

(65) 橋梁計画に用いる合意形成用感性マップの作成と検証

保田 敬一¹・白木 渡²・井面 仁志³

¹正会員 中日本高速道路株式会社 四日市工事事務所 (〒510-0832 三重県四日市市伊倉1-2-14)

E-mail:k.yasuda.ae@c-nexco.co.jp

²正会員 香川大学教授 工学部 (〒761-0396 香川県高松市林町2217-20)

E-mail:shiraki@eng.kagawa-u.ac.jp

³正会員 香川大学教授 工学部 (〒761-0396 香川県高松市林町2217-20)

E-mail:inomo@eng.kagawa-u.ac.jp

本研究では、感性性能はデザインコンセプトとの合致性能とデザイン要素への配慮性能の両面から合意形成が図られるべきであると考え、性能マトリクス上にプロットした異なる被験者属性の評価を合意形成の場において瞬時に確認することができるシステムを構築した。ある被験者属性の評価が許容不可領域に位置している場合、偏相関係数の高いデザイン要素を選択してカテゴリを変更し、ほぼ1クリックにて代替案の性能評価が表示できることを確認した。全ての属性に対して標準ライン以上になるように試行錯誤することも可能である。さらに、合意形成経験者にこの問い合わせシステムについてアンケートを実施し、ワークショップ等での使用に際して効果があることを確認した。

Key Words : quick response, estimation, consensus building, performance matrix

1. はじめに

合意形成時に要求される性能は多種多様で、千差万別である。合意形成においては様々な意見を聞いて選択肢を広げ、トレードオフや優先度を調整することになるが、その議論のベースになるのが市民の景観に対する要求性能である。市民が景観に対して求めている事項を共通の要求性能として定義することで、議論における共通の基盤ができる。市民あるいは複数の参加主体がもっている景観に対する要求性能を定義し、性能マトリクスを用いて合意形成を図るという研究はこれまでにほとんどない。景観性能という観点から合意形成を図る方法が確立できれば、設計やリニューアル、維持管理にも反映可能で、その成果が大いに期待できる。

要求性能を満足しているかどうかを議論する際に判定のベースになるのが性能マトリクスである。景観ではこの性能マトリクスは未だ作成されていないが、今後、合意形成が進むにつれ、参加者全員の景観機能、景観性能の議論の共通ベースになる性能マトリクスが整備されていくものと思われる。

著者らは、性能設計体系を目指した感性マトリクスによる橋梁の合意形成に関する研究を行ってきた^{1)~3)}。

性能マトリクス上に異なった2つの性能からなる指標をプロットすることで、関係者間の性能の相違が明確になり、代替案のデザイン要素を何回も変更してその都度各被験者の評価をやり直さなければならない場合など、合意形成時の一つのツールとして活用できると考える。

本研究では、感性性能はデザインコンセプトとの合致性能とデザイン要素への配慮性能の両面から合意形成が図られるべきであると考えた。2つの軸による性能マトリクス上にプロットした異なる被験者属性の評価を合意形成の場においてInternet上で確認することができる問合せシステムを構築する。ある被験者属性の評価が許容不可領域に位置している場合、偏相関係数の高いデザイン要素を選択してカテゴリを変更し、ほぼ1クリックにて代替案の性能評価が表示できることを確認する。全ての属性に対して標準ライン以上になるように試行錯誤することも短時間で可能である。さらに、合意形成経験者にこの問い合わせシステムについてアンケートを実施し、ワークショップ等での使用に際して効果があることを確認する。

2. 感性性能マトリクスの定義

感性性能 (R_k) は、式(1)に示すように、デザインコンセプトとの合致性能 (R_1) とデザイン要素への配慮性能 (R_2) の両面から議論あるいは合意形成が図られるべきであると考えた。

$$R_s = f(R_1, R_2) \quad (1)$$

デザインコンセプトとの合致度合いとは、橋梁計画の際に設定するデザインコンセプト (短い文章から成る) から展開される複数のイメージ形容詞 (感性) に関係者のイメージがどの程度合致しているのかを示す指標であり、この合致度合いが高いほど、自身の感性によく合致し、複数のイメージ形容詞における評価が高いことを示している。

デザイン要素への配慮性能とは、代替案における複数のデザイン要素 (桁の色や形、下部工の形状や色、付属物、視点場の要素) で評価のよくなるデザイン要素がどの程度あるかを示す指標である。このデザイン要素の数が多く、しかも、各分類 (色、形、付属物、視点場) で均等により評価を得ている方が配慮性能が高いといえる。

このように、2つの異なる性能の軸にて評価することのメリットは、一つの性能での評価が低くても、もう一つの性能の評価が高ければ標準線に合致するという点である。両方の軸の性能が高くなければならないというのは最適解が無い可能性もある。景観の評価のように、お互いのデザイン要素が何らかの関係を持っている場合、ターゲットとなる感性の評価を上げるために一つのデザイン要素を変更しても他の感性の評価も変動する可能性が高い。単純に評価の高くなるアイテム/カテゴリだけを抽出しても全体として評価が高くなるかどうかは未知数である。デザイン要素の変更とその評価の把握を何回か試行錯誤しないとデザインコンセプトに合致した解は導出できない。したがって、こういった試行錯誤を行うためのツールが必要といえる。

(1) デザインコンセプトとの合致性能

既往の研究⁴⁾にて実施した、複数の感性ワードとデザイン要素との関係をカテゴリスコアにて表現した値を用いてデザインコンセプトとの合致度合いを数値化する。具体的には、代替案のデザイン要素 (カテゴリ選択) にて得られる形容詞ごとの評価の中で、デザインコンセプトから展開される感性にいくつ合致するか、すなわち、デザインコンセプトから展開される感性の評価 (スコアの合計値) がプラスになる数を合致性能と定義した。この数が多いほど、デザインコンセプトとよく一致していることになる。まず、代替案のアイテム/カテゴリを選択した後、例えば、デザインコンセプトから展開された

形容詞とそのスコア合計が「風景にとけ込んでいる (-0.299)」、「親しみやすい (0.0247)」、「素材感のある (0.2806)」、「美しい (-0.216)」の4つなら、各形容詞のスコア合計がプラスの数は2となる。このプラスの数が高いほど、デザインコンセプトとの合致度は高いとする。このスコア合計が全てマイナスならばデザインコンセプトとは一致していないということになる。

各感性のカテゴリ変更に伴う合計スコアは式(2)により算出する。

$$Te = \sum Cs \cdot Sc \quad (2)$$

ここに、 Te : 各感性の合計スコア、 Cs : 数量化理論 I 類により分析した感性ごとのカテゴリスコア、 Sc : 選択したカテゴリ (1 or 0)

(2) デザイン要素への配慮性能

ここでも、既往の研究⁴⁾にて実施した、複数の感性ワードとデザイン要素との関係をカテゴリスコアにて表現した値を用いてデザインコンセプトとの合致度合いを数値化する。具体的には、デザインコンセプトから展開した複数のイメージ形容詞とその重みから、形容詞ごとのカテゴリスコアに重みを乗じたものを総和し、カテゴリ毎にスコアを合計する。

各カテゴリのスコア合計は式(3)により算出する。

$$Ts = \sum Cs \cdot w \quad (3)$$

ここに、 Ts : 各カテゴリのスコア合計、 Cs : 数量化理論 I 類により分析した感性ごとのカテゴリスコア、 w : 感性に乘じる重み

まず、デザインコンセプトから展開される形容詞とその重みを入力した後、出力されるアイテム/カテゴリごとのスコア合計に着目する。このスコア合計が高い方が評価に与えている影響が大きいと考え、アイテムの大部分類 (形式、色彩、付属物、視点場) の要素ごとにスコア合計を集計する。形式、色彩、付属物、視点場のスコア合計でプラスの値になる分類項目の数が多いほど、デザイン要素への配慮度合いが高いと判断する。

3. 性能マトリクス上の位置を変更する方法

2章で、性能マトリクス上へのプロットとして、デザインコンセプトとの合致性能およびデザイン要素への配慮性能という2つの評価軸を示した。ここで、カテゴリスコアは2つの評価軸の得点を上げるための共通の数値である。一般的には、橋梁の設計においてデザインコンセプトは最初に設定する景観設計の基本であり、この内容は設計完了まで変更はされない。合意形成において変更が可能なのはデザインアイテムだけであり、デザインコンセプトおよび各感性の重みは変更できないと仮定す

る。デザインコンセプトとの合致性能を上げるには、代替案のカテゴリを修正してからコンセプトと関係する複数の感性のスコア合計から判断することになるため、どのアイテム／カテゴリを修正するかが重要となる。一方、デザイン要素への配慮性能を上げるには、選択されたカテゴリにスコアを乗じ、4つの分類（形状、色彩、付属物、視点場）ごとに合計したスコア×カテゴリで負の数になっている分類項目を選択し、その分類におけるカテゴリを変更することになる。

4. システム構築

本研究では、被験者属性ごとの性能マトリクス表示をシステム化するにあたり、XML (eXtensible Markup Language) を採用している。

必要となるデータは、数量化理論Ⅰ類による分析結果から得られた、異なった属性ごと、43項目の形容詞ごとのカテゴリスコアであり⁴⁾。これら必要となるデータをXML化した。このXMLデータをブラウザで読み込んで、DOM (Document Object Model) + VB script による処理を行なって、計算と表示を行なっている。

5. デザインコンセプトから感性マトリクスへの展開

(1) 対象橋梁諸元

ある橋を対象に、実際の合意形成の場においてデザインコンセプトを設定した際に Quick Response による合意形成を図るべく、構築したシステムに問い合わせで感性性能マトリクスを作成することを試みた。

合意形成に用いたB橋の諸元を以下に示す。

- ・橋長：61.90m ・橋格：一等橋 (TL-20)
- ・上部工形式：鋼2径関連続非合成鈑桁橋
- ・下部工形式：壁式橋脚 ・支間割：37.10m+24.00m
- ・幅員：車道 9.000m, 歩道 2.500m×両側
- ・斜角：82°-00'-00" ・平面線形：直線
- ・適用示方書：道路橋示方書・同解説 平成2年2月

この橋は都市内を流れる河川に架橋された橋で、周辺は住宅地が多い。下流約200mに赤色のトラスドラングの橋が架橋されている。隣接する赤色のトラスドラングに埋没されない橋となるように計画・設計された。景観コンセプトは、上位計画、周辺環境などから「風景の中のバランス（個性とシンボルの両立）」として設定された。



図-1 問合せ画面の例

(2) 感性語への展開

設定した景観コンセプトを第1次感性として、さらに第2次の感性に展開した。この展開した第2次の感性（形容詞）では、実際にアンケートをとったデザイン要素との関係がわかっている43項目の形容詞に展開するようにしている。ここでは、隣接する赤色のトラスドラングに埋没されないで個性とシンボル性を出すように、印象的、カラフル、個性的、象徴的（シンボリック）、風景に溶け込んだ、美しいを第2次感性とした。

(3) マップ作成システムへの問い合わせ

B橋の1つの代替案におけるデザイン要素をアイテム／カテゴリとして入力し、構築したシステムに問い合わせた。デザインコンセプトとの合致性能およびデザイン要素への配慮性能をプロットした性能マトリクスを求める場合、図-1のようにシステムへの問い合わせをWeb上で行う。男子学生、女子学生および橋梁技術者の各々の景観性能の問い合わせ結果を図-2に示す。ここで、図-2にて示される○、◆、□は女子学生、男子学生および橋梁技術者における感性性能をマトリクス上にプロットしたものである。図-2では、男子学生の評価が許容不可領域に位置しているが、女子学生および橋梁技術者の評価は標準ライン以上となっている。

(4) デザイン変更による代替案作成

次に、図-2のマトリクス上で許容不可領域に位置して

いる男子学生の評価を上げるために、デザイン要素の変更による代替案の作成を行う。ここでは、評価への影響度が大きいと考えられる偏相関係数の高いアイテムである高欄の色彩を白に変更する。結果、男子学生および女子学生の評価が1ランク上昇し、全ての被験者属性の評価が標準線以上に位置するようになる。この操作は、図-1の画面にて、ほぼ1クリックの操作で結果として図-3の画面が瞬時に得られるため、Quick Responseによる合意形成には適していると言える。

(5) ヒアリングによる検証

本研究でシステムとして構築した機能に関して、実際に橋梁予備設計あるいは合意形成に関わっている技術者にヒアリングを行なった。

構築したシステムに含まれるXMLデータ、表示用のスタイルシート(XSL)およびscriptを記述したHTMLファイルなどは、複数の人がインターネット上から見るように、特定のサーバにおいた。

設問した内容と結果は以下のとおりである。

(1) 設問1. この機能(カテゴリおよびコンセプト入力による感性能を被験者毎に表示)は合意形成用の協議をする上で必要と思われますか？

□はい(90%) □どちらでもない(6%) □いいえ(4%)

(2) 設問2. この機能は形式選定、評価・合意形成などの段階で有効と思われますか？

□はい(92%) □どちらでもない(8%) □いいえ(0%)

(3) 設問3. この機能はどのフェーズで有効と思われますか(複数回答可)？

□計画/企画(6/14) □予備設計(5/14) □基本設計(7/14) □詳細設計(5/14) □リニューアル(11/14)
□住民説明(8/14) □合意形成(12/14)

(5) 設問4. レスポンスはよいですか？

□はい(94%) □どちらでもない(6%) □いいえ(0%)

この機能(カテゴリおよびコンセプト入力による感性能を被験者毎に表示)に関しては、ほとんどの人が代替案作成において必要あるいは有効であると回答しており、本システムの有効性が検証できたと考える。また、設問3より、この機能は住民説明や合意形成時に有効なツールとなることが示せたといえる。

6. おわりに

本研究では、性能マトリクス上での評価が設計許容範囲外になっている関係者を対象にして、Internet上から代替案作成の性能マトリクス表示を効率的に行う方法を示した。事前に算出しているカテゴリスコアや偏相関係数などをもとに修正するカテゴリを抽出し、いくつかのカ

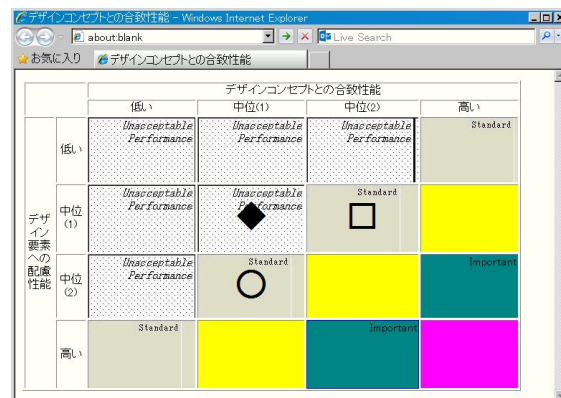


図-2 感性能の出力例

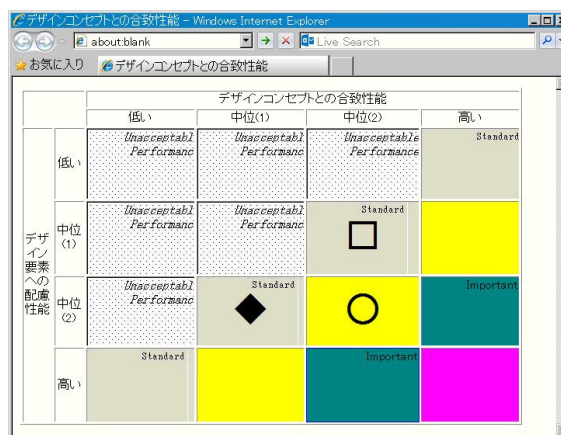


図-3 代替案のマトリクス出力例

テゴリを単独あるいは複数の組み合わせにより変更して、性能マトリクス上での評価が改善されることを確認した。さらに、対象とした関係者以外でも同じ改善したデザイン要素を用いて同様の性能評価を行い、設計許容範囲内になっていることを確認した。このようにして、合意形成の場で性能マトリクスによる評価とカテゴリ変更による改善案の提示を効率的に行うことが可能となった。

参考文献

- 1) YASUDA K., SHIRAKI W. and INOMO H. : Creation And Verification Of Consensus-Building Tool Using Aesthetic Performance Matrix Of Structure, JSKE, *Kansei Engineering International Journal*, Vol.8, No.2, pp.189-197, 2009.
- 2) YASUDA K. and SHIRAKI W. : Establishment of Kansei Database and Application to Design for Consensus Building, JSKE, *Kansei Engineering International Journal*, Vol.10, No.1, pp.37-47, 2010.
- 3) 保田敬一, 白木 渡 : 感性能マトリクスを用いた橋梁の合意形成用ツールの作成, 第7回 構造物の安全性・信頼性に関する国内シンポジウム(JCOSSAR 2011)論文集, 構造物の安全性および信頼性, Vol.7, pp.403-410, 2011.
- 4) 保田敬一, 白木 渡, 堂垣正博, 河津圭次郎, 安達誠 : 桁橋の景観評価・設計への感性工学手法の適用に関する研究, 構造工学論文集, 土木学会, Vol.45A, pp.543-551, 1999.