

CS-120

数量化理論を用いた斜張橋主塔形状に対する
心理的評価の定量化に関する基礎的研究

九州大学大学院 学生員○井口 進、馬場 智
九州大学工学部 正 員 太田俊昭、日野伸一
福岡北九州道路公社 正 員 村山隆之

1. はじめに

斜張橋は、橋梁の中でも一般に設計上の自由度が高く、主塔形状およびケーブルの配置など、他の橋梁形式とは異なるデザインの要素が含まれている。特に主塔形状は、斜張橋全体の景観を大きく左右するもので、様々な形状のものをみることができる。本研究は、代表的な主塔形状およびケーブル配置形状を対象として、CG（コンピュータグラフィックス）で作成したサンプルによるアンケート調査結果と数量化理論を組み合わせることにより、斜張橋の構成要素に対する心理的評価の定量化を目的とするものである。

2. アンケート調査および結果

まず、アンケートに使用する景観評価項目を抽出した。橋梁設計の専門知識を有する20人に対して、事前に各15個の橋梁景観に関する形容詞を挙げてもらい、それらをグループ化した上で、景観評価項目として上位より計10個を選定した。

次に、主塔形状を5種類に代表させ、各形式の遠景と近景、およびケーブル形状を変化させた表-1に示すような組み合わせの斜張橋のサンプル37種類をCGにより作成した。主塔形状は、主塔高さを50mの一定とし、ケーブルの配置は3種類とした。また、これらサンプルについて、主塔形状、1主塔当たりの柱本数、径間、視点場等を物理的特性として表現した。これらは、数量化理論の適用の際に、アイテムとして用いた。

以上のサンプルを用いて、橋梁工学の専門基礎知識を有する土木系学生80名に対して、形容詞5段階評価のSD法によるアンケート調査を行い、各サンプルの心理評価を定量化した。サンプルに用いた諸形態を図-1に示す。

3. 数量化理論による評価分析

(1) 主成分分析

SD法アンケート結果より主成分分析¹⁾を行い、形容詞間の相関係数および因子負荷量、固有値固有ベクトルを算出した。相関性の高いものを表-2に示す。ここで、算出された因子負荷量を考慮して、累積寄与率が92.6%になる第3主成分までを求めた。各主成分について、以下の意味付けを行った。

第1主成分：安定感を与える形式のもの（Z1）

第2主成分：シンプルな美しさを与えるもの（Z2）

第3主成分：印象的な美しさを与えるもの（Z3）

以上から、各サンプルごとに求めた主成分得点を第1～第2主成分得点平面上でプロットしたものが図-2である。なお、ケーブル配置は全てハーブ型である。この図から、以下の点が指摘できる。

全体的に斜張橋は、シンプルな美しさの度合いが大きい。特に、遠景（●印）視点からのシンプル美は高い。また、逆Y型、A型は遠景と近景での第2主成分得点（Z2）の差が大きい。これは、この主塔形態が遠景では橋梁全体でのデザインの要と成り

表-1 サンプルとして作成した形式形状

主塔高さ	50m				
主塔形状	I型	逆Y型	A型	H型	変形H型
主塔本数	1,2,4本	1, 2本			
径間	2, 3径間				
橋長	300m (2径間), 500m (3径間)				
環境設定	視界の開けた河口部				
ケーブル	ハーブ, ファン, 放射				

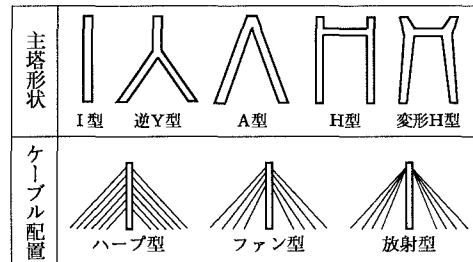


図-1 サンプルの諸形態

表-2 相関係数

威圧感－重厚感	+0.93	珍しい－機能的	-0.82
印象的－珍しい	+0.85	珍しい－好み	-0.49
美しい－好み	+0.85	威圧感－美しい	-0.36

得るが、路面上からの視点では視野を遮る影響が大きく、シンプル性を失うためと思われる。また、逆Y型やA型、傾斜を持たせた変形H型等では、傾斜柱の存在が安定感を低下させている。

(2) 数量化理論Ⅰ類による分析

次に、主成分得点（Z1, Z2）を被説明変量とする数量化理論Ⅰ類²⁾の適用を行った。その結果を表-3、表-4に示す。これによると、以下のことが言える。

- ・Z1指標「安定感」は、主塔に関するアイテムでほぼ説明できるが、「シンプル美」は、主塔以外のアイテムの影響する度合いが大きい。
- ・「安定感」では、H型の主塔形状は大きい得点を示し、柱数・径間の相関性が高く、ケーブル配置や視点場は相関性が低い。
- ・「シンプル美」では、I型など斜材・横材のない柱が高い値を示し、視点場の相関性が高い。ケーブルの配置形状は大きな影響を示し、ファン型・放射型のケーブル配置は、ケーブル相互の干渉が煩雑さを招き、シンプル性を低下させられる。

次に、数量化理論で算出した回帰式を、実際の橋梁のサンプルのアンケートと比較した結果を表-5に示す。これより本理論による推定結果はアンケート調査とよい一致がみられると共に、推定値誤差は、視点場の違いから生じたものと思われる。

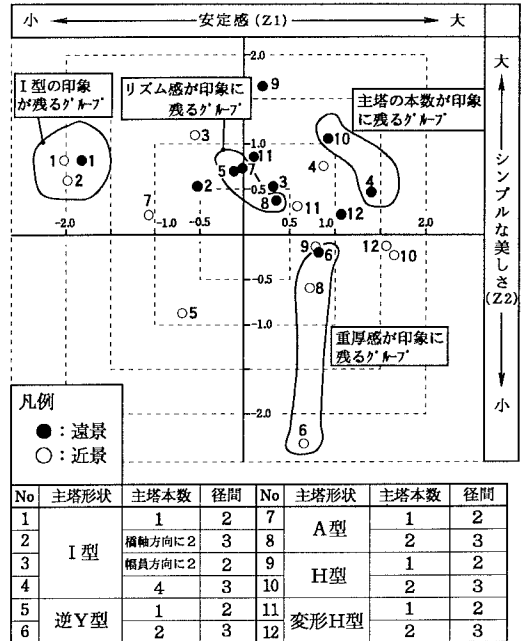


図-2 主成分得点分布図（第1～第2主成分）

表-3 数量化理論Ⅰ類の適用（第1主成分得点：安定感）

$R^2 = 0.8608$

アイテム	主塔形状					1橋脚の柱数			径間			ケーブル形状			視点		定数項
	I	Y	V	H1	H2	1	2	3	2	3	3	平行	ファン	放射	遠景	近景	
カテゴリスコア	0.046	-0.273	-0.484	0.450	0.150	-1.543	0.343	-0.358	0.627	0.009	-0.061	0.006	0.067	-0.117	-0.002		
幅	0.934					1.886			0.986			-0.070			0.184		
偏相関係数	0.634					0.893			0.776			0.057			0.224		

表-4 数量化理論Ⅰ類の適用（第2主成分得点：シンプル美）

$R^2 = 0.5830$

アイテム	主塔形状					1橋脚の柱数			径間			ケーブル形状			視点		定数項
	I	Y	V	H1	H2	1	2	3	2	3	3	平行	ファン	放射	遠景	近景	
カテゴリスコア	0.414	-0.767	-0.112	0.001	0.169	-0.078	0.017	0.185	-0.324	0.083	-0.082	-0.334	0.249	-0.435	0.363		
幅	1.182					0.095			0.509			0.417			0.684		
偏相関係数	0.610					0.069			0.434			0.265			0.543		

4. まとめ

本研究の結果をまとめると、以下の通りである。

主塔形状の違いにより、近景と遠景の景観評価が異なる可能性があり、斜張橋では視点場を考慮した総合的な景観設計が必要である。また、数量化理論を用いて、斜張橋を始め、構造物の景観構成要素の主成分に対する位置づけ等の定量的な分析を行うことができる。

今後は、構造面の研究結果³⁾との比較も行いたい。

〇参考文献

- 1) 榎木武、渡辺義則：土木計画数学1、森北出版、1990、2) 田中豊ほか：パソコン統計解析Ⅱ、共立出版、1995、3) 松本勝ほか：景観構造耐風特性からみた斜張橋の形態に関する研究、構造工学論文集 Vol.39A、1993

表-5 実橋梁への回帰式の適用（Z1）

橋梁名	アンケート結果	推定値	相対誤差
花畔大橋	-1.34	-1.78	0.11
平成大橋	0.23	-0.28	0.13
天保山大橋	0.52	0.49	0.01