設置要綱に基づく)を整備(p27)。断面を小さくすると施工性が悪くなる問題があった。
- ・歩道トンネルについては、デザインビルド方式による発注を行っており、デザインビルドの中でセンサ式の照明制御システムを取り入れた。住民参加の実験結果を踏まえ照明を設計した(p133)。
- ・津島町役場、警察、大洲河川国道事務所への通報が可能な防犯施設を設置。夜間は事務所宿直に通報可能である。津島町役場へは光ファイバ経由による現地画像確認も可能である。また、現場マイクからの音声を聞くことも可能である。
- ・歩道トンネル内にオートバイが入らないように柵を設置している。

3) 対策内容の現状・問題点等

- ・車線シフトによる大型車の壁面接触等の苦情は特にない。
- ・歩道トンネルは、毎月1回程度パトロールにより照明の玉切れ等の確認を行っている。

5. 国道 56 号安和トンネル(土佐国道事務所)【平成 14 年度実施】

～ 歩行者情報板・歩行者照明・壁面塗装の整備～

トンネル延長・・・257m

自動車交通量・・・12,777 台/日(大型車混入率 14.1%)

歩行者交通量・・・66 人/時間(内自転車 52 台)

通学路の指定・・・有

遍路道の指定・・・有



対策前(平成 15 年 2 月)



対策後(平成 15 年 8 月)



位置図(高知県須崎市)



蛍光灯タイプ歩行者照明



坑口付近歩行者センサ



坑口天井付近の情報板

1) 対策の背景

- ・近隣の角谷、久保宇津トンネル同様、安和小学校、須崎中学校への通学路として利用されている。
- ・角谷トンネル同様、歩道が整備されておらず、歩行者の安全面で問題がある。
歩行者の安全確保のため、車線の縮小(実測値で 20cm)、路肩の拡幅が行われている。
- ・下り勾配(3.7%)があり、車両の走行速度が高いことも問題となっている。

2) 対策内容 (カッコ内は手引きの該当ページ)

- ・歩行者の視認性を向上させるため、漏水処理(p106)を行った上で無機質塗装による壁面塗装を実施(p90)。
- ・合わせて、歩行環境改善のため、蛍光灯タイプの歩行者照明(常時点灯)を設置(p80)。
歩行者照明の設置間隔は、基準照度を 52Lx とし、光束式より 8.7m とした。
- ・坑口付近に設置した歩行者センサにより、歩行者の存在をトンネル両坑口に設置した情報板によりドライバーに情報提供を行っている(p59:隣接する久保宇津トンネルと同タイプ)。
情報板は、歩行者検知時には「トンネル内」「歩行者あり」「通行注意!」を交互表示し、歩行者がいない場合には「対向車注意」を表示している。

3) 対策内容の現状・問題点等

- ・歩行者センサは、当初赤外線タイプを用いていたが、車両の熱や舗装の反射熱等による誤作動が発生したため、現在はマイクロ波タイプを使用している。

8. 国道 55 号福井トンネル(徳島河川国道事務所)

～押しボタン式歩行者情報板～

トンネル延長・・・ 175m 自動車交通量・・・ 9,588 台/日(大型車混入率 13.5%)
歩行者交通量・・・ 25 人/12 時間(内自転車 14 台)
通学路の有無・・・ 無 遍路道の指定・・・ 有



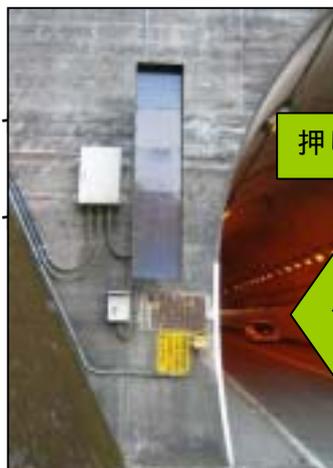
トンネル全景



トンネル内の視線誘導標



押しボタン



消灯時



点灯時

押しボタン

タイマー



位置図(徳島県阿南市)

1) 対策の背景

- ・急カーブ(半径 60m)があり歩行者の視認性に問題がある。
- ・急カーブ、急勾配(4%)のため、車両の外側線のはみ出しの危険性があり、歩行者の安全上問題がある。

2) 対策内容 (カッコ内は手引きの該当ページ)

- ・押しボタン式による歩行者情報提供を行っている(p59)。
- ・情報板はLED式、固定表示(「歩行者注意」のみの表示)
- ・押しボタン及び情報板は両坑口に設置。
- ・情報板の消灯はタイマー式となっている。
- ・歩行者の視認性を高めるため、トンネル壁面は白く塗られている(p90)。
- ・急カーブでのドライバーへの視線誘導及び外側線はみ出し防止のため、トンネル内壁面における視線誘導標(矢印型)、トンネル坑口での大型標識が設置されている。

既存トンネル内歩行者等の安全対策の手引き（案）

巻末資料

- 目 次 -

1 遍路道等に指定されているトンネル一覧	1-1
2 四国内トンネル歩行者安全施設の現状	2-1
3 関連設置基準	3-1

監 修 四国地方整備局 道路管理課
発 行 平成 17 年 3 月
編集発行 四国技術事務所 技術課
〒761-0121 香川県木田郡牟礼町牟礼 1545
TEL 087(845)3135 FAX 087(845)3998
URL <http://www.skr.mlit.go.jp/yongi/>
E メール yongia76@skr.mlit.go.jp
