

消波ブロックの選定に対する AHP 手法の適用

株式会社 日本海コンサルタント技術第2部 正会員 ○川村 広樹

同上 正会員 阿曾 克司

同上 非会員 升方 祐輔

同上 正会員 平本 光芳

1. はじめに

これまで、道路の越波対策として用いる消波ブロックの選定方法は、一覧表を作成し、総合的に優劣を比較することで行われてきた。しかしながら、比較基準が不明瞭で、定量的に選定することが困難な点が課題であった。本稿では、近年様々な意思決定や計画の優先順位付けを行う際に、単に測定可能な数値のみで決定するのではなく、合意の得易い意思決定手法である AHP 手法（Analytic Hierarchy Process：階層分析法）を適用し、消波ブロックの選定を行ったものである。

2. AHP 手法

AHP 手法とは、複数の選択肢（代替案）から意思決定者によって最良な代替案を選択するための手法で、米国ピッツバーグ大学の Thomas.L.Saaty により提唱された手法である。本手法は、複雑な意思決定プロセスを階層構造にブレークダウンして、単純な言語の一对比較を行い、この

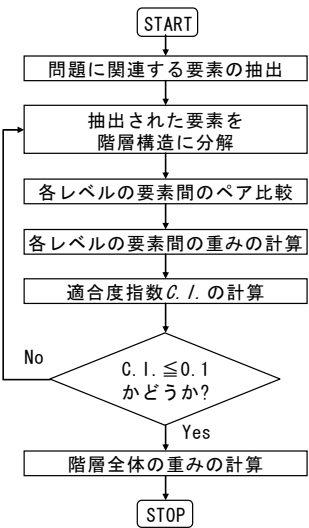


図-1 フローチャート

判断を統合し、全体としての優先順位や配分率を決定することが可能な問題解決型意思決定手法である（図-1）。AHP 手法の特徴を以下に示す。

- 1) 評価基準が多く共通尺度が無い場合でも判断可能
- 2) 不明瞭な要因を持つ定量分析が不可能な問題も可能
- 3) データ種類に影響されず、且つ修正が容易

ここに、表-1 は要素間のペア比較を行う際に用いる一对比較値、表-2 はアンケート用紙である。また、アンケート結果の精度は適合度指数（C.I.）によって定量的に評価し、C.I. ≤ 0.1 であれば精度があると判断できる（式-1）。

表-1 重要性の尺度

一对比較値	重要度
1	同程度に重要
3	やや重要
5	かなり重要
7	非常に重要
9	極めて重要
2, 4, 6, 8	補間的な数値

表-2 アンケート用紙

一对比較値	A	B	...	P	Q	
評価基準	9	8	...	1/8	1/9	
評価基準1						評価基準2
評価基準1						評価基準3
...						...
評価基準1						評価基準n
評価基準2						評価基準3
...						...
評価基準n-1						評価基準n

$C.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} < 0.1 \dots \textcircled{1}$
※代替案も同様とする
※A: 左の項目が極めて重要, Q: 右の項目が極めて重要
 λ_{max} : 一对比較行列の最大固有値
n : 評価項目数

3. 評価項目の選定

消波ブロックの選定を総合目的とする階層構造を図-2に示す。

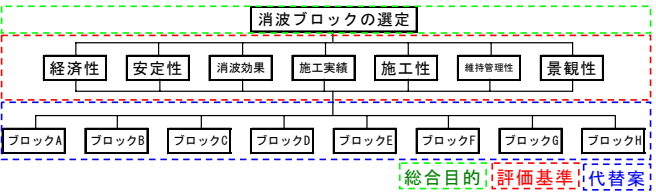


図-2 消波ブロック選定の階層構造

(1) 評価基準の設定

本検討では、AHP 手法の中でも一般的な相対評価法により行うものとする。相対評価法による評価基準の設定には、評価基準が互いに独立すること及び単儀的であることが必要である。評価基準の間に強い関連性があると、その評価は信頼性に劣る。また、評価基準が単儀的であることとは、唯一の意味、価値を持つことであり、多義的であれば一对比較の一貫性（整合性）が失われる可能性がある。これらを考慮し、表-3に示す7項目の評価基準を設定した。

表-3 評価基準一覧

評価基準	評価内容
経済性	ブロック100m ² 当りの施工費用
安定性	安定定数K ₀ 値、噛み合せによる全体の安定性
消波効果	消波機能や越波の飛沫抑制効果
施工実績	当該箇所での施工実績
施工性	製作時の制約・据付時の施工性
維持管理性	災害復旧対応の容易さ、欠損の可能性
景観性	コンクリートとしての統一的な景観

キーワード 越波対策, 消波ブロック, AHP, 解析, アンケート

連絡先 〒921-8042 金沢市泉本町2丁目126番地 (株)日本海コンサルタント 技術本部技術第2部 TEL 076-243-8327

(2) 代替案（消波ブロック）の設定

代替案は、日本消波根固ブロック協会の立体型ブロックを参考に、本地区の所要質量 4t に対して適用可能で施工実績の豊富なブロック A～H の 8 種類を代替案として設定した。

4. 消波ブロックの選定

(1) 評価基準の対比較

評価基準の対比較は、全体整備計画に基づく整備方針や施工済区間との整合性の観点から発注機関へのアンケートにより決定した。検討した結果、重み係数は表-4 及び図-3 に示すように安定性が最も大となり、次いで消波効果、施工性の順になる結果となった。なお、C.I.値は $0.06 \leq 0.1$ となり、適合性を確認した。

表-4 評価基準の対比較結果

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
① 経済性	1	1/5	1/4	5	1/3	2	3
② 安定性	5	1	2	9	2	4	6
③ 消波効果	4	1/2	1	8	2	4	5
④ 施工実績	1/5	1/9	1/8	1	1/7	1/6	1/4
⑤ 施工性	3	1/2	1/2	7	1	3	4
⑥ 維持管理性	1/2	1/4	1/4	6	1/3	1	2
⑦ 景観性	1/3	1/6	1/5	4	1/4	1/2	1

※ ○数字は各評価基準を示す

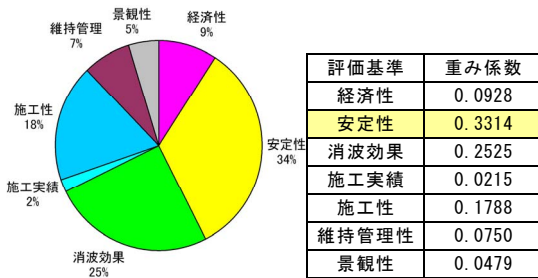


図-3 重み係数一覧

(2) 代替案（消波ブロック）の対比較

消波ブロックの対比較は、各消波ブロックの特徴を整理し、土木技術者 4 名によるアンケートにより決定した。検討した結果、表-5 に示すようにブロック A は経済性と安定性を除き、他案より優位な結果となった。なお、C.I.値は $0.00 \sim 0.05 \leq 0.1$ となり、適合性を確認した。

表-5 代替案の対比較結果

代替案 評価基準	ブロック							
	A	B	C	D	E	F	G	H
経済性	8	5	4	1	7	6	3	2
安定性	2	8	1	3	7	4	6	5
消波効果	1	6	3	7	7	2	4	4
施工実績	1	1	5	1	1	5	5	5
施工性	1	7	2	3	8	4	4	4
維持管理性	1	6	1	6	3	3	6	3
景観性	1	7	5	4	5	2	7	3

※数字は各評価基準における順位である

ブロック							
A	B	C	D	E	F	G	H
0.0225	0.0925	0.1323	0.2569	0.0324	0.0482	0.1979	0.2172
0.2831	0.0332	0.2865	0.1189	0.0367	0.1051	0.0606	0.0759
0.3251	0.0676	0.1469	0.0379	0.0365	0.2181	0.0839	0.0839
0.2143	0.2143	0.0357	0.2143	0.2143	0.0357	0.0357	0.0357
0.2976	0.0675	0.2407	0.1261	0.0301	0.0792	0.0755	0.0833
0.2991	0.0381	0.2991	0.0381	0.0958	0.0958	0.0381	0.0958
0.2769	0.0454	0.0731	0.1061	0.0697	0.2170	0.0513	0.1605

※数字は各評価基準における対比較値である

(3) 総合評価

階層全体の重みの計算は、(1)により得られた重み係数と、(2)により得られた消波ブロックの対比較

値を乗じて得られた各評価基準値の和により求められる。その結果、図-4 に示すように総合評価値は、ブロック A が最も高い結果となった。

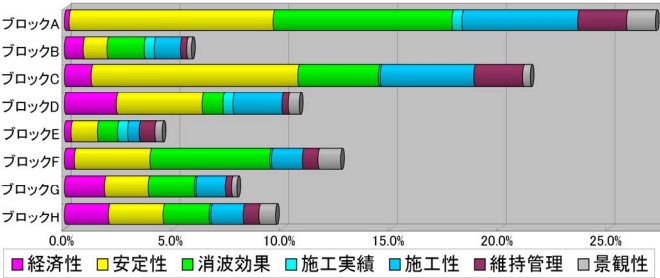


図-4 総合評価結果

(4) まとめ

今回の消波工検討区間は一連整備区間の一部であるが、整備済区間の選定結果と今回の選定結果は傾向がおおよそ合致したものとなっており、発注機関の経済性よりも安定性や消波効果に重きを置いた整備方針を定量的に評価・確認することができた。

5. あとがき

成果として、AHP 手法を用いることで比較基準の明瞭化と、数値化による定量的な選定根拠を示すことが可能となり、選定手法の一つとして有効であると判断できた。AHP 手法は、最も影響の大きな重み係数をアンケートに委ねられることから、予算制限のある発注機関においては経済性、景勝地においては景観性、また層積や乱積等の構造形式の相違による安定性・施工性等のように現場に即した条件変更が容易であり、状況に応じた消波ブロックの選定が可能である。

本検討では、AHP 手法を用いる前提条件として評価基準が互いに独立することと単儀的であるとの判断から相対評価法により検討したものである。しかしながら、例えば「安定性」と「消波効果」は互いに従属性があると判断した場合や、施工性における「製作時の制約」や「据付時の施工性」のように評価基準を細分化した場合には、AHP 手法を改良した内部従属法等の適用も考えられる。また、近年の社会資本整備は住民参加等による合意形成を図る機会が多いことから、一つのツールとして AHP 手法の適用が考えられる。今後は、より一層の信頼性や汎用性を向上できるよう、研鑽に励む所存である。

参考文献

- 1) 木下栄蔵：入門 AHP 決断と合意形成のテクニック，2000. 12