

地上ステレオ・カメラによる碎波帯内の波の観測

服部 昌太郎*・佐藤 敏夫**

1. はじめに

海浜変形の予測手法の開発などに関連して、底質移動が非常に活発である碎波帯内外の、波や流れなどの挙動を解明するため、現地観測が頻繁に行われている。これにともない、種々の観測方法が開発されている。

本報は、現地観測の一方法として地上ステレオ・カメラを用い、茨城県阿字ヶ浦海岸で行った碎波帯内の波の現地観測結果とともに、本観測法の問題点について報告するものである。

碎波帯内の波特性の観測方法としては、(1) 気球やヘリコプターに搭載したカメラにより、海面やトレーサーを連続撮影する方法^{1),2)}、(2) 海浜上に設置したポール・プレーなどを利用し、海面変動をメモーション・カメラで撮影する方法^{3),4)} などが現在利用されている。しかし、碎波帯の中に計測機器を設置して現地観測を行うには数多くの困難がともなうため、観測用ピアなどの施設が必要となる。

地上ステレオ・カメラによる観測方法は、観測時の気象・海象条件に左右され難い。また、碎波帯内外の波の波峯位置、波高および碎波状況の平面的把握、着目した波の進行過程での変形の追跡などができる、他の観測方法には見られない特徴がある。

2. 地上ステレオ・カメラ⁵⁾

本観測に使用した地上ステレオ・カメラ系は、写真—1 に示すように、カメラ本体にレベルが固定された 2 台のカメラから成っている。カメラの諸性能は、表—1 に示される。カメラ間のシャッターの同時性は水晶発振器によって確保され、またフィルムの平面度は、



写真—1 地上ステレオ・カメラ

表—1 地上ステレオ・カメラの諸性能

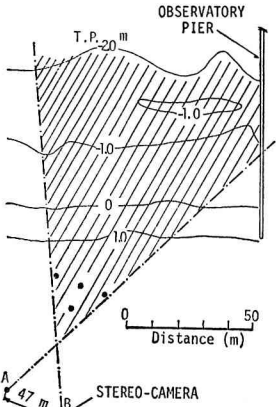
レ ン ズ	タムロン製 JC-80 S, f: 149.7 mm
シ ャ ッ タ ー	レンズシャッター, F: 1/2~1/500
画 面 寸 法	145 mm×102 mm
画 角	水平: 51°34', 垂直: 37°34'
連 続 撮 影 時 間 々 隔	3, 4, 5, 6, 8, 10 sec
最 大 基 線 長	200 m

真空ポンプを使用してフィルムを圧着面に吸着する方式で確保される。

3. 現地観測とデータ解析

現地観測は、建設省土木研究所の漂砂観測用棧橋がある茨城県阿字ヶ浦海岸で、昭和 53 年 12 月 14・15 日に実施した。ステレオ・カ

メラは 図—1 に示されるように、棧橋北側の砂丘上 A・B の 2 ヶ地点に、基線距離 47 m で設置した。図中の斜線部は、立体視しうる撮影範囲を示したもので、ステレオ・カメラの設置地点の選定に当っては、次の事柄を考慮した。すなわち、(1) 汀線付近の波まで測定しうること。(2) 波峯背後の水面も撮影可能となること。(3) 図化時の水平・



図—1 地上ステレオ・カメラの設置地点 (A, B: ステレオ・カメラ)

鉛直距離基準点として、陸上部の標識 (4 ヶ) と観測用棧橋が画面に入ることなどである。

表—2 は、観測時の目視観測による海象条件で、これより撮影時間々隔を 3 sec に設定した (連続撮影コマ数 30 コマ、観測時間 90 sec)。

撮影フィルムを現像後、一級図化機によって波峯線位置と波峯と波底の標高 (T.P.) の読み取りとともに、碎波状況の判別を行った。図—2 (a)~(c) は連続観測の図化例である。図中の実線部は碎波、破線部は非碎波の波

* 正会員 工博 中央大学教授 理工学部土木工学科
** 正会員 中央大学講師 理工学部土木工学科

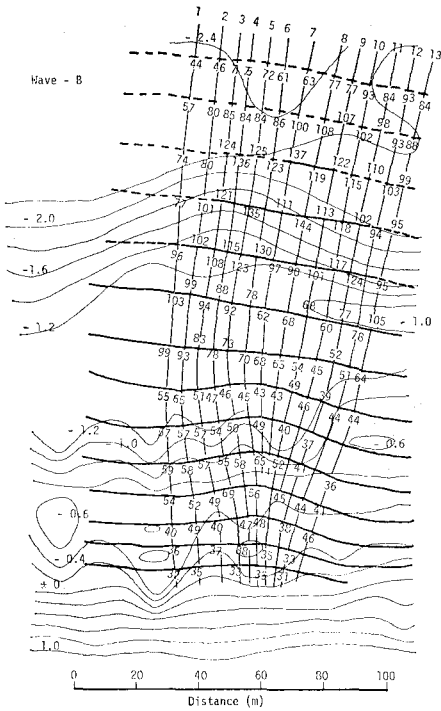


図-3 着目波の波峰線位置の時間変化と推定波向線 (図-2 中のB波, 波峰線に付された数字は波峰標高 T.P. (cm))

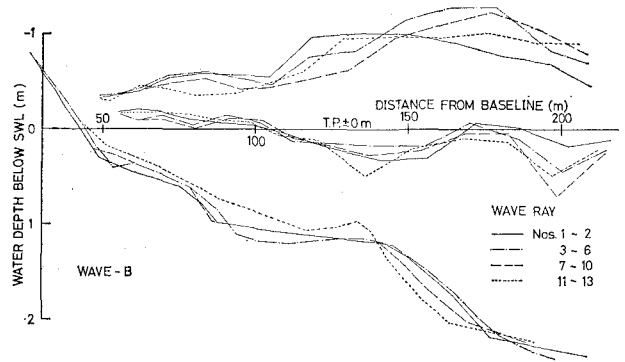


図-5 波峰・波谷の変化 (図-3 の場合)

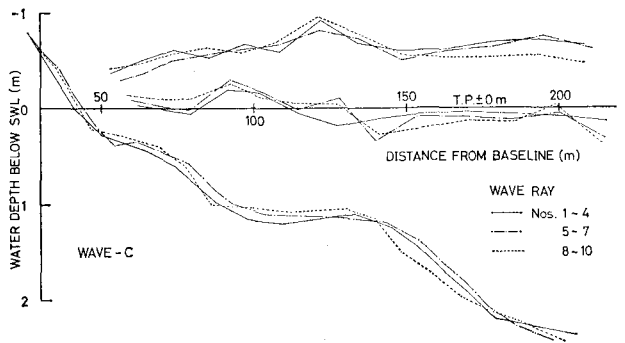


図-6 波峰・波谷の変化 (図-4 の場合)

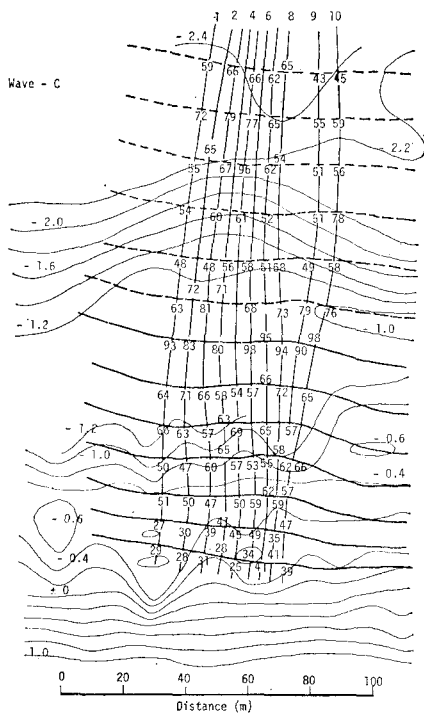


図-4 着目波の波峰線位置の時間変化と推定波向線 (波峰線に付された数値は波峰標高 T.P. (cm))

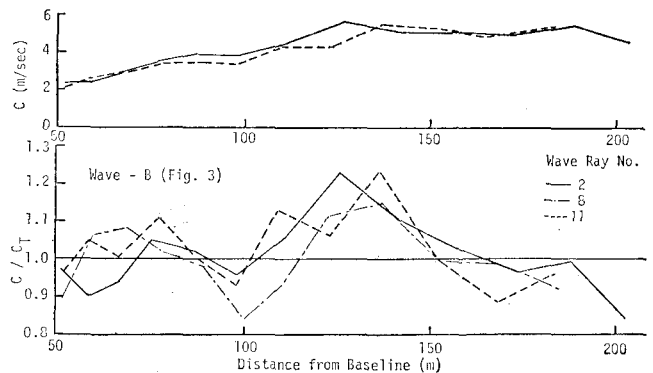


図-7 波速と波高の変化 (図-3 の場合)

と碎波後の波高変化を考慮して行った。波峰の場所的変化は碎波前後とも、碎波帯内外の波高変化の様子を良くとらえている。すなわち、碎波点で波峰は最高となり、碎波によって波峰位置は低下している。しかし、図中の海浜縦断との対比によって、水深が砂州岸側で若干増大する場所では、再生波の形成によって波峰が一定または若干増大することが認められる。波峰の読み取りに比べて波底の読み取りには、相当程度の誤差が認められる。すなわち、碎波前の波底位置が極端に高まっている。同様な誤差が碎波後にも認められるが、この原因として

(1) 先行波の波峰によって波底部が遮へいされていること、(2) 海底部の海面が非常に平坦であるため、最低位置が正確に読み取られ難いことがあげられる。しかし、水深 1 m 以浅での波底位置は、比較的良好に読み取られて、波高は水深によってほぼ支配されていることが判かる。

観測時の平均水位は T.P. ± 0 m であるが、図-5 と 6 の波峰と波底の相対位置関係より、wave set-up によると考えられる 15 cm 程度の水位上昇が、汀線付近で認められる。しかし、ボール・アレーによる観測法と異なり、時間波形より平均水位の上昇を観測結果より推定することが出来ない。

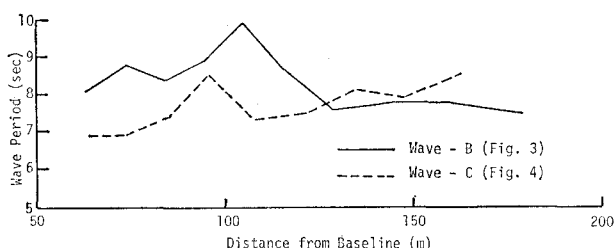


図-8 推定周期の変化 (図-3 の場合)

図-7 は図-3 より計算される波速と孤立波理論による計算値との比、 C/C_T の場所的变化を示したものである (図中の波向線 2, 8, 11)。堀田ら⁷⁾がすでに指摘しているように、本観測結果でも碎波帯内の波速は、孤立波理論のそれと良好な一致を示している (海底地形測量精度を勘案すれば)。しかし、碎波時と碎波後の波形変形が顕著な所では、波形の変形速度が波峰線の変位に含まれているため、 C/C_T の値が局所的に増大している。

本観測法によると、入射波の周期と波長を観測結果より直接求めることが出来ない。そこで、着目波の波長として、着目波とその前後の波峰線間の平均距離を考え⁸⁾、観測結果よりえられる波速を用いて、入射波の周期を推定することを試みた。図-8 は、このような推定法によってえられた入射波周期の、場所的变化を示したものである。碎波点沖側では、入射波周期はほぼ一定であるが、碎波帯内では周期が若干変化している。前述のような周期の推定法が成立つ条件としては、着目波の先行・後続両波の周期と波高が、着目波のそれと同程度であること

があげられる。碎波帯で波の周期が変化する理由としては、碎波による短周期波の発生と波高分散効果による、着目波の先行・後続波の波速が変動することが考えられる。

6. 結 論

地上ステレオ・カメラによる碎波帯内の波の観測は、すでに井島ら⁸⁾が新潟海岸で行っている。井島らも指摘しているように、碎波帯内の波の観測方法として、地上ステレオ・カメラによる方法は非常に有効なものと云える。しかし、観測結果の図化作業のはんざつなことで、非碎波波峰や波底部のような平滑な海面の立体視化の困難さ、波峰による海谷部の遮へい、撮影画面の狭いこと、そして図化技術者の熟練度の不足と云った、本観測法自体とそれに関連する種々の問題点がある。

また、観測結果の整理に際しての問題点としては、(1) 平均水位をどの様に決定するか、(2) 本報のように個々の着目波を追跡する場合、波の波長と周期をどの様に決定するか、(3) 図化精度に比較して、海浜地形測量の確実性の欠除、などの解決すべき事項がある。

本研究にあたり、阿字ヶ浦海岸の観測用棧橋の使用などの便宜をお計りいただいた、建設省土木研究所海岸研究室の方々に、心より感謝致します。

引用文献

- 1) 堀川清司：沿岸付近の流れ，土木学会夏期水工研修会，72-B-6，1972.
- 2) 田中則男・加藤一正：大洗海岸における海浜流，碎波帯内の波の観測，第 25 回海講論文集，pp. 232-236，1978.
- 3) 堀田新太郎・水口 優：碎波後の波についての現地観測，第 25 回海講論文集，pp. 151-154，1978.
- 4) Weishar, L. L. & R. J. Byrne: Field study of breaking wave characteristics, Summaries of 16th ICCE, Paper No. 22, 1978.
- 5) 春日屋伸昌・佐藤敏夫：流体測定用ステレオカメラを用いた流体測定に関する実験的研究，中央大学 90 周年記念論文集，pp. 122-128，1975.
- 6) 富永政英：海洋波動——基礎理論と観測成果——，共立出版，第 9 章 37，pp. 396-399，1976.
- 7) 堀田ら：文献 3) と同じ。
- 8) 井島武士・高橋智晴・中村憲一：実体写真観測による碎波帯の波の性質について，第 3 回海講々演集，pp. 99-116，1956.