

新潟西港における港内侵入波特性

井上 純一*・宮本卓次郎**・吉 永 茂***・古池 清一****

1. ま え が き

新潟港（西港地区）は、信濃川河口に位置した港湾であり、港湾整備の歴史は古く、明治の初期から開始されたが、河口港の宿命である流下土砂による河口閉塞で常に悩まされてきた。しかし、昭和初期の大河津分水の完成と相まって整備が進み、ほぼ現在の原形が成された。

また、関屋分水の完成により流量調節が可能になったことから、新潟西港の再開発が計画され、第二西防波堤の建設、港内泊地確保のための導流堤撤去及び拡幅増深等の工事が昭和47年から開始された。

しかし、工事の進捗に伴い侵入波による港内擾乱が昭和56年頃から問題となり、静穏度向上のための対策が必要とされた。このため、現地調査及び水理模型実験の結果を踏まえ昭和58年度より波除堤・消波工を逐次整

備し、昭和61年度にその施工が完了した。

この間、港内静穏度の状況を把握するため、昭和57年から継続して現地波浪観測を実施しており、本報告は、これら5ヶ年間の観測データを取りまとめ総合的に解析し、新潟西港における港内静穏度特性について検討したものである。

2. 観 測 概 要

港内の整備状況は図-1に示すとおり、58年度波除堤を第二西防波堤に設置し、59年度から61年度にかけて消波工を東突堤に1基、西突堤に9基整備した。

これらの消波工の効果をみるため、港内で12月～2月の冬期間、図-2に示す東突堤、山ノ下埠頭、検潮所、早川堀の4地点に波高計を設置して観測を行った。

また、沖波及びそれが港内へ侵入する波浪の挙動を代

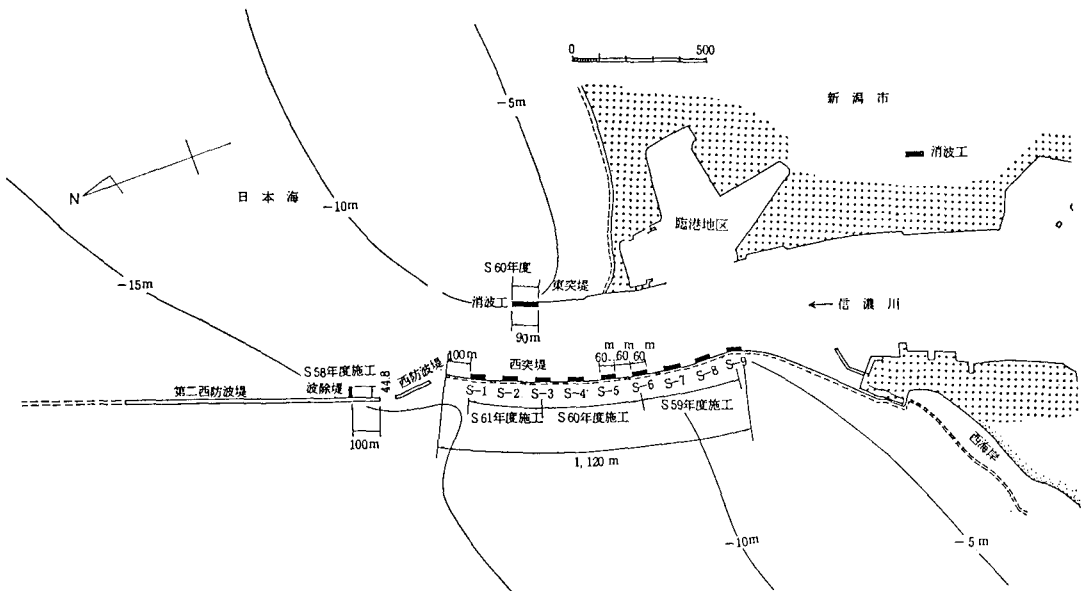


図-1 消波工設置状況図

* 正会員 運輸省第一港湾建設局新潟調査設計事務所 次長
 ** 正会員 運輸省第一港湾建設局新潟調査設計事務所 調査課長
 *** 運輸省第一港湾建設局新潟調査設計事務所 係長
 **** 運輸省第一港湾建設局新潟調査設計事務所

表するものとして、既設の観測点である港外と港口のデータをを用い、ここでは波向についても観測を行った。

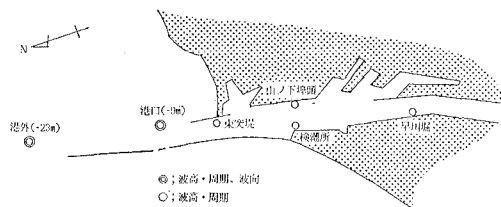


図-2 波浪観測位置図

3. 平均的波浪特性

3.1 波高・周期・波向の統計

図-3 は、有義波の波高と周期の結合分布パターンを示したものである。港外、港口の階級別出現頻度は年度による変動が少ないことより、標準的な冬期波浪であったことがわかる。よって、港口の観測点は消波工の影響を受けない基準とみなせる。

一方、港内波浪は年度を経るに従い概ね静穏になる傾向がみられるが、各地点毎にその分布形状の変化は様々であって、消波工の設置箇所により効果的に減衰する地点が異なることを示唆している。

図-4 は、港外、港口の波向の出現分布である。港外の波向は北北西に顕著な方向集中性を示しているのに対し、港口は北北東に集中している。これは、侵入波が防波堤により遮蔽回折の影響を受けたと考えられる。

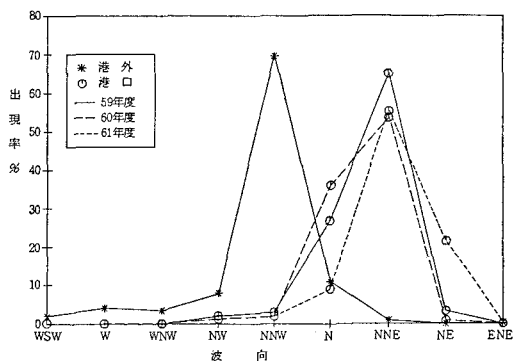


図-4 港外・港口の波向出現率

3.2 港口に対する港内波浪

消波工の効果を検討するため、港口の波高を基準として港内各地点と比較を行った。

図-5 は、港口に対する各地点の有義波高比を年度毎に表わしたものである。いずれの年度も東突堤、山ノ下埠頭、検潮所、早川堀の順に波高比は小さくなっていく。港口からの距離が等しい山ノ下埠頭と検潮所では、山ノ下埠頭の波高比の方が大きい傾向を示すのは、西突堤からの反射波及び北北東風による港内発生波が重複して観測されたためと考えられる。

また、各調査地点における波高比の変化を、より代表性のある指標で表現し定量的に把握するため、港口にお

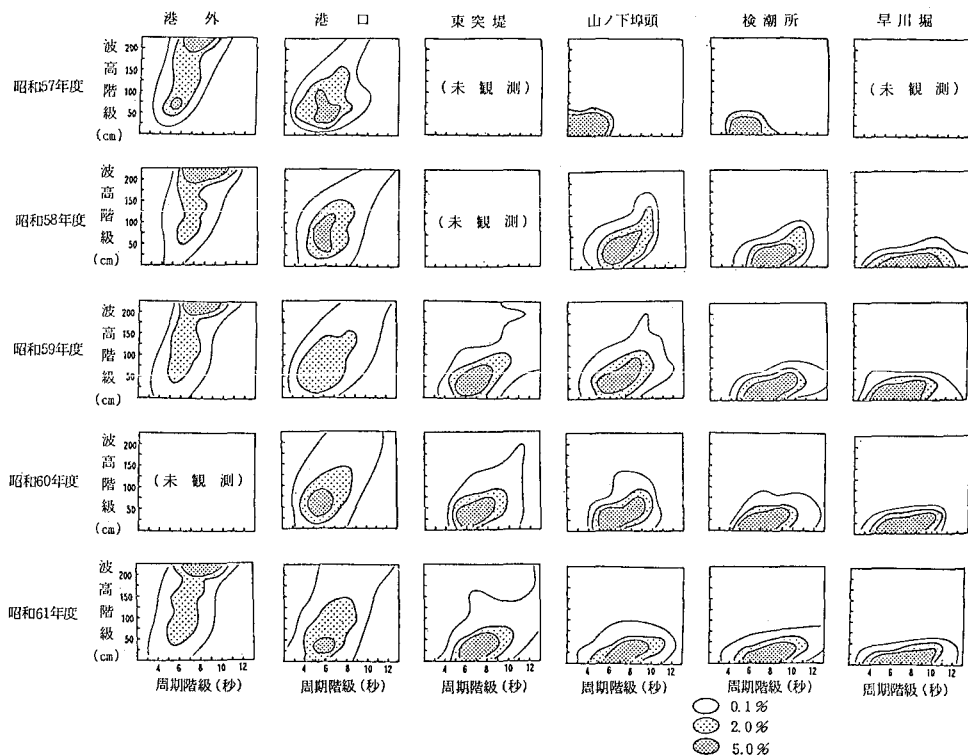


図-3 波高・周期の結合分布

ける波高が 1.5 m 以上のケースについて求めた波高比の累積出現率を年度別に統計し、図-6 に示す。

東突堤、山ノ下埠頭、検潮所については、年度を経るにつれ波高比が低下していることが確認される。昭和 61 年度の結果によれば、最も波高比の大きな東突堤においても 0.6 以下の出現率は 7 割を越え、消波工による港内の静穏度は高められたと判断できる。

最奥部に位置する早川堀については、どの年度も波高比が 0.4 以下の出現率が高く、経年的な変化は見られない。よって、波高減衰率は既に頭打ちされていると考えられる。

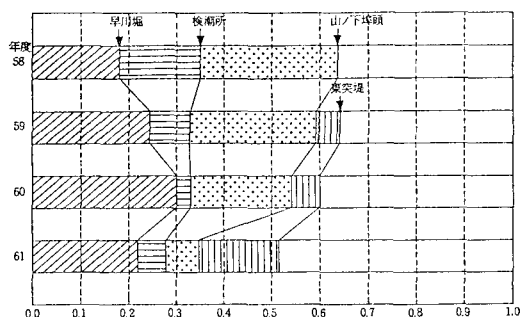


図-5 港口に対する波高比

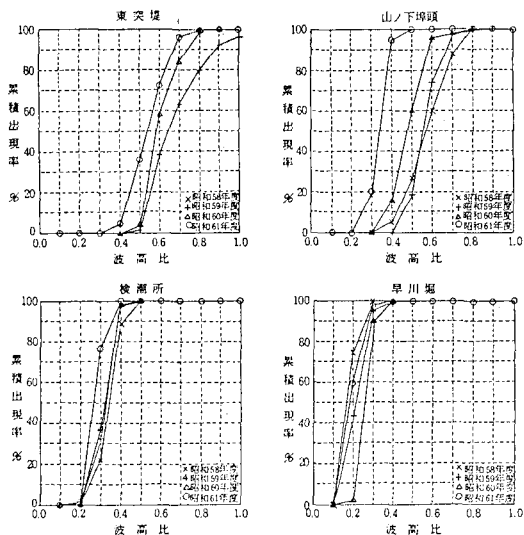


図-6 波高比の累積出現率 (1.5 m 以上)

3.3 模型実験との比較

消波工整備については、事前に水理模型実験を実施していることより、現地波浪観測結果との比較を行った。

図-7 は、各年度毎の消波工整備に対応した模型実験ケースを基に、港口の波高（現地換算で有義周期 12 秒の不規則波）に対する港内の波高比の等値線を描いたものである。

現地波浪観測と同様、西突堤の消波工整備に伴いその前面の波高は効果的に減少し、港内に侵入する波高も次

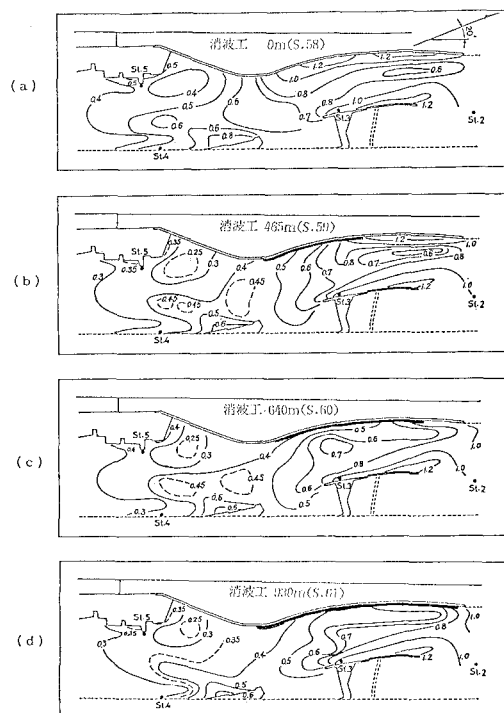


図-7 模型実験による港内波高分布

第に低下していることが分かる。なお、現地においては昭和 60 年度に東突堤に消波工が整備されたことにより、信濃川右岸では図-7 (c), (d) より若干減衰していると考えられる。

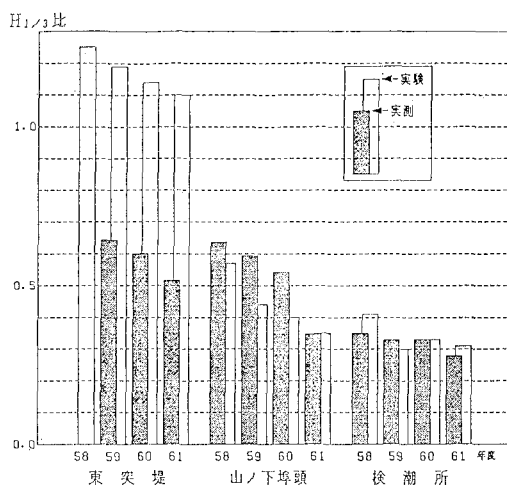


図-8 波高比の比較

図-8 は、港口に対する各地点の波高比を実測値と実験値で比較したものである。実測、実験値とも波高比は東突堤、山ノ下埠頭、検潮所の順で小さくなり、年度を追って減少する傾向を示している。しかし、東突堤において、実験と実測の波高比の値が大幅に相違している。

この原因として、模型実験は種々の周期の波を合成した不規則波ではあるが、各成分の波向はすべて両突堤に沿うという理想化された波群であり、現実の波浪は、主波向にピークを有するエネルギーの方向分布を成しているため、港口に侵入するこうした波向の差が東突堤における実験値と実測値の相違に表われたものと推察される。

4. 荒天時の波浪特性

4.1 港口における波浪特性

新潟西港に來襲する波浪は、沖に長く伸びた防波堤による回折や海底地形による屈折等を受け、港口を通過して港内に侵入する。そこでこれらの波浪特性を把握するため港口における波浪の発達初期から減衰期に至る一連

のケースについて方向スペクトルを算定した。

a) 発達初期（ケースA, B）

ケースAではエネルギーレベルが極めて低い5.8秒と8.0秒に西北西の波向を示す弱いピークが認められる。さらに詳細に見れば、周期9秒程度で北東寄りに、方向分散の大きな弱いピークが存在している。これらは西防波堤両端のスリットをぬけて伝播する風浪成分及び第二西防波堤の回折波であると考えられる。

次に波浪が発達してケースBになると、ピーク周期は12.8秒に伸び北東からの回折波及び第二西防波堤からの北北西の反射波が同レベルのエネルギーで現れる。

b) 発達～高極（ケースC, D）

ケースCを経てDで波高は高極を迎えた。この時、方

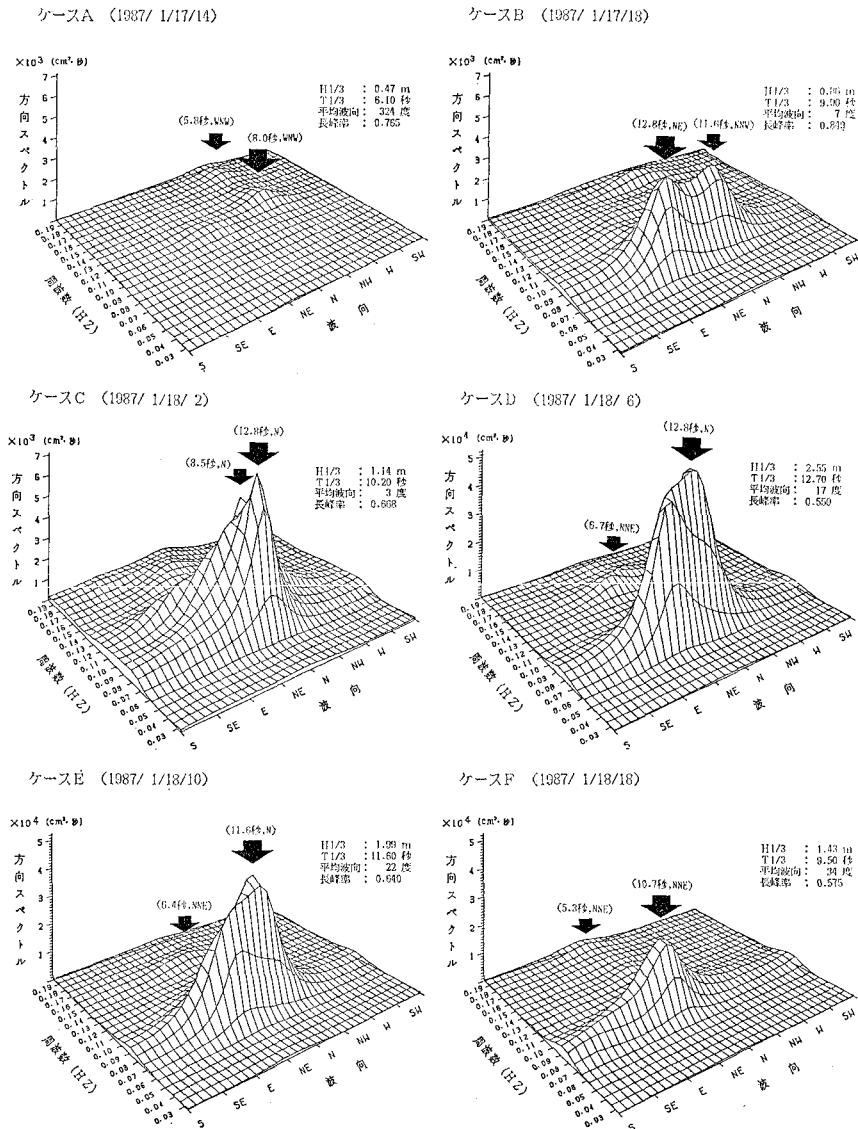


図-9 港口の方向スペクトル

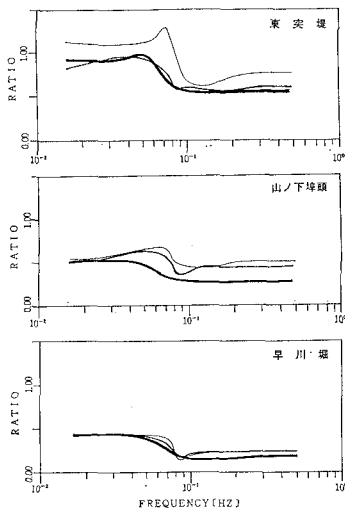
向スペクトルの形状は単峰型となり、ピーク周期 12.8 秒、ピーク波向は北を示している。一連のケースの中では、集中度が高く、発達初期に見られた異方向からの波浪のエネルギーレベルは低くなり、第二西防波堤からの回折波が支配的になる。

c) 減衰期 (ケース E, F)

減衰期にあたる方向スペクトルの形状は単峰型であった、ピーク周期が次第に短くなる。ピーク波向は、依然北～北北東を保持しているが、そのエネルギーレベルは減少し、集中度も低下する。

4.2 港内波浪の減衰特性

各年度の荒天時の代表ケースについて、港口のスペクトル形状が方向分布を含め類似したものを選定し、港口を基準とした各地点のパワースペクトル比を求め、消波工整備に伴うエネルギー比及び減衰特性の変化をみた。



年 度	解析対象時	港 口 の 波 浪 諸 元		
		H _{1/3}	T _{1/3}	平均波向
59	S 60. 2/22. 22時	247 cm	11.2 秒	北 (N 11°E)
60	S 61. 1/14. 10時	230	10.7	北北東 (N 13°E)
61	S 62. 2/27. 28時	257	12.4	北北東 (N 23°E)

図—10 パワースペクトル比

a) 東突堤

59 年度から 60 年度にかけエネルギー比がかなり減衰しており、特に 13 秒程度の長周期側に目立つ。60 年度と 61 年度についてはエネルギー比、減衰特性とも差異は殆んどない。

よって 60 年度に東突堤先端に施工された消波工の効果は良く現われているが、61 年度に施工された消波工は当地点では際立った効果を及ぼさなかった。

b) 山ノ下埠頭

59 年度と 60 年度の違いは殆んどみられないが、61 年度は短周期側でのエネルギー比の減衰が顕著である。

当地点に到達する波浪は、東突堤を経て岸壁沿いに伝播するもの、西突堤に沿ってあるいは反射して伝播するもの、港内で発生して対岸から達するもの等が複合して観測される。年々増加された消波工のうち 61 年度に施工された先端近くの消波工が有効に、これらの波浪の短周期成分のエネルギーを散逸させた。

c) 早川堀

年度による差異は殆んどなく、エネルギー波衰は既に頭打ちしていると判断される。

5. あとがき

今回の調査では、統計的な指標を用いて静穏度の経年的な推移を見てきた。この間、静穏度向上のための消波工が逐次整備され、その効果を観測により実証することができた。さらに、水理模型実験の結果と比較すると、定性的に実験結果は概ね現地観測により検証されたと考えられる。

参 考 文 献

- 1) 新潟調査設計事務所: 新潟港(西港地区)静穏度模型実験報告書, 1982・1983.
- 2) 新潟調査設計事務所: 新潟西港西突堤消波工実験報告書, 1984.
- 3) 新潟調査設計事務所: 新潟港(西港地区)静穏度調査報告書, 1983・1984・1985・1986.