

新潟西海岸における波, 流れおよび地形変化の観測

荘 司 喜 博*・中 山 春 雄**・滝 口 要 之 助***
黒 木 敬 司****・坂 井 隆 行****

1. ま え が き

新潟西海岸では、これまでの連続離岸堤による海岸防護施設に対して、新しい海岸防護施設として現況、離岸堤の沖側に大規模潜堤事業（図-1）を実施中である。この潜堤事業の実施に当っては、周辺海域の波、流れ、海底面変動に関する現地観測を行い、その効果や影響について検討を行い施工を進めてきた。そして、1988年に突堤2基が施工され、さらに1989年には潜堤の一部着工に至った。この間の現地観測結果の一部については、新井ら（1987）や徳田ら（1988, 1989）によって報告されてきたが、今回は、新たに設置された潜堤周辺の波、底層流、海底面変動の現地観測結果を報告すると共に、構造物設置以前から続けて行ってきた地形測量結果や海域の地盤沈下の調査結果が蓄積され、新潟西海岸の地形変化の現状が確認されたので合わせて報告を行うものである。

2. 現 地 観 測

現地観測は、図-1 に示す新潟西海岸連続離岸堤前面の水深 6~12 m の海域において、波浪、底層流、海底面変動に関する観測を実施した。波と底層流の観測は1989年11月12日から12月1日まで、海底面変動については、1989年11月7日から12月17日までの観測を行った。

（1）観測方法

a) 波浪観測

波浪は、図-1 に示した St. 1~St. 8 の8地点に水圧式波高計を設置し、さらに、St. 2 には超音波式波高計を併せて設置した。観測は、1日12回偶数時に約10分間行なった。水圧記録の波高への変換に際しては、St. 2 の水圧波高と超音波による水面波高を比較し係数を求めた。また、新潟西港沖（水深 23 m）の波浪観測結果を収集し、比較対象とした。観測結果は、有義波等につい

て整理した。

b) 底層流観測

底層流観測は、波浪観測と同じ St. 1~St. 8 の8地点の海底面上約 50 cm に、自記式電磁流向流速計を設置し、波高計による観測と同時にを行った。観測結果は、平均流速、流向について整理した。

c) 海底面変動観測

海底面の変動は、流速計と同じ8地点と潜堤の東西2地点（St. 9, 10）を加えた計10地点に、自記式電導度砂面計を埋没し、1日24回（1時間毎）の観測を行った。

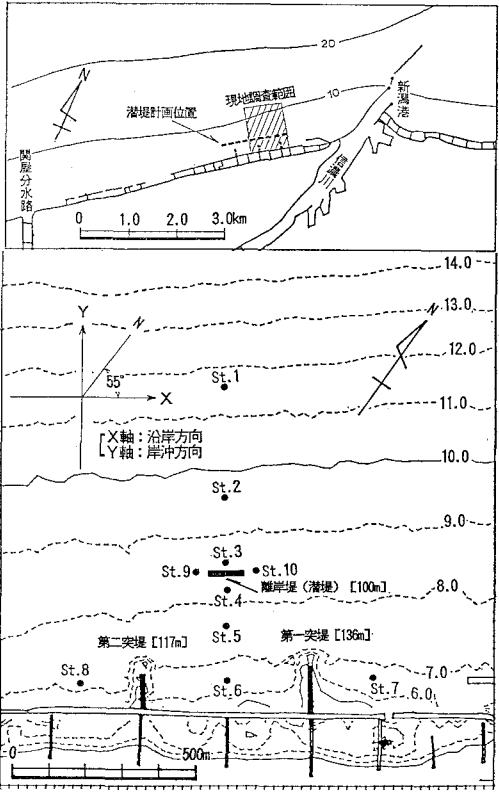


図-1 観測位置図

* 正員 運輸省第一港湾建設局新潟港工事事務所 所長
** 正員 運輸省第一港湾建設局新潟港工事事務所 次長
*** 正員 運輸省第一港湾建設局新潟港工事事務所 第一工事課 課長
**** 正員 株式会社エコー 第一技術部 調査課

(2) 観測結果

各観測結果の経時変化を以下に示した。以下の各図中の方向(波向, 流向, 風向)については図-1に示したような X-Y 座標系による表示となっている。

a) 観測時の海象条件

現地観測期間中の海象条件として, 新潟西港沖(水深 23 m)と St. 2 有義波諸元, 西港沖の波向および新潟西港における潮位, 気圧, 平均風速ベクトルの経時変化を図-2 に示した。

観測期間中最大の波浪は, 11月19日22:00 に有義波高 5.00 m, 周期 9.7 sec と, 西海岸における冬期の典型的な波浪条件下の観測が行えた。

潮位の変化は1日の偏差が 40 cm 程度と小さいが, 低気圧の通過に伴う気圧の変化に対応した平均水位の変化が見られる。

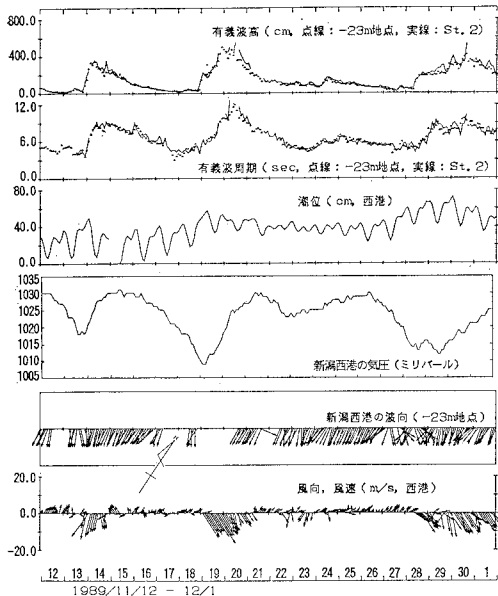


図-2 調査期間中の海象条件

b) 波浪観測結果

図-3 は, 西港沖(-23 m 地点)と各観測点での波高の経時変化を示したものである。St. 1 から St. 6 は沖から岸に1直線に並び, 水深 12 m から 6 m まで徐々に水深が浅くなっているとともに, St. 3 と St. 4 の間には潜堤(天端幅 20 m, 堤体長 100 m)が施工されている。

各観測点の波高は, 西港沖の波高とほぼ同じ時間変化を示しており, 場所毎に大きな違いは見られない。しかし, 潜堤直背後に位置する St. 4 では, 潜堤沖側の St. 3 に比べて若干波高が小さく, 潜堤の効果が確認できる。

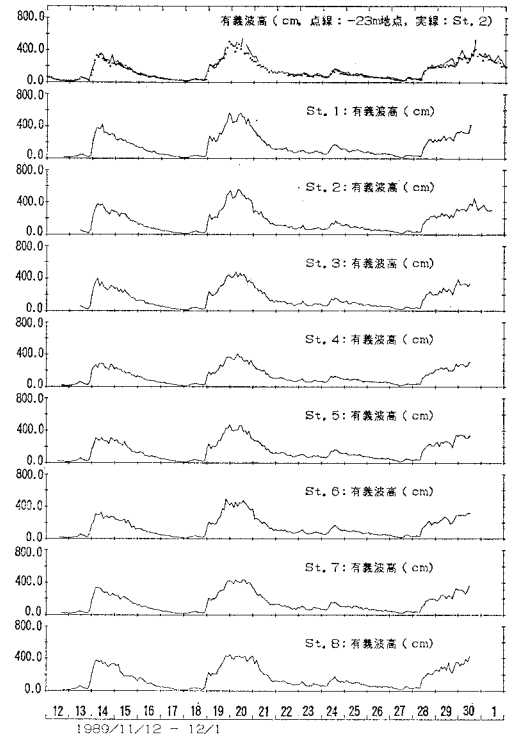


図-3 有義波高の経時変化

c) 底層流観測結果

図-4 は, 平均流速(10分間の平均)の沿岸方向成分と岸沖方向成分の経時変化を示したもので, 高波浪時の流速変化が特徴的である。

11月19日からの沿岸方向流速に着目すると, 波高が発達し最盛期に至るまで, St. 1~St. 5 で東向き(最大で 60 cm/s 程度)が発生しているのに対して, 突堤周辺の St. 6, 7, 8 では, 沿岸方向の大きな海浜流は生じていない。波高が減衰を始める11月20日頃には, St. 1 を除いて東向き(強い流れは見られず, St. 4, 6, 7, 8 で逆に西向き(強い流れが発生している。

一方, 岸沖方向の流れは, 沿岸方向の流れに比べると流速値は小さく, 特に潜堤の沖側に位置する St. 1~St. 3 では, 高波浪時にも大きな流速の変化は見られない。潜堤背後に位置する St. 4, 5 では, 高波浪時にほぼ同様の傾向を示し, 波浪の発達期(11月19日)と減衰期(11月20日後半)に岸向きで, 最盛期(20日午前)には緩い沖向き(流れとなっている。突堤周辺の St. 6, 7, 8 では, 沖向き(強い流れが卓越している。

d) 海底面変動観測結果

図-5 は, 砂面計による海底面変動量の観測結果を波高の観測結果と共に示したものである。図中の変動量は1989年11月18日の静穏時を初期値として図示してある。

潜堤周辺の海底面変動を見ると, 潜堤の西側と岸側に

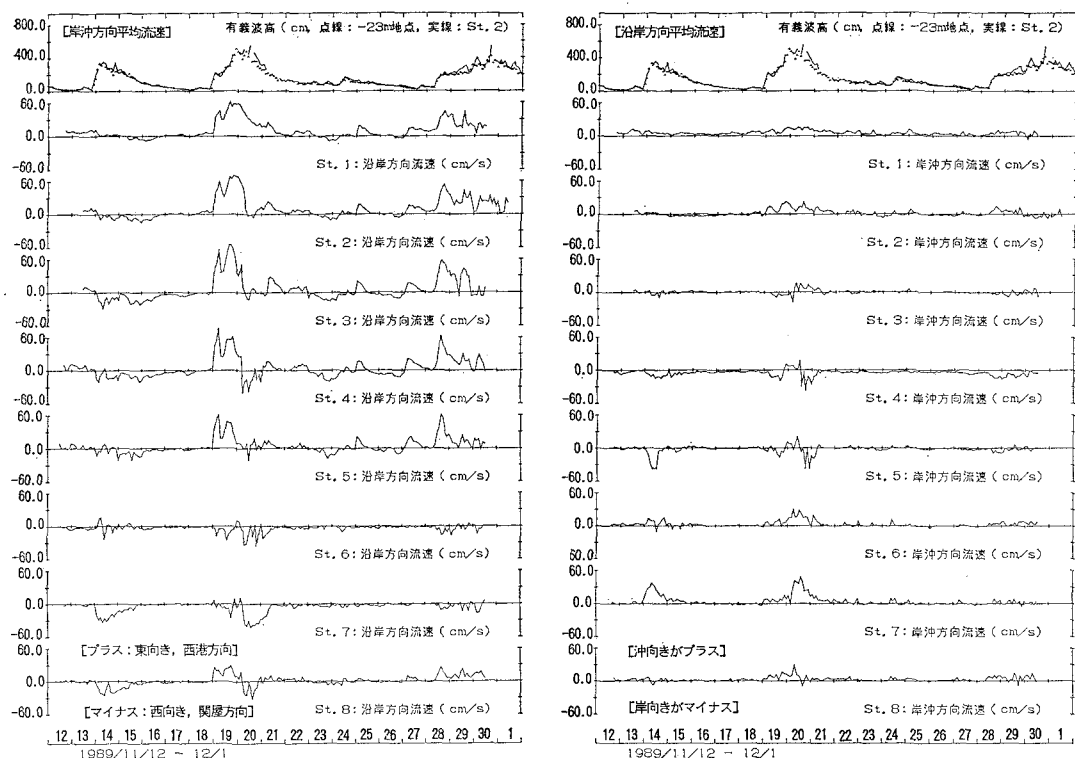


図-4 平均流速の経時変化

位置する St. 9 と St. 4 では、11月19日の高波浪で大きく侵食され、その後の海底面は回復していない。逆に潜堤の東側と沖側に位置する St. 10 と St. 3 では11月19日や11月28日の波浪の発達する過程で洗掘が始まるが、波高が最大に達する頃に海底面は回復を始め、結果として高波浪が来襲する前と同程度もしくは堆積する結果となっている。離岸堤に近い St. 6, 7, 8 の砂面は、各地点とも同じような傾向で変化しており、全体に変化は少ない。

(3) 潜堤周辺の波高分布について

図-6 は、潜堤による波高減衰効果を検討するために、各観測点の水深を考慮し、西港沖の有義波高からの換算沖波波高と、潜堤沖側の St. 2, 3 と岸側の St. 4, 5 の換算沖波波高を比較したものである。

潜堤背後の St. 4 では、波高が 2 m 程度までは西港沖の波高とほぼ一致しているが、これ以上の場合には 20% 程度の波高減衰が見られ、潜堤による波高減衰効果が確認される。St. 5 については、St. 4 で見られたような波高減衰は現れておらず、潜堤延長が 100 m と短いことにより、潜堤上からの伝達波よりも潜堤端部からの回折波の影響域にあると考えられる。

(4) 沿岸方向流速と波、風の関係

前述の観測結果より、海底面付近の平均流速は、波浪

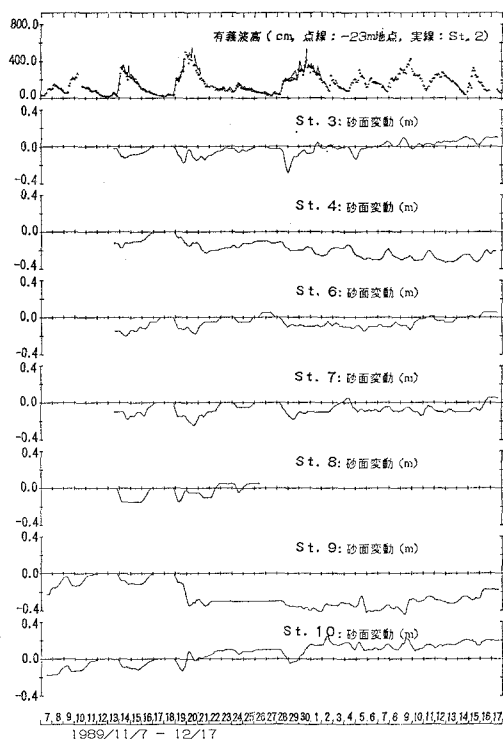
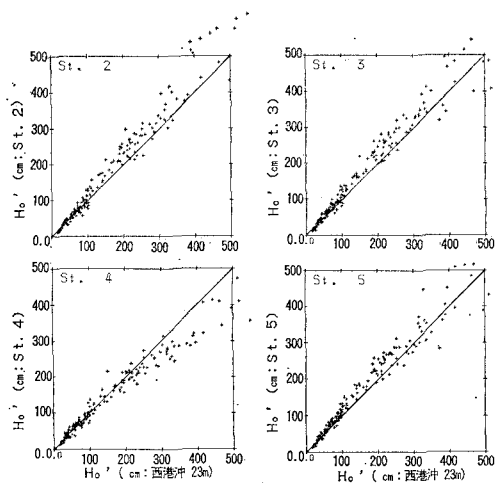


図-5 海底面の経時変化



図—6 潜堤周辺の波高分布

の発達過程に生じる水深の深い場所での強い東向きの沿岸流の発達に特徴がある。これは、波浪の発達期に波向が西方向であること、風速が 15 m/s を越える強風が作用していることなどによるものと考えられる。ここでは、沿岸方向の平均流速観測結果と、波のエネルギーフラックスと風速の沿岸成分について比較を行ない、沿岸流の発生について検討した。図—7 は、St. 1 から St. 6 について上記の整理を行ったものである。

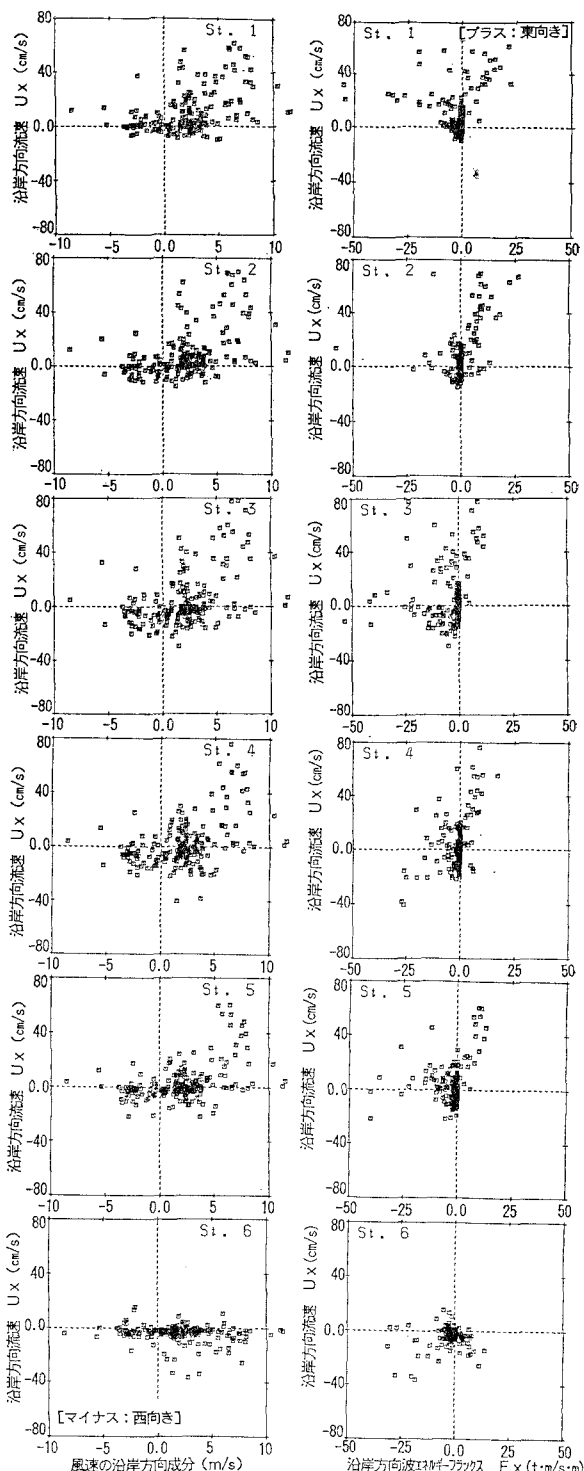
これらの結果より、風による整理結果では、突堤近くの観測点 (St. 6) を除いて、東向きの流れと風の方向が良く対応している。一方、波のエネルギーフラックスによる整理結果では、St. 1, 3 の例にも見られるように、沖側の観測点で波向と流向の関係が一致していない。これらのことより、水深の深い場所での強い沿岸流の発生は、波浪のみで説明するのは難しく、風による影響を考慮が必要であると推定される。また、突堤付近では、突堤による沿岸方向の流れを制御する効果が見られ、流向と波向、風向の相関は低い。

3. 地形変化

以上の西海岸の現地観測とは別に、1987年から周辺海域の地形測量を年 2 回ずつ実施してきた。また、地盤沈下の激しい新潟市前面海域であるため海域の地盤沈下もあるものと考えられ、それについても離岸堤付近の 2 点に鋼管杭を打設し、その沈下量を地形測量と同時に実施してきたので、これらの結果を報告する。

(1) 構造物施工前後の地形変化

対象海域では、1988年に突堤、1989年には潜堤の



図—7 平均流向と波および風向の関係

施工が開始された。これらの構造物の設置が周辺地形に与える影響を確認するために実施してきた測量結果の中から、施工の前後に当たる1987年5月と1989年10月の地

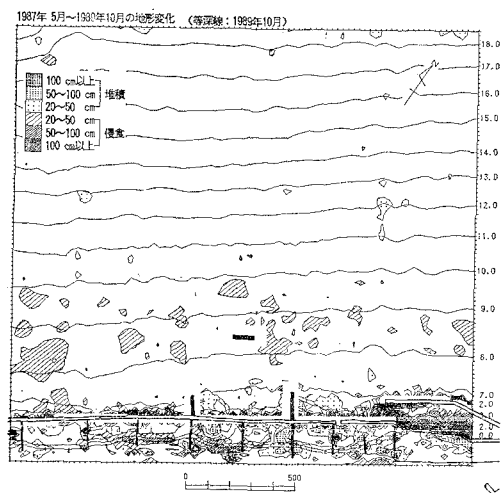


図-8 離岸堤前面の地形変化

形を比較したものが 図-8 である。

離岸堤前面の水深 8, 9 m 付近が若干侵食されており、20 cm 以上深くなった場所が点在している。これに対して、10 m 以深の変化は非常に少なく安定しているとされる。

新設した構造物周辺の変化に着目すると、2基の突堤それぞれの東側に堆積する傾向がみられた。これは、前述の底層流の観測結果で、それぞれの突堤の東側に位置する St. 6, 7 で西向きの沿岸流が生じていたことと対応しているが、冬の短期間における観測結果と長期の地形変化との関係については、さらに検討を加える必要がある。また、潜堤は冬季の高波浪を経験していないこともあり、潜堤周辺での顕著な地形変化は現れていない。

(2) 海域の地盤沈下

図-9 に、1984年から継続して実施している海底地盤沈下測定の結果を示す。

陸上部の地盤沈下速度は、B.M. 4 で 1.66 cm/年となっており、1984年以降ほぼ一定の割合で地盤沈下が継続している。

海底に設置した鋼管杭の沈下速度は、P1 で 0.96 cm/年、P2 で 1.16 cm/年と陸上部に比べて沈下速度は若干緩やかである。なお、P1, P2 ともに1987年までに比べて1987年以降の沈降の沈下速度が緩やかになっている。

以上のことより、近年の地盤沈下は、陸上部に比べて海岸部の沈下量は少なくなる傾向が見られるものの、上記の結果は間接水準測量によるものであり、今後、測量精度を含めた検討を行っていくものである。

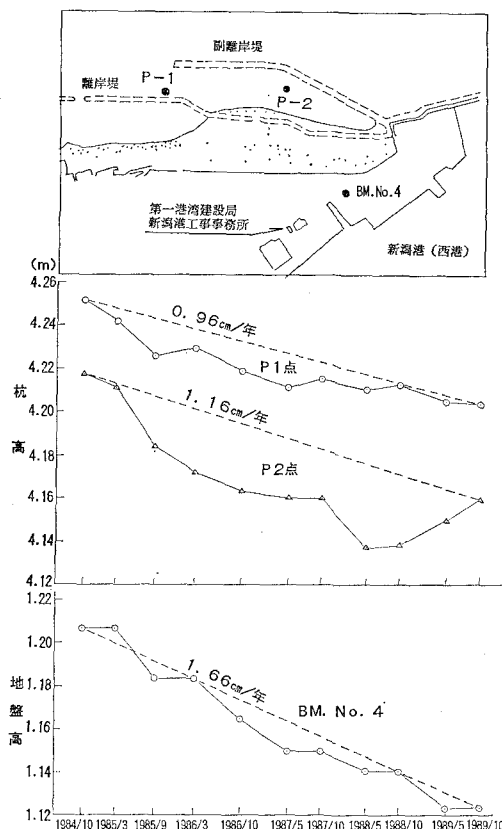


図-9 海域部の地盤沈下観測結果

4. あとがき

以上のように、新潟西海岸において、突堤、潜堤の計画、施工と並行する形で種々の調査を実施してきた。これらの結果から、新潟西海岸の海岸保全事業を推進する上での貴重な資料を得ることが出来た。

この観測結果は、地形変化予測シミュレーションの精度の向上にも活用され、現地観測と地形変化予測の両者が、最も効果的な保全対策あるいは保全施設の施工手順等の新たな手法開発に役立つものと考えられる。

最後に、新潟西海岸の大規模潜堤事業を進めるに当たって、「新潟西海岸技術調査委員会」(堀川清司委員長)の委員の方々の貴重なご意見を賜った。ここに記して感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 新井洋一・田村政太郎・岩本博史・川又良一 (1987): 新潟西海岸における波浪に伴う海底変動, 第34回海岸工学講演会論文集, pp. 357~361.
- 徳田峯夫・田村政太郎・岩本博史・川又良一・黒木敬司 (1988): 新潟西海岸における波浪に伴う海底変動(第2報), 第35回海岸工学講演会論文集, pp. 467~471.
- 徳田峯夫・田村政太郎・柿崎 勉・川又良一・黒木敬司 (1988): 新たに新設された突堤周辺の流れと海底面変動, 海岸工学論文集, 第36巻, pp. 439~443.