

I-206

吊橋の形態美に関する視線入射角と見かけのサグ比

中部大学 学生員 酒井 克仁

中部大学 正 員 塩見 弘幸

中部大学 正 員 山田 善一

1. はじめに

筆者らは一般的な斜張橋について、その形態美と視点場に関する研究結果を文献1)として報告した。本報ではこれと同様な手法を吊橋に適用し、その視点場を定量的に明らかにした。定量的な視点場を得る目的は、1)視点場を意識した橋梁デザインを考えるための基礎資料を得ること、2)橋詰広場的な休憩施設や公園などの設定に役立てることなどにある。

文献1)では、次の4条件を満足する範囲を視点場として提案した。①橋全体に対する好まれる視線入射角。②主塔に対する好まれる視線入射角。③主塔に対するメルテンスの法則。④60度コーン説。本報では基本的にはこれと同じ観点から、②、③、および④を吊橋にもそのまま適用し、①のみを今回の報告の対象とする。ここでは次の2点から視線入射角の範囲を定めた。a)特定の吊橋について複数のパース図を用いた調査結果。b)複数の吊橋写真からの見かけのサグ比の測定結果。なお、a)については文献1)と同じ手法をとるため、ここでは極簡単に述べる。

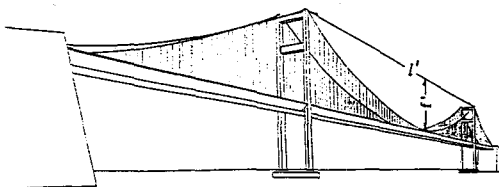


図-1 見かけのサグ比 概念図

2. 吊橋全体に対する好まれる視線入射角とその構図

2-1. パース図による調査:モデルは因島大橋タイプ。視点の高さ h ($h=H.W.L.+7m, 65m, 100m$)と視線入射角 α ($\alpha=15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$)を組み合わせたものについて、被験者に対しアンケート調査を実施した。その結果から好まれる視線入射角を斜張橋と同様に $\alpha=(15\pm 7.5)$ 度と提案する。

2-2. 好まれる構図に関する実験:特定の α の値が好まれることに対する考察を行うため、アイカメラを装着した被験者による実験を行った。その結果、主塔に対する関心、主塔とケーブルとけたで構成される構図に対する関心がいずれも強く、ケーブルに沿った目の動きも観察されることから、吊橋の場合の好まれる構図には、みかけのサグ比が大きな要因の一つとして寄与していると考えらる。そこで、複数の既存吊橋の写真から見かけのサグ比を測定し、視線入射角との関係を調べた。

3. みかけのサグ比について

3-1. 写真からの測定結果:見かけのサグ比を $\eta = f'/l'$ と定義する(図-1参照)。図-2は公刊された橋梁写真から無作為に選んだ吊橋写真41葉について η の値を測定した結果である。吊橋ケーブルが描形態に対して「空間が凸の曲線で構造物を切り取る」とも表現できる。このことは上路アーチ橋についても適用できる。これらを参考値とするため、無

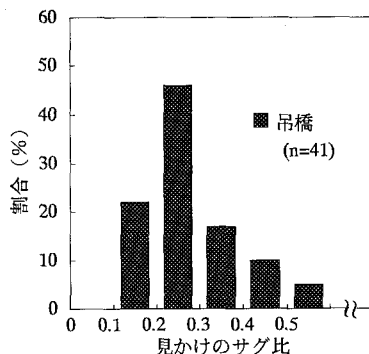


図-2 見かけのサグ比分布図

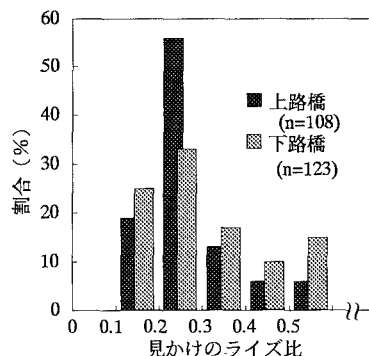


図-3 見かけのライズ比分布図

作為に上路アーチ橋写真108葉を選び、それらの見かけのライズ比を測定した。その結果を図-3に示す。なお、参考のために下路橋123橋に関する結果も同図に示した。吊橋写真から得られる η は0.2から0.3の間に最も多く分布し、上路アーチ橋のライズ比ではさらにその傾向が強く、好まれる構図に特定の η の値が関係していることが分かる。下路アーチ橋でもピークは上路橋と同じ値に存在しているが、分布が緩やかで両者には顕著な相違がみられる。

3-2. 見かけのサグ比と視線入射角との関係：3次元空間におけるケーブルの垂下曲線の形状を式(1)で表される放物線とし、図-4に示すように、中央スパン ℓ を100等分した座標値で与える。

$$Y_p = a - \frac{4f}{\ell^2} Z_p (1 - Z_p) \quad 0 \leq Z_p \leq \ell \quad (1)$$

ここに、 a は桁位置から主塔のケーブル定着位置までの高さ。

次に、ある視点における座標変換、透視変換後の点 p の座標 (X_T, Y_T, Z_T) は、空間における座標の回転、平行移動、透視変換の式をまとめた式(2)のように表される。

$$X_T = c \frac{Z_p \sin \alpha}{Z_p \cos \alpha + D'}, \quad Y_T = c \frac{Y_p - h_0}{Z_p \cos \alpha + D'} \quad (2)$$

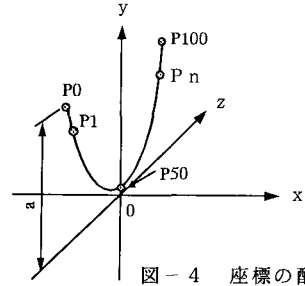


図-4 座標の配置図

ここに、 h_0 は桁位置を基準とする視点場の高さ、 D' は60度コーン説による視点場の高さを考慮した視距離²⁾。なお、 Z_T は投影後の2次元座標系では不必要であるため、式(2)では省略されている。また、 c は視点から投影面までの距離であるが、 η の計算結果に影響を及ぼさないので単位長さとする。

上式から η と α の関係を得るには数値計算を実行する必要がある。 η に特定の値を与えるために、 $0.2 \leq \eta < 0.3$ のデータ17橋について平均値(0.25)と中央値(0.27)を得、これらの値を用いて計算を行った。図-5はその一例である。図中 $V_{p,1} \sim V_{p,4}$ は視点場の高さで、それぞれ、塔頂、塔の中間、桁位置、桁と海面との中間を示す。サグ比が大きい場合は η の変化が α に敏感に反映するが、サグ比が1/11以下になると鈍感になる。 α は視距離や視点場の高さにも影響されるが、与えられた η の範囲ではほぼ $\alpha = (15 \pm 7.5)$ 度に存在しているといえよう。図-6は既存吊橋11橋に対する計算結果である。この場合も視点場の高さによっては α の提案範囲を超えるものもあるが、概ね提案範囲に存在している。

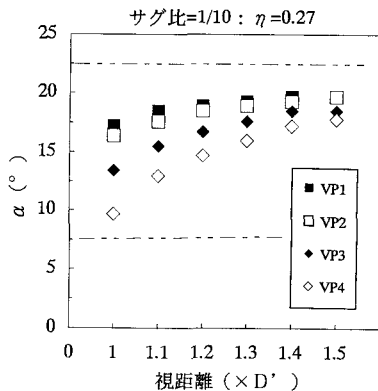


図-5 α と η の関係

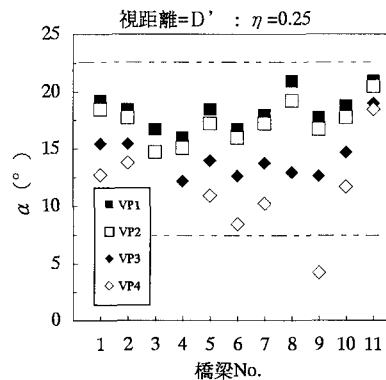


図-6 既存橋梁の α と η の関係

4. 結論

好まれる構図を決定している要因の一つとして見かけのサグ比 η が考えられ、 $\eta = 0.25$ を中心とした値が好まれている。この場合の η と提案した視線入射角 $\alpha = (15 \pm 7.5)$ 度の間には整合性がみられる。

参考文献 1) 塩見・酒井「斜張橋と視点場」構造工学論文集, Vol. 40A, pp. 677-684, 1994. 3. 2) 酒井, 塩見「斜張橋と視点場～視点場の高さを考慮した場合～」土木学会中部支部研究発表講義集, pp. 51-52, 1994. 3