

第一海堡における護岸変状連鎖の推定

ポートコンサルタント(株) 正会員 ○内藤 輝 佐野慎哉 本間靖明
国土交通省関東地方整備局 正会員 野口孝俊

1. はじめに

第一海堡は、1881(明治14)年に着工、1890(明治23)年に竣工した人工島で、建設後約130年が経過している。島内には明治初期の煉瓦・コンクリート・鋼材・アスファルト等が残存しており、土木史的にも貴重な遺産の場となっている。ところが、近年、南側の護岸の変状が進行しており、一部の構造物が崩落している状況になっている。本報告では、2019(令和元)年に行った現地調査をもとに、この護岸変状の特徴を整理して、これらの変状現象のメカニズムを推定するものである。本調査は、東京湾口航路事務所が第一海堡所有者の上陸許可を受けて行ったものである。

2. 第一海堡の護岸変状の状況とその特徴

第一海堡の現在の航空写真を図-1に示す。図に示す通り、左翼観測所、第三砲台、第二照明所及び中央凸角砲座の護岸は崩壊しており、中詰砂が露出している状態にある。2017(平成29)年5月の調査¹⁾では、左翼観測所は崩壊しておらず、今回の調査では、他箇所も含めて、さらに護岸の変状が進行していることが確認されている。また、護岸変状の傾向として、中央凸角砲座や第三砲台前面の変状が大きいことが挙げられる。これらの箇所は、湾口からのS方向の波浪が、球面浅瀬の地形に特有な屈折による収束によって、波浪が大きくなり、護岸変状に至ったと考えられる。

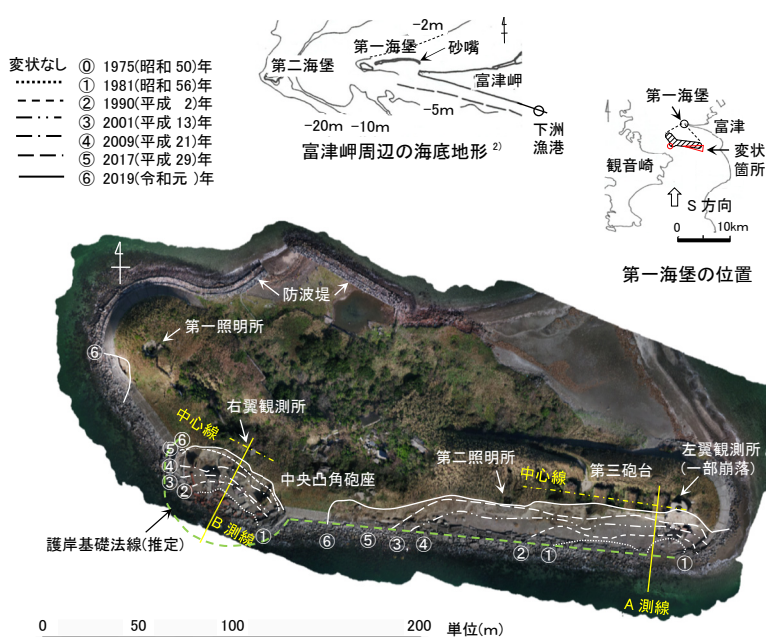


図-1 第一海堡の現在の航空写真

3. 既往航空写真による護岸変状の傾向

また、同図には、国土地理院の第一海堡周辺の既往の航空写真をもとに、護岸の崩壊範囲を判読して、その崩壊線を記載している。なお、⑤は、2017(平成29)年5月に実施されたUAVの航空写真から判読した。これによると、①1975年(建設後85年)では、大きな変状は見られないが、その6年後の②1981年になると、中央凸角部の護岸基礎から陸側に30m程度、第三砲台の東側は幅約70mの範囲にわたって、護岸が変状していることがわかる。さらに、③2001年では、第三砲台の東側は幅約150m、⑥2019年(本調査)では、幅約200mと、近年急速にその範囲を広げていることがわかる。①1975(建設後85年)までは、大きな変状はないが、以後、急速に変状が進行した理由として、一つは、この時期が構造物の変状によく見られる“加速期”にあたるということが考えられる。もう一つは、“沿岸漂砂が減少したことによる侵食現象”が挙げられる。文献²⁾によると、1975(昭和50)年に、富津岬南側に下洲漁港の防波堤の構築によって、富津岬南側の沿岸漂砂が阻止されたことが示されている。そのため、この沿岸漂砂の阻止が第一海堡周辺の地形変化や波浪増大に影響を及ぼして、1980年代に入って、急速に護岸の崩壊が進展した可能性も十分考えられる。

4. 護岸の変状連鎖の推定

上記の護岸変状の特徴と、実際の護岸の変状状況を踏まえ、第一海堡の護岸に生じた変状連鎖を推定した。図-2に第一海堡の護岸の代表的な変状状況を示す。図より、①は、防波堤近傍の護岸の状態で、目立った変状はなく、比較的健全な状態にある。

キーワード 第一海堡, 護岸の変状, 変状連鎖, 斜面崩壊

連絡先 〒113-0021 東京都文京区本駒込5-4-7 TEL 03-5978-3377

①は被覆石の移動・沈下が見られるが、被覆コンクリートは比較的健全な状態の箇所で、被覆石の沈下は、海底地盤の洗掘によって生じたものと推定される。②は、中詰砂の流出が発生している状態である。これは、被覆コンクリートに亀裂・損傷が生じて、そこから中詰砂が流出したと想定される。③は、被覆コンクリートが瓦礫化して、中詰砂の斜面が露出した状態である。この状態で、荒天時の波浪や雨によって中詰砂の飽和度が増加して、斜面が不安定となり、徐々に崩壊していったようである。また、乾燥によっても同様の状態となる。現地調査の際には、砂の乾燥によってパラパラと崩壊していく現象が見受けられた。④は、このような状態が経年的に継続して斜面の崩壊範囲が広がり、結果として、⑤上部構造の崩落寸前の状態に到ると考えられる。以上の①～⑤を変状度[I]～[V]に割り当てて、第一海堡護岸の固有の変状連鎖を評価した。図-3に上記の変状連鎖の模式図を示した。

5. 斜面崩壊の予測

図-1 に示した A, B 測線に対して、斜面崩壊の予測を行った。上部構造物の崩落の指標として、構造物の中心線に到ると崩落の危険があると判断して、そこに到る時期を予測するものとした。図-4に斜面崩壊の予測結果を示す。図より、A 測線では、近年の⑤～⑥間に斜面崩壊が進行しており、このままでは、2年後に砲台の中心線まで達し、B 測線では8年後という予測結果となった。なお、別途報告³⁾では、UAV を用いて⑤～⑥の流出土量を詳細に算出している。今後、このような方法を活用していくことで、より詳細な斜面崩壊の予測が実施できると考えている。

6. まとめ

第一海堡は、建設後 130 年経過しており、近代の土木構造物では最も古いものの一つで、歴史的価値の高いものである。本報告で得られた知見から判断すると、今後、第三砲台や中央凸部の崩壊が進行していくものと考えられる。

参考文献

- 1) 野口孝俊：第一海堡の研究視察実施報告書，2017
- 2) 宇多高明：日本の海岸侵食 p102，1997
- 3) 林大貴・津口雅彦・野口孝俊・足立元良：無人航空機搭載型レーザーキャナを用いた流出土量算出，土木学会第 75 回年次学術講演会，2020



図-2 第一海堡の護岸の代表的な変状状況

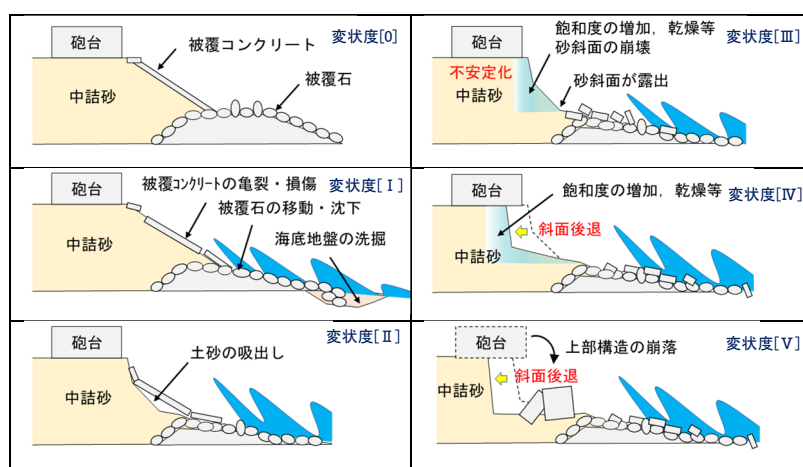


図-3 第一海堡の護岸の変状連鎖

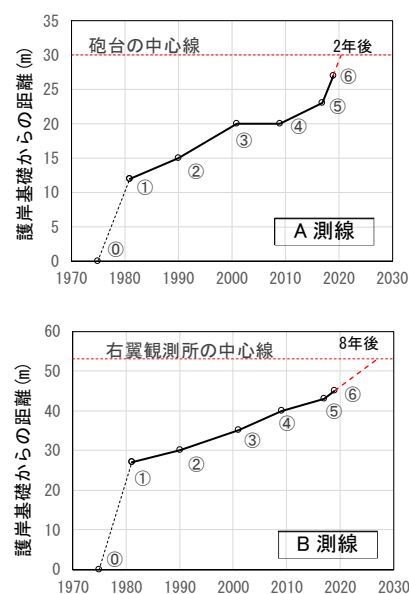


図-4 斜面崩壊の予測結果