

軍艦島コンクリート護岸の健全度調査

東亜建設工業 正会員 ○羽瀧 貴士 東洋建設 フェロー会員 佐野 清史
 五洋建設 フェロー会員 内藤 英晴 BASF ジャパン 正会員 矢口 稔
 早稲田大学 フェロー会員 清宮 理

1. はじめに

軍艦島（正式名称：端島）は長崎半島から西に約 4.5km、長崎港から南西に約 19km の沖合に位置する外周約 1.2km の島で、その外周は防波機能も併せ持つ直立式のコンクリート製護岸となっている。海底炭鉱の島として発展したこの島では、明治 30 年から昭和 6 年にかけて 6 回にわたり埋立てと護岸築造による拡張が繰り返され、当時建設された護岸はすでに 82～116 年が経過している^{1),2)}。

軍艦島には多くの重要な近代化産業遺産や貴重な建築物が現存しており、文化財や観光資源として注目されている。しかし、外洋に位置し台風の被害を受けやすいこの島において、島全体の保全のためには、護岸の健全度（劣化損傷度）を把握したうえで適切な状態に維持管理することが重要である。そこで、護岸全体の外観目視調査を実施するとともに、護岸を中心としたコンクリート部材に対する詳細な調査を実施した。

2. コンクリート護岸の概要

現在の軍艦島の形状とこれまでの埋立て・護岸拡張の経緯を図-1 に示す。護岸は、大正末期までは主に長崎特有の天川（赤土と石灰の混合物）を凝固材として岩石を積んだ石垣構造で築造されたが、昭和初期以降はコンクリート構造が用いられた。また、この島はたびたび台風により大きな被害を受け、護岸も局部的に倒壊や破損を生じたため、コンクリートによる再構築やコンクリートを旧来の天川護岸の海側あるいは陸側に巻き立てる補強がなされてきた^{1),2)}。なお、この石積護岸の基礎部分は、岩礁を溝状に削ったうえで、輸入セメントを用いて石垣を密着させたとの記録がある³⁾。また、基礎地盤が岩盤であるため重力式の護岸構造となっているが、近代的な護岸とは異なり裏込材はなく、止水板や防砂シートなども設置されていない。

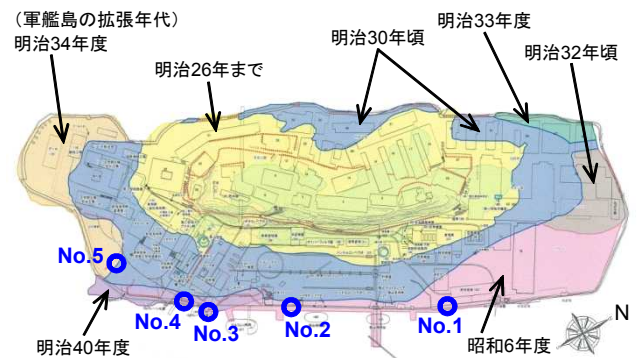


図-1 軍艦島の護岸拡張の経緯と詳細調査位置

補強がなされてきた^{1),2)}。なお、この石積護岸の基礎部分は、岩礁を溝状に削ったうえで、輸入セメントを用いて石垣を密着させたとの記録がある³⁾。また、基礎地盤が岩盤であるため重力式の護岸構造となっているが、近代的な護岸とは異なり裏込材はなく、止水板や防砂シートなども設置されていない。

軍艦島は外洋に位置し、月別の最大有義波高は 10.37m にも達するため、護岸には大きな波力が作用してきた。とくに南西からの波が多いため、南西側に高い護岸が構築されている。

3. 健全度調査の方法

目視調査は、護岸外周（海上から）と護岸天端・陸側（護岸上や護岸背面から）の状況確認を行った。なお、海中部の状況は確認していない。コンクリートの詳細調査は、図-1 に示す 5 箇所において、コアの目視観察の後に圧縮強度を測定した。ここで、No.1 と No.5 は無筋コンクリートの護岸であったが、No.2～No.4 は鉄筋コンクリート部材（炭鉱の生産施設、ただし No.2 の深さ 20cm 以深は無筋コンクリートの護岸）であった。

4. 健全度調査の結果

護岸の外観と損傷状況の例を写真-1 に示す。護岸外周のコンクリートには、大きなひび割れ（幅 10～30mm 程度）が多く確認された（写真(a),(b)）。縦方向のひび割れが多く、天端から下方まで連続していたが、とくに島の西側において多かった。また、島の西側の岩盤が露出している箇所では、岩盤と護岸コンクリートとの境界部の数箇所に空洞・空隙が見られた。さらに、護岸の補修跡や増し厚により再補強した形跡なども西側～南側の護岸にて多く確認された。一方、陸上部では、護岸の内側もほぼ全周がコンクリートで補強されており、

キーワード コンクリート護岸、健全度、歴史遺産、土砂吸出し、維持管理

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町 1-3 東亜建設工業（株）技術研究開発センター TEL 045-503-3741



写真-1 護岸の外観と損傷状況の例

天川を用いた石積護岸が露出している範囲は少なかった。ただし、一部には補強コンクリートが石積護岸との界面で肌別れしている箇所も確認された(写真(c))。

また、写真-2に示すように、護岸背面の土砂が吸出しを受けて陥没や空洞を生じている箇所も数箇所に見受けられた。この原因は、護岸本体底部の空隙(岩盤との境界部)や護岸を貫通する排水口(陸



写真-2 護岸背面の土砂吸出し状況の例 (31号棟付近)

側での配管等の破損箇所)から護岸背面の土砂が吸い出されたためと考えられた。この写真の例では約8ヶ月の間に明らかに吸出しが進行し、路盤コンクリートや階段が崩落している状況も確認された。この間には南西海上100~300km以内を台風が4回通過し、その影響を受けたと考えられる。このように護岸本体の肌別れや背面土砂の吸出しを生じているような箇所では、護岸全体が構造的に不安定となっており⁴⁾、変状が進行しやすいため、早急な対処が望ましい。

コンクリートコアの圧縮試験結果を図-3に、外観を写真-3に示す。護岸コンクリートのコア(No.1とNo.5、およびNo.2の深さ20cm以深)には15~20cm程度の大粒径骨材が含まれており、軍艦島の無筋コンクリート護岸には大粒径の骨材(石材)を用いた配合あるいは施工法が採用されていたことが推察される。圧縮試験は大粒径骨材を除く部分で実施したが、圧縮強度はすべて21N/mm²以上の値であり、30N/mm²程度以上の値も多く得られ、長期供用後においても十分に高い値を示していた。

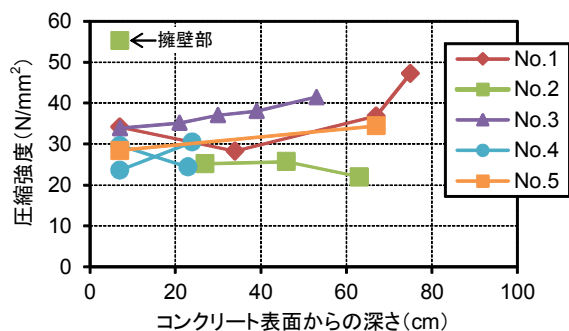


図-3 コンクリートコアの圧縮強度

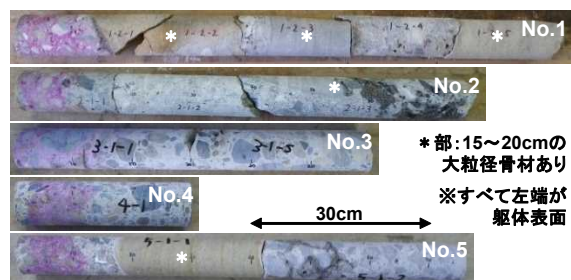


写真-3 コンクリートコアの外観

5. まとめ

軍艦島の護岸コンクリートには幅の大きなひび割れが多数生じていたが、コンクリート自体の品質は健全であった。ただし、護岸機能が低下している箇所が一部に確認され、対策が必要と考えられた。

謝辞 本調査は、長崎市の委託を受けた日本建築学会軍艦島コンクリート構造物劣化調査WG(主査: 東京大学野口貴文准教授)の活動の一環として実施されたものである。また、本調査は、長崎市および長崎県のご指導・ご協力のもと、早稲田大学清宮研究室、長崎大学原田研究室、五洋建設、東亜建設工業、東洋建設およびBASF ジャパンにより共同で実施した。実施にあたりご協力いただいた関係各位に謝意を表する。

参考文献

1) 阿久井喜孝, 滋賀秀實: 軍艦島実測調査資料集 追捕版, 東京電機大学出版局, 2005.3 2) 後藤恵之助, 坂本道徳: 軍艦島の遺産, 長崎新聞社, 2010.6 3) 三菱鉱業セメント株式会社: 高島炭礦史, 1989.1 4) 土木学会: 沿岸防災施設のアセットマネジメントに関する現状と展望, 土木学会海洋開発委員会 沿岸防災施設のアセットマネジメント研究小委員会 成果報告書, 2012.11