

京都大学工学部 学生員 ○市毛 健 京都大学工学研究科 フェロー 松本 勝
 京都大学工学研究科 正会員 白土博道 京都大学工学研究科 正会員 八木知己
 京都大学大学院 学生員 富田雅也

1. 序論

橋梁景観において構造物に動きをイメージさせる「ダイナミクス」は重要な要素の一つに挙げられると言えよう。主塔に動きをイメージさせる「ダイナミクス」を感じさせる斜張橋として主塔を傾けた斜張橋が挙げられるが、橋軸直角方向からの見えが左右対称である一般的な斜張橋においても、視点場によってはその「ダイナミクス」を感じることができる。本研究では一面吊り、一本柱型主塔、ケーブルが主塔に対して左右対称に張られた斜張橋を対象として、この「ダイナミクス」をより強く感じさせる視点場の提案を目的とした。

2. 美の形式原理 Symmetry の適用

美の形式原理の Symmetry (対称・相称・均整) では「対称は整然とした厳正な感じがあり、釣合ではその感じが弱まり、対称を破る程度が高まるほど軽快で動的な感じが強くなる。」とされており¹⁾ 主塔に動きをイメージさせる「ダイナミクス」は、主塔に対する左右ケーブルの対称を破る程度が高まるほど強く感じられると言える。

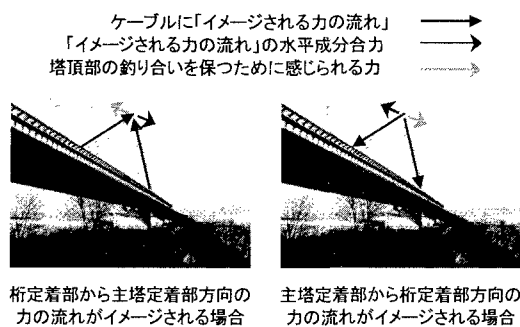
3. 「イメージされる力の流れ」と「ダイナミクス」

様々な荷重によって橋梁には「剪断力」「曲げモーメント」「軸力」といった断面力が生じている。この中で軸力は部材の長さ方向と力の方向が一致しているため、イメージしやすい力であると言える。よって軸力部材上には力の流れがイメージされると考え、これを「イメージされる力の流れ」と呼ぶこととした。断面の捉え方によって軸力の方向が異なるように、「イメージされる力の流れ」の方向も人によって異なるものと考えられる。大きさに関してはケーブルそれぞれで異なり、それぞれが「ダイナミクス」へ影響するものとした。また重力方向では「ダイナミクス」は感じられないと思われることより、「ダイナミクス」に関与するのは「イメージされる力の流れ」の地面に対して水平な成分であると考え、この左右の差が大きいほど「ダイナミクス」をより強く感じると考えた。主塔が動き出しそうに感じる方向は、ケーブルの主塔定着部における釣合に関する考え方の違いによって異なるものと考えられる(図1)。

4. ゲシュタルトの図と地の理論の適用

「イメージされる力の流れ」は視覚情報としてのケーブルと軸力の認識から喚起されるものであり、ケーブルが図として強いほど「イメージされる力の流れ」の大きさは大きいと言える。よって①視野に占める面積が大きいほど、それぞれのケーブルに「イメージされる力の流れ」は大きく、視線入射角、仰角が等しい場合、視距離が短いほど「イメージされる力の流れ」の大きさは大きい②後方よりも前方にあるケーブルの方が図として強く「イメージされる力の流れ」の大きさは大きい③ケーブル後方に背景がある場合、ケーブルは図として弱くなり「イメージされる力の流れ」の大きさは小さい、と言える。以上よりケーブルが図として強い場合に「イメージされる力の流れ」は存在し、「ダイナミクス」をより強く感じさせる視点場はケーブルが図としてより強い視点場であると考えられる。

図1 イメージされる力の流れ



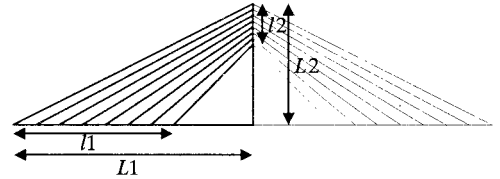
5. 「ダイナミクス」を喚起させる視覚的要素

斜張橋の注視点は主塔（特に主塔頂部周辺）であるという報告²⁾がされていることより、主塔に動きをイメージさせる「ダイナミクス」は主塔周辺の塔とケーブルがなす「かたち」が大きく関わるものと考えられる。この「かたち」を決定する大きな要素として左右のケーブルと主塔がなす角度が挙げられる。よって「イメージされる力の流れ」の水平成分の差をその角度差によって評価することとした。

6. ケーブルモデルの作成及び視点場による角度差の変化

様々な文献から実橋を調査し、図2に示すパラメータを変化させ15個のケーブルモデルを作成した。そして各々のモデルに対し視点場を変化させることで主塔とケーブルがなす角度の変化特性について考察するため、最上段ケーブル鉛直成分を50m、視距離を300mに固定し、仰角を10°、12°、14°の3段階に変化させたものに対し、水平視線入射角を0°から90°まで1°刻みで求める角度差を算出した。ここで注視点は最上段ケーブルの主塔定着部、ケーブル本数は16本とした。一例として、パラメータ1=0.4、パラメータ2=0.67、パラメータ3=0.33のモデルにおける仰角10°、14°の場合を、最上段ケーブルが角度差の最大値を得る視点場からの見えを示すCGと共に図3に示す。

図2 ケーブル形状パラメータの定義

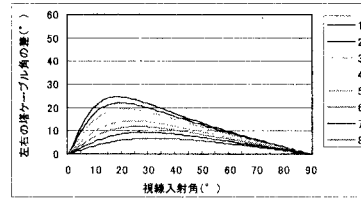


パラメータ1 $L2/L1$ 最上段ケーブル鉛直成分/最上段ケーブル水平成分
 パラメータ2 $L1/L1$ 主桁ケーブル対称部長/最上段ケーブル水平成分
 パラメータ3 $L2/L2$ 主塔ケーブル対称部長/最上段ケーブル鉛直成分

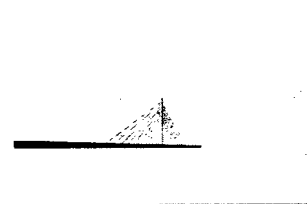
図3 視線入射角と角度差

(最上段ケーブル 1 ← → 8 最下段ケーブル)

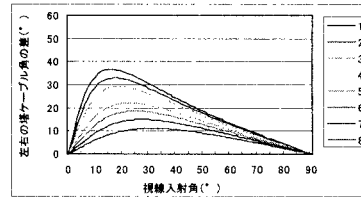
(仰角 10°)



(視線入射角 18° 角度差 24.6°)



(仰角 14°)



(視線入射角 16° 角度差 36.6°)



7. 「ダイナミクス」に関する考察

角度差の変化特性の把握により、「ダイナミクス」をより強く感じさせる視点場の提案が可能となり、最上段ケーブルが最も「ダイナミクス」に影響を及ぼすことが分かった。また以下のことが考察された。①仰角が大きいほど、またパラメータ1が小さいほど角度差の最大値が大きく「ダイナミクス」をより強く感じる②ファンでは角度差の最大値を得る視線入射角がケーブルごとに大きく異なり、その視点場間を移動する時に見えの変化を味わうことができる③角度差の最大値を得る視線入射角周辺は角度差の変化が大きく、その視点場周辺を移動することで見えの変化を味わうことができる。

8. 結論

斜張橋の主塔に動きをイメージさせる「ダイナミクス」を「イメージされる力の流れ」を用いて考察し、左右のケーブルが主塔となす角度の差によって評価することによる「ダイナミクス」をより強く感じさせる視点場の提案を行った。アンケートなどによる妥当性の確認は行っていないが、「ダイナミクス」をより強く感じさせる視点場はおおよそ10°～20°であり、従来の視点場論で好まれる視点場として挙げられている15°付近に位置し、本研究の有用性、好まれる視点場と「ダイナミクス」を感じさせる視点場の関連性が示唆されたとと言える。

参考文献 1) 小林盛太著, “建築美を科学する”, 彰国社, 1991

2) 塩見弘幸, 酒井克仁, “斜張橋と視点場”, 構造工学論文集 Vol.40A, 1994