

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

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*****

1. まえがき

新潟西海岸では，新しい海岸防護施設として，図一1に示すような，潜堤と突堤の組合せによる海岸事業を実施中である．潜堤の構造は，天端幅 40 m，天端高 -1.5 m，延長 1,580 m の消波ブロック堤を計画しているが，現在，天端幅 15~17 m の暫定断面で延長 200 m を施工している．突堤の構造は，消波ブロック被覆堤で延長 200 m を 4 基計画しており，現在まで，2 基が概成している．

この事業を進めるにあたって，潜堤の波浪減衰効果や海底地形の変動等の調査を行い，保全施設の配置および施工順序等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，新井ら（1987）・徳田ら（1988，1989）や荘司ら（1990）によって報告されてきたが，今回は潜堤周辺の波，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，図一1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，1990年10月17日から11月2日までの17日間の観測を実施した．

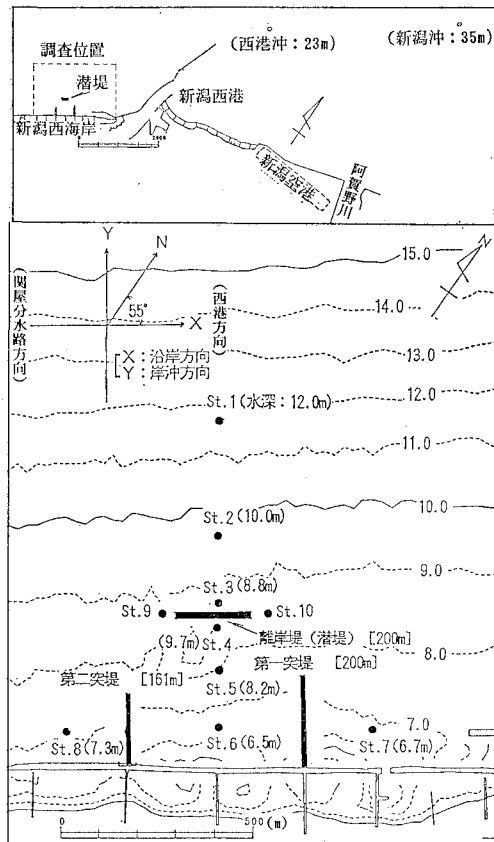
(1) 観測方法

a) 波浪および底層流観測

波浪および底層流観測は，図一1に示した St. 1~St. 8 の 8 地点に水圧センサー付きの電磁流速計を設置し，1日12回偶数時に約 10 分間行った，なお，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，有義波高，平均流速，流向等について整理した．

b) 海底面変動観測

海底面の変動は，流速計と同じ 8 地点に加えて，潜堤



図一1 観測位置図

の両側 St. 9, 10 の計10地点に，光電式砂面計を埋設し，1日24回（1時間毎）の観測を行った．

(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）については図一1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

観測期間中の海象条件として，西港沖（水深 23 m）と新潟沖（水深 35 m：タワー）での有義波諸元，新潟沖の波向および西港での潮位，気圧，平均風速ベクトルおよび天文潮の経時変化を図一2に示した．

* 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 第一工事課長

**** 正員 運輸省第一港湾建設局新潟港工事事務所 工事係長

***** 正員 株式会社エコー 第一技術部 解析調査課

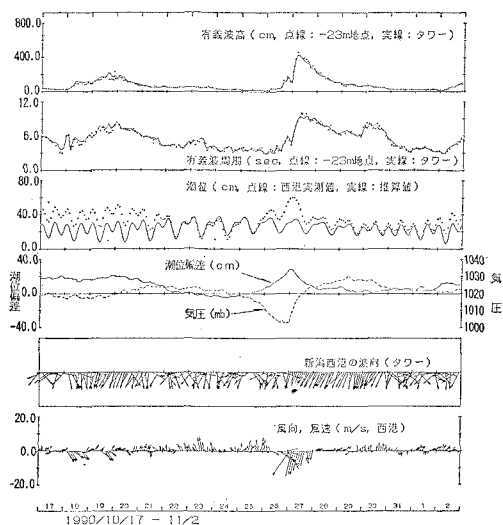


図-2 調査期間中の海象条件

観測期間中の波浪は、10月27日6:00に最大有義波高4.60m、周期8.6secの高波浪を観測した。

潮位の変化は1日の偏差が最大30cm程度と小さいが、西港内での実測潮位と天文潮(計算値)の差と、気圧変化を比較すると、10月26、27日には明らかに気圧の低下に伴う水位の上昇がみられる。

b) 波浪観測結果

図-3は、西港沖(水深23m)と各観測点での波高の経時変化を示したもので、St.1~St.6は離岸堤前面に1直線に並んだ位置にあり、水深12mから6m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15~17m、堤体長200m)が施工されている。

各観測点の波高は、西港沖の波高とはほぼ同じ変化を示している。しかし、10月27日の波高に着目すると、潜堤の前後で波高に差が生じており、潜堤前面のSt.1~St.3に比べて背後のSt.4~St.6の波高が小さくなっている。

c) 底層流観測結果

図-4は、平均流速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。

沿岸方向の流れに着目すると、波高が大きくなる直前の10月26日20時前後には、St.1~St.4で西港方向の強い流れ(St.3で最大50cm/s程度)が発生し、St.5~St.7では関屋方向へ向かっている。波高が減衰する過程(27日18時前後)では、St.5、7では関屋方向の20~30cm/s程度の流れが生じ、St.6、8では緩い西港方向の流れとなっており、その他の地点の流速は小さい。

岸沖方向の流れは、波浪の発達過程においては、各観

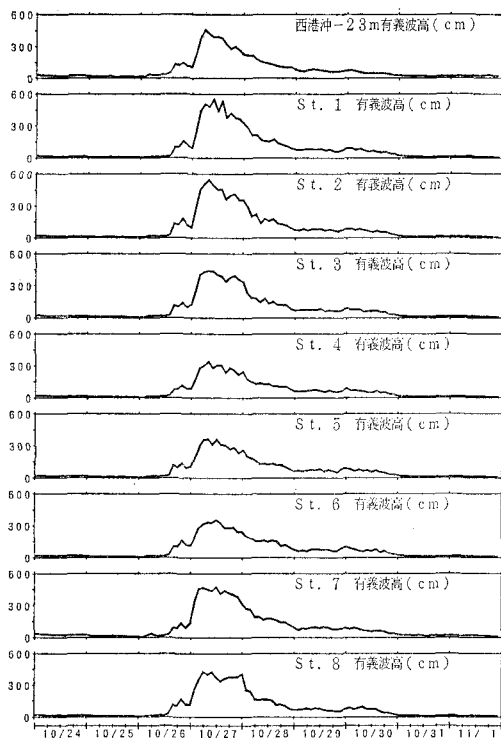


図-3 有義波高の経時変化

測地点とも流速値は小さく、最盛期になるとSt.6、7では冲向きの流れが発生している。最盛期から減衰期にかけては、現況離岸堤に近い場所にあるSt.5~St.8においては、冲向きの流れが卓越しており、特にSt.7では波高が最大になった10月27日6時から18時間程度継続して、30cm/sを越す冲向きの流れが発生している。

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り、砂面計設置時の影響を考慮し、10月26日の静穏時をゼロとして図示してある。

各観測地点別に見ると、潜堤の沖側に位置する、St.1~St.3では10月26日14時前後から侵食が始まり、波高のピーク時から1日経過した28日8時前後に最も侵食が大きい。その後堆積傾向に転じるが完全には回復していない。

潜堤背後近傍のSt.4では、侵食を開始する時期は沖側のSt.1~St.3とはほぼ一致するが、波高のピーク時を境に堆積傾向に転じ、侵食開始する前の状態より15cm程度堆積する結果になっている。

St.5、6およびSt.9については、波高のピーク後に最も侵食を受けた後に緩やかに堆積し、ほぼ侵食を開始する前の状態まで回復している。

St.7、8については、1回の時化の間に侵食・堆積を

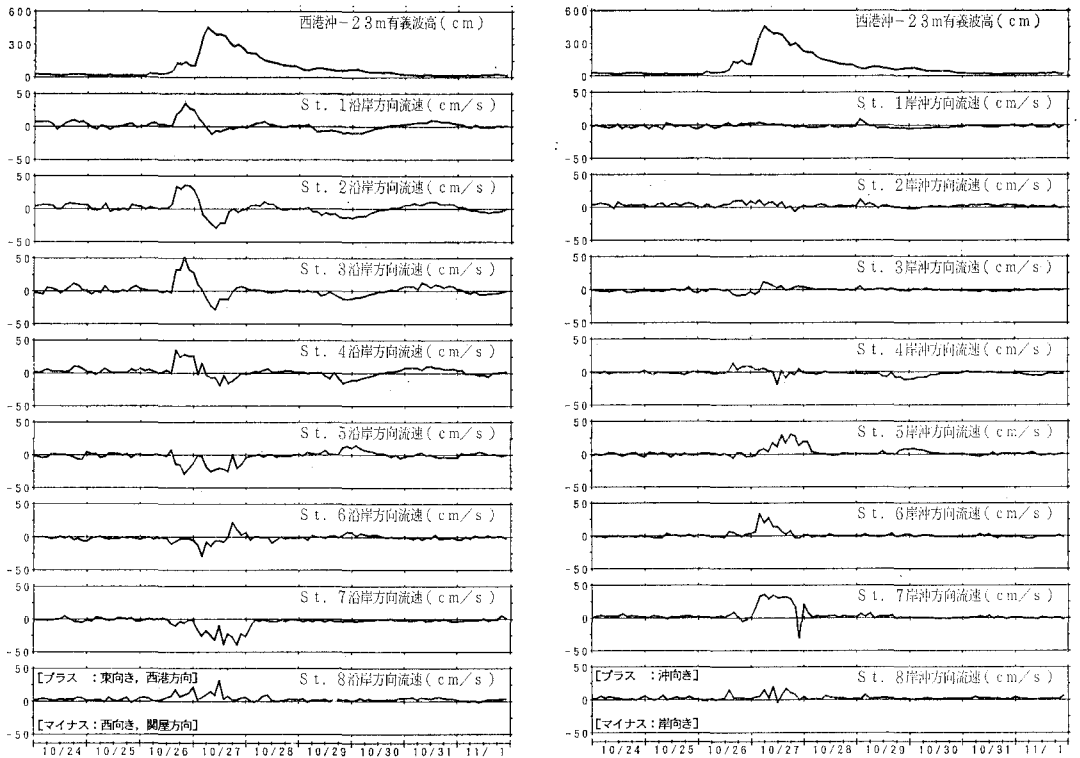


図-4 平均流速の経時変化

繰り返しており、特に、St. 8 では侵食を受けた砂面が一度初期状態近くまで回復し、再び侵食された後、最終的には高波浪が来襲する前の状態まで回復している。

(3) 観測結果の整理

a) 高波浪時の流れのパターン

図-6 は、1990年10月26、27日の高波浪時を対象として、その発達期、最盛期、減衰期別にその間の平均的な波浪と底層流の分布を示したものである。

波浪の発達期には、St. 1~St. 4 で西港方向への流れが生じており、特に、潜堤沖側近傍の St. 3 で 40 cm/s と流速値が大きい。St. 5 では、 20 cm/s 程度の関屋方向への流れで、その他の観測地点での流速は小さい。

最盛期には、St. 8 を除く各観測地点では、関屋方向へ向かう流れであり、特に、離岸堤前面の St. 6, 7 では沖側へ向かう傾向もみられる。

減衰期には、沖側に位置する St. 1~St. 4 では、流速値が小さく、St. 5, 7 では西向き、St. 8 では北向きの流れとなっている。

b) 波高と砂面変動の関係

砂面変動と波浪の発達・最盛・減衰パターンの関係を調べるために、10月26日6時から10月28日22時の西港沖の有義波高と、各観測点別の砂面変動の関係を図-7に示した。なお、各観測間隔は2時間である。

各観測地点ともに、西港沖の有義波高が、 1 m を越え

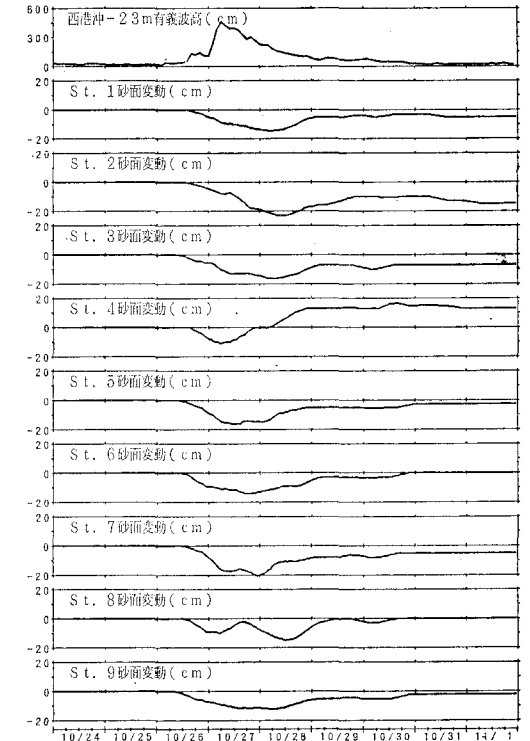


図-5 海底面の経時変化

ると砂面が $5\sim 10\text{ cm}$ 程度侵食を受けいる。その後の砂

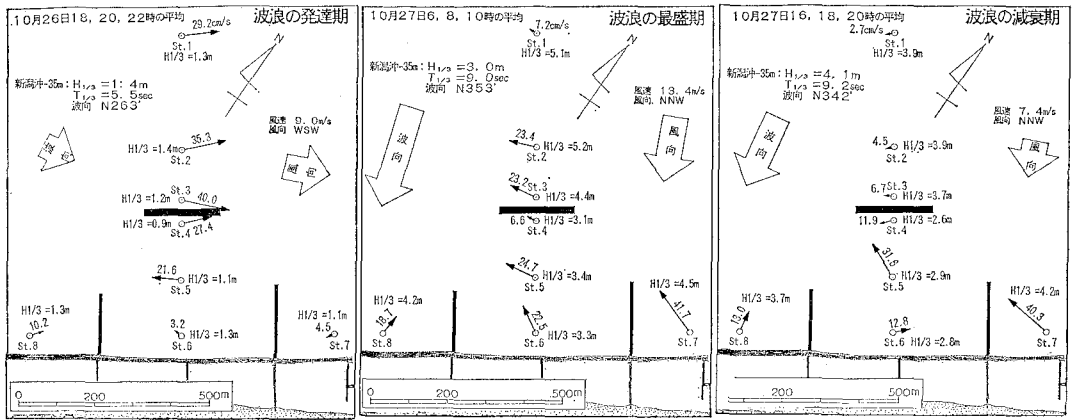


図-6 高波浪時の流れのパターン

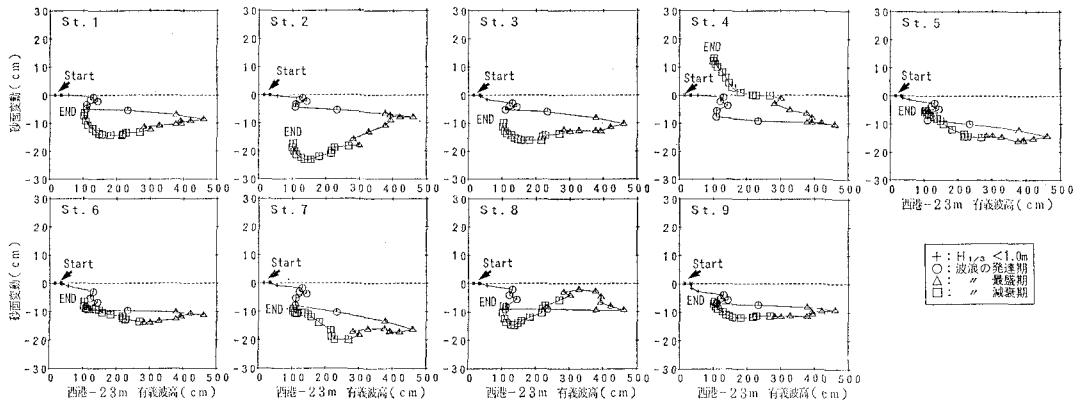


図-7 高波浪と砂面変動の関係

面の変化については、観測地点毎に違いがみられる。

St. 1～St. 3 および St. 7 については、変化量に違いがあるものの、波高 2m 以上の発達期から減衰期前半にかけて侵食が継続し、その後有義波高が 2.0～1.5m 程度になると堆積傾向に転じている。

St. 4 では、波高のピーク時までの挙動は、St. 1～St. 3 と同じであるが、有義波高が減衰を始めると同時に堆積となり、最終的には、侵食を始める前の状態よりも 15cm 程度堆積する結果となっている。

St. 5, 6, 9 は、波高 2m 以上での砂面変動が小さい。

St. 8 の砂面は、有義波高が 2m を越えてピークに達するまでは変動が小さく、その後、有義波高が 3m に減衰する過程で堆積し、3.0～1.0m になる間に再び侵食している。

(4) 潜堤による波浪減衰効果

a) 換算沖波高による比較

図-8 は、新潟西港沖（水深 23m）と、潜堤背後に位置する St. 4, 5, 6 の波高観測結果より換算沖波高 (H_0) を求めて比較をしたものである。図中の×印は

1989年（潜堤長 100m）、○印は1990年（潜堤長 200m）の観測結果である。

潜堤背後近傍の St. 4 では、西港沖の波高が 1m 以上になると、西港沖に比べて小さくなり、波浪の減衰効果が顕著に現れている。

潜堤より 130m 岸側の St. 5 と 280m 岸側の St. 6 では、1989年には西港の波高とほぼ同程度であったが、潜堤長が 100m から 200m に延伸されたことにより、減衰効果が現れている。

なお、St. 4 の図には、潜堤計画時に新潟調査設計事務所が行った、2次元水理模型実験による堤前波と伝達波の関係をプロットしている。実測値が大きくなっているのは、波向の条件の違いや、施工された潜堤の延長が 200m と短いため回折波の影響や、離岸堤の反射波等の影響によるものと思われる。

3. 地形変化

1986年から実施してきた離岸堤内外の深淺測量結果を用いて海底地形の比較を行った。

図-9 は、突堤施工後の1988年10月から一冬を経過し

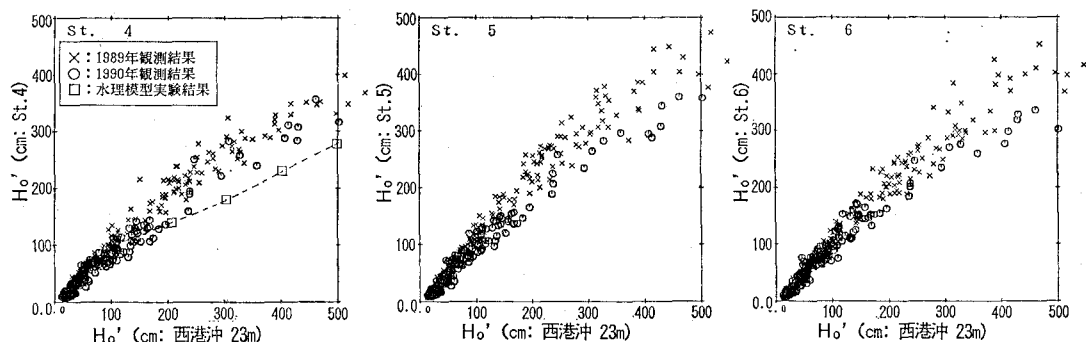


図-8 潜堤による伝達波高

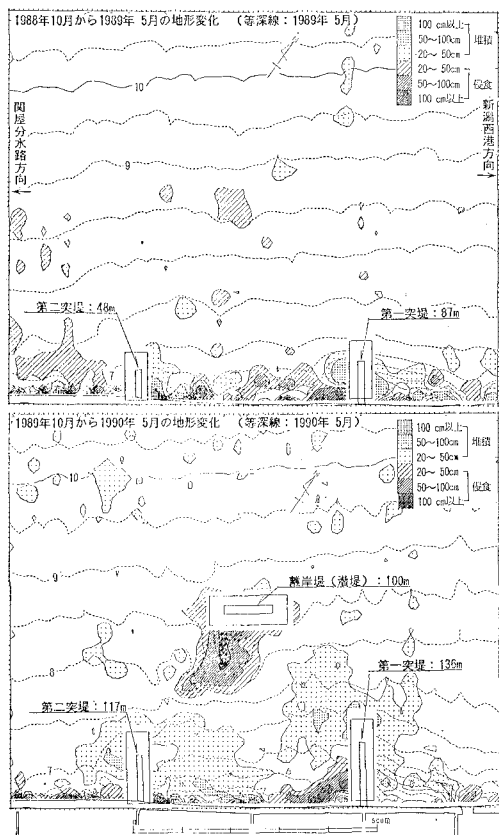


図-9 離岸堤前面の地形変化

た1989年5月と、潜堤100m完成(暫定断面: 15~17m)後の1989年10月から一冬を経過した。1990年5月の地形を比較したものである。

1988年10月から1989年5月の地形変化は、離岸堤前面の狭い範囲に限られており、新たに施工された突堤の近辺では、2基の突堤東側に堆積する傾向が見られるのみである。

潜堤が施工されて初めて一冬を経過した、1989年10月から1990年5月のまでの地形変化は、潜堤の背後から第二突堤方向にかけて、最大で120cm程度侵食を受けている。離岸堤前面付近では、第一突堤の閑居側で侵食を受けている箇所があるのを除けば、広い範囲で堆積している。潜堤の沖側では、離岸堤周辺の地形変化に比べると大きな変化はみられない。

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、潜堤による波浪減衰効果と、構造物設置に伴う周辺の特徴的な海底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いる。

最後に、新潟西海岸の事業を進めるに当たっては、「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・岩本博史(1988): 面的防護工法による海岸侵食対策, 第6回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会論文集, pp. 209-213.
- 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.
- 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, 海岸工学論文集, 第37巻, pp. 429-433.