

福井港海岸におけるGPSを活用した潜堤消波ブロック挙動の把握

Study on behaviors of wave-dissipating concrete blocks of submerged breakwater
around the Fukui Port using GPS

吉永宙司¹・大下善幸²・渡辺義³・高本康貴⁴・高野剛光⁵

Hiroshi YOSHINAGA, Yoshiyuki OOSHITA, Tadashi WATANABE,
Yasutaka TAKAMOTO and Takemitsu TAKANO

Stabilization of the seawalls is required for protecting the important facilities along the coast of the Fukui Port. Since 2004, Ministry of Land, Infrastructure and Transport has commenced the projects for improvement of the existing seawalls for scouring and liquefaction protection, and for construction of new submerged breakwaters. Construction of “two-crested submerged breakwaters,” which have two parallel crests along the coast, was newly commenced in 2006. The ministry realized that stability of the submerged breakwater needs to be examined because the submerged breakwater experiences winter stormy waves while the construction of the breakwater is not yet completed, i.e., the total length of the breakwater is 45m compared to the designed total length of 200m. This paper presents a survey result of location of concrete armor blocks for the submerged breakwater on partial completion with using Real-Time-Kinematic GPS.

1. はじめに

福井港海岸は、福井県北部を流れる九頭竜川の河口付近に位置し、当海岸の背後には県内有数の工業団地である「テクノポート福井」や国家石油備蓄基地が立地しており、産業及びエネルギー基地の重要な拠点となっている(写真-1)。

当海岸では、これまで既存護岸前面において侵食が生じ、さらに日本海特有の冬季風浪とも相俟って、護岸前面の消波ブロックの飛散、沈下及び越波による護岸背後の吸い出し・陥没被害(写真-2)が進んでいるため、護岸防護機能の確保を目的に平成16年度から国の直轄事業により、護岸背後の吸い出し・液状化対策としての護岸改良と、海岸侵食対策としての潜堤の施工に着手した。

平成18年度に新規着工した二山型潜堤が①本海域初めての潜堤であること、②二山型潜堤の施工例が少ないこと、③完成延長200mに対して45mの暫定延長で越冬することから、精度良く測定可能なRTKGPSを用いた消波ブロックの位置測量を実施し、消波ブロックの安定性、据付方法等を確認した。

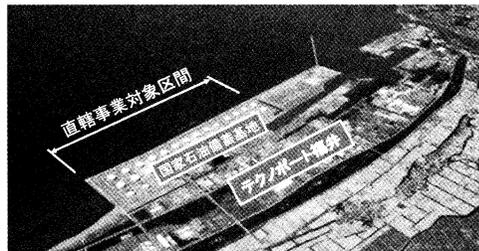


写真-1 航空写真

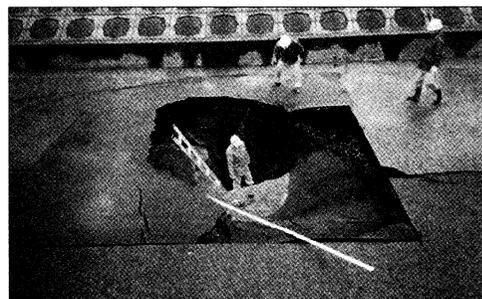


写真-2 護岸背後の陥没状況

2. 潜堤構造概要

潜堤(平成18年度施工区間)は、二山型で沖側が240個の25t型、護岸側が183個の40t型の消波ブロック及び谷間部が69個の16t型被覆ブロックで構成されている(図-1)。

二山型潜堤は、施工費を抑えることができ、また、一山型潜堤と比較した場合、背後の水位上昇量が小さいので、潜堤背後の洗掘が発生しにくい(吉田ら, 2001)などの利点が多いことが特長である。しかし、二山の谷間部については、沖側消波ブロックによる砕波及び海水の流

1 正会員	前 国土交通省北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所 所長
2	国土交通省北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所 前任建設管理官
3	前 国土交通省北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所 建設管理官
4	国土交通省北陸地方整備局 新潟港湾空港技術調査事務所
5	前 国土交通省北陸地方整備局 敦賀港湾事務所 海岸第二係長

れによる乱れが発生することが予想されたため(吉田ら, 2001), 16t型の被覆ブロックにより補強を行った.

3. 潜堤着手位置

通常の整備順序としては、漂砂の下手であるA区間から施工すべきであるが、A区間は護岸の端部であり、複雑な流れ等が想定されることや護岸の陥没被害の大きい場所を優先することを考慮してB区間から着手した(図-2).

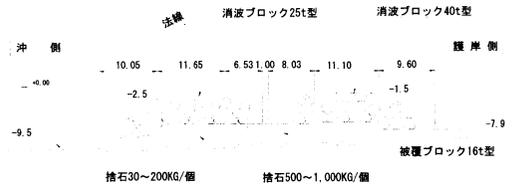


図-1 二山潜堤断面図

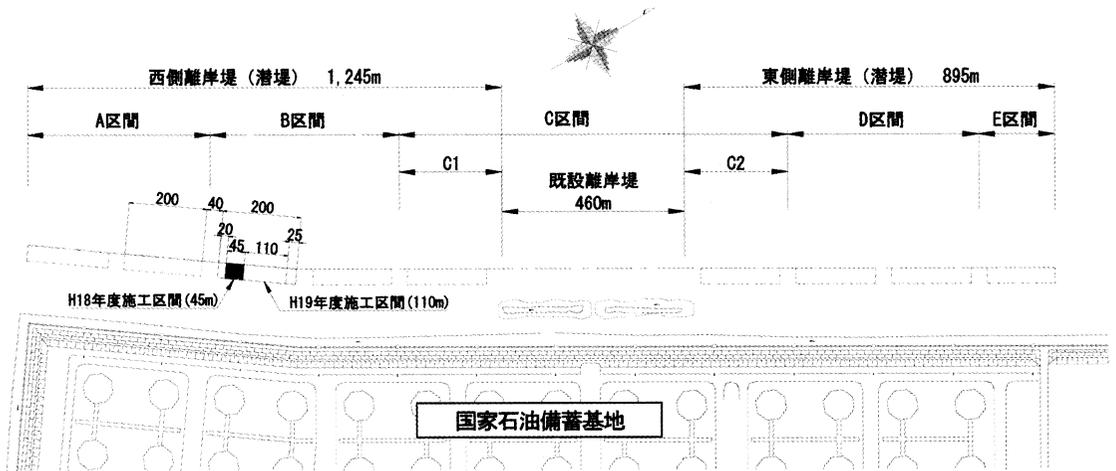


図-2 直轄事業対象区間平面図

4. 消波ブロック位置測量の概要

(1) RTKGPSの概要

RTKGPSとは、Real Time Kinematic GPS(干渉測位方式)の略で、測量地点で、基準受信機を参照基準点(既知)に設置(写真-3)し、移動受信機で電子基準点から受信する電波の位相差を計測し、測位計算するものである(図-3).

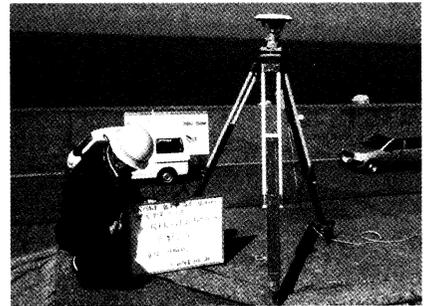


写真-3 GPS基準局設置状況

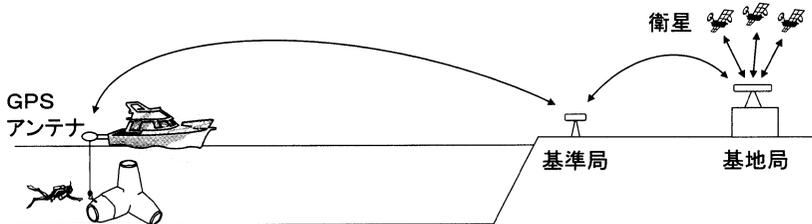


図-3 GPS構成図

(2) 位置測量の方法

潜堤を構成する全423個の消波ブロックの内、48個の消波ブロックに、水中でコンクリートピンを設置した。写真-4は、ピン設置後の状況である。

平面位置については、測量船上の作業員が、船上GPSアンテナ(写真-5)の真下から重りを付けた下げ振りを降ろし、水中ダイバーの指示によりピン上に重りがくるように調整し、船上GPSアンテナとピンとの鉛直度を確認して測量した。

水深については、ダイバーズウォッチを用いて水圧を計測し、換算することによって求め、潮位は、毎日の作業開始時・中間時・終了時に被覆ブロック上面(CDL-6.85m)の水深を測り、補正した。

本測量は海上作業であり、船の動揺等による誤差が生じるため、精度は、平面位置、水深とも約20cmとなる。

この方法で越冬前と越冬後に測量して、消波ブロックの移動量を把握した。

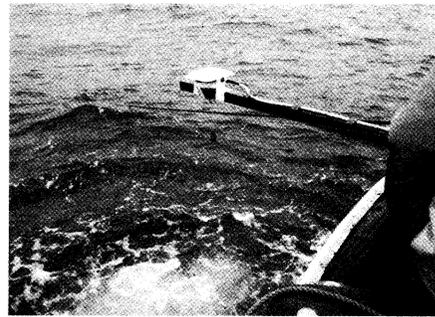


写真-5 船上GPSアンテナ設置状況

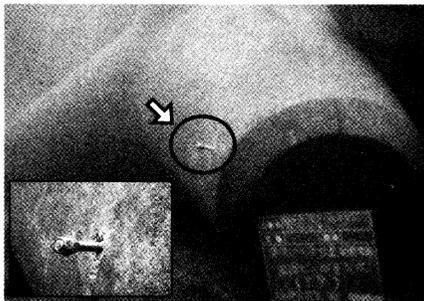


写真-4 ピン設置状況(水中)

5. 測量結果及び考察

(1) 消波ブロックの移動量

越冬後の潜水調査により、沖側の消波ブロックが8個、護岸側の消波ブロックが1個、折損していることが確認された。図-4は、消波ブロックの折損及び移動の状況を示したものであり、折損した消波ブロックの多くは、東側に位置していることが分かる。また、消波ブロックは全体的に東方向に移動しており、冬季に観測された波向の多くが、西方向であったことから、消波ブロックの移動方向との整合がとれていた。消波ブロックの平均移動距離は1.5m、平均沈下量は0.4mであるが、消波ブロック自体の寸法が、25t型で約3.5m、40t型で約4mであることを考慮すれば、大きな移動ではないと判断できる。

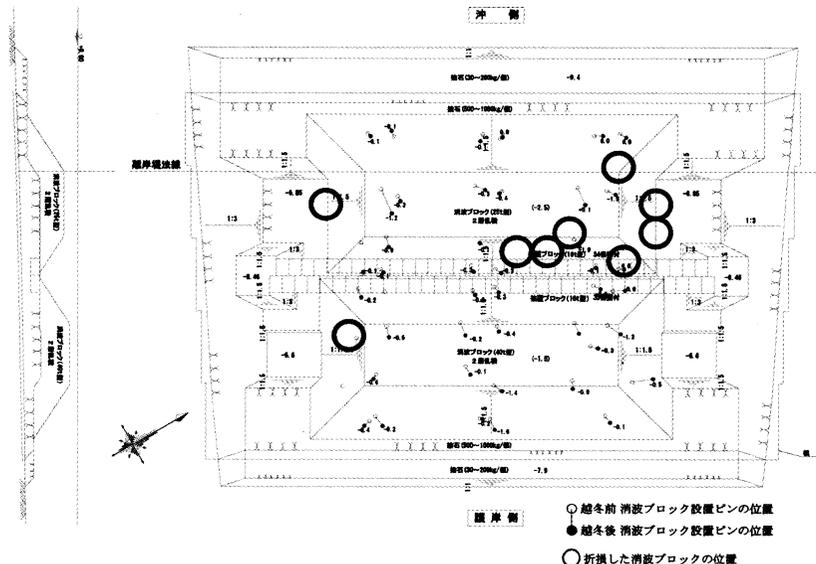


図-4 消波ブロックの折損及び移動状況

(2) 水理模型実験による再現

新潟港湾空港技術調査事務所所有の不規則波平面水槽(長さ56.5m,幅6.3m,高さ1.0m)において,消波ブロックの安定性を確認するための再現実験を行った。縮尺は1/50(歪みなし)とし,冬季に現地で観測された波浪とほぼ同等な有義波高6.27m,周期12.7sの波を1波群,2,000波を作用させた。スペクトル形状は,修正ブレッドシュナイダー・光易型とした。なお,海水と実験に使用した水道水の比重の差が消波ブロックの模型の水中重量に影響するが,その差はわずかであると判断して無視した。

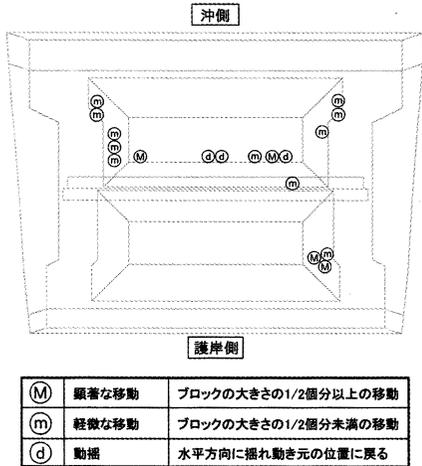


図-5 再現水理模型実験結果

(3) 変状原因についての考察

消波ブロックの移動状況及び変状の要因となったと想定される波浪をもとに,変状原因を推定した。潜堤の設計に用いた設計波(50年確率波)は,有義波高7.80m,周期13.1sであったのに対し,冬季に観測された潜堤位置での最大波は,有義波高6.46m,周期12.4sであり,設計波に近い波浪が来襲したといえる。設計波に近い波が来襲し,図-6のように消波ブロックが徐々に移動することによって,隙間ができ噛合せが悪い状態となり,消波ブロックどうしが衝突したことが折損の一因と考えられる。

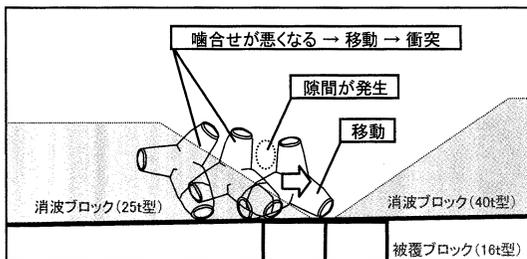


図-6 消波ブロック折損要因

また,変状箇所は,沖側消波ブロック全体で見られた

が,これは施工延長が45mと短いので,消波ブロック相互の噛合せが弱いという端部の影響が中央部分まで及んだためと考えられる。

6. その後の越冬対策

推定した変状原因から,次期施工区間である平成19年度施工区間110mの越冬時の対策について検討した結果,図-7のように消波ブロックの据付方法を工夫し,噛合せを安定させることにより,移動し難くなるよう対処した。

据付方法を工夫した平成19年度施工区間について,越冬後に行った潜水調査では,平成18年度施工区間のような谷間部の消波ブロックの移動は確認されず,据付方法の工夫や施工延長の増加による効果が確認できた。

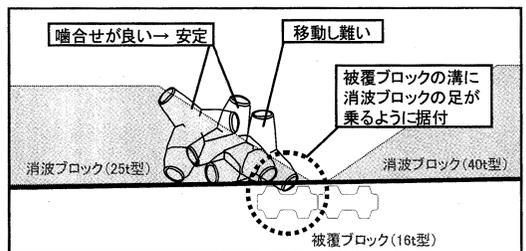


図-7 越冬時の対策

7. おわりに

本研究では,潜堤の変状要因を究明することを目的として,GPSによる消波ブロックの挙動の詳細な把握と変状を再現する水理模型実験を行った。その結果,以下の結論が得られた。

- ①消波ブロックの挙動を詳細に把握するためにGPSを用いることは,有効な方法であることがわかった。
- ②潜堤の端部や二山の谷間部の消波ブロックは,設計波以下でも一部変状したので,消波ブロックの所要質量算定に当たっては,波高以外の要素も取り入れた設計を検討していく必要がある。
- ③潜堤の安定性を確保するためには,ある程度の施工延長を確保し,消波ブロックの据付方法を工夫することが有効であることがわかったので,施工計画を立案する時にはこれらのことを考慮すべきである。

最後に,国民の生命財産を守り国土保全を図るため,今後もGPSを活用したモニタリング調査を継続し,着実な潜堤の整備を進めていきたい。

参考文献

吉田明徳・越智宏充・Yan Shuguang・入江 功(2001): 複列潜堤背後の波動場特性, 海岸工学論文集, 第48巻, pp.771-775