

新潟西海岸潜堤周辺の波，流れおよび地形変化に関する調査

荘司喜博* ・ 中山春雄** ・ 田村宏二***
遠山豊****・ 坂井隆行*****・ 黒木敬司*****

1. ま え が き

新潟西海岸では，新しい海岸防護施設として図-1に示すような，潜堤と突堤の組み合わせによる海岸事業を実施中である．潜堤は現離岸堤沖 400 m の位置に，暫定断面（天端幅約 17 m）で延長 370 m が施工されており，また，突堤は延長 200 m で 2 基が概成している．

この事業を進めるにあたって，波，流れおよび海底地形変動等の調査を行い，海岸事業の進捗に伴って現れる影響を確認し，海岸保全施設の配置や施工手順について検証を行いながら実施している．

これまでの調査結果については，荒井ら（1987）・徳田ら（1988，1989）や荘司ら（1990，1991）によって報告されてきたが，今回は昨年度調査に引き続き潜堤周辺の波，流れ，海底面変動に関する現地観測および地形測量結果より構造物周辺での特徴的な流れの分布および地形変化が確認されたので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，海底面変動の各項目について，1991年10月21日から11月7日までの18日間の観測を実施した．

（1）観 測 方 法

波浪および底層流観測は，図-1 に示した St. 1～St. 9 の 9 地点の海底面に，水圧センサー付き電磁流速計を設置した．また，St. 1 には超音波式波高計を併せて設置し，1日12回偶数時に約10分間の観測を行った．なお，同時期の新潟沖（水深 35 m：マフコタワー）での波浪観測結果を収集し，比較対象とした．

以上の観測と並行して，図-1 に示す11地点に，光電式砂面計を埋設し，1日24回（1時間毎）の砂面変動の観測を実施した．

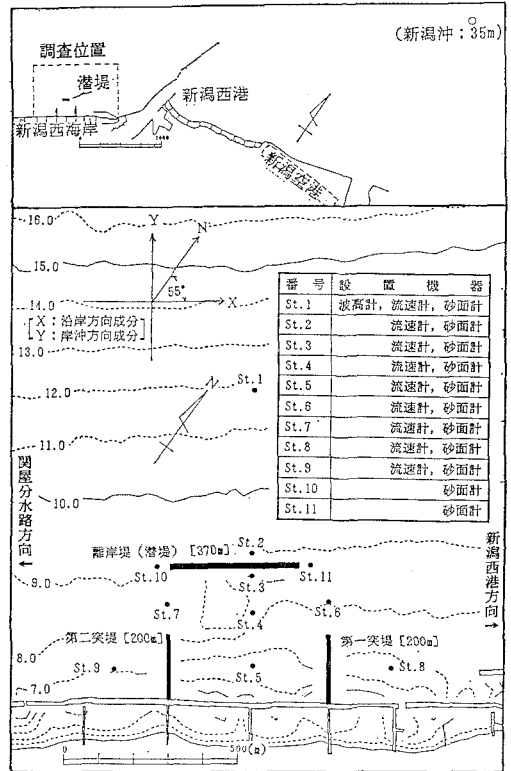


図-1 観測位置図

（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，新潟沖（水深35m）での有義波諸元，波向および新潟西港における潮位，気圧，平均風速ベクトルに加えて潜堤前後の St. 2, 3 での有義波高の経時変化を図-2に示した．

観測期間中の波浪は，新潟沖（水深 35 m）地点において11月5日12時に最大有義波高 2.87 m，周期 7.73 sec を観測した．

今回の観測では，1989年や1990年に実施した現地観測

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

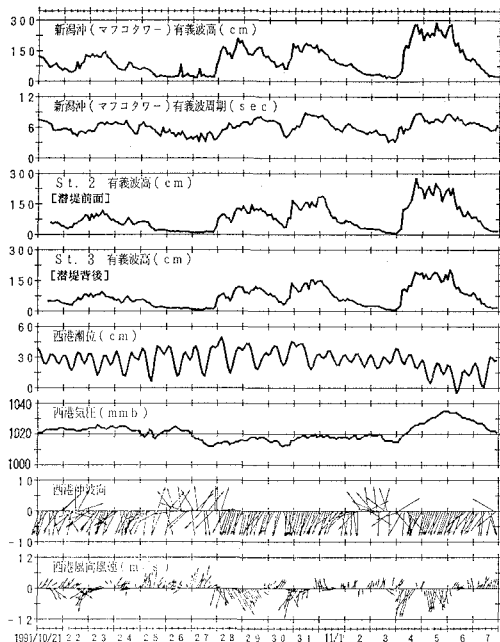


図-2 調査期間中の海象条件

でみられたような波浪の発達過程での西からの強風は発生していないが、波向の変動は、波浪の発達過程に伴い西から徐々に北に傾くという昨年までと同じような傾向であった。

St. 2 と St. 3 の間には潜堤(天端幅約 17m, 堤体長 370m)が施工されており, 11月4日から6日の波高に着目すると, 潜堤背後の St. 3 (潜堤より 30m 岸側)では, 潜堤前面の St. 2 に比べて波高が小さくなっている。

b) 底層流観測結果

図-3 は, 平均流速ベクトルの経時変化を示したものである。

全体的に見ると潜堤と突堤に挟まれる位置にある St. 6 と St. 7 の流速が他の観測地点に比べて若干大きい。最大有義波高を観測した11月5日前後では, 波浪の発達および減衰過程には全ての測点で大きな流速変動は見られないが, 波高のピーク時には, 第一突堤沖側の St. 6 では時間の経過に伴って関屋分水路方向から西港方向へと変化する沖向きの流れが生じている。第一突堤の西港側の St. 8 では, 高波浪の期間中, 潜堤方向へ向かう流れが見られる。10月28日から31日の 2m 程度の有義波高が来襲した期間では, 波高のピークが2回(28日18時, 31日18時頃)あり, このピーク時には St. 1 と St. 7 で西港方向の流れが発生し, ピークを過ぎた29日22時頃と31日18時頃には関屋分水路方向への流れが発生している。この傾向は流速値は小さいものの St. 3, St. 4, St. 6 でも見られ1990年の現地調査結果の傾向と一致し

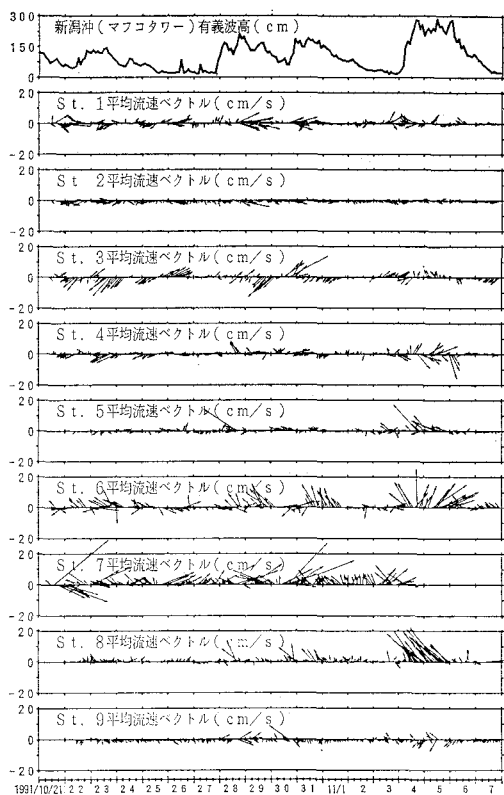


図-3 平均流速ベクトルの経時変化

ている。St. 6 では, この2回の波高のピーク時には, 潜堤方向へ向かう沖向きの流れが卓越している。

(3) 観測結果の整理

a) 高波浪時の流れのパターン

図-4 は, 流れの経時変化(図-3)を参考にして特徴のある時期を選び流れのパターンを示したもので, 左から順番に, 発達期, 最盛期, 減衰期に相当する。

10月30日16時~20時(発達期)では, St. 3 と St. 7 では関屋分水路から西港(潜堤)方向への最大で 30 cm/s 以上の強い流れがみられ, 突堤と潜堤間の St. 4, 5 付近では弱い時計回りの循環流が発生している。11月4日18時~22時(最盛期)では, 発達期と同様に両突堤間で時計回り循環流が生じ, また, 調査範囲の東側の St. 6, St. 8 を見ると離岸堤沿いに関屋分水路方向へ向かい, 第一突堤に沿って沖へ向っている。10月29日20時~30日0時(減衰期)には, 突堤と潜堤の間(St. 3, 4, 6)を西港から関屋分水路へ向かう 15~20 cm/s 程度の流れが生じている。最も沖に位置する St. 1 でも同方向の流れとなっている。

b) 波高と砂面変動の関係

波浪条件と砂面変動の関係を調べるために, 11月4日0時から7日22時の新潟沖の有義波高と各観測点の砂面変動の関係を図-5に示した。なお, 各観測間隔は2時

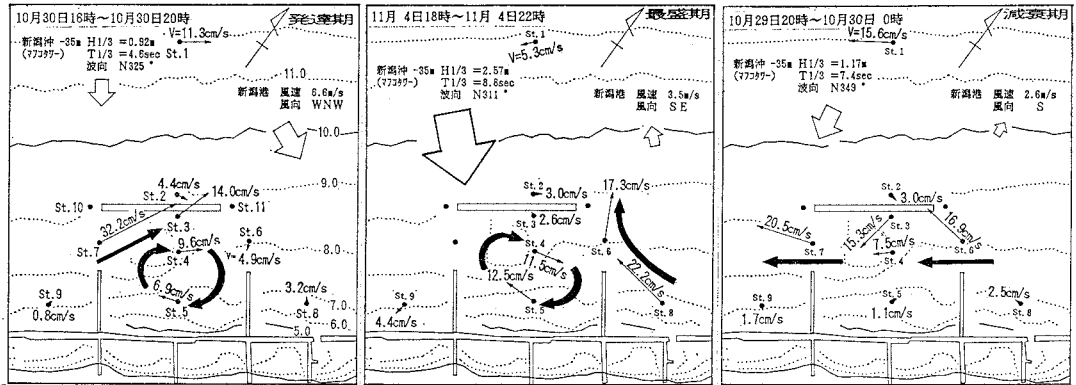


図-4 高波浪時の流れのパターン

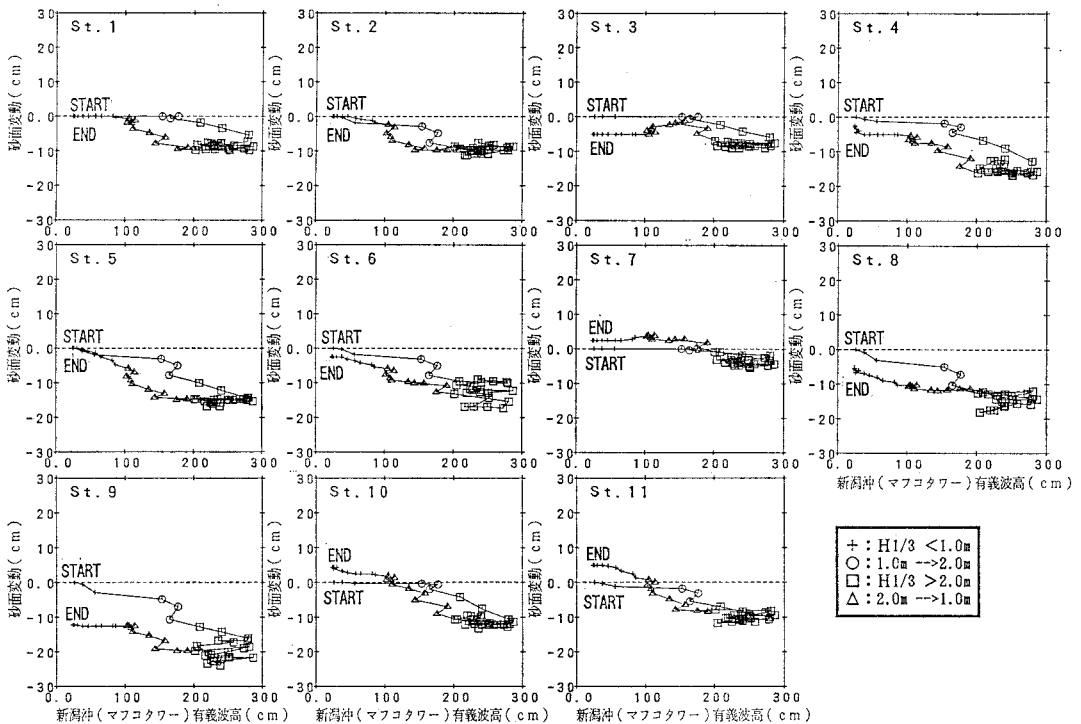


図-5 高波浪と砂面変動の関係

間で、4日0時の砂面位置をゼロとしその後の変動をプロットしたものである。砂面が大きく侵食を始めるのは、有義波高が1.5m程度の時、ほぼ全観測点で同じ傾向が見られる。St. 1, St. 2, St. 4, St. 5, St. 10およびSt. 11では、変動量に違いはあるが、波高の増大に伴って砂面が侵食され、波高が2m以上になると変動が少なく、波高の減衰過程で埋め戻されるという同様の傾向で変化している。St. 6, St. 8およびSt. 9では、波高が2m以上になった場合にも砂面の変動が激しく、他の観測点と異なる傾向が見られる。なお、潜堤背後のSt. 3と第二突堤の先端部に位置するSt. 7で

は、他の観測地点に比べて砂面の変動が小さい。St. 7では、高波浪の始まる前に比べて砂面が上昇する結果となっている。

(4) 潜堤による波浪減衰効果

図-6は、最も沖に位置するSt. 1と潜堤背後のSt. 3, 4, 5の水圧式波高計の観測結果を基に換算沖波(H_0)を求めて比較したものである。図中の×印は1989年(潜堤長100m)、△印は1990年(潜堤長200m)、○印は1991年(潜堤長370m)の観測結果である。

1990年の観測結果では、潜堤直背後のSt. 3で顕著な波高減衰がみられ、潜堤による効果はSt. 5でも確認さ

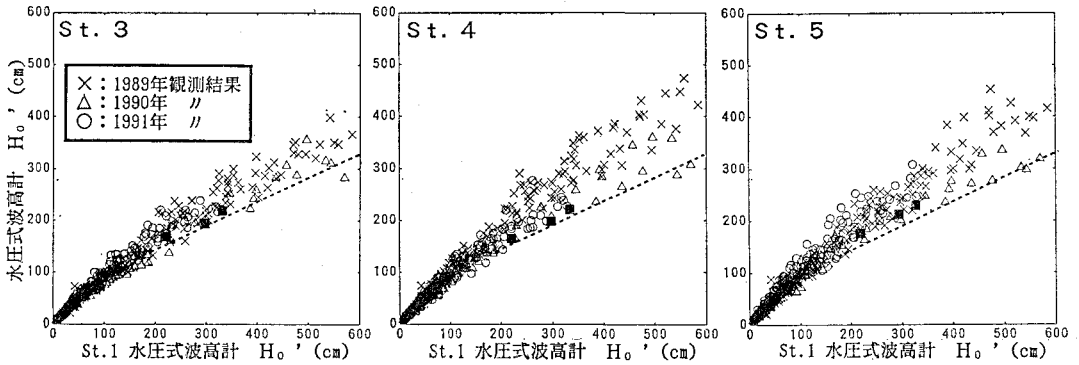


図-6 潜堤による波浪減衰効果

れたが、今回の観測結果では、波高の減衰効果が弱くなったようにみられる。これは、今回の観測波浪が1990年の波浪（最大有義波高 4.6m）に比べて小さく、新潟沖の最大有義波高でも 2.8m 程度であったため、潜堤上での碎波による波高減衰が現れなかったものと判断される。

なお、図中の破線は、潜堤計画時に行った水理模型実験による結果、■は高山ら（1983）の実験式からの例を示しており、計画時に実施した伝達波による実験結果と現地の状況が良く一致していることが確認された。

(5) 波浪の方向特性

電磁流速計（水圧センサー付）による観測結果を用いて、波浪の方向スペクトルを計算した。方向スペクトルは、水圧変動と方向の水平流速成分を用い、EMLM（磯辺ら，1984）によって算出した。

観測期間中の高波浪は、平成3年11月4日から6日の間に観測されており、波高が急激に大きくなった11月4日18:00（新潟沖 -35m 地点での $H1/3=2.78m$ ， $T1/3=8.7sec$ ）の例を図-7に示す。同図は、上段が潜堤前面（St. 2）での方向スペクトル算出結果、以下順に潜堤背後（St. 3～5）の観測点での結果となっており、図中の等値線は各地点別のピークエネルギーを20分割したものである。

潜堤前面（St. 2）では、WNW方向、周期9.1secの位置にピークがみられる。これに対して潜堤背後の観測点についても9.1secの位置に最大のピークがあるが、5sec程度の位置に小さなピークが現れており、潜堤上の碎波によるものと推定される。ピークの方は、St. 3では潜堤とはほぼ直角方向のNW方向で、潜堤から離れると徐々に西方向に移動し、St. 5地点では潜堤前面とはほぼ同じ方向になっている。全体的なスペクトル形状を見ると、潜堤前面に比べて潜堤背後では横方向に平坦な形状を示しており、天端上を通過する波に加えて堤体端部からの回折波の影響も加わっているものと考えられる。また、潜堤背後ではSSE方向にも若干の分布が見

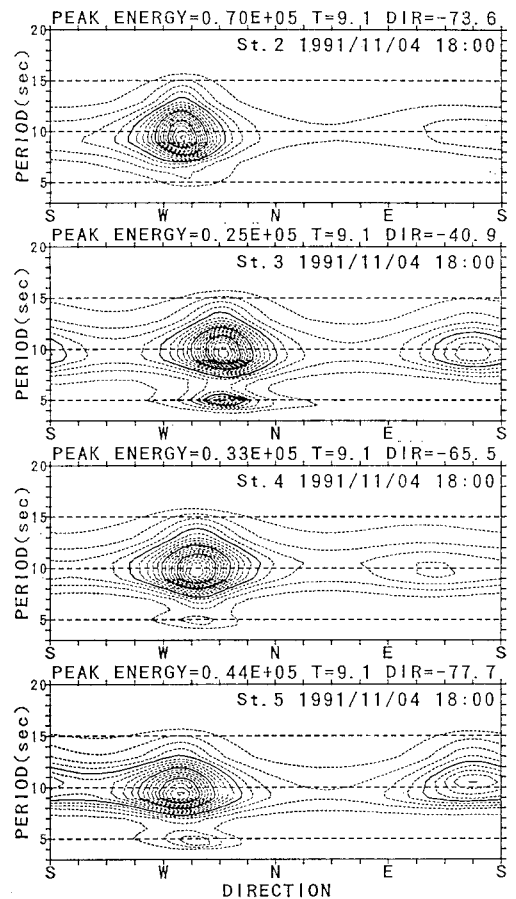


図-7 潜堤前後の方向スペクトル

られ、既設離岸堤からの反射波が観測されているものと考えられる。

ピーク位置のスペクトル密度を比較すると、潜堤前面に対して、背後の St. 3 では 36%，St. 4 では 47%，St. 5 では 63% と、潜堤に近い場所ほどピーク位置でのスペクトル密度が小さくなり、前述した波高減衰効果と対応した結果となっている。

3. 地形変化

新潟西海岸の離岸堤内外で実施している深浅測量結果を用いて海底地形の比較を行った。突堤工事が1988年から、潜堤工事が1989年から着手しており、これらの構造物の延伸に伴い特徴的な地形変化が見れる。

図-8 は、上段が潜堤 100m 施工後の 1989年10月から1990年5月までの地形を比較したもので、下段は突堤2基がほぼ完成し、潜堤 200m 施工後の 1990年10月から1991年5月までの一冬を経過した地形を比較したものである。1989年10月～1990年5月の地形変化は、潜堤背後から第二突堤方向にかけて局所的に侵食され、第一突堤の関屋分水路側基部を除く離岸堤前面の広い範囲で堆積していたのに対して、1990年10月から1991年5月には、前年度の侵食域を囲むような形で侵食域が広がり、潜堤から岸へ 150m 程度離れた地点で 1.0m 以上の変

化が生じている。

なお、潜堤周辺の 7～10m の水深帯では、広い範囲で侵食している。比較期間の波高観測データを調べると、有義波高で 6.0m を越える時化が3回来襲する等、冬季の波浪条件が例年に比べて厳しく、これらの波浪条件が広範囲にわたる侵食の原因と考えられる。現離岸堤の突堤基部付近では、堆積傾向となっており、第一突堤の関屋分水路側基部付近では 1.0m 以上の堆積域が見られる。

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。今回は、波、流れ、砂面および深浅測量の結果より、構造物設置周辺で特徴的な波・流れのパターンや地形変化が確認された。これらの結果は、今後海岸事業を推進する上で貴重なデータとなり、地形変化予測手法の開発にも、検証データとして活用してきた。

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」(服部昌太郎委員長)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.
- 磯辺雅彦・近藤浩右・堀川清司: 方向スペクトルの推定における MLM の拡張(1984), 第31回海岸工学講演会論文集, pp. 179-177.
- 荘司喜博・中山春雄・滝口要之助・黒木敬司・坂井隆行(1990): 新潟西海岸における波、流れおよび地形変化の観測, 第37回海岸工学講演会論文集, pp. 429-433.
- 荘司喜博・中山春雄・滝口要之助・高橋豊喜・黒木敬司・坂井隆行(1991): 新潟西海岸の潜堤設置による波、流れおよび地形変化の観測, 第38回海岸工学講演会論文集, pp. 316-320.
- 高山知司・永井紀彦・関口忠志(1985): 広天端幅潜堤の波浪低減効果に関する不規則波実験, 第32回海岸工学講演会論文集, pp. 545-549.
- 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(1989): 新たに新設された突堤周辺の流れと海底面変動, 第36回海岸工学講演会論文集, pp. 439-443.

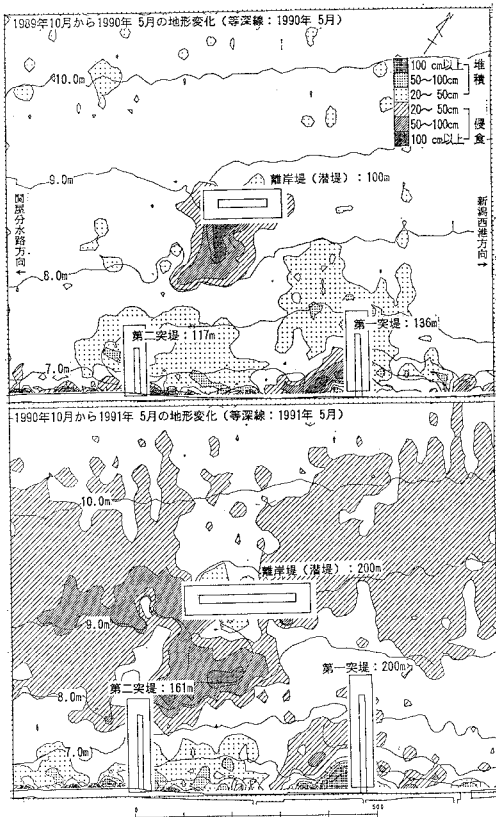


図-8 潜堤・突堤周辺の地形変化