

歩行者の視点によるトンネルの通り易さ*

Comfortableness of Tunnel from a pedestrian's viewpoint*

荻村研一**・猪狩英一***・黒田茂由****・下原祥平*****・島崎敏一*****

By Kenichi OGIMURA**・Eiichi IGARI ***・Shigeyoshi KURODA****

・Shohei SHIMOHARA*****・Toshikazu SHIMAZAKI*****

1. 本研究の背景とその目的

日本は世界でも有数の山岳地帯である。そのため山岳地域においてトンネルは必要不可欠なものとされ、元来から数多くのトンネルが建設されてきた。トンネルとは、「二点間の交通と物資の輸送あるいは貯留などを目的」とし¹⁾、歩道に関してはあまり考慮されてこなかった。しかし、自動車の増加から、トンネル内の交通量も増加し、歩行者にとってトンネル内の歩道が重要なものになると考えられる。歩行者の観点でトンネルを見ることによって、より安全でスムーズかつ快適なトンネルとは何かを知り、今後建設されるトンネルや、現在問題となっているトンネルをより良いトンネルにするための参考資料を得ることを目的とする。

2. 研究対象

大きさ・長さなど、構造のそれぞれ異なった横浜市内にある5つのトンネルを対象とする。対象トンネルのうち、港南ひまわりトンネルは港南区、二本松トンネル・白山道トンネル・池子トンネルは金沢区、東トンネルは保土ヶ谷区にある。

*キーワード：空間整備・設計、トンネル

**学生員、日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻

*** 西松建設株式会社

**** 東京設計学校

***** 正会員、日本大学理工学部土木工学科

***** フェロー、日本大学理工学部土木工学科

(東京都千代田区神田駿河台1-8-14、

TEL03-3259-0989、FAX03-3259-0989)

3. 研究方法

実際にトンネルを通っている人が、感じていることを知るためアンケートを実施する。その際、トンネル内の状況を定量的に記録し、アンケート結果と比較することで実際に通った人がさまざまな状況でどう感じて、何を基準に良い・悪い、また快適・不快を決めているかを解明する。また、通り易さとは何によって決まってくるのかといった関連性を明らかにする。アンケートの内容は、(1)トンネル内の明るさ、(2)乗用車などの騒音、(3)排気ガスなどの空気、(4)歩道の幅、(5)トンネル内の高さや広さなどの形状、(6)歩道にある柵の有無、(7)トンネルの長さ、(8)総合的な通り易さ、(9)性別、(10)年齢の10項目とする。アンケートを行う際の注意事項として、通過直後の率直な意見で答えてもらうことを口頭で説明している。

アンケートを実施した時間の照度・騒音・粉塵を測定し、記録する。具体的な測定方法としては、アンケート開始から騒音計により騒音を測定し、30分おきの最大と最小の値を記録する。また1時間おきに粉塵計で10分間測定法により測定値を記録し³⁾、空気の汚れを調べる。明るさに関しては、アンケート実施30分後より照度測定法により測定値を記録する⁴⁾。そして、アンケートを実施した時刻を記録し、騒音は30分、空気・照明は1時間以内にアンケートを行った人は、その値を感じたものとする。

表-1 各トンネルの特徴²⁾

トンネル名	完成年次	路線名	交通量(年)
東トンネル	昭和5年	市道保土谷第197号線	5200台/12h(平成9年)
港南ひまわりトンネル	平成6年	都市計画道路環状2号線	21741台/日(平成12年)
二本松トンネル	平成11年	横浜逗子線	11650台/日(平成9年)
白山道トンネル	大正2年	市道朝比奈第226号線	6500台/12h(平成9年)
池子トンネル	昭和5年	市道六浦第205号線	7103台/日(平成9年)

表 - 2 各トンネルの延長 歩道の幅 内空断面積

トンネル名	延長(m)	歩道の幅(cm)	内空断面積 (m ²)
東トンネル	168	95	22.1
港南ひまわりトンネル	544.5	200	83.6
二本松トンネル	340	200	64
白山道トンネル	110	115	26.6
池子トンネル	98.9	90	29

測定器の位置については、照度計・騒音計・粉塵計ともにトンネル中央で測定し、照度計は日本人の平均身長から考えた目線の高さ 150cmで測定した⁵⁾。騒音計と粉塵計は設置できるスペースのないトンネルがあったため、設置できる 30cmの高さから道路側に向け測定した。また、各トンネルの歩道の幅や延長および形状は台帳から調査し、台帳に記載されていないものはメジャーで測定した。

4. アンケートの集計結果および測定結果

(1) 単純集計結果

回答数は 222 であり、明るさ、騒音、空気の質問ではトンネルということもあり、「良い」の割合は少なかった。しかし、特に気にならないという意見も多少あり、トンネルだから仕方がないと思う人もいる(図 - 1、2、3)。歩道の幅は狭いと感じている人が多いが、形状および長さについては多くの人が特に気にしていない(図 - 4、5、6)。トンネルの通り易さでは 58%と通りにくいの方が多かった。性別は約半数ずつ、年代もほぼ均等に分かれていたため、性別、年代における意見の偏りは少ないと考えられる(図 - 7、8、9)。

(2) クロス集計結果

騒音・空気については、各項目単独では、うるさい、空気が悪いと感じているにもかかわらず、総合的に通り易いと回答している人が多い結果となった。しかし、歩道の幅やトンネルの形状では狭い、圧迫感があると感じている人は、顕著に通りにくいと回答している。

(3) アンケート結果と測定結果の比較

ここでアンケートの項目と比較する測定値は、照度計は 4 点法による平均照度の値⁶⁾、騒音計は最大・最小の平均値、粉塵計は測定値を質量濃度に変換し⁷⁾、トンネルごとに平均したものとする。照度では、池子トンネルの夜に昼間よりトンネル内の照度の数値が低いにもかかわらず、明るいと感じる人が多い(図 - 10)。騒音では、東トンネルが最も数値が低いにもかかわらず、「悪い」と感じている人が 9 割近くにも達している(図 - 11)。空気では、白山道トンネルで「非常に悪い」と感じている人が 4 割以上と一番多い(図 - 12)。これら照度、騒音、空気が、必ずしも比例関係にならないのは、トンネル内では 1 つの要因ではなく、複合的要因になるからであると考えられる。

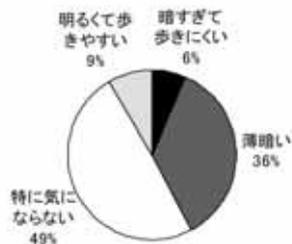


図 - 1 明るさ

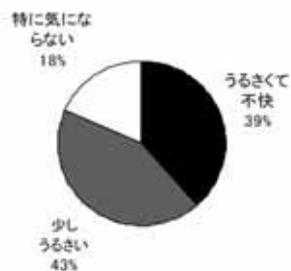


図 - 2 騒音

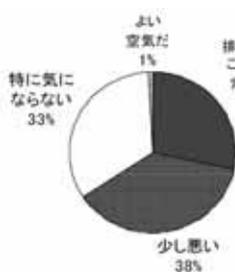


図 - 3 空気

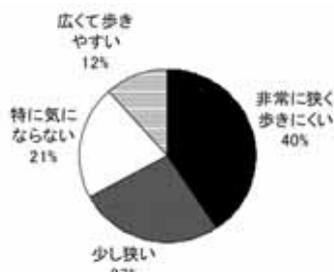


図 - 4 歩道の幅



図 - 5 トンネルの形状

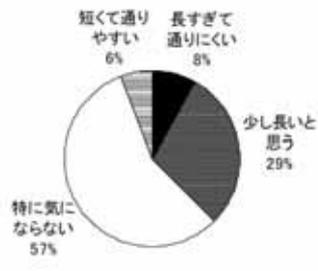


図 - 6 トンネルの長さ



図 - 7 性別

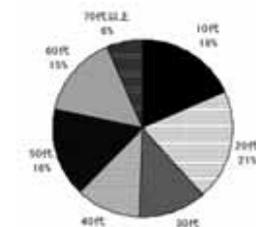


図 - 8 年代



図 - 9 通り易さ

これは、周りが非常に暗くてトンネルに入ると明るいと感じてしまい、車が歩行者の近くを通過した際に、うるさいと感じてしまう。さらに、内空断面積が狭いと空気がこもってしまっていると感じられると考えられる。このために歩行者の感覚にばらつきが生じ、照度、騒音、空気の「良い」、「悪い」の境となる値を見つけることはできなかった。

歩道の幅では、歩道の幅の数値と人が感じた結果がほぼ比例関係にある(図-13)。また、柵がない東、池子トンネルでは、柵はない方が良いという回答が多かった(図-14)。つまり、柵があったとしても歩道の幅が狭いと、歩行者は歩きにくいということがわかる。これより、通り易い歩道の幅は1m以上と考えられる。トンネルの形状とトンネルの長さでは、測定値と人が感じた結果は比例関係にあり(図-15、16)、良い悪いの判断の境となる値として、断面積は30 m²以上、長さでは100m以下と考えられる。

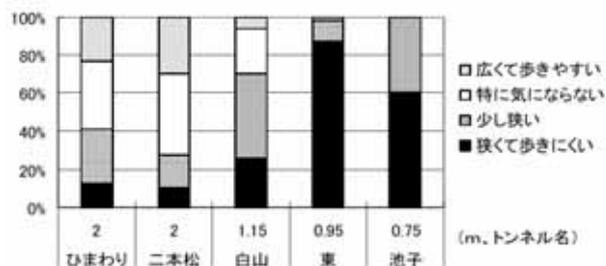


図-13 歩道の幅

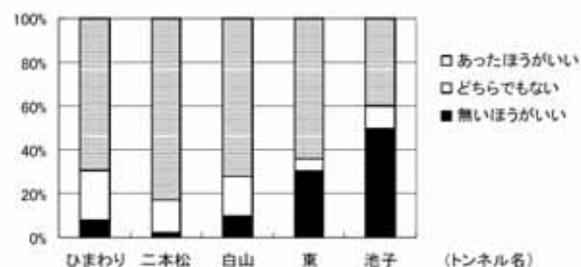


図-14 歩道の柵の有無

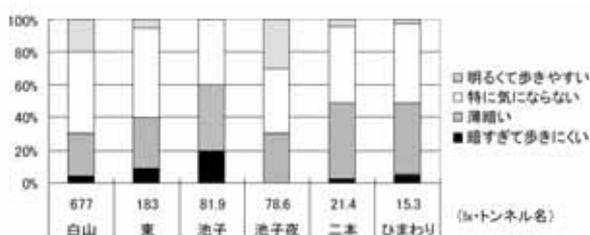


図-10 照度

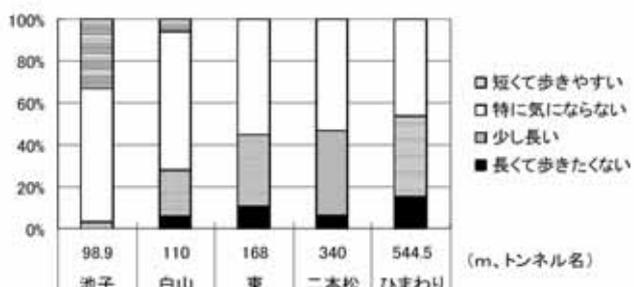


図-15 トンネルの長さ

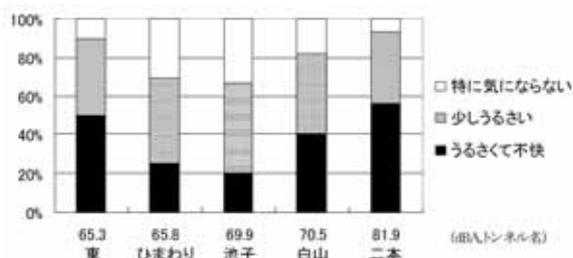


図-11 騒音

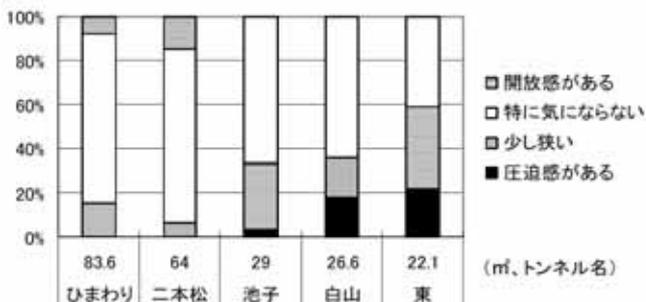


図-16 トンネルの形状

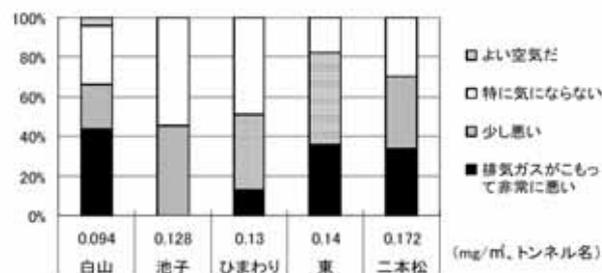


図-12 空気

5. 数量化理論 類による影響要因分析

(1) 説明変数の選択

独立性の検定(表-3)の結果、選択された説明変数は3つだった。しかし、このままでは選択された説明変数が少ないので、相関の検定(表-4)の結果、相関はないと示された説明変数も選択することとした。よって、本研究で選択する説明変数は、トンネル内の「明るさ」「騒音」「空気」「歩

道の幅」「形状」「長さ」の6つとした。

(2) レンジと偏相関による分析

目的変数に対する影響度を求めるために、レンジと偏相関を用いる。それぞれを表 - 5 に示す。この分析では、最も目的変数に影響があるのは「トンネル内の歩道の幅」で、次いで「トンネルの高さ、広さ」となった。また、レンジと偏相関の順位が一致している。

(3) 分析精度と信頼性

分析精度は判別の中率と相関比を用いて検討する。本研究では累積グラフから判別の中点を求める。求められた実績群と推定群より判断的中率を求め、分析精度とする。またサンプルスコアを数量データ、目的変数をカテゴリーデータとし、軸ごとに相関比を求め分析精度とする。

本研究では判別の中率は 71.2% と分析の精度はあまり良くななく、相関比は 0.2913 とやや弱い相関があるという結果になった。一般的には判別の中率 75% 以上、相関比 0.25 以上であれば分析精度が良いとされているので、今回の分析結果は決して十分ではないが、ほぼ良い結果が得られた。これは、影響要因がふさわしくなかったことを意味している。これは説明変数の選択で、²検定で落とさなければならぬ説明変数を用いたことが要因であると考えられる。

	通り易さ	明るさ	騒音	空気	歩道の幅	形状	長さ
通り易さ	---	0.0489	0.1260	0.0584	0.0000	0.0000	0.8904
明るさ	[*]	---	0.0004	0.0049	0.0443	0.0025	0.8217
騒音	[]	[***]	---	0.0000	0.2447	0.0531	0.0109
空気	[]	[**]	[***]	---	0.0118	0.0032	0.3710
歩道の幅	[***]	[*]	[]	[*]	---	0.0000	0.0902
形状	[***]	[**]	[]	[**]	[***]	---	0.5032
長さ	[]	[]	[*]	[]	[]	[]	---

表 - 3 ²検定結果

	通り易さ	明るさ	騒音	空気	歩道の幅	形状	長さ
通り易さ	---	3.8800	2.3412	3.5826	58.5204	25.7251	0.0190
明るさ	0.1322	---	12.6708	7.9027	4.0446	9.1624	0.0508
騒音	0.1027	0.2389	---	21.5433	1.3533	3.7393	6.4858
空気	0.1270	0.1887	0.3115	---	6.3428	8.6830	0.8005
歩道の幅	0.5134	0.1350	0.0781	0.1690	---	34.1931	2.8705
形状	0.3404	0.2032	0.1298	0.1978	0.3821	---	0.4482
長さ	0.0093	0.0151	0.1709	0.0600	0.1137	0.0449	---

表 - 4 ²値とクラメールの独立係数の表

項目名	レンジ	偏相関	偏相関検定
明るさ	0.1236 5位	0.0370 4位	[]
騒音	0.1495 4位	0.0344 5位	[]
空気	0.0065 6位	0.0018 6位	[]
歩道の幅	1.7772 1位	0.4373 1位	[**]
形状	0.6158 2位	0.1628 2位	[*]
長さ	0.1695 3位	0.0508 3位	[]

表 - 5 レンジと偏相関係数

6. 考察と結論 および今後の課題

今回の研究により、トンネルを通過する歩行者はトンネル内の歩道の幅やトンネルの形状によって、トンネルが通りにくいか、通り易いかを判断しているという結果を得た。照度、騒音、空気など目に見えない感覚的なものは、歩行者にとっては非常にあいまいであり、その人の経験から決まる基準やさまざまな環境によって、人の感覚は変動する。また、人はトンネルという特殊な空間の中では、暗い、うるさい、空気が悪い、といったものはある程度ならば許容範囲内に入るようである。これは、トンネルは悪いという先入観によって初めから決まってしまう。しかし、長さや形状といった目に見えるものについては、通り易さに大きな影響があった。通りにくいトンネルも距離や形状などの工夫により歩行者はかなり通り易くなる。本研究で得られた通り易いトンネルとは、自動車道と歩行者道と区分し、歩行者と自動車の距離を離し、歩道の幅を広くしたものと考えられる。

本研究は十分な精度の結果は必ずしも得られなかったが、その原因は、予備調査の不足であると考えられる。今後はトンネルごとにより多く、均一に標本を取ること、対象とするトンネルの数を増やすことが必要である。

参考文献

- 1) 土木学会：土木用語大辞典、技報堂出版 p954
- 2) 横浜市道路局建設部附橋梁課：台帳
横須賀土木道路維持課：台帳
- 3) KONOMAX デジタル粉塵計 取扱説明書
- 4) 日本工業規格 JIS C-7612
- 5) 文部科学省「保健統計調査」
- 6) 厚生労働省ホームページ

測定器具

- 照度計：YOKOGAWA Model 510 01
 騒音計：COSTOM Model SL-1370
 粉塵計：KONOMAX Model 3411