

強制加振中の橋梁床版模型を撮影するカメラ固定金具の製作

平野 裕一

京都大学大学院工学研究科技術部

E-mail : hirano.yuichi.6u@kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

橋梁の設計において、橋梁自身の自重、通行する車両の荷重は当然考慮する力である。また、日本のような地震が頻発する国では、地震による影響、海岸に近ければ津波による影響も考えなければならない。

しかし、設計上考慮すべき力はそれだけではない。巨視的に見れば橋は空中に浮かんだ薄い小さな箱であり、風の影響は極めて大きい。過去には、風が橋を大きく揺らすことにより橋が崩壊した事例もある。その原因は風が作り出す渦である。橋梁床版の端部など断面において角度が急な部分では、空気の剥離が起りやすく渦が発生しやすい。発生した渦により橋梁床版が動かされ、その橋梁床版が動かされることにより、さらに渦が発生するという風の発振メカニズムが考慮されていなかった[1]。

その後、そのような現象に対する研究も進められており、対策も進み、風による大規模な崩壊は抑えられている。しかし、風による構造物の振動は未だ解明されていない現象も少なくない。

未解明の現象を知るには、まずその観察が必要である。そして、橋梁床版付近の相対的な風の流れの挙動を把握するには、橋梁床版に追従して動くカメラからの映像が効果的である。

本稿は、橋梁床版の矩形断面周囲の流れ場に関し、強制加振中の剥離流れの挙動観察において振動する床版模型に追従して撮影するために製作した、カメラ固定金具の紹介である。

2. 設置対象

対象とする風洞外観および風洞内部、振動発生機構をそれぞれ写真 1 から 3 に示す。風洞は、室内回流式の開放型風洞であり、測定部高さ 1 800 mm、幅 1 000 mm、測定部全長 6 550 mm である。風速は 0~30 m/s の範囲で連続的に変化可能な風洞である。模型設置位置付近でほぼ一様な風速分布になる。今回対象とする実験は、強制加振時における風の流れ場の可視化実験である[2]。振動はモータの回転をカムにより上下運動に替えて発生させている。加振周波数は、0.5、1.0 Hz、振幅は、3.75、7.50 mm である。

床版模型の模式図を図 1 に、外観を写真 4 に示す。床版模型は、流下方向の長さ $B = 300$ mm、高さ $D = 37.5$ mm、スパン長 880 mm、断面辺長比 $B/D = 8.0$ である。材質は木製である。流れを可視化するために、図 1 のように模型の上流側にスリットを設置し、トレーサ粒子（グリコール）で流れを追えるようにしている。模型内部は空洞であり、内部にトレーサ粒子を充填し、スリットから出るトレーサ粒子の初速を抑えている。

カメラ本体の外観を写真 5 に示す。カメラは、カトウ光研製 USB 高速度カメラ K8-USB を用いた。このカメラで XZ 平面を撮影した。レンズ部を含めて 695 g と比較的軽量であるが、レンズ部の先端までの長さが 200 mm であり、写真 5 中の右側本体部中央にある固定ネジ部よりも、全体の重心はレンズ部側に偏っている。

3. 制約条件

主に、以下に挙げる制約条件があった。これらの制約条件を踏まえ、構造を検討し、製作に取りかかった。

- ・カメラは風洞の外に設置し、床版模型の上下運動に追従する。(長いアームを用い、ブレを極力減らす)
- ・風洞の外の、上下運動作動部に取り付ける。(取り付けられる部分は、120 mm×30 mm の表面のみ)
- ・上下振動のモータに高い負荷をかけられない。・床版模型上面が、撮影する画像の中心付近で水平になる。
- ・床版模型スリットから出るトレーサ粒子を撮影できる。(そのために、カメラの位置も上流側に偏る)

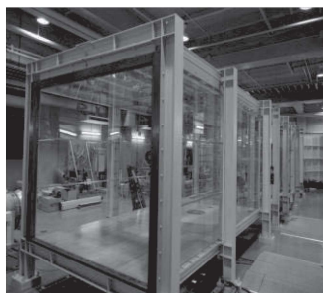


写真 1 風洞外観



写真 2 風洞内部

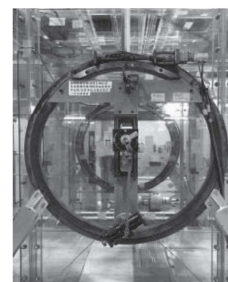


写真 3 振動発生機構

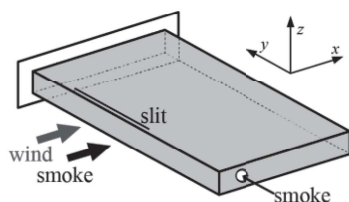


写真 6 製作した固定金具に取り付けたカメラ

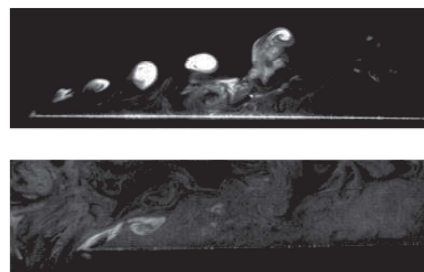


写真 7 撮影した画像の例
(上段：加振状態、下段：静止状態)

4. 製作

材料は新規で調達せずに、以前の実験時の部材などの実験室にあったアルミニウムなどの金属材料を用いた。カメラ固定ネジのみ 2 本購入した。金属加工は工学研究科技術部が提供している桂ものづくり工房を利用した。

カメラを細長い部材で保持し、かつ上下運動時のブレを可能な限り減らさなければならなかった。最初に試作した固定金具で試験したところ、ブレが大きすぎて画像が使えなかった。その後、部材の厚みを厚くしての数回の試行錯誤を経て、研究に使える程度にブレが小さくすることができた。

製作した固定金具に取り付けたカメラの外観を写真 6 に、撮影した画像の例を写真 7 に示す。

5. おわりに

今回は既設の実験装置に取り付けるカメラ用の固定金具製作であった。様々な制約条件下で試行錯誤を経て実験機器を製作し、研究を支えている。

参考文献

- [1] たとえば、米田昌弘、檜尾洋：旧タコマナローズ橋のねじれフラッター特性に関する解析的考察、土木学会論文集、No.752、I-66、pp.89-104、2004.1
- [2] 白一涵、下西舞、賈鴻源、白土博通：DMD 解析を利用した強制加振中の矩形断面周囲の流れ場に関する研究、平成 30 年度土木学会全国大会第 73 回年次学術講演会講演概要集、I -279、2018.8