

羽幌港付近の波浪について

水工研究室 技 官 鴻 上 雄 三
技術補助員 高 橋 敏 夫
" 星 藤 男

I. ま え が き

当研究室では昭和26年以来羽幌港の漂砂調査を行ない、堆砂機構の把握に努めるとともに、計画島堤付近に來襲する波浪の観測および測候所の測風資料から波浪の追算を行ない、その特性を明らかにし、一方模型実験を行なつて島堤の遮蔽効果を検討し、合理的な修築計画を得ようと試みてきた¹⁾。

この結果、昭和30年度までの観測資料を基礎にして、開発局港湾部・留萌開発建設部・土木試験所3者協議の上、同港島堤の法線・設計波高および断面を決定することができ、昭和32年度施工の運びとなつた。

この報告は、その後昭和31年度に実施した波浪観測の結果を、われわれが行なつている推定方法による結果と比較し、また昭和30、31両年度にわたつて観測した波浪の諸元から、同港の波浪特性を検討し、この面から上記島堤の法線および設計波高について検討を加えたものである。

II. 観測値と推定値との比較

日本海等比較的狭い海湾における波の発達過程にあつては、波向の風向に対する追隨性が大きく現われる。われわれはこの点に着目して波の方向変換係数を求め、Sverdrup-Munkの波浪予報理論に導入して追算を行ない、連続的な波浪の実測値と推定値との関連を説明することができるようになつた²⁾。

この方法によれば、昭和30年度の結果では観測波と推定波との間には、風の吹き始め、すなわち、波の発生し始めた頃および減衰過程を除き、風が最も強く吹いているとき、すなわち、波の充分発達した頃には、比較的近似度が良好になつていることが認められた。

そこで、今回も同様な方法によつて、昭和31年11月から32年2月まで実測した結果と、羽幌測候所の測風資料から推定した波浪とを対照させ比較してみた(表-1参照)。なお、観測点の位置は図-1に示す沖・岸の2点である。沖は距岸1,080m・水深11.5mで昨年度とはほぼ同位置であるが、岸は距岸460m・水深6.0mで昨年より約100m岸寄りの計画島堤前面30mの位置となつている。

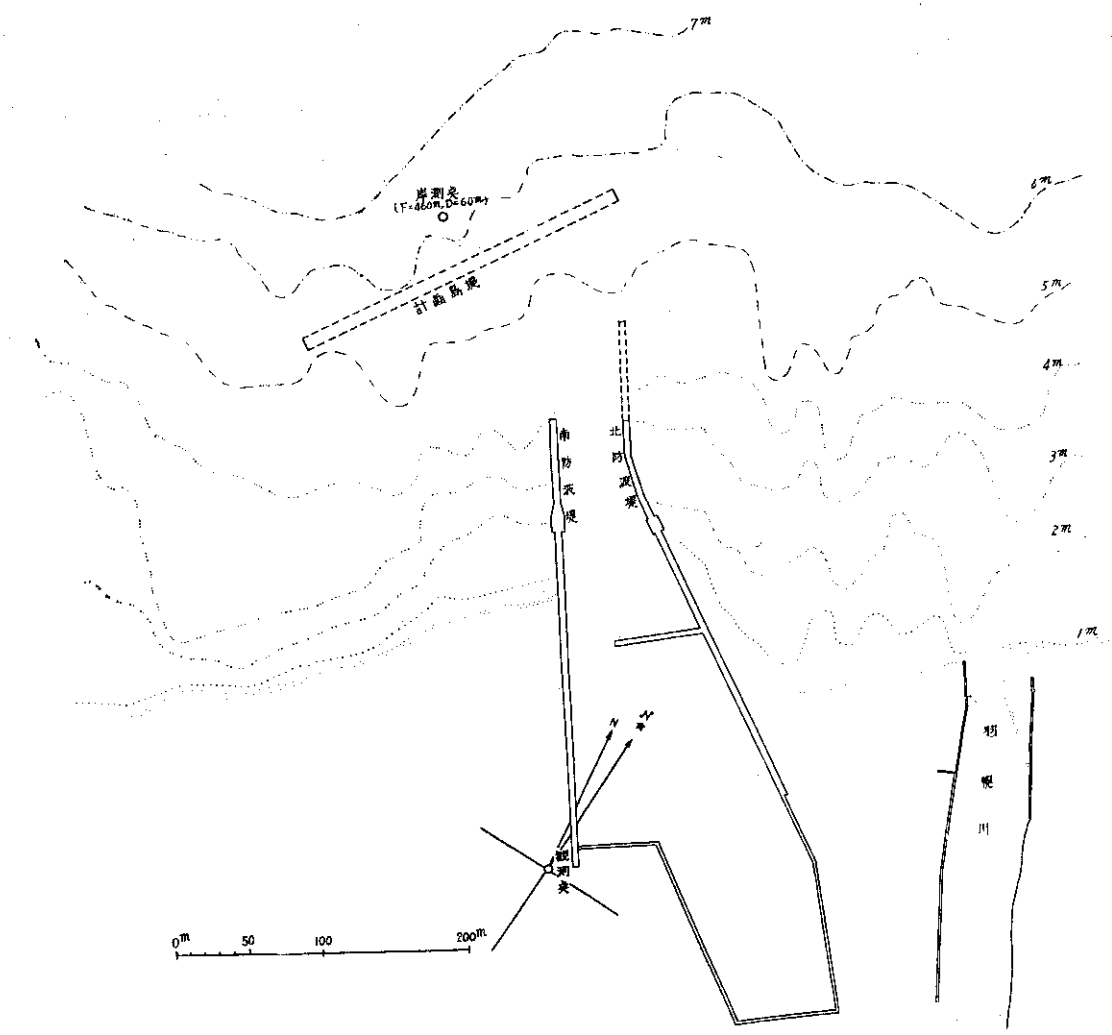
表-1では、推定波高1m未満を波の発生し始めた頃および減衰過程と考へて除外し、推定波高を100としたときの観測波の割合を示し、月別にそれぞれ平均値を求めてある。これによると両者の差は9~27%となつているようであるが、沖波の観測値が少ないので(浮標の流失による欠測のため)この結果だけで近似度を云々することはできない。

III. 波浪特性について

海の波は数多くの異なつた周期・波高の波が合成されたもので波形は決して同一でない。われわれは、波の高さの平均の仕方によつて、有意波・平均波・1/10波高波等と定義して波を取扱つている。米国における観測によると波のスペクトルは次のように示されている。^{3), 4)}

$$(\text{平均波高} : H_{\text{mean}}) / (\text{有意波高} : H_{1/3}) \cdots \cdots 0.64 \sim 0.67$$

○
浮測架
(F=1080m, D=11.5m)



图—1 羽幌港平面图

(1/10 波高: $H_{1/10}$) / (有意波高) 1.27 ~ 1.30

(最大波高: H_{max}) / (有意波高) 1.85 ~ 1.91

しかし、この値は大洋に面したうねりを対象としたもので、比較的狭い海湾について検討したものは少ないようである。

また、この値は記録に現われる波形の読み取り方によっても異なつてくると考えられる。そこで波形の読み取り方について調べれば、次のような方法がある⁵⁾。

- 1) 一つの周期に対して一つの振幅を対応させる方法
- 2) 一つの周期に対して二つの振幅が対応するため、その平均値を振幅とする方法
- 3) 比較的振幅が大きく、ある数まとまつて出現する支配的な波形だけを取り、その平均値で波高・周期を求める方法
- 4) 波形をその零線を基準として区切り、波形が零線を上に向かつて切る点の間隔を周期とし、その間の最大点と最小点の差を振幅とする方法

以上の方法のうち 3) までについては整理者の主観を伴ないやすいが、4) は多数の記録を機械的に整理するには最も普遍的な結果が得られる。われわれは、この方法を用いて、昭和 30, 31 年度の観測結果より波のスペクトルを求め 図-2, 3 を得た。これによると波のスペクトルは上記の値のように一様に分布しているのではなく、有意波の高さに従つて次第に分布の幅が狭くなり、上限値はそれぞれ下降曲線となつている。そして兩年とも有意波高 3.5 m 付近では $H_{max}/H_{1/3}$ は 1.85, $H_{1/10}/H_{1/3}$ は 1.20 の値をとつている。

次に沖波の方向別に有意波高を分類すると 図-4 を得る。これによると有意波高 3 m を越える高波の方向は N 60° ~ 100° W (磁方位) にあることがわかる。観測波向の頻度もこの間に集中しているので、同港に來襲する高波の主波向はこの間にあると推測される。

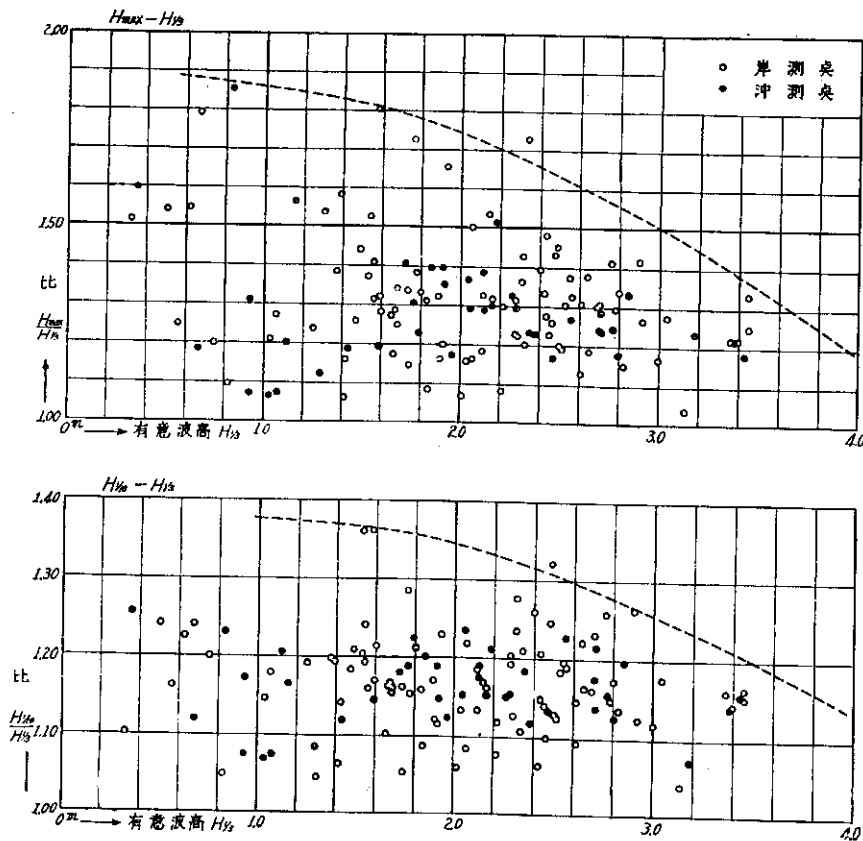


図-2 波のスペクトル (昭和 30 年度観測)

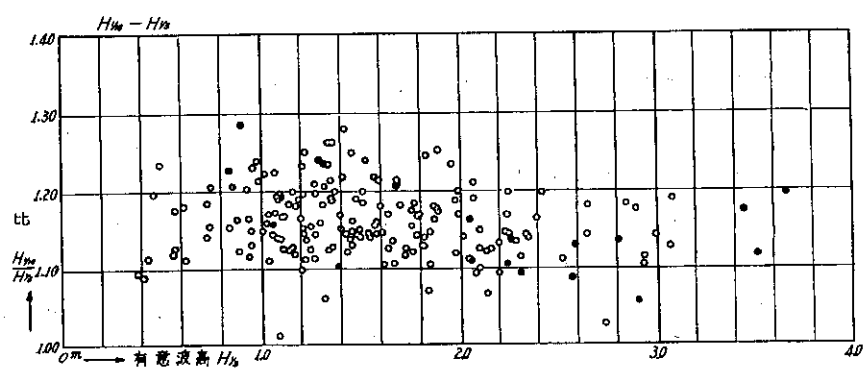
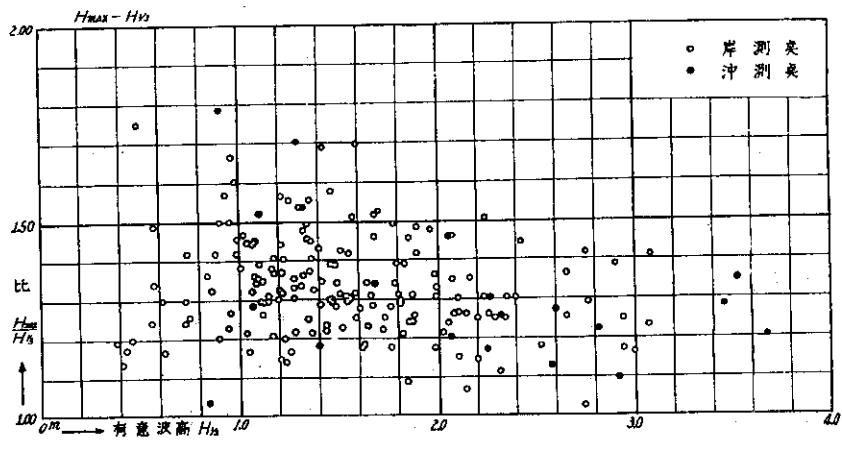


図-3 波のスペクトル (昭和31年度観測)

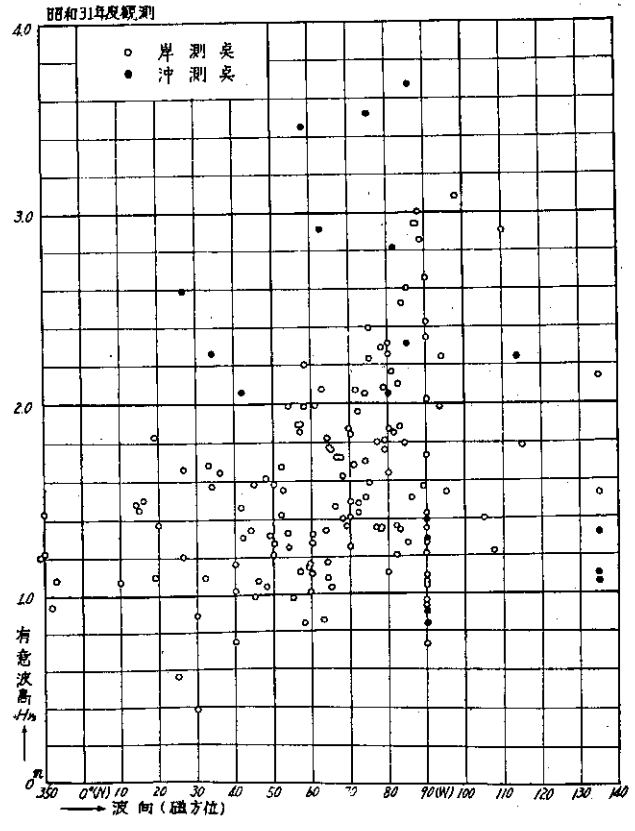
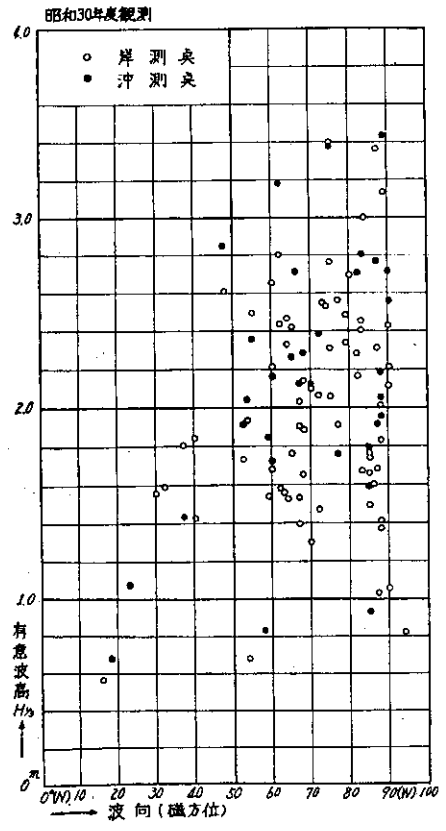


図-4 有意波高と波向との関係

IV. 島堤法線および設計波高の検討

1. 島堤法線および設計波高決定の経過

羽幌港計画島堤の法線方向・設計波高等については昭和31年9月に、それまでに得られた各種資料を基にして、概略次のように決められた。

(1) 法線について

羽幌測候所の過去30年間の測風記録から、港口に向かう主要な風向としてN28°WからWまでを選び、この方向からの波を遮断することとし、法線は強風の最も卓越する方向に直角方向N30°Eとした。

また現在の北防波堤は漂砂対策上将来70m程度延長させる必要があるので、港口幅員を80mもたせることとし、島堤北端の位置は北防波堤の延長線上現在の堤頭部から155m、水深6mの地点とした。

(2) 設計波高について

昭和30年度観測結果によれば、島堤付近に来襲する最大波高は4.5mで、これは年一回程度の頻度をもつものと予想され、また、最大波高と1/10波高との比は1.15であることがわかった。設計波高としては1/10波高の波を対象とすることとし、水深6mの地点における潮差、風の吹寄せによる水面上昇を0.5mと決め、6.5m水深における可能最大波高はMunk-Taylorの値1.28を用いて、 $6.5/1.28=5.1$ mを求めた。さらにこの波の1/10波高 $5.1/1.15=4.5$ mを求め、この値を設計波高として採用した。

2. 波浪特性からみた上記経過に対する検討

上記決定について参照された波浪観測値は昭和30年度だけのものであるため、その後得られた波浪特性からこれらについて検討を加えてみると次のとおりである。

(1) 法線について

図-4から得られる高波の方向N60°~100°W(磁方位)は沖波の方向である。これが島堤付近の浅海ではどのように変化するか屈折図によって調べ⁶⁾てみると次のようになる。

沖波の方向	N 45° W	N 67.5° W	N 90° W	N 112.5° W
岸波の方向	N 41° W	N 52° W	N 58° W	N 90° W
屈折角	4°	15.5°	32°	22.5°

次に観測方位を真方位に換算すると偏差は約9°Wであるから、高波の方向はN70°~110°Wとなり、この方向の沖波は15°~30°北寄りに屈折しながら島堤付近に達することがわかる。

したがって、島堤付近に来襲する高波の方向はN55°~87°Wとなる。また観測された最大有意波の方向は図-4からN94°Wであり、屈折角を考慮するとほぼN60°Wの方向となる。このことより前記法線方向の決定は妥当であると考えられる。

(2) 設計波高について

設計波高の決定は一般に次のようにして行なわれる。すなわち、過去の実測値を統計的に処理して求めるか、あるいは測風記録に推算法を適用して求めるのである。しかし後者の場合、得られた値が防波堤の前面水深に対する理論最大波高より大きければ、その付近ではそれ以上の波が起り得ないから、設計波高としては理論最大波高を採用する。

建設省佐藤・岸技官は砕波限界における波の尖鋭度 $2A/\lambda$ と浅水度 H/λ との関係を運動量の計算から求め⁷⁾、(図-5参照)、理論最大波高を与えている($2A$:波高、 λ :波長、 H :水深)。

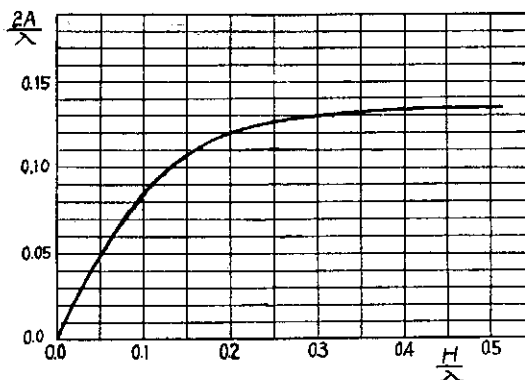


図-5 波の尖鋭度と浅水度との関係

今、計画島堤前面の水深を 6.5 m とし、この場所で碎波するとして最大波高を計算すると、浅水波の式 $\lambda = gT^2/2\pi \tan h 2\pi H/\lambda$ (λ : 波長, T : 周期, H : 水深, g : 重力の加速度) に $T=6, 7, 8$ sec, $H=6.5$ m を与えれば λ は繰返し計算によりそれぞれ 42.05, 50.75, 59.35 m と求められる。したがって H/λ がわかり、図-5 より $2A/\lambda$ を求め $2A$ を計算するとそれぞれ 4.54, 4.97, 5.34 m と求められる。

しかし、この値は水深 6.5 m で破波するという条件によるものであるが、実際には碎波点はもう少し岸寄りの浅い所にあることが観測されるので、最大波高はこれより小さくなると考えられる。

また測風資料による推算の結果では、推定値が予想を上回る大きな値となつているので適用することはできない⁹⁾。

次に波浪の実測値は長期間のものはないが、われわれの観測した 2 年間の結果によれば、有意波高の最大は昭和 31 年 11 月 27 日 16 時の 3.67 m で、このときの最大波高 4.42 m との比は 1.21 であり、また最大波高は昭和 30 年 12 月 16 日 19 時の 4.60 m で、このときの有意波高 3.45 m との比は 1.34 であつた。それで図-2 に示すような曲線で $H_{\max} - H_{1/3}$ の関係を表わせれば、設計波高を見積るには十分であろう。

したがって、設計波高としては上記の結果を考慮して 4.5 m ~ 4.8 m を採用すれば十分と考えられ、前項で決定した 4.5 m の値は妥当なものと云い得る。

以上羽幌港の波浪観測結果から波浪特性についてまとめてみた。

最後にこの調査に当つて多大のご援助を下さつた留萌開発建設部および同羽幌港修築事業所の担当官に深く感謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) 北海道開発局土木試験所水工研究室：羽幌港調査報告集録 土木試験所報告 (印刷中)
- 2) 鴻上雄三：港湾における最大波浪推定に関する一考察 土木試験所月報 第 41 号 1956. 10
- 3) 佐藤清一：海岸の波浪 昭和 31 年夏季講習会テキスト 昭和 31 年 8 月
- 4) 運輸省京浜港工事事務所・運研港湾物象部：京浜港付近の風と波 昭和 28 年 9 月
- 5) 井島武士外：波高計による波浪の観測 (第 5 報) 運輸技術研究所報告 Vol. 5, No. 5, 1955. 5
- 6) 北海道開発局土木試験所水工研究室：羽幌港の島堤位置と港口部の遮蔽に関する模型実験 土木試験所報告 (印刷中)
- 7) 佐藤清一：漂砂に関する研究 (4) 土木研究所報告 第 82 号 昭和 27 年 3 月
- 8) 岸 力：海岸堤防に関する研究 (4) 土木研究所報告 第 91 号 昭和 30 年 8 月
- 9) 北海道開発局土木試験所水工研究室：羽幌港の波浪調査 土木試験所彙報 第 13 号 昭和 31 年 12 月

宇田居式波浪記録観測計による観測法の特徴について

1. ま え が き

従来、海岸波浪を測定するには、各種の特殊波高計・自記波高計によつて自記観測する方法と、トランシット・レベル・写真機・撮影機等を用いて光学的に観測する方法が行なわれているが、前者には、計器の構造が複雑で取扱いが面倒な点、強大な波力に比較して脆弱な点、観測結果の信頼度が薄い点等多くの支障・欠点が伴ない、また、後者の方法では、撮影機を用いる以外、連続する波浪を逐一測定することは不可能である。

本観測計による観測法は、従来のトランシットによる観測法を改良し、海上の測点に設置した浮標の上下動をトランシットの視線で追迫することにより、波浪を逐一連続記録して測定できるようにしたものであつて、比較的手軽に取扱うことができ、時化に際しても支障なく観測することができ、かつ、観測精度も他の観測法に劣らず、各種の波浪調査に用いて充分工学的観測目的を達し得るものである。

2. 観測法の特徴

(1) 観測可能な観測距離は扇形操作板の可動範囲から制限を受け

波高 2.5 m までのとき …… 150 m から 2,400 m の範囲

波高 2.5 m 以上 5 m のとき …… 300 m から 2,400 m の範囲

波高 5 m 以上 10 m のとき …… 600 m から 2,400 m の範囲

であるが、波高が測点までの距離に比較して高過ぎるようなときは、観測点位置を測点に対し汀線の側方または、後方に選ぶようにすると、汀線から距岸 2,000 m 程度までの範囲の波を波高 10 m まで観測し得る。

(2) 海中に施設するものは浮標のみでよく、そのため水深の如何にかかわらず観測することができ、海上作業が簡単である。

(3) 浮標は比較的堅牢に作り得るから、相当大きな時化でも容易に観測し得る。

(4) 波浪による海面の昇降の速さは、波底・波頂では比較的ゆるやかで、その途中では急速であるから、波の周期の短い場合、上昇・下降の途中においても視線を浮標上の一定点に合わせているように計器を操作することは難しい

が、波底・波頂付近では比較的その操作が容易である。したがつて本計器によつて波形をも正しく記録することは周期の長い場合以外はできないが、波高としては相当高い精度で観測し得る。

(5) 測得記録から波高を求めるには、スケールを当てて読み取れば、それがただちに波高値であり、補正計算等の手数は一切要しない。

(6) 1 台の装置で多数点の観測ができる。

(7) 伏角・標高・潮汐は観測に全く影響を及ぼさない。

(8) 沖波の概略の波向の方位角をも、使用のトランシットによつて目測することができる。

