

レーダーを用いた波浪観測資料の解析方法について

九州大学工学部 正員 井島武士
九州大学工学部 正員 松尾隆彦
九州大学工学部 学生員 石川敏雄
九州大学工学部 学生員 永山勝英

1. まえがき

海岸保全または港湾建設において波の諸元を把握することは極めて重要であり、波高とともに波向は港湾構造物、特に防波堤などの法線の決定や漂砂現象の解明などに於いて、主要な要素となるものである。

しかるに、従来波向の観測法としては、実用的にはトランシットによるものしかなく、観測回数や精度の面などで、必ずしも十分な成果が得られていなかった。運輸省では金沢港及び秋田港において防波堤法線の検討を目的としたミリ波レーダーによる新しい波向観測を39年12月末より実施している。

その観測資料の解析方法とその結果の一部について述べる。ここでは運輸省の協力により、レーダー写真による波向の分布を統計的に求める方法として、光の廻折を応用した装置を用い、一年間の観測結果を整理したので、その概要を報告するものである。

2. 廻折法の原理

図-1はレーダー写真を模写したもので O はレーダー位置を示す。

この図に於ける矩形の模様は、波のクレスト部分で、写真では、この部分が白く残り、光を透過して、廻折格子の役割をする。

この像を、単一波長の平行光線の中に置くと、クレスト部分を透過した光は、廻折をし、また相互に干渉し合つて、図-2のような廻折像を得る。この廻折像に於いては、レーダー写真のクレストの配列方向、すなわち波峰線に、直角の方向に像が現われる。

図-1では $O-M$ の方向に、主要な波が現われており、 $O-N$ 方向には、別の二次的な波がある。

従つて図-2の廻折像では、 $O-M'$ と $O-N'$ の両方向に、廻折像が現われることになる。

しかし、廻折像の濃度は、クレスト部の総面積に比例するので、像の濃度によつて、第一次波、第二次波と分類することができ。

したがつて、この第一次波により、波の主方向を

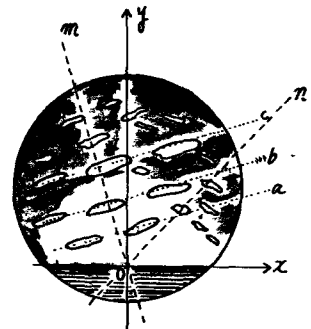


図 - 1

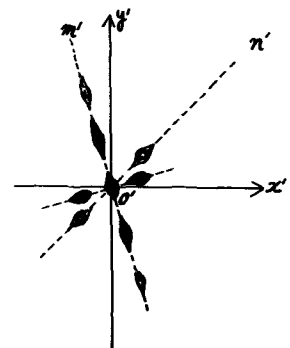


図 - 2

知ることができるわけである。図-2に於ける廻折像の次数は、クリスト間隔と窓の幅にもよる。

しかし、図-1のようにクリスト部の物が、矩形に近い場合は、 a, b, c の相互干渉作用により、 m 方向のみが現われ、回折像は無いが、円形に近づくにつれ、 a, b, c に平行及び斜方向の干渉作用も、同時に現われ、 m と異なる像が現われる。この場合は、波の方向と考えるべきではない。

3. 装置

図-3のように、左側に、ナトリウム
の単色光を光源として置き、この光源
と、右側の観測点と、写像系の共軸系
となるようレンズの配置をし、廻折像
が、観測点上に結ばれるようにする。

この場合、スリットとして、レー
ダ写真をガラス乾板に焼き付けたものを
使用する。

左側より、入射した単色光は、スリ
ットを通過し、レンズによって右端の観測点上の、カメラのフィルム面上に、像を結ぶことになる。

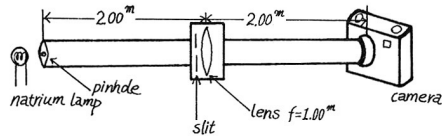


図-3

4. 観測例

写真は、レーダによる波の映像の一例、およびそれに対応する沖波、岸波の、廻折像を示すものである。

レーダ写真は、毎日、午前十時及び午後四時、2回の定常観測を行ったもので、各回の測定時間を25分とし、この間、5分間隔に3枚ずつ、計、15枚撮影している。

この写真の廻折像と
基準方位線とのなす
角度 α を求めて、波
向とする。

写真に於ける基準方
位線は、金沢港の、レー
ダ設置点の海岸線に
、垂直である。

解析の際に、岸波と
沖波に介したのは、岸
波は海岸構造物の設置
範囲であり、沖波は、
海岸線近くの影響を無
視した場合の波向を、

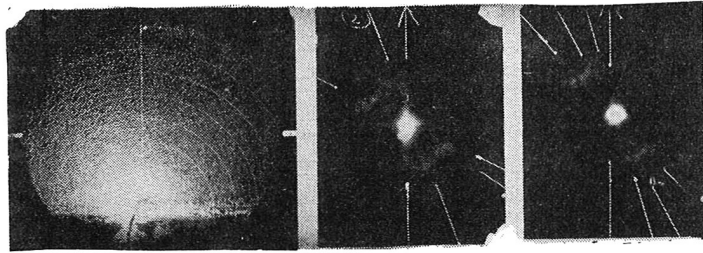


写真-1

写真-2
(沖波)

写真-3
(岸波)

期日：昭和39年2月30日午後

廻折像写真

風向：WSW

風速：8.0メートル

波高：0.63メートル

周期：6.9秒

調べるためである。

ここに、岸波はレンジ1.5の場合、砕波帯より沖千メートル迄、レンジ2.5の時は、千メートルと二千メートルの間、同様に沖波ではレンジ1.5の場合は千メートルより沖、レンジ2.5の時は、二千メートルより沖の範囲の波を対象にしたものである。

映像記録は、午前と午後各15枚の中から、代表的な5枚を抽出し、計10枚について方向解析を行った。

写真-1は、昭和39年12月30日午後のもので

写真-2,3は岸波・沖波の像である。

これより、波の主流向は、Nに近しやや北98°84°ということがわかる。同様に、写真-4,5,6は40年2月26日午前のもので、沖波が23°、岸波が30°。さうに写真-7,8,9は、同26日午後のもので、沖波16°、岸波29°である。なお基準方位線は北面を示す。

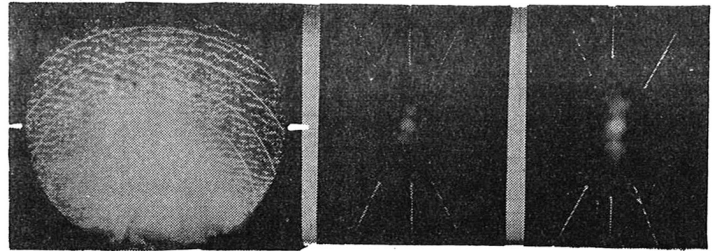


写真-4

写真-5
(沖波)

写真-6
(岸波)

期日：昭和40年2月26日午後

廻折像写真

風向：NNW

風速：10.7メートル

波高：2.52メートル

周期：9.3 sec

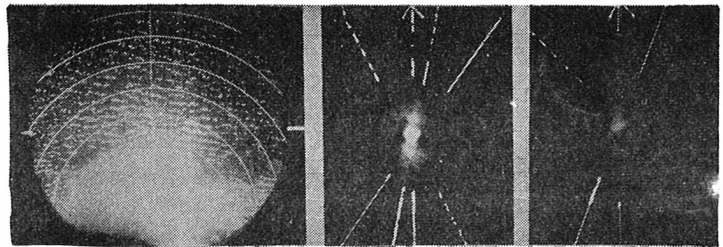


写真-7

写真-8
(沖波)

写真-9
(岸波)

廻折像写真

期日：昭和40年2月26日午後

風向：W

風速：2.6メートル

波高：2.10メートル

周期：9.3 sec

5. 測定値

前記の観測による測定値は、図4に示すとうりである。これはレーダー映像写真の廻折像による波向を年間集計し、季節別、かつ方向別にその頻度を図表化したものである。ヒストグラム中黒く塗りつぶした部分は、前に述べた第一次波、斜線の部分は第二次波、白い部分は第三次波の頻度回数を表わしている。この図によると冬季を除いては大体NW~Nの範囲の波向が多く、冬季には、W~NWの波

向が多い傾向にある。

このことは従来一般に想像されていたこの海岸における波の卓越方向(面割)とは反対の事実を示す事になる。

この解析方法はレーダー映像に現われる波のクレストの方向分布のみを、波の大きさを考慮することなく示したものである。

従ってこの結果が必ずしも金沢海岸の、自然条件を支配すべき分布を示しているか、否かについては、別に考慮する必要がある。

6. おそび

今後、この点に着目して、廻折像の濃度分布から、第一次波、第二次波などの相対的な出現確率を求め、並行して波浪観測を行い、実際の海面に於ける波のエネルギー分布との関係から、各方向よりの波のエネルギー分布を推定することが必要であり、その方法について現在研究の段階にある。

最後に、このレーダー写真解析にあたり、レーダー写真を提供していただいた、運輸省第一港湾建設局、新潟調査設計事務所の御厚意に感謝する次第である。

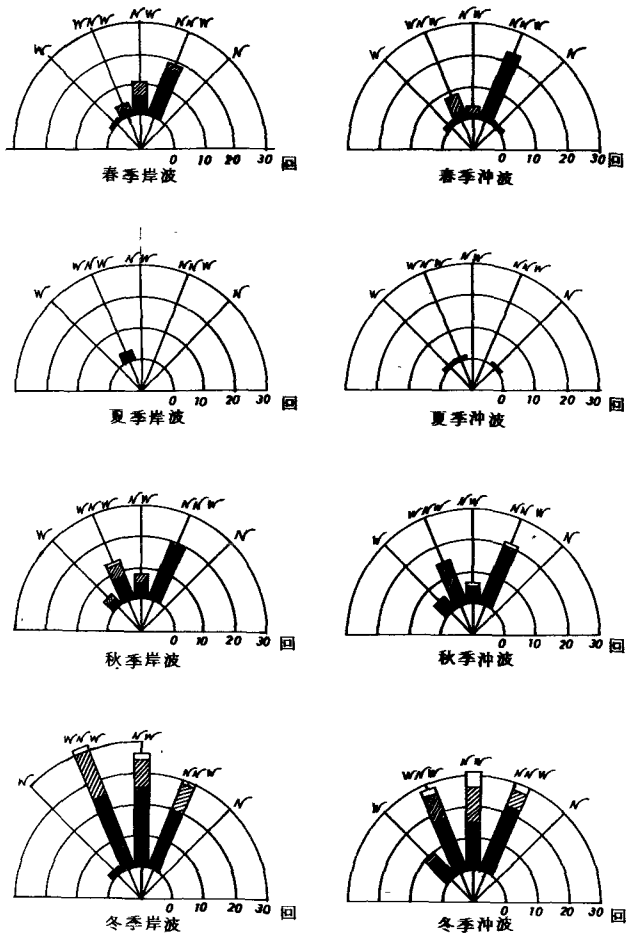


図 - 4