

IV-38

AHPによるトンネルの不安度評価に関する研究

○北海学園大学工学部 学生員 石垣 学
 北海学園大学工学部 学生員 長内 佑介
 北海学園大学大学院 学生員 鈴木 聡士
 北海学園大学工学部 フェロー 五十嵐日出夫

1. はじめに

1996年2月10日に発生した豊浜トンネル崩落事故を契機に、トンネルの「安全性」の見直しが取りざたされている。

しかし、その議論は崩落に対する安全性にとどまり、我々がトンネルから受ける心理的ストレス、すなわち「不安度」についての議論や研究が十分行われていないのが現状である。

そこで本研究では、トンネル通過時における心理的ストレスを利用者の視点から、AHP(Analytic Hierarchy Process)によって感覚的・数量的に分析する。さらに、分析結果から不安度を軽減させるための方法を提案するものである。

2. 研究方法

本研究は以下の手順である。

① 現地視察及び事前アンケート調査の実施

代替案となるトンネル及び、評価要因を設定するために現地視察・ビデオ撮影を行った。また、同行者(9名)によるトンネル不安度アンケートを実施した。

② 代替案と評価要因の選定

現地視察・不安度アンケートの結果を基に、代替案を選定し、さらにブレインストーミングとKJ法により評価要因を設定した。

③ AHPによる不安度評価と結果の分析

AHPによるアンケート調査を実施し、結果を分析する。

④ 不安度軽減方法の提案

③の分析結果を基に、人々に不安をできる限り感じさせないで通過できるトンネルについて、検討・提案する。

3. 代替案の選定と評価要因の設定

3.1 調査対象トンネル

今回、調査対象としたトンネルは小樽・岩内間を結ぶ日本海沿いの国道5号線と国道229号線に建設されているトンネルである。この地域(後志管内)は、北海道全体の約1/3のトンネルが建設され、全道一トンネルの多い地域である。また、国道229号線の延長は約307kmであり、その内約33.7km(路線の11%)がトンネルで、日本一トンネルの多い国道である。

3.2 現地視察及び事前アンケート調査

我々は、AHPによるアンケート調査を実施する際に必要となるトンネル不安度の評価要因と代替案を設定するために、まず実際に現地視察を行い、不安感を感じとるべきだと考えた。

そこで、我々はトンネル視察とビデオ撮影及び同行者(9名)によるアンケートを実施した。このアンケートは、トンネル通過時の不安要因についてブレインストーミングを行う際の指標とする目的で実施した。ここで、アンケートの内容を以下に示す。

- ・ 感覚的に不安あるいは安心と感じたトンネルの点数付け(評価基準を、非常に不安-3、かなり不安-2、やや不安-1、普通0、やや安心+1、かなり安心+2、非常に安心+3)を計33のトンネルについておこなった。
- ・ トンネル通過時に、被験者が感じた不安要因を筆録した。

3.3 代替案の選定

本研究で対象としたトンネルから、3.2のアンケート集計結果を基に不安・安心の上位3つずつ、計6つ(ここではトンネルA;砂留トンネル, B;長橋トンネル, J;豊浜トンネル, G;梅川トンネル, H;ワッカケトンネル, N;厚苔トンネル)のトンネルを代替案とする。ここで、アンケート集計結果を図3.

The anxiety degree evaluation of the tunnel by AHP,

by Manabu ISHIGAKI, Yusuke NAGAUTI, Soushi SUZUKI, Hideo IGARASHI

3に示す。

3. 4 評価要因の選定

現地視察・事前アンケートの同行者で、評価要因をブレインストーミングによって挙げた。ここで、挙げられた評価要因を表3. 4に示す。

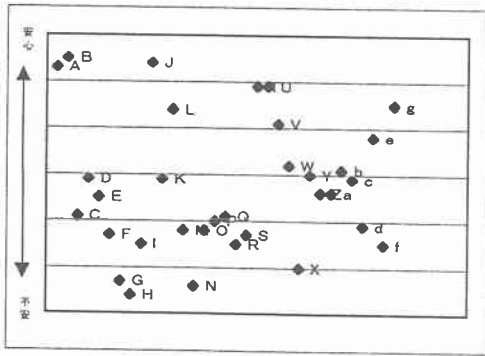


図3. 3 トンネルの安心性評価の集計

表3. 4 評価要因一覧表

落石防止柵（網）、抗口部のデザイン、外壁の材質、
見通し、明るさ、音、入口・出口、線形、車線幅、
路面状況、天候、標識（警笛鳴らせ、落石注意等）、
周辺環境（むき出しの岩、ガードレールがない

さらに、3. 2で行った不安要因を筆録した結果を分析し、トンネル不安要因指摘総数として表したものを以下に示す。

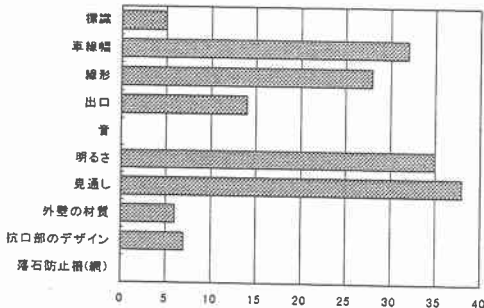


図3. 4 被験者の不安要因指摘総数

以上の結果を参考にしながら、KJ法により集約された評価要因を以下に示す。

レベル2.

抗口部（入口及び出口）、内部。

レベル3.

1.坑口部（入口）における線形・見通し、明るさ、幅・高さ。

2.内部における線形・見通し、明るさ、幅・高さ、長さ。

3.坑口部（出口）における線形・見通し、明るさ、幅・高さ。

ここで、

・線形・見通し：トンネル坑口部（入口、出口）及び内部におけるそれぞれの道路線形、周囲の環境・道路状況によって変化する前方の見通しの善し悪し。

・明るさ；トンネル坑口部（入口、出口）やその周辺部及び内部におけるそれぞれの明るさ。

・幅・高さ；トンネル坑口部（入口、出口）及び内部におけるそれぞれの車線幅・横幅や高さ。

・長さ；トンネルの延長。

3. 5階層図

以上の結果から、階層図を作成すれば図3. 5となる。また、この階層図を基にAHPによるアンケート調査を行う。

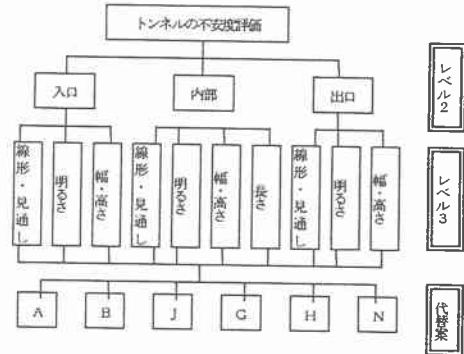


図3. 5 階層図

4. AHPによるトンネルの不安度評価

4. 1 絶対評価法と評価水準の設定

本研究は、AHPの絶対評価法¹⁾ (Absolute Measurement Approach) を用いる。この方法は、各評価要因間の一対比較だけが必要で、各評価要因に関する各代替案の一対比較は必要とせず、被験者に対する負担が軽減される。さらに、後に述べるトンネル不安度を軽減させた新規代替案の効果予測等においても、既存代替案の評価結果に影響がない。以上のことから、本研究においては絶対評価法が適していると考えられる。

ここで、評価水準値を表4.1.1に示すが、本研究では不安度を評価することから、評価水準は不安である

ほど重要となるように評価した。

表 4.1.1 評価水準一覧

評価水準	
1	安心
2	普通
3	やや不安
4	不安
5	極めて不安

4. 2 アンケート調査の実施

アンケートは事前調査の被験者と同様の9名を対象として、トンネル事前調査で撮影したビデオを上映しながら評価した。なお、調査の概要を以下に示す。

実施日；平成11年12月4日（土）
 実施場所；北海学園大学工学部
 対象者；学生（男7名、女2名）

4. 3 結果の分析

a) レベル2. の要因重要度の分析

レベル2. では、トンネルの「入口」、「内部」、「出口」の重要度を一対比較により評価した。

その評価結果の集計値を図4.3.1に示す。

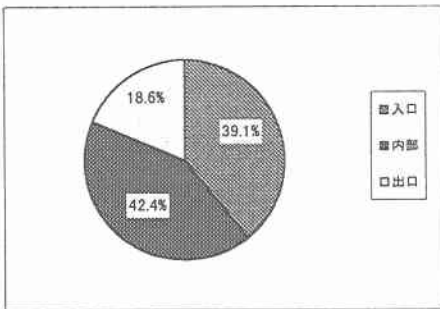


図 4.3.1 レベル2. の集計ウエイト

この図から、トンネル通過時に人々は内部あるいは入口で80%以上の不安度を感じていることがわかる。つまり、トンネル内部あるいは入口の環境・構造等に何らかの変化を加えることにより、人々のトンネルに対する感覚も相当変化すると考えられる。また、不安度を軽減させる方法を考える場合、内部あるいは入口の不安を軽減の対象とすれば、効果的な対応策が可能となる。

b) レベル3. の要因重要度の分析

レベル3. では、入口・内部・出口におけるそれぞれの不安要因(線形・見通し、明るさ、幅・高さ、及び内部については長さ)を一対比較により評価した。その評価結果の集計値を図4.3.2に示す。

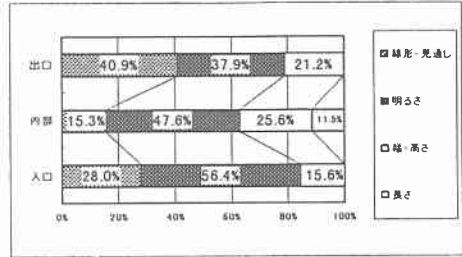


図 4.3.2 レベル2に対するレベル3の集計ウエイト

ここで、レベル2とレベル3を掛け合わせ、総合的に比較できるようにまとめたものを図4.3.3に示す。

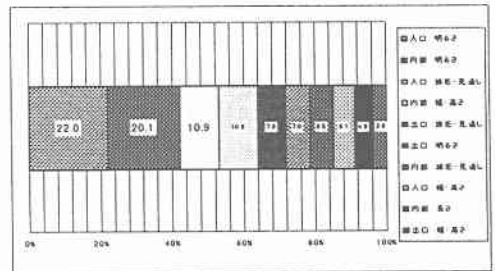


図 4.3.3 レベル3の集計ウエイト

この図4.3.3から、入口及び内部の「明るさ」の要因が重視されている。このことは、トンネル全体の不安感を構成する要因が「明るさ」であることが推察される。つまり、トンネルの「明るさ」というものが最も重要な要因でありかつ、この部分に改善の余地があると考えられる。また、既存のトンネルあるいは道路構造を修築するには困難であるが、(小樽・後志管内国道229号線は、日本海岸沿いで、かつ山岳地帯の周辺環境にトンネルが建設されており、これ以上の修築(道路幅の拡張、トンネル内部の拡張、道路線形の見直し等)は、困難と考えられる。)トンネルの明るさに関しては、容易に修繕可能であると予想される。

c) 代替案総合ウエイトの分析

代替案の総合ウエイトの集計結果を図4.3.4に示す。

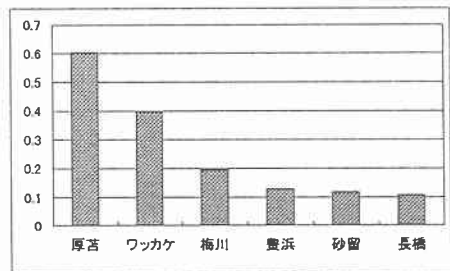


図 4.3.4 代替案不安度集計ウエイト

この図から、最も不安と感じるトンネルは厚苔トンネルということがわかった。このことから、厚苔あるいはワッカケトンネルの不安度の軽減方法を次に述べる。

d) 修正代替案の効果分析

ここで、すべての結果を総合して比較・検討し、トンネル不安度軽減のための提案を行う。まず、図4.3.4より最も不安を感じるトンネルは厚苔トンネルであることがわかる。そして、表4.3.1または図4.3.5から、その不安要因はトンネル入口及び内部の「明るさ」ということがわかる。

そこで本研究は、内部及び入口の「明るさ」について最も不安度の低いトンネルの水準まで整備されたと仮定して、その場合の不安度軽減効果について分析する。すなわち、内部の「明るさ」に関して最も不安度が低い長橋トンネルのウエイトを厚苔トンネルのウエイトに置き換える。同様に、厚苔トンネルの次に不安を感じたワッカケトンネルについても実行した。また、入口の「明るさ」に関しては、厚苔トンネル・ワッカケトンネルと砂留トンネルを置き換えた。この分析結果を図4.3.6に示す。

表4.3 各トンネルの評価要因別不安度ウエイト一覧

		砂留	長橋	梅川	ワッカケ	厚苔	豊浜
入口	線形・見通し	0.131	0.103	0.173	0.247	0.548	0.088
	明るさ	0.067	0.093	0.160	0.275	0.613	0.075
	幅・高さ	0.071	0.111	0.356	0.362	0.489	0.065
内部	線形・見通し	0.148	0.133	0.102	0.348	0.154	0.196
	明るさ	0.128	0.080	0.147	0.546	1.000	0.164
	幅・高さ	0.118	0.115	0.408	0.555	0.803	0.113
	長さ	0.162	0.282	0.086	0.263	0.136	0.500
出口	線形・見通し	0.185	0.084	0.193	0.735	0.456	0.081
	明るさ	0.142	0.085	0.116	0.152	0.328	0.082
	幅・高さ	0.077	0.105	0.276	0.412	0.337	0.075

このウエイトを%で表したのが、以下の図4.3.5である。

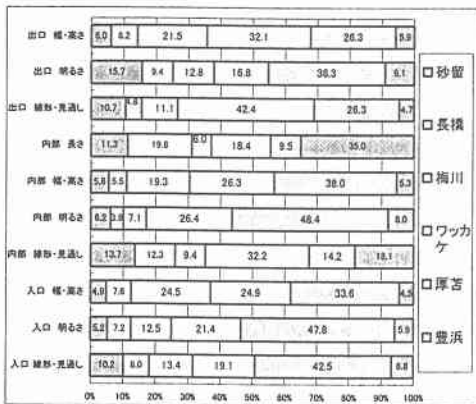


図4.3.5 各トンネルの評価要因別不安度ウエイト

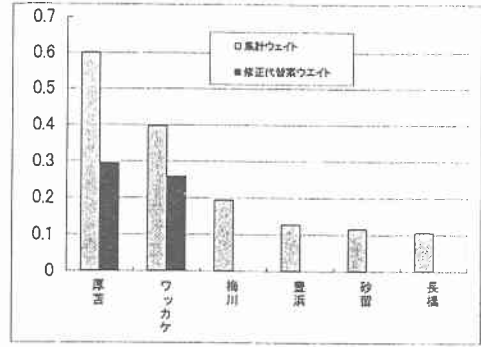


図4.3.6 修正代替案の効果

この結果をみると、厚苔トンネルとワッカケトンネルの不安度が約1/2に減少したことがわかる。このことは、トンネルで最も重要な不安要因である「明るさ」というものを改善すると、トンネル全体から受ける不安感が効果的に軽減し、より不安感を感じずにトンネルを通過できるということが言えよう。

5. おわりに

本研究の成果は、以下の通りである。

- ① トンネルにおける「不安度」というものを数量化して分析した。
 - ② AHPによるアンケート調査及び分析により、トンネルの「明るさ」が人々の心理に大きな影響を与えていることがわかった。
 - ③ 不安要因のひとつである「明るさ」を改善することにより、トンネル全体から受ける不安度の減少について、その効果を分析した。
- また、今後の課題は以下のことが挙げられる。
- ① AHPによるアンケート調査の被験者層を増加させ、他の年代の結果を分析する。
 - ② トンネルの「安全性」について調査及び分析し、その結果が「安心性」と、どう関係してくるのかを検討する。また、「安心性」と「安全性」の相関関係から、これら2つを満たすトンネル構造を提案する。

【参考文献】

- 1) 木下栄蔵：AHP 手法と応用技術，総合技術セツク，1993.8