

## 国内港湾における石積護岸の現状と補修計画の考え方

石積護岸 補修 港湾構造物

国土交通省 正会員 ○野口孝俊 1

(株) いであ 非会員 小島富士夫 2 大野敦生 3

### 1. はじめに

横浜港は、1889年（明治22）に近代的な港湾整備のため埋立が行われ、自然石を加工した間知石を積上げた石積護岸が築造された。関東大震災により多くの石積護岸が崩壊したが、2年という短期間で復旧された多くの護岸が現在も残存しており、人々が賑わう新港埠頭周辺や山下公園には、景観上も美しい石積構造物を観ることができる。これらの構造物は、100年以上を経過し、石積み間の目開きや石の欠落の発生が各所で見られるようになり、補修が必要とされている。本稿は、全国における石積護岸の損傷および補修事例から、変状傾向とその補修方法を分類整理し、それに対する補修計画の考え方について考察を加えたものである。

### 2. 近代港湾遺産としての石積構造物の現状と補修

#### (1) 石積構造物の補修ガイドライン

明治期における石積構造物は、現在のように石材間の目地にモルタルを挟んで接着する練積みではなく、石間の摩擦抵抗と噛み合わせのみで多段積みする構造物である。そのため石材一つの脱落から石積み全体のゆるみに繋がり、背後の裏込・裏埋材料の抜け出しなどから全体が崩壊する。そのため、予期せぬ大きな変状が発生することもあり、港湾構造物の維持管理で実践される予防保全調査よりも、更に前段階の変状のきざしを発見する調査が、石積構造物には必要である。

既往の「港湾の施設の点検診断ガイドライン」<sup>1)</sup>では、このような調査の考え方を採用していないため、「石積構造物専用の維持管理の考え方」が必要となった。また、文化財指定された構造物は、「文化財石垣保存技術」（史跡等に指定された城跡等の石垣・石積遺構を解体・修理等を行う技術）<sup>2)</sup>が用いられ、石垣の本質的価値を保存すべく十分な配慮を行うことから、機能向上を必要とする材料や構造の変更を許容しない。そこで、これらのガイドラインとは異なる考え方の導入が必要であると判断した。

明治期に築造された石積護岸を可能な限り建設当初の姿を留めて補修するためには、変状原因を特定し、海中部の変形状態を調査した上での補修方法や維持管理手法が必要となる。そこで、**図-1**に示す検討フローにより全国事例調査を行い、石積護岸の変状傾向とその補修工事における補修方法を探り、最適な補修方法を模索することにした。

#### (2) 石積護岸の補修事例調査

港湾施設の石積護岸に対する補修実態を把握するため、国土交通省港湾局では、平成30年7月に全国の港湾管理者に対して、損傷事例や復旧実態を調査した。全国から38ヶ所の回答があり、補修済42%、未実施45%、損傷無13%となった。築造完成年代別には、明治が8%、大正3%、昭和74%、不明16%となった。年代の不明とあるのは港湾施設管理者が昭和25年から始まったため、それ以前については詳細な年代が特定できないものである。護岸構造は間知石を使用した谷積みが多い。正積（布積み）よりも谷積みの方が、変形耐力が大きいとされる間知石が使用されたと思われる。今回の調査では歴史的構造物と限定していないことから、昭和期に築造された施設が74%もあったが、昭和期に築造された施設でも損傷が発生し、既に補修をする必要がある護岸があることが判明した。更に補修未実施護岸が17か所もあり、このまま放置状態が継続すれば、護岸背後土砂の抜け出し等が進行して、石積の沈下・積石の開き等大きな変状となり、石積護岸の原形を留める補修が出来ない可能性がある。

#### (3) 石積護岸の変状・損傷事例の分析

調査結果から変状および損傷を分類して**写真-1**および**図-2**に示した。補修実施済箇所の損傷原因は、石の脱落・欠損が一番多く全体の48%、目地開きが16%、はらみだしと背後陥没が3%、となった。石積みが、はらんだり、石の欠損があると背後地盤が海側に流出したのち、背後陥没、背後空洞、背後沈下が発生する。特に、石の脱落・欠損を放置すると石積み全体の耐力が失われ、崩壊につながることになる。

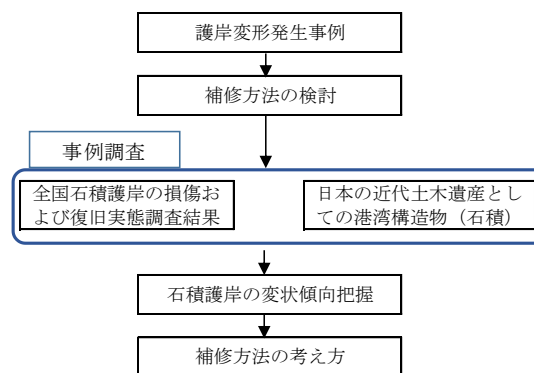


図-1 検討内容フロー

Sutdy of the current state of masonry revetments at domestic ports and the concept of repair methods

Takatoshi Noguchi 1 Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism 1

Kojima Fujio 2 Oono Atsuo3, IDEA Consultants, Inc.2,3

3. 石積護岸の変形と補修方法

(1) 石積崩壊への変状連鎖

港湾施設での石積護岸における変状・損傷に対する要因は、石材の劣化が主要因とは考えにくい。変状の多くは、波浪が石積みの間隙に侵入して裏込め材が少量ずつ流出したり、高潮時に護岸背後の地下水の上昇、背後利用条件の変化に伴い、当初設計より大きな上載荷重が働いた場合が想定される。これら変状要因の他に地震や台風のような一時的外力が働いた時点で、石積部の変状が発生することがある。石積構造物の変状は、要因、発生時期、変状がもたらす影響、そして施設の性能低下へと進行していく過程（変状連鎖）を十分に考慮する必要がある。これらの補修に耐える考え方は、中小河川護岸を対象とした「河川護岸維持管理マニュアル（案）」<sup>3)</sup>を参考とし、その変状の考え方を港湾護岸に準用させて図-3に示した。

(2) 調査・診断

適切な補修工法の選択は、変状因子とその進行度合いを把握する必要がある。特に早期予防保全の観点における石積護岸の点検診断では、変状連鎖の初期段階に発生する変状、すなわち、石積工の目地の開き・ゆるみ、石積工の脱落・移動の現況及び変状の進行状況を把握する必要がある。また、護岸の崩壊の前兆となる護岸のはらみ出し、移動・沈下については、目視調査による把握が困難であるため、定期的な3次元計測により、空間的に変状の進行を把握する必要がある。

(3) 補修方法

補修工法としては a モルタル注入、b 石材の積み直し、c 積みなおし+コンクリートによる補修、d 石積前面への鋼矢板打設となっている。また、変状対策ではなく、高潮対策として護岸の嵩上げや、緑地護岸や歩道整備などの老朽化に対する見栄えの改善により補修した例も多い。しかし、機能向上といえども、積みなおし+コンクリートによる補修では、構造的、見栄え的にも原型復旧ができておらず、後世に残したい石積構造物とは言えない。

4. おわりに

石積護岸の維持管理における今後の課題としては、石積技術の伝承や補修に必要な地元産石材の調達など、より一層の理解促進に努めるとともに、管理対象の石積護岸の実態（施設数、構造形式、築造年代、補修履歴、土木遺産価値等）をより詳細に把握し、データベース化する必要がある。

1)国土交通省港湾局：港湾の施設の点検診断ガイドライン,2018.6 一部変更

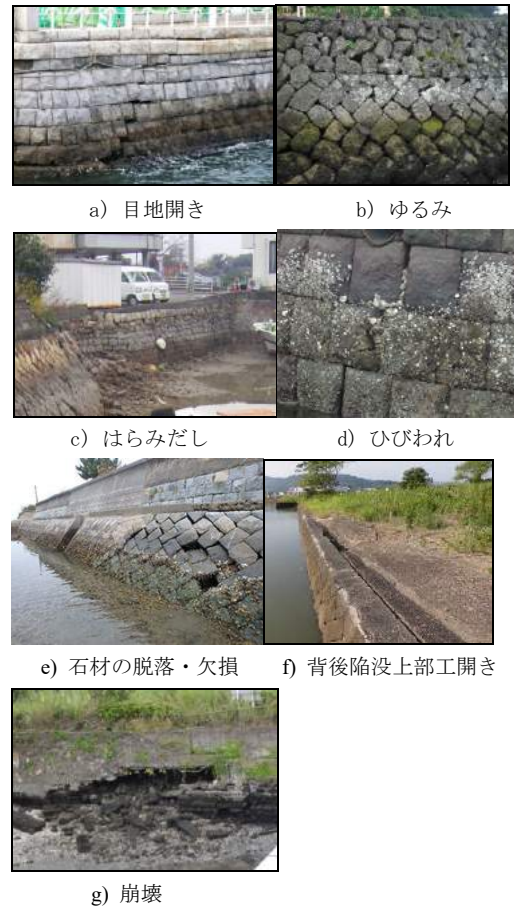


写真-1 石積護岸の変状例

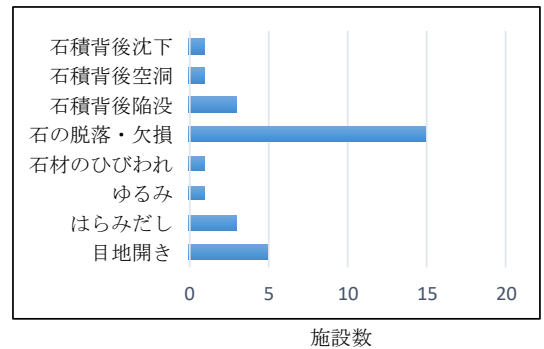


図-2 変状・損傷状況の内容

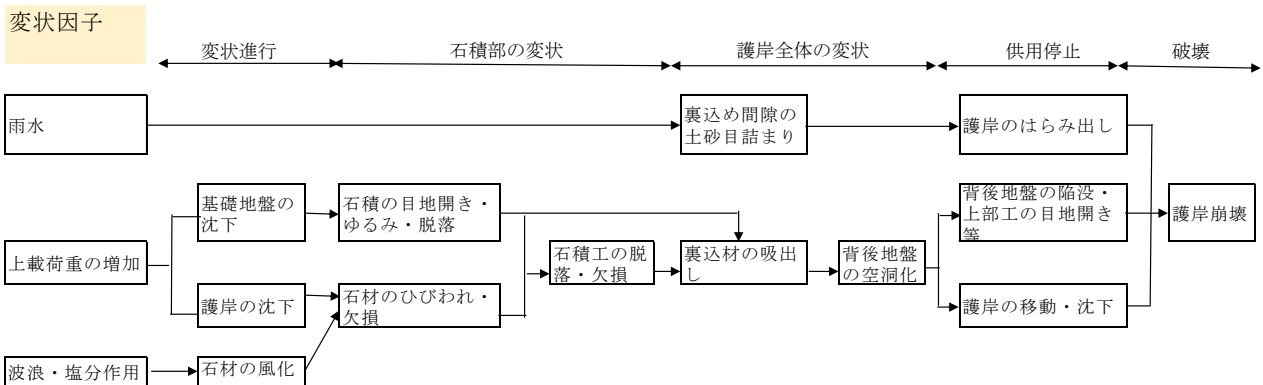


図-3 石積み護岸の変状連鎖 註：河川護岸維持管理マニュアル（案）改訂版、<sup>3)</sup>河川護岸変状連鎖図を参考として作成

2) 同成社：石垣整備のてびき、文化庁文化財部記念物課（監修）、2015.1. 3) (一社)建設コンサルタンツ協会近畿支部 河川分科会護岸維持管理WG：河川護岸 維持管理マニュアル（案）【改訂版】、2018.1