

緑化されたコンクリート構造物の環境評価手法に関する研究

金沢大学大学院 学生員 ○天野佐寿

金沢大学工学部 正会員 近田康夫

金沢大学工学部 正会員 城戸隆良

金沢大学工学部 正会員 小堀為雄

1. はじめに

過去に多くのコンクリート構造物を緑化した事例が確認できるが、それらの多くが主に景観の評価だけで計画、設計されてきた。しかし、緑化により環境に与える効果などにも配慮することが必要であり、我々土木建設技術者がこの問題を見逃す訳にはいかない。そもそも、コンクリートの緑化(コンクリート表面に緑を植栽する)は、『景観』という心理的効用だけでなく、緑化により、コンクリート構造物周辺の自然環境に与える物理的効果も考慮した上で発案された。しかし、その物理的効果が、計画代替案を作成、決定する段階で、数値化できていないのが現状である。そこで、本研究では、緑化されたコンクリート構造物の代替案評価の一方法として、1. 心理的効用、2. 物理的効果、3. 費用効果の3大項目に着目し、多属性効用理論を適用することにより、客観的基準において、各代替案の期待効用を求めることを試みた。本研究で取りあげた手法は、単に、緑化されたコンクリート構造物にだけでなく、他の様々な土木構造物にも応用できるものと考えられる。例えば、火力発電所の護岸や、都市河川の堤防の法面、歩道側面の擁壁などがあげられる。

2. 多属性効用理論

2.1 n 次元結合効用関数

互いに選考独立で、かつ、効用独立な n 個の属性からなる効用関数を $u(x_1, \dots, x_n)$ とすると、以下の式が成立する。

$$1 + ku(x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n [1 + k k_i u_i(x_i)] \quad (1)$$

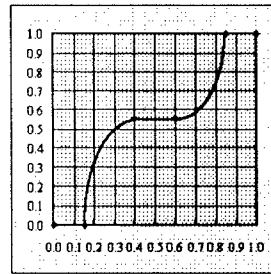


図1 (X_1) の周辺効用関数形

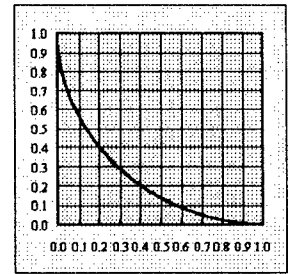


図2 (X_4) の周辺効用関数形

3. 緑化されたコンクリート構造物に対する応用

緑化されたコンクリート構造物の計画代替案を評価するための属性は、本研究では表1のように定義した。

表1 評価するための4つの属性

大項目	属性 (X_n)	周辺効用関数	定義域	内容、備考
1. 心理的効用	a.) 景観 (X_1)	$u(x_1) = 0.00$ $= -x_1^2 + 2.748x_1 - 0.389$ $= 0.55$ $= x_1^2 + 0.352x_1 - 0.021$ $= 1.00$	$[0.00, 0.15]$ $[0.15, 0.40]$ $[0.40, 0.60]$ $[0.60, 0.85]$ $[0.85, 1.00]$	構造物自身の景観、及びその周辺環境との景観の調和をできる限り考慮する。(図1)
2. 物理的効果	b.) 水収支 (X_2)	$u(x_2) = x_2$	$[0.00, 1.00]$	雨水の保水力をできるだけ高める。
	c.) 温度制御 (X_3)	$u(x_3) = x_3$	$[0.00, 1.00]$	温度の異常な上昇、下降を抑制する。
3. 費用効果	d.) 建設費用 (X_4)	$u(x_4) = x_4^2 - 2x_4 + 1$	$[0.00, 1.00]$	建設費用をできる限り抑える。(図4)

4. 分析例

緑化されたコンクリート構造物の写真9枚を計画代替案と仮定し期待効用を求める。(図4にはその内の6枚、

A. 案, C. 案, D. 案, F. 案, G. 案, I. 案を示す。)

4.1 無差別くじ p_i の値

無差別くじを作成し、選考無差別になる p_i を探すのは、現実にはアンケート等で決定しなければならないが、簡略化のため、 $p_i = \{0.3, 0.5, 0.7\}$ の3つのパラメータの組合せ(81通り)のうち表2に示す特徴的なもの4通りを検討した。

表2 計画の分類

NO.	計画の種類	p_1	p_2	p_3	p_4
I	景観 X_1 を重視した計画	0.7	0.3	0.3	0.3
II	水収支 X_2 を重視した計画	0.3	0.7	0.3	0.3
III	温度制御 X_3 を重視した計画	0.3	0.3	0.7	0.3
IV	建設費用 X_4 を重視した計画	0.3	0.3	0.3	0.7

4.2.4 属性の入力値

各属性の入力値を表3に示す。

a.) 景観項目に関しては、9枚の写真を代替案として、被験者10人にアンケートをとり、その値の代表値を入力する。b.) 水収支項目、c.) 温度制御項目に関しては、被覆度を仮定し、 x_i の値に写真から読取ってその値を入力した。d.) 建設費用項目に関しては、 $1m^2$ 当たりの直接建設予算の最高値を¥60,000-、最安値を¥10,000-と仮定し、各案の単価を0.0~1.0の範囲に割振った。

4.3 期待効用

各計画(I~IV)で、各代替案(A~I)の期待効用を求め、縦軸に期待効用を取ったものが図3である。

4.4 考察

代替案Fに於いて、建設費用 X_4 を重視した計画IVに、期待効用の順位の逆転が見られた。

表3 各周辺効用関数の x_i の入力値

属性	A案	B案	C案	D案	E案	F案	G案	H案	I案
a.) 景観 (平均値)	0.43	0.48	0.61	0.73	0.65	0.40	0.56	0.45	0.61
(分散値)	0.05	0.07	0.03	0.02	0.04	0.05	0.03	0.03	0.05
b.) 水収支	0.14	0.11	0.48	0.40	0.35	0.15	0.95	0.88	0.80
c.) 温度制御	0.14	0.11	0.48	0.40	0.35	0.15	0.95	0.88	0.80
d.) 建設費用	0.90	0.88	0.88	1.00	1.00	0.20	0.11	0.11	0.44

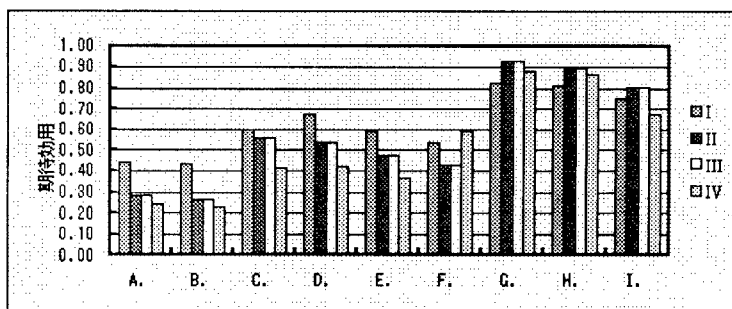
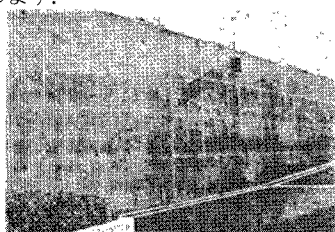


図3 各代替案の期待効用

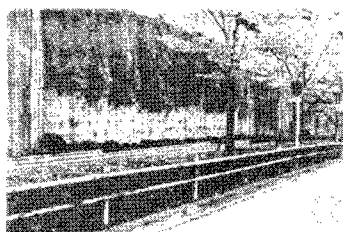
5. 結論

本研究を通して、緑化されたコンクリート構造物の環境評価に、建設費用項目を含んだ多属性効用理論を適用し、その可能性を検討した。今後は、各属性の周辺効用関数形の見直しと、より現実的な期待効用の求め方について研究を進める予定である。

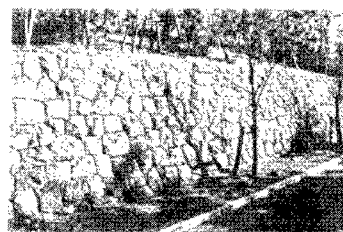
最後に、本研究を進めるにあたり、ご協力、ご助言を頂きました東電設計(株)松島 学氏に深く謝意の意を表します。



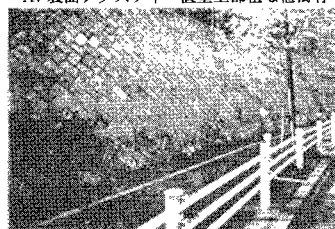
A. 表面テクスチャー直壁上部粗な植樹有



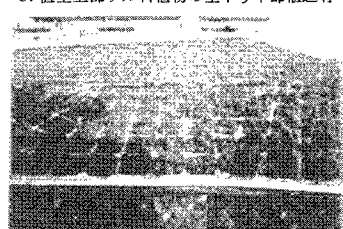
C. 直壁上部ツル科植物の垂下り下部植込有



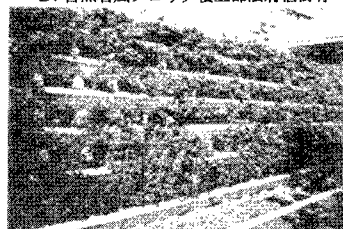
D. 自然石風ブロック積上部法肩植樹有



F. 標準品矩形ブロック積粗な街路樹有



G. 緩斜面現場打法枠ブロック枠内牧草風



I. 格子状ブロック組枠内サツキ植込有

図4 代替案評価に用いたコンクリート擁壁

《参考文献》

- 1) 伊藤学, 亀田弘行, 黒田勝彦, 藤野陽三. 共訳確率-統計の応用. 丸善. 1988. p7-p123
- 2) コンクリート工学, Vol32/No.11, 日本コンクリート工学協会, 1994.11
- 3) 近田康夫, 松島学, 安田登, 天野佐寿, 小堀為雄. 緑化されたコンクリート構造物の景観評価手法に関する研究. 1994.12