

斜張橋の造形形態に関する基礎的研究

京都大学大学院 学生員○所 伸 介 京都大学工学部 正 員 松 本 勝
 京都大学工学部 正 員 白 土 博 通 建設技術研究所 正 員 五十鈴川康浩
 京都大学工学部 正 員 白 石 成 人

1. はじめに 近年、瀬戸大橋をはじめとする長大橋の架設される機会が増えている。古来より、橋の美観に関する議論は数多くなされてきたが、生活にゆとりや潤いを求める現代ではその重要性は益々高まっている。美しさを工学的に評価するのは極めて困難であり、ある程度は構造物の設計者の主観に頼らざるを得ないと考えられるが、長大橋のような公共性の強い巨大構造物の設計に際しては、何らかの客観的な美しさの評価指標が必要である。本研究ではその設計自由度の大きさとモニュメント性から注目されている斜張橋を取り上げ、その美観に関して定量的評価を試みる。その第一歩として斜張橋を構成する主塔、ケーブル、主桁という大まかな要素の中から特にケーブルを取り上げ、ケーブル形状の美観に関する定量的評価を試みる。

2. ケーブル形状の分類 ケーブル形状を大まかにファン形式とハーブ形式に分類し、主にその視覚的特性について述べる（図1）¹⁾。

・ファン形式 直線に方向性が与えられたことによって動的でリズム感があり、上昇感が感じられる。また、主塔に近いケーブルがより鉛直に近い角度で主桁を弾性支持することができるので構造力学的に有利である。しかし、2面吊りとした場合、視点場の変化によって錯綜が強くなることも考えられるのでケーブル段数を増やしてケーブル形状の面構成を強め、錯綜を軽減させることが望まれる。

・ハーブ形式 平行線で構成されているために静的で安定した印象を与える。また、2面吊りとしても錯綜がないことから景観的にはファン形式よりもやや有利であると考えられる。

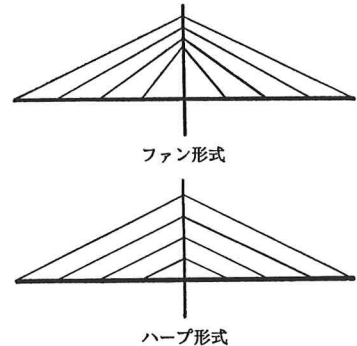


図1 ファン形式とハーブ形式

3. ケーブル形状の面構成 斜張橋の美観を考えた場合、主塔形状、主桁形状、全体のプロポーシオン、さらにはケーブル形状の違いに関わらず、ケーブル形状の面構成が橋梁形態の評価に良い影響をもたらしていると考えられる。その主な理由としては、ケーブルが面と捉えられることによって構造系が視覚的によりまとまったものとして認識されること、さらに美の形式原理の一つであるRepetition, すなわち「構成要素の等しい単位群が規則的に繰り返して出てくる状態」が発現していることなどが考えられる²⁾。写真1は世界的に景観評価の高い橋梁³⁾であるが、ケーブル形状の面構成の強さがその評価に大きく影響しているものと考えられる。また、多くの橋梁写真は視線入射角15°～30°で撮影されており、視線入射角15°付近の構図が好まれることが塩見らによって報告されているが⁴⁾、図2のように視線入射角の変化によって見かけの充実率が変化することを考えると、この報告に関してもケーブル形状の面構成が影響していると考えられる。

そこで面構成の強さを定量的に評価することを試みる。多数の線分の集合が面として認識されるときに、その面構成の強さを決定する要因として、一定面積に占める線分面積の総和の割合（これを充

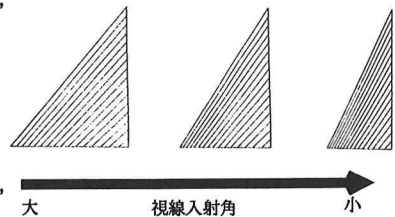


図2 視線入射角の違いによる見かけの充実率

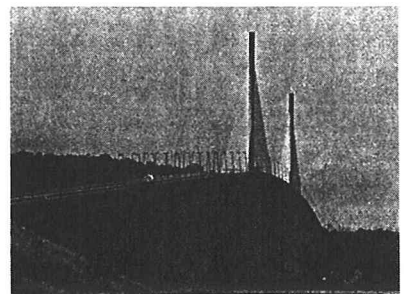


写真1 評価の高い橋梁

実率と呼ぶ），線分の太さ，線分の向きを取り上げる．（色彩による影響は決して無視できないものと考えられるが，本研究では特に考慮しなかった．）そして，6通りに充実率を変化させた図3のようなアンケート用紙を用意し，どの充実率から面の認識が成立するかをアンケート（被験者：無作為抽出110名）によって調査した．さらに，線分の太さ（1.0mm, 0.7mm, 0.5mm），向き（水平，鉛直，30度，45度，60度）を変化させたものに関しても同様なアンケートを行った．図4にその結果を示すが，これより充実率が大きくなれば面として認識する人の割合は増加し，等しい充実率で比較すると線分の太さが細いほど，面と認識する人の割合は高くなることからわかる．また，面と認識する人の割合に関して，線分の向きによる有意差は認められなかった．そこで面と認識する人の割合を独立変数，充実率と線分の段数を従属変数として重回帰分析を行った．その結果次のような回帰式が得られた．

$$Y = -0.579 + 3.53X_1 + 0.212X_2 \quad Y: \text{面と認識する人の割合}$$

重相関係数: 0.978 X_1 : 充実率

F値 (X_1, X_2) = 43, 31 X_2 : 線分段数

（予測精度は図5に示す．）

なお，ここでF値とは従属変数の回帰式にたいする貢献度を示すもので充実率のみならず，線分段数も面構成の強さに大きく影響していると考えられる．

以上のことを斜張橋のケーブルに適用すると，ケーブルの充実率（ケーブルの占める面積／ケーブルに囲まれる面積）は等しくてもケーブル径が小さいほど（ケーブル段数が多いほど）ケーブル形状の面構成が強くなるといえる．図6は横軸にケーブル段数，縦軸に充実率を取り，実橋の値をプロットしたものである．これに回帰式を適用することによって図6に示す矢印の方向に面構成が強くなると考えられる．図中三角印を付したものはケーブル形状の評価が高いものであるが，いずれもその他の橋梁に比較してケーブルの面構成が強い領域に位置している．なお，見かけの充実率を考慮すると，面と認識する人の割合は変化するので，図6は各実橋の面構成の強さの相対的な関係を読み取るものと考えた．

4. むすび 本研究では斜張橋の造形において普遍的に望ましいと考えられる「ケーブル形状の面構成の強さ」に関して定量的な評価を行うことを試みた．さらにアンケートの妥当性，色彩による影響などに関しても考察する必要があると考えられる．また，その他の普遍的に望ましい要素に関しても定量的評価を行うことが望まれる．

〔参考文献〕1) 土木学会関西支部共同研究グループ，“耐風・構造特性および景観からみた橋梁の幾何学形態に関する研究 平成3年度 報告書”，1992．

2) 小林盛太，“建築美を科学する”，彰国社，1991．

3) 大西・大内・塩見・酒井，“斜張橋と視点場”，土木学会第48回年講，1993．

4) 海洋架橋調査会，“橋と景観 ヨーロッパ編Ⅰ”，海洋架橋調査会，1989．

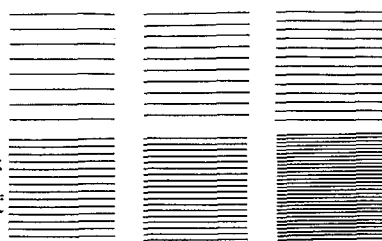


図3 アンケートに用いた図

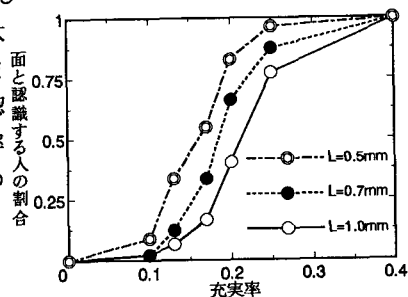


図4 アンケートの結果（水平線）

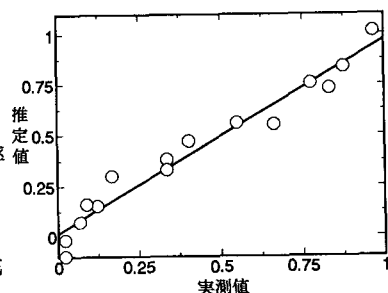


図5 重回帰分析の結果（水平線）

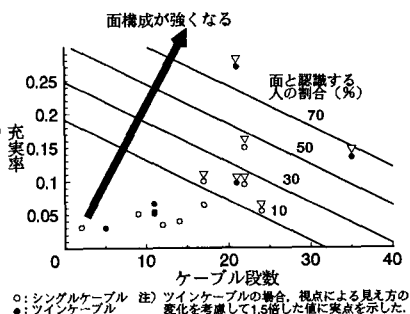


図6 回帰式の実橋への適用