

IV-221 リモートセンシング手法によるカルマン渦列の観測

ア ジ ア 航 測 (株) 成ヶ沢 憲太郎 (正会員)
 五味 謙隆, 小宮 謙
 建設省東北地方建設局河川部 藤 澤 寛 (正会員)
 建設省岩手工事事務所 中村 巖, 工藤 勝

1. はじめに

河川の流速測定は、流速計の浮子による直接測定法と、航空写真による洪水流表面流速測定法のように間接的な測定法によって行われている。このような従来の方法に加えてリモートセンシングを利用した新しい流速観測システムともいべき方法を土木学会第13回年次学術講演会及び昭和63年度土木学会東北支部技術発表会において提案及び報告してきた。新しい流速観測手法は、河川の流れの構造の一つと考えられている縦渦が河川表面に作る凹凸パターンを、斜めからの熱映像あるいはビデオカメラで撮影し、その移動速度を測定するものである。この手法の精度は、流速計の測定結果と比較し、実用可能であることが確かめられているが、本研究は、この新しい方法をよく知られているカルマン渦列の測定に応用し、測定法の検証を試みたものである。

2. カルマン渦列の性質

一様な流れの中に置かれた物体の下流側には図1に示すようにカルマン渦列が発生する。このカルマン渦列に関する諸量の間には次の関係がある。

$$C = 1.587 \frac{U-V}{U} - 0.628 \frac{U-V}{U}^2 \frac{b}{d} \quad (1)$$

$$b = TV \quad (2)$$

$$a/b = 0.2806 \quad (3)$$

$$S = d/UT \quad (4)$$

V: カルマン渦の流下速度

U: 一様流の流下速度

a: 2本のカルマン渦の間隔

b: カルマン渦の流下方向の間隔

T: カルマン渦の発生周期

d: 物体の幅

C: 抵抗係数

S: ストロウハル数

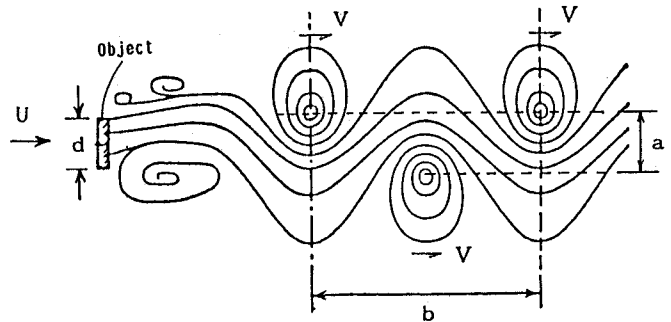


Fig.1 A model of Karman vortex

今回の実験では $d = 0.4 \text{ m}$ の平板を用いた。平板を用いた時の計算値として、抵抗係数 $C = 1.61$ 、ストロウハル数 $S = 0.16$ を与えた。

3. 観測実験

実験は、北上川の盛岡市館坂橋において実施した。図2に観測の概要を示す。カルマン渦を発生させるため、水深約 1 m の河川中に幅 40 cm の平板を流れに直角に設置した。カルマン渦を撮影する装置は、可視光ビデオ SONY CCD-G5 及び熱映像装置 TVS-4500 (アビオニクス社製) を使用した。TVS-4500 の波長帯域は $3.0 \mu\text{m} \sim 5.4 \mu\text{m}$ である。

基準点は、熱映像にみかけ上温度が低く映る発砲スチロールパネルを使って作成し、河の両岸及び河川中に1点設置した。

水位及び流速は、熱映像及び可視光ビデオ画像の撮影中に測定した。流速は浮子によって観測した。画像中に撮影されている基準点、カルマン渦及び一般の渦は、単写真測量の方法によりその位置測定を行った。画像中の位置は、CRTディスプレイ上でカーソルにより測定し、パーソナルコンピュータによって直接計算した。

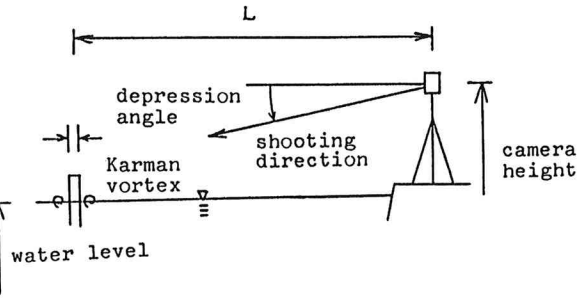


Fig.2 Image data acquisition of Karman vortex by thermal or visible video camera installed on the river side.

図-3に熱映像及び可視光ビデオ画像のカルマン渦の例を示した。

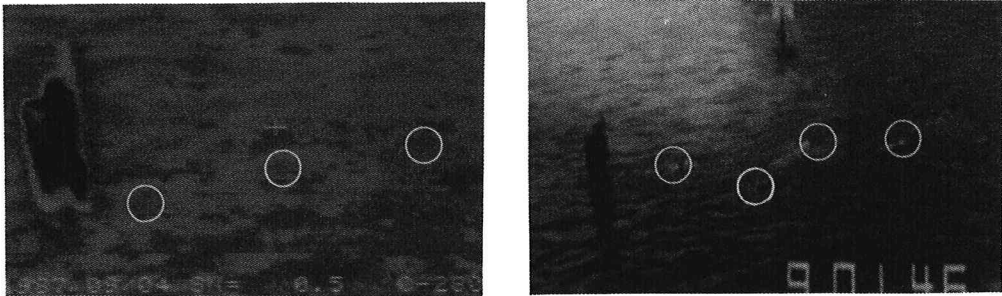


Fig.3 Image of Karman vortex street. Circles represent Karman vortexes. (Left:Thermography, Right:Visible band videography)

4. 実験結果

表1に可視光ビデオ画像及び熱映像によって測定されたカルマン渦に関する諸量と式(1)～(4)に基づいて計算した値とを比較して示した。

表1 カルマン渦の諸量の新しい手法による測定値と計算値の比較(平板の幅 $d=0.4\text{m}$)

測定方法 項 目	可視光ビデオ による測定値	熱映像による 測定値	計 算 値 (理 論 値)
カルマン渦の流下速度 (V_m/s)	0.51	0.58	0.65
カルマン渦の発生周期 (T_{sec})	2.73	2.80	2.98
カルマン渦列の幅 ($a\text{m}$)	0.65	0.49	0.54
カルマン渦の間隔 ($b\text{m}$)	1.69	1.76	1.94
一様流の流速 (U_m/s)	0.81	0.81	0.84 (浮子による)
抵抗係数 C	2.12	1.76	1.61
ストローハル数 S	0.18	0.18	0.16
a/b	0.38	0.28	0.2806 (理論値)

5. おわりに

リモートセンシングを利用した新しい流速観測手法を、規則性が明らかなカルマン渦列の測定に応用し、測定結果を検討した結果、測定値は計算で得られる値と良く合う結果となり、本手法の実河川における渦の移動の測定が実用的であることが示された。本手法は、昼夜を通じて無人観測が可能なので、さらに観測映像の自動解析手法を開発することにより、実河川での自動流況モニタリングシステムとして利用することができる。