

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. まえがき 近年、瀬戸大橋をはじめとして、長大橋が架設される機会が増えている。長大橋のような巨大構造物が人々に与える視覚的影響は決して無視できるものではなく、生活に潤いやゆとりを求める現代では、一般の人々の中でも巨大構造物の美観に対する関心が高まっている。したがって橋梁の周辺環境との調和及び橋梁自体の美観は設計の重要な一要素となる。本研究では、近年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。ここでは、まずその第一歩として斜張橋を構成する主塔、ケーブル、主桁という大き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 ケーブル形状には、下に示すような分類が考えられる¹⁾。

・ケーブル段数 図1に示すようにマルチケーブルは段数の少ないケーブルに比較して、視覚的に構造系をまとまったものとして認識させる働きがある。また、マルチケーブル形式では主桁の曲げモーメント分布を平滑化することによって主桁断面の軽減を図ることが可能となるので、構造力学的にも有利である。最近架設されている斜張橋はほとんどマルチケーブル形式のものである。

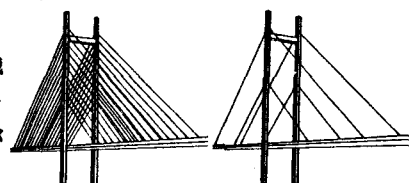


図1 マルチケーブルと段数の少ないケーブル

・ファン、ハーブ形式 図2に示すようにファン形式は平行線に方向性を与えられたことによって動的でリズム感があり、ハーブ形式は平行線で構成されているため静的で安定した印象を与える。2面吊りとした場合、視点場の変化による見え方の変化を考慮すると錯綜の少ないハーブ形式の方が景観的には有利であると考えられるが、構造力学的にはケーブル長の短いケーブルが、より鉛直に近い角度で主桁を弾性支持することのできるファン形式の方が合理的である。2面吊りの場合、ファン形式においては、錯綜を少なくするためにケーブル段数を増やしてケーブル形状の面構成を強くすることが望まれる。

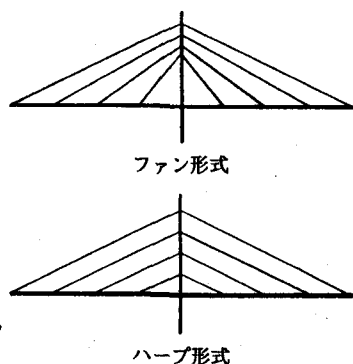


図2 ファン形式とハーブ形式

3. ケーブル形状の面構成 斜張橋のケーブル形状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、さらには上で述べた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ほぼ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、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が考えられる²⁾。ただし、シンプルさを強調した橋梁に関しては一概に述べることはできない。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。そこで面構成の強さを定量的に評価することを試みる。まず、多数の線分の集合が面として認識されるとき、その面構成の強さを決定する要因

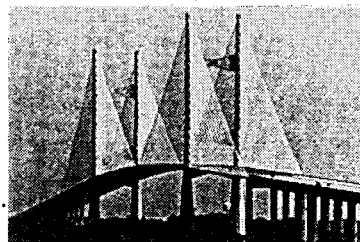


写真1 評価の高い橋梁

Shinsuke TOKORO, Masaru MATSUMOTO, Hiromichi SHIRATO, Yasuhiro ISUZUGAWA, Naruhito SHIRAISHI

として、ある一定の面積に占める線分面積の総和の割合（これを充実率と呼ぶ）、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思われるが、今回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のかをアンケート（被験者：無作為抽出約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。その結果を図4に示す。図4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、面として認識する人の割合は高くなることがわかる。また、面として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、充実率と線分の本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。

$$Y = -0.579 + 3.53X_1 + 0.0212X_2$$

Y : 面と認識する人の割合
 重相関係数: 0.978
 F値(X_1, X_2) = (43, 31)

X_1 : 充実率
 X_2 : 線分の本数
 (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対する貢献度を示すもので、充実率のみならず線分の本数も面構成の強さに大きく影響していることがわかる。これら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）が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うことが出来る。

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ことがわかる。また図中三角印を付したものはケーブル形状の評価が高い橋梁であるが、他の橋梁と比較してケーブル形状の面構成が強い領域に位置していることがわかる。なお、図6においては面と認識する人の割合の絶対的な大きさよりもその相対的な評価が重要であると考えた。

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と考えられる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) 海洋架橋調査会, “橋と景観 北アメリカ編”, 海洋架橋調査会, 1990.

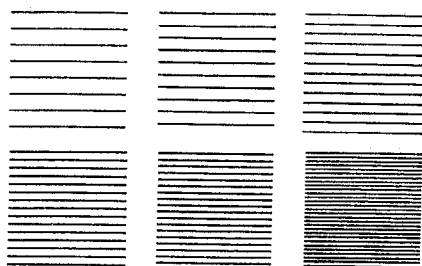


図3 アンケートに用いた図

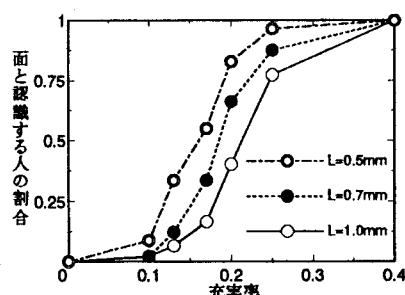


図4 アンケートの結果（水平線）

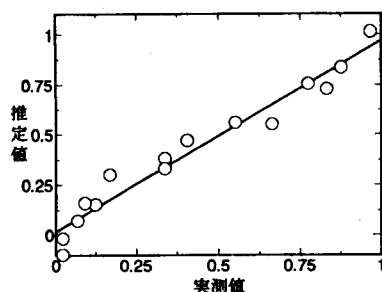


図5 重回帰分析の結果（水平線）

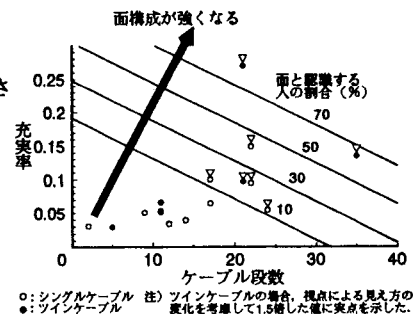


図6 回帰式の実橋への適用