

出水時における興津川河口砂州変動特性とバルーンを用いた簡易的空中写真測量

東海大学海洋学部 正会員 小菅 晋
 東海大学海洋学部 正会員 田中 博通
 東海大学大学院 学生員 ○森林 徹
 アツミグリーンプランニング 渥美 久仁則

1. はじめに

河口付近の地形は、絶えず波浪や河川流による作用を受けているため、河口閉塞などの地形変化を起こす。また、河口で生じている現象は河川によって河川規模と水理量が異なるため河川ごとに特殊性が強い。過去の河口砂州変動の報告事例では定期的な現地観測による解析は多いが個々の出水の現地観測による解析例は少ない。本研究では、静岡県静岡土木事務所と国土交通省清水港湾工事事務所による河川流量と波浪資料と、現地調査から出水時の興津川河口における砂州の変動特性について検討した。また、同場所においてバルーンとカイトを用い、低コストで簡易的に行うことのできる空中写真測量を試みた。

2. 興津川の概要

興津川は、水源を清水市の山梨県境の田代峠に発し、駿河湾に注ぐの二級河川である。河口付近の河床勾配 1/250、流域面積は 120km²、幹川流路延長は約 22km である。河口周辺域を図-1 に示す。河口砂州の特徴は、左岸より砂州が伸長する。また、出水の度に砂州フラッシュが確認され、出水の規模に応じて様々な地形変化を生じるが、特に左岸砂州の変化が著しい。

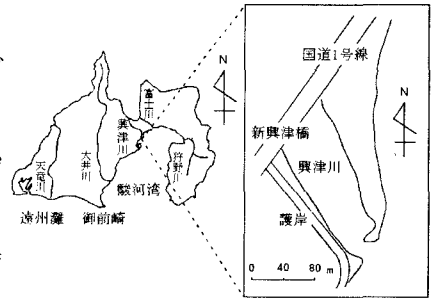


図-1 興津川河口位置

3. 現地調査

現地実測は 2000 年 10 月から 12 月まで出水を目安に光波測距儀を用い、干潮時に河口砂州を対象に汀線測量、断面測量を行った。図-2 は実施日の汀線形状と各測量実施日の期間中の日平均最高流量(Q)(和田島水位観測所、河口より 12.3km)、波浪エネルギーフラックス(E)の総作用量を示し、また河口砂州断面を調べるための測線が示してある。測線No.1、No.2 の砂州の断面を図-3 に示す。

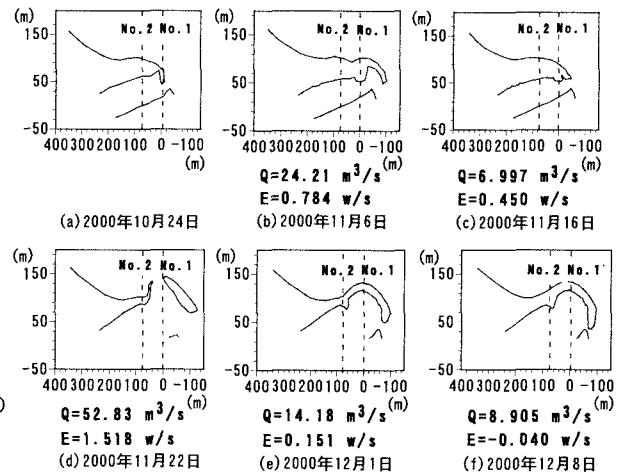


図-2 河口砂州の経時変化

4. 砂州高さをを用いた検討

平衡河口砂州高さの推定式を提案した田中ら(1997)の式を用い、算定値と実測値の比較から解析を行う。

田中ら(1997)は collapseing 型バームを形成する平衡砂州高さ(H_R)を次の(1)式とした。

$$H_R/H_0 = 0.303(H_0/L_0)^{-13/20} (\sqrt{gH_0}/w_0)^{-1/2} F(D_*) \dots \dots \dots (1)$$

ここで、 H_0 :沖波波高、 L_0 :沖波波長、 g :重力加速度、 w_0 :底質の沈降速度、 $F(D_*)$:沈降速度である。

興津川河口砂州は、surging 型バームを形成するため式(1)と同様な展開を行うことにより式(2)を得る。

$$H_R/H_0 = 0.178(H_0/L_0)^{-13/20} (\sqrt{gH_0}/w_0)^{-1/2} F(D_*) \dots \dots \dots (2)$$

5. 結果と考察

底質粒径は 10 月 24 日と 11 月 6 日砂州先端域の各中央粒径の中央値 10.25mm を用い、実測値は図-2 の測線No.1、No.2 を用い比較した。(2)式の算定値と実測値の比較を図-4 に示す。算定値と実測値は平

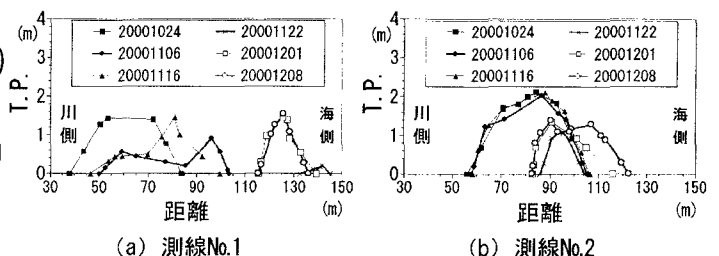


図-3 砂州断面の形状変化

衡状態と考えられる 10 月 24 日、11 月 16 日、12 月 1 日、8 日において一致することはなかった。しかし、両者の増減傾向が似ているため、沖波波形勾配と平衡砂州高さの関係を図-5 に表した。その結果、算定値と実測値はほぼ等しい勾配を示すため、興津川の平衡河口砂州高さを求めるに図-5 を用いるべきと考えられる。

以上より興津川河口の砂州地形は、流量 $20\text{m}^3/\text{s}$ 規模の出水の場合には形状を変えずに砂州を海側に伸長させる。流量 $50\text{m}^3/\text{s}$ 規模の出水の場合には砂州先端域を海側に押出し河口幅を広げ形状を大きく変化させる。また、流量 $8.30\text{m}^3/\text{s}$ 前後までの平水状態で、波浪エネルギーフラックス量(図-6) が $2.00 \times 10^{-2}\text{w/s}$ で西向きに作用する場合は砂州を川側に後退させ、東向きに $4.00 \times 10^{-2}\text{w/s}$ 前後で作用する場合は砂州高を伸ばしながら河口閉塞を起こすことが分かった。

6. バルーンを用いた簡易的空中写真測量

現在、測量において空中写真の撮影方法として、航空機からの撮影、ラジコンヘリにカメラを積載して撮影する方法があるが、両者共に高コストであり、1 枚の空中写真を撮るために長い準備期間や多くの手間を必要とする。そこで、本研究にて低コストかつ簡易的な空中写真測量として、バルーンとカイトを接続し、デジタルカメラを積載して上空からの撮影方法を検討し、興津川河口で実施した。

構成器材は、バルーンに注入するヘリウムガス、上空から撮影した写真を相対的な重ね合せを行うための対標旗以外は図-7 の通りである。

また、上空の構成器材の総重量が約 4.76N に対しヘウムガスの浮力が約 9.8N である。この重量と浮力の差、約 5.13N によりカメラステーションを上空に揚げる事ができる。なお、写真-1 は 2000 年 1 月 30 日の興津川河口砂州である。

7. おわりに

(1) 興津川河口砂州は出水の度に形状を変化させるが外力条件により様々な変化が生じることが明らかとなり、さらに図-5 を用いることにより、計画高水位の出発水位を求める一助となるべく平衡砂州高さを求めることを可能とした。

(2) バルーンを用いた簡易的空中写真測量は試作品を作る過程であったが、希望通りの成果を出すことができた。今後の課題は、強風時におけるカメラステーションの保護及び撮影を可能とすること。撮影したい範囲を上空からリアルタイムに確認を可能とすること。上空のカメラステーションを希望撮影範囲へ移動操作を可能とすること。以上の点を改良する必要がある。

参考文献

和田尚大・田中仁 (1997): 河口砂州の現地調査と平衡高さ算定式の提案, 海岸工学講演会論文集, 第 44 巻, pp.596-600.

Okazaki, S. and T. Sunamura (1994): Quantitative predictions for the position and height of berms, Geographical Review of Japan Vol.67 (Ser.B), No.2, pp.101-116.

小泉俊雄・村井俊治・小池俊雄・真鍋弘道 (1986): カイト気球を用いた空中写真撮影システムとその応用, 写真測量とリモートセンシング, 第 25 巻, 第 3 号, pp.12-23.

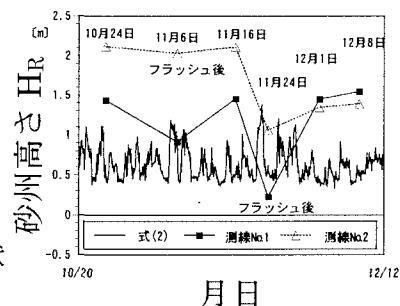


図-4 砂州高さの変化

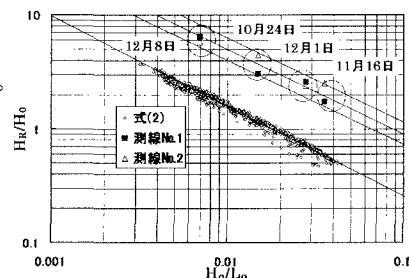


図-5 沖波波形勾配と平衡砂州高さ

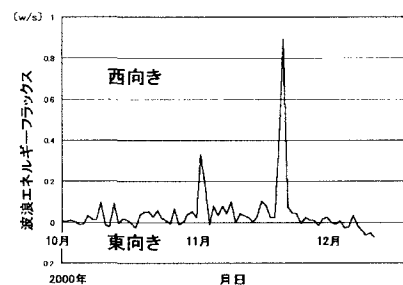


図-6 波浪エネルギーフラックス

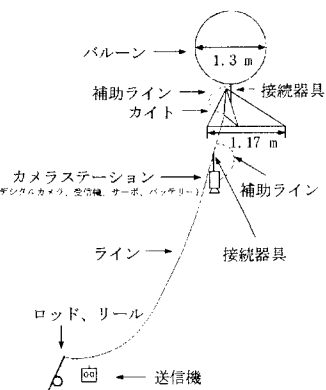


図-7 空中写真測量構成図

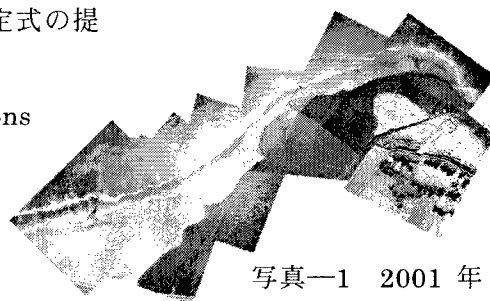


写真-1 2001 年 1 月 30 日における興津川河口砂州空中写真