

仙台新港に於ける波向観測

塩釜港工事事務所 正員 新井 洋 一
市 川 武

<はじめに>

港の計画、建設をおこなう場合波がどの方向から来るかということを通じて把握することは、重要なことである。そのため、塩釜港工事事務所では昭和39年4月より3ヶ年（目視観測、波高計の複数設置）昭和47年10月より（定置式-SG型-波向計）等にて波向の観測を実施してきている。

本報告ではこれらのうち昭和39年より3ヶ年に関してはその観測方法及び結果の概要を、又定置式-SG型-波向計による観測については観測方法等に関する若干の問題点について整理をなす。

<トランシットによる目視観測>

宮城県七浜町飛ヶ崎岬上の観測塔（標高+26.5m）より前面沖合約560m（伏角2°50'）にて1日2回（午前10時・午後4時）トランシットにて目視観測、10分間のデータを平均して諸時刻の波向とする（図-1）。観測期間は昭和39年4月～昭和42年3月の3年間である。結果の概要を（図-2）に示す。この方法の欠点は一浪一浪の記録を残すのが困難である。波の卓越方向が一に展られる、個人差が大きい、天候に左右される等があげられるが反面概況を把握するには簡単で便利な方法といえよう。

図-1

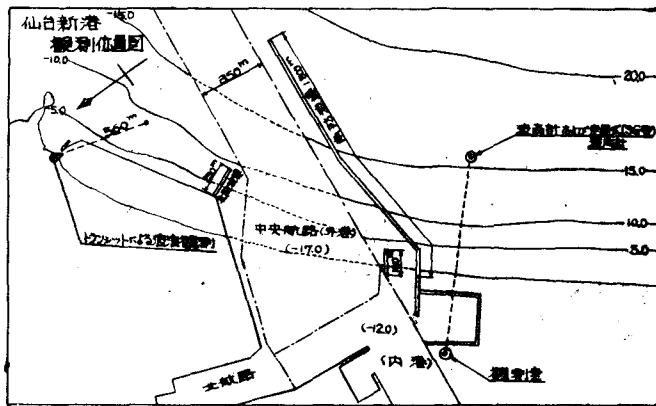


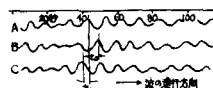
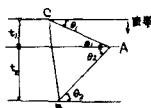
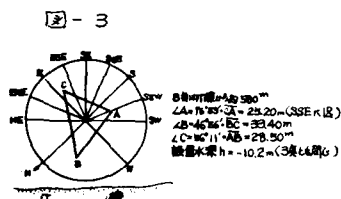
図-2

波向出現回数出現率 (昭和39年4月～42年3月)

波向		ESE	SE	SSE	E	計
飛ヶ崎 (トランシット)	トランシット	2	133	416	38	589
	波高計	3	81	260	79	423
瀬生 (波高計)	トランシット	0	56	600	25	681
	波高計	2	88	361	185	636
計	トランシット	0	55	672	3	730
	波高計	0	96	495	17	568
計		7	509	2764	347	3627
		(0.2)	(14.0)	(76.2)	(9.6)	(100)

＜波高計の複数設置による波向観測＞

波高計（木圧式欄動底坑型波高計）を3台三角形に配置し各々の波高計の設置場所を同一の波が通過する時間のずれから波向を推算する。図-1に観測場所、図-3に配置図及び測定原理を示す。観測値は20分間のデーターから代表する3波を選び波向を推算、これの算術平均をもつてその時刻の波向としている。この方法は1波毎の記録が残るという利点はあるが、観測方法に問題点が多いのが欠点といえよう。観測期間は目視観測と同じである。結果の概要を図-2に示す。

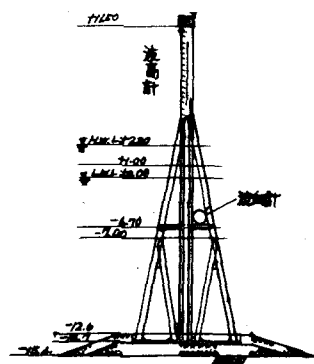


$$\sin^2 \theta_1 = \frac{(t_1/t_2)^2 \sin^2 \alpha}{(CA/AB)^2 + 2 \cdot t_1/t_2 \cdot CA/AB \cdot \cos \alpha + (t_1/t_2)^2}$$

＜定置式 -S G 型- 波向計による観測＞

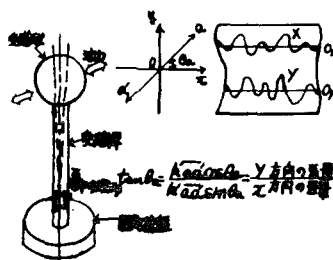
昭和47年10月より図-1に示す位置で定置式波向計による観測を開始した。設置概要は図-4に示すように波高観測を実施している塔の中段に取り付けている。計器は港湾技術研究所にて開発されたものであり、その測定原理は図-5に示すように、円筒棒で支持された球体を海中に設置し球体のみに波力が作用すると仮定すると、波力により球体を支持する円筒棒が撓み側面に歪みを生ずる。これを円筒棒の側面に互いに直角に位置するように貼りつけたストレインゲージにて歪みの x 、 y 二成分として測定し波力の作用方向を知るという方法である。

図-4



観測にあたっては測定時間は20分間をもって1回のデーターとしている。観測データーの解析は、本来は表面波の各周波数別にはスペクトル解析をおこなない卓越した波向を決定するべきであらうが、高速電子計算機を利用するシステムも完備されておらず、また記録もアナログの記録であるため簡易法による読み取り解析をおこなっている。すなわち、20分のデーターを10等分に各々から代表波を一つ選びこれの波向きの算術平均をもつてその時刻の波向としている。そのため同時刻に二つ以上の卓越方向の波があるときは各々の真の波向とはずれにものが求まっている。尚代表波を選ぶにあたっては、なるべく歪み量の大きいもの、位相が正当であるもの、特異な歪みがないものを選んでいる。

図-5



昭和47年10月22日10時のデータについて

定置式波向計の問題点を考慮するに、ケーススタディとして10月22日10時のデータに着目し整理してみに、本州南岸に10月18日頃から低気圧が発生し10月22日頃までゆっくりと北上したケースである。ケーススタディの時々は天気図から推算すると浪涛としては、18日21時頃から21日21時頃までが考えられる。推算されれば波向と波高は (SE-ESE $H\frac{1}{2}=26^m$ $T=11.0^{sec}$) (SE $H\frac{1}{2}=1.0^m$ $T=15.4^{sec}$) である。推算方法は、風域を仮定し浪涛特性を SMB 法にて求め、伝播係数、減衰係数等を考慮し沖波を求めたものである。浪涛は最大波高のみでなく可能性のある波向の範囲を考慮して選んでいる、図-6 に主な浪涛をもつ前日21日の天気図を示しておく。

実測されれば海象データは、 $H\frac{1}{2}=262^m$ 、 $T\frac{1}{2}=9.3^{sec}$ 、波向 $\approx 145^\circ$ (SE) である。観測時の波高の分布及び周期の分布を図-7 に示す。波高の最大値は $1.1 \sim 1.5^m$ であり、周期のそれは、 $6.1 \sim 8.0^{sec}$ である。波向の分布は図-8 に示すがかなりのばらつきがみられる。このばらつきは奥の波向自体がこの範囲に分布していると考えていいのか、あるいは解析方法によるものか、または観測計器自体の問題なのか、いずれかははっきりしない。

天気図から考えられる波向の分布は、低気圧が南にある段階 (10月18日) に発生した波はSEが卓越し、前日 (10月21日) に発生した波はESEが卓越している。推算による方向別の波のエネルギー比は ESE 側が約8割、SE 側が約2割程度となっている。

図-6

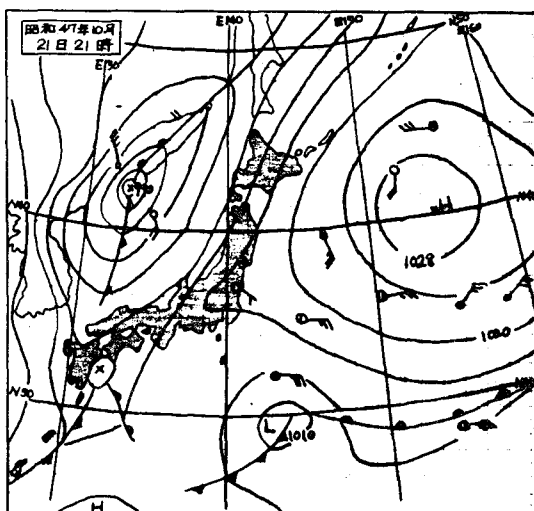


図-7

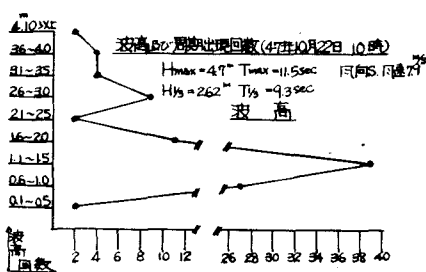


図-8

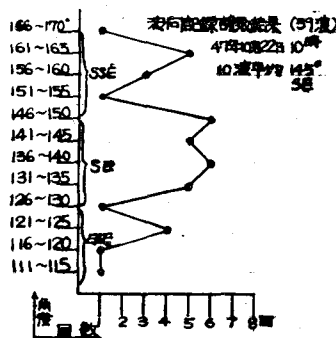
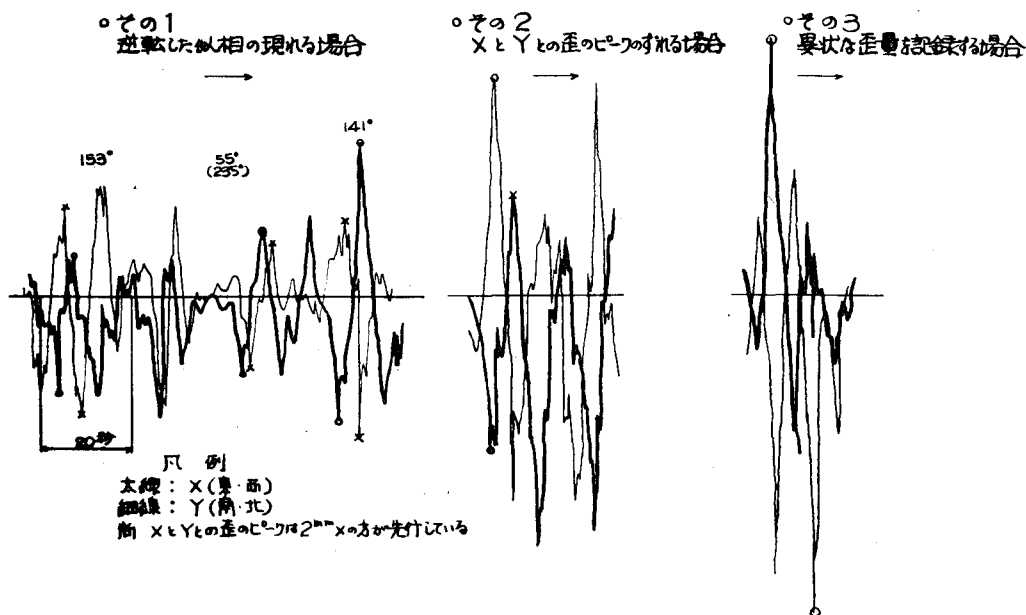


図-9

47年10月22日10時の波向記録紙に見る異状部分



記録の解析の段階で考えられるばらつきとしては、現地データーは複雑に複合している波力を海中の一奥で計測しているため、実際には単純に解析できない波形が相当含まれている。今回のデーターにおいても、20分間で波高計により計測された波数は約100波であるが、波向計の記録においてはおおむね正常と考えられるのは約40波程度でありかなりの異状記録がみられる。それらのいくつかを図-9に示す。その1は記録の位相が逆転する場合である。これは本来波がこない方向からの波向を示す記録である。その2はピーク値がX方向とY方向でずれている。これは一つの波力が作用している時に更に別の方向の波が加わる等の理由であろうが解析にあたっては不確実な記録といえる。その3は異様な歪み量を示す例であり、波が衝撃的に加わっているのか、あるいは計器自身の特性なのか不明である。その他歪み量が小さくて読み取り誤差の大きいもの等があり解析に使用できる記録はかなり少なくなるといえる。このように一見しただけで異状と考えられる記録がかなり含まれる中で残りの記録がどれ程真の波向と相関しているかを推定するのはむづかしい事といえるが卓越方向のみを知るのであれば逆に質のいい記録のみを選びだして解析することはきわめて有効といえよう。当データーも質のいい10波を選びこれの算術平均を求めると、波向は145°(SE)となっている。

尚最後、本報告作成も含め通常観測業務に各種の御指導・助言を得ている、港湾技術研究所波浪観測室、新日本気象海洋株式会社技術部、日本気象協会仙台支部の皆様には感謝いたします。