

道路護岸の被災と海岸侵食

— 国道134号線の例 —

一般財団法人 土木研究センターなぎさ総合研究所長 宇多高明

1. はじめに

2019年8月から10月には規模の大きな台風が日本列島を度々襲ったことは記憶に新しい。とくに10月12日に襲来した台風19号時には、日本列島各地に未曾有の災害をもたらした。それに先立つ8月13日には日本列島を南側から北上しつつ列島を横断した台風10号に伴う高波浪により、相模湾に面した七里ヶ浜海岸を通る国道134号線の道路護岸が崩壊した。この海岸は、東端を稲村ヶ崎により、西端を小動岬に挟まれた長さ2.7kmの砂浜海岸であるが、海岸線に沿って走る国道134号線は鎌倉から江の島に至る唯一の幹線道路であり、また道路が相模湾沿いを走るため相模湾を望む景観が良好なことでも有名である。この海岸では近年侵食が進んできており^{1,2)}、とくに海岸東端の稲村ヶ崎の西側隣接部で侵食が著しく、侵食が急速に進んで岩盤が露出する状況となってきた。筆者は、この付近の護岸の安定性が失われていると見てここ数年間現地状況を注視してきたが、被災直前の2019年5月18日にも侵食状況を調べていた。この調査では、稲村ヶ崎近くで露出した岩盤近傍の道路護岸にクラック形成などの異常が発見された。このためその後も注意深く観察を続けたところ、2019年8月13日に至って道路護岸が崩壊したのである。護岸崩壊の直接的原因は高波浪の作用によるが、護岸の変状はそれより2か月前から顕在化しつつあった。ここではこの災害の事前・事後調査の結果について述べるとともに、今後の災害防止策について述べる。なお、護岸の被害状況と原因分析の詳細については筆者らによる文献³⁾に詳しい。

2. 護岸被災の予兆

写真-1には対象地域の衛星画像と5月18日の現地調査時の写真撮影地点1～4を示す。写真に示すように稲村ヶ崎の西側に大きな汀線湾入部があり、碎波の白濁帯の分布形からこの湾入部では深みが岸近くまで迫っており、湾入した汀線の底には帯状に軟岩が露出していたことが見て取れる。写真に示す地点3が護岸に変状が現われていた場所である。まず、稲村ヶ崎の展望台から西向きに海岸線を望んだ写真を写真-2(a)に示す。西に江の島を望む海岸線は中央部で大きく湾入していた。この湾入部の西側側面で侵食が著しく、後に道路護岸に被害が出た。正面に見える導流堤は極楽寺川の河口導流堤である。導流堤には歩行者用の橋が架けられていたが、この橋の取り付け部と海浜との間には落差1.4mに達する段差ができていた(写真-2(b))。元々橋の取り付け部は海浜と同じ高さに造られていたので、この付近が侵食され海浜地盤高が低下したことが分かる。そ

の西側では侵食により軟岩が広い範囲で露出しており、写真-1の地点3に取り付けられていた階段付近では、階段の西側側面が破壊され、応急的に土嚢が山積みされていた(写真-2(c))。階段の西側端部が陥没したため大型土嚢が設置されていたが、山積みされた大型土嚢自体も前面洗掘により海側に落ち込んでいた。また、写真-2(c)に示すように護岸の表面未変色部との境界面が護岸の基礎から1m上に残されていた。現況の護岸が紫外線に曝されていなかったため、護岸が白いまま残されていたことから、砂に埋まっていた護岸が侵食によって現れたことが分かる。このように現地調査では護岸壁面の変色状況の調査が有効な手立てとなる。

写真-2(d)は、護岸の基礎のずれた状況を示す。コンクリート基礎が折れ、東(右)側の基礎が下がっていた。また、護岸の基礎が東側では10cm海側にずれていた。この状況から判断すると、表面上は護岸には異常がないように見えても、その裏側では空洞化が進み、やがては陥



写真-1 七里ヶ浜の衛星画像と写真撮影地点



写真-2 被災前の護岸状況写真



写真-3 被災直後の護岸状況写真

没が起こり得る状況にあったと推定された。写真-2 (e) は同じ護岸基礎が沈下し、下方にずれた状況を示す。さらに写真-2 (f) は稲村ヶ崎の展望台の西440 mに流入する音無川にかかる橋の上から稲村ヶ崎を望んだ写真で、破壊された階段へと干潮時汀線が斜めに伸び、干潮時汀線と護岸線との交点にちょうど破壊された階段が位置していたことが分かる。

3. 護岸の被災直後の状況

2019年8月13日、護岸は大きく破壊された。写真-3 (a) は円形階段から西向きに被災状況を撮影したもので、護岸の基礎が宙に浮いた状態となり、基盤層との間に大きな隙間ができた。隙間が大きい部分の上部では積み石がずれ、上部に載る道路本体が凹状となったことが見てとれる。被災の著しい場所は5月

18日当時護岸の基礎が露出していた場所と同じ所であり、護岸の基部にあった海浜は完全に消失していた。護岸の被災が最も著しい場所は円形階段の西側隣接部であり、ここでは基盤層も波の作用で強く攪乱され、局所的に掘られたことが分かる。西側から被災区間を望んだのが写真-3 (b) である。護岸前面の前浜は西側から急激に狭まり、基盤岩が現れた。大型土嚢の積まれた場所のすぐ西側の○印で示す場所では道路の上部が凹んでいる状況が見てとれる。遊歩道の陥没状況を撮影したのが写真-3 (c) である。遊歩道は大きく沈下したため通行不能となっていた。

4. 護岸被災の事後調査

稲村ヶ崎の展望台上の地点1から写真-2 (a) と同様にして西向きに七里ヶ浜を望んだのが写真-4 (a) である。

写真-2 (a) と比較すると、極楽寺川の河口導流堤の東西で汀線位置のずれが大きくなり、導流堤東側の海浜地盤高が低下し、バームが消失していた。この状況より、稲村ヶ崎を超えた東向きの沿岸漂砂の流出が続いていたことが分かった。写真-4 (b) は極楽寺川の左岸導流堤の側面状況を示すが、2019年5月18日の調査時には写真のポール位置での導流堤の天端と海浜地盤の間の標高差は1.5 mであったが、8月20日では写真-4 (b) のように標高差は2.95 mと1.45 mも海浜地盤高が低下し、また前浜が削り取られたため基盤岩の露出が著しかった。

写真-4 (c) は円形階段の東側隣接部より西向きに護岸状況を撮影したもので、護岸の基礎コンクリートに沿って多数の方形のコンクリートが並んでいた。これらは全て前方に見える円形階段のス

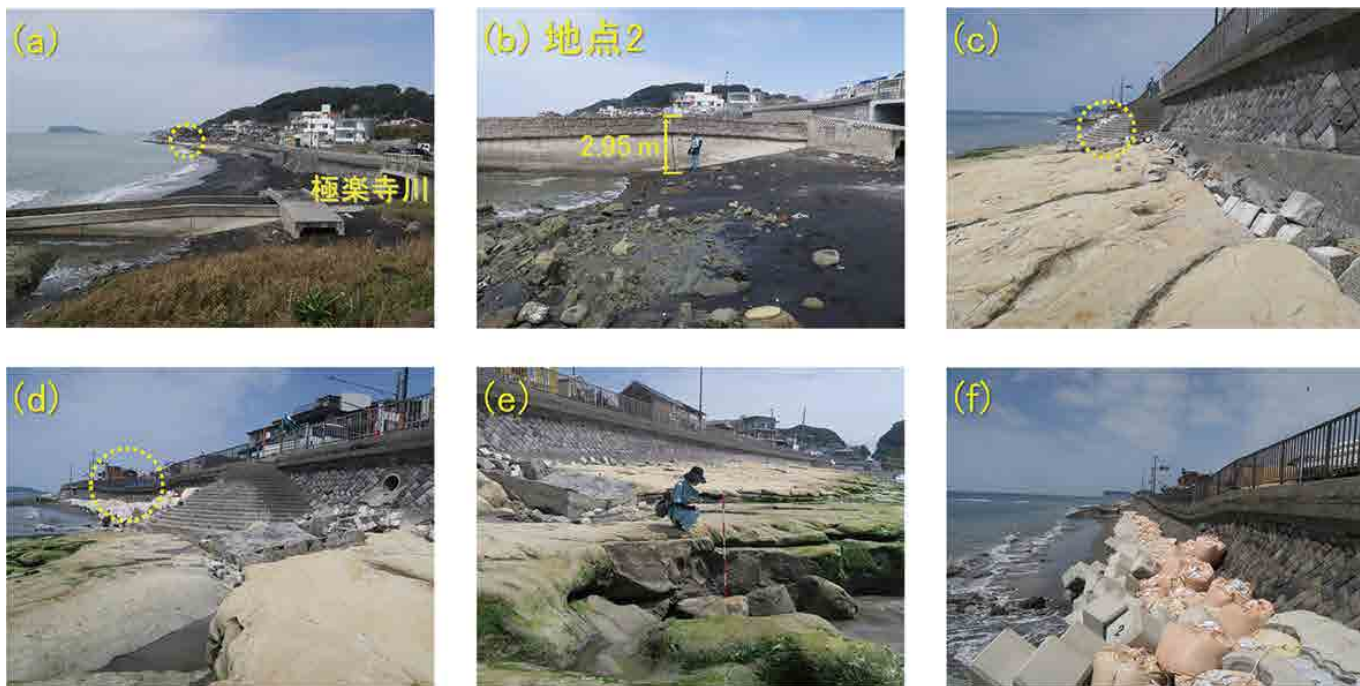


写真-4 事後調査時の護岸状況写真

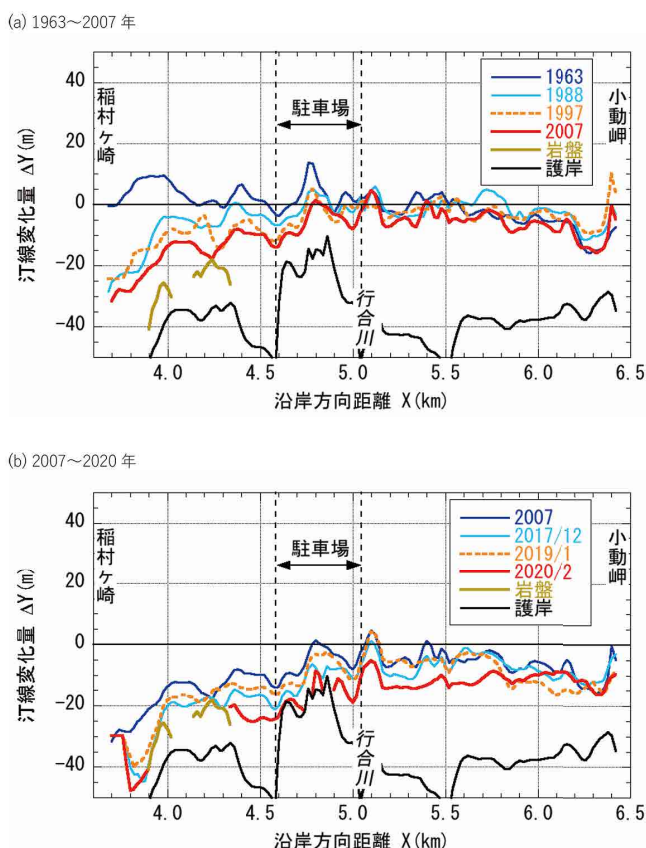


図-1 汀線変化 (1946年基準)

トップ部分 (写真の○印) から波の作用により剥がされて当地点まで運ばれてきたものである。この状況より、護岸破壊時には西寄りの強い波の作用があったことが分かった。写真-4 (d) は円形階

段を東側から望んだ写真である。階段部分より東側は基盤岩で覆われていたが、この階段を境に西側では基盤岩は現れておらず、その場所で護岸の崩壊が著しかった。また、当初水平であった道路面

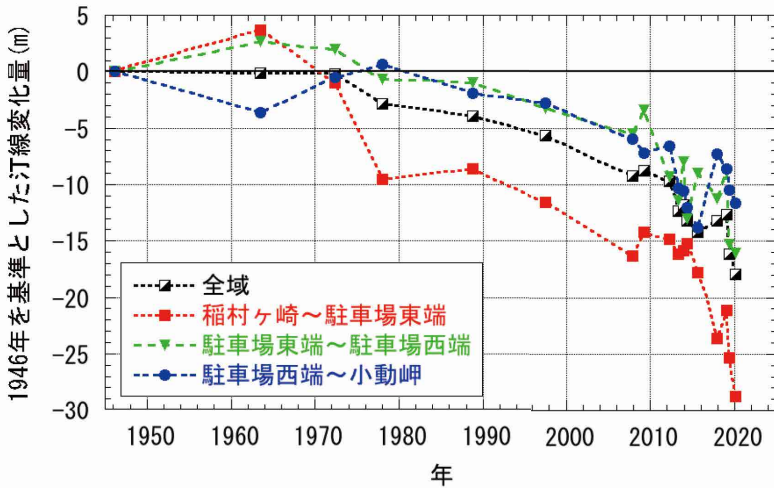
が大きく凹状となったことが分かる (写真の○印)。写真-4 (d) では円形階段の東隣に排水管が見える。この排水管前面の基盤岩の破壊状況を写真-4 (e) に示す。厚さ1mで岩盤が割れたため藻類の付着していない岩の露頭がきれいに見えるし、またこの岩盤の前面には波の作用で運ばれたため丸みを帯びることになった大きな岩塊も観察された。これよりこの付近の基盤岩全体も侵食されつつあり、短期的には護岸を防護する機能を有するものの、それが徐々に失われる状況にあることが分かった。さらに、護岸の被災箇所を円形階段に立って西向きに望んだのが写真-4 (f) である。護岸の背後地盤が大きく下がったため被災前にはほぼ水平であった道路面と手すりとも凹状に大きく歪んだ。護岸前面には応急復旧のために8トンの六脚ブロックとその背後に大型土嚢が設置されていた。

5. 護岸の被災原因の推定

七里ヶ浜海岸には三浦層群の軟岩が汀線付近を広く覆っている。2015年1月実施の Narrow Multi-Beam 測量によれば国道134号線の南西沖には水深の大きな溝が南西側から岸近くまで入り込んでおり、この溝の陸側端で護岸崩壊が起きたことが確認された³⁾。図-1には空中写真を基に1946年を基準として求めた、

【参考文献】

- 1) 細川順一, 宇多高明, 塩入 同, 三波俊郎, 宮原志帆, 芹沢真澄, 石川仁憲: 神奈川県七里ヶ浜の海浜変形の実態と再現計算, 土木学会論文集B3 (海洋開発), Vol. 67, No. 2, pp. I_1218-I_1223, 2011.
- 2) 宇多高明, 石川仁憲, 三波俊郎, 細川順一, 蛸 哲之: 七里ヶ浜の長期的海浜変形と海浜置砂による砂浜拡幅, 土木学会論文集B3 (海洋開発), Vol. 73, No. 2, pp. I_570-I_575, 2017.
- 3) 宇多高明, 田村貴久, 大谷靖郎, 伊達文美, 小金宏秋: 七里ヶ浜の侵食に伴う国道134号線の護岸の被災, 土木学会論文集B3 (海洋開発), Vol. 76, No. 2, 2020. (印刷中)



図－2 汀線変化量の区間平均値の経年変化 (1946年基準)

1963～2007年と2007～2020年間の七里ヶ浜全体の汀線変化を示す。1963～2007年では、七里ヶ浜のほぼ中央部に位置する駐車場の西側では変動のみ大きかったが、駐車場の東側では稲村ヶ崎に近接するほど汀線後退量が大きく、2007年では岩盤と汀線が重なる場所も出ていた。その後、2007～2020年では七里ヶ浜東部の稲村ヶ崎近傍での汀線後退量が増ただけでなく、駐車場前面にあった砂浜も消失し、護岸が波に曝される状態となった。このような汀線変化は、七里ヶ浜中央部にある駐車場の護岸が突堤と同様な機能を発揮して東向きの沿岸漂砂を阻止していたため駐車場西側での汀線後退が防がれており、その分駐車場の東側で汀線後退量が大きくなったことを表していると考えられる。さらに図－2には1946年基準での汀線変化量の区間平均値の経年変化を示す。七里ヶ浜全域と、駐車場～稲村ヶ崎区間、駐車場前面、および駐車場～小動岬間の3区間に区分して区間平均値を求めたものであるが、いずれの区域でもほぼ2015年以降急激な汀線後退が起きており、とくに稲村ヶ崎～駐車場間での汀線後退量が際立って大きい。このことから七里ヶ浜では砂が東端の稲村ヶ崎を回り込んで東向きに流出し、それがために海浜地盤高が低下し、道路護岸の基礎が表れたことが護岸陥没の原因であったと考えられる。

6. おわりに

2019年8月13日、国道134号線の道路護岸が台風10号による高波の作用により破壊され、遊歩道が崩壊し通行不能となり、また道路の復旧工事のために片側車線が交通止めとなったために大渋滞が起きた。被災箇所の沖合では深みが汀線近傍まで迫り、そこで波の集中が起こりやすい条件を有していた。また、空中写真に基づく汀線変化解析によれば、七里ヶ浜の東端を区切る稲村ヶ崎を超えて東向きに沿岸漂砂が流出したことが侵食原因となって海浜地盤高の低下が起きたと考えられた。さらに当海岸では海岸線に沿って露岩域が広がっていたが、被災箇所周辺は露岩域に挟まれ、海底面がもっぱら砂で覆われていた場所であったために、軟岩層による消波効果が期待できず、高波浪の襲来とともに護岸前面の前浜地盤高が約1.5mも急激に低下し、岩盤に岩着構造として造られていた護岸の基礎が露出し、岩盤との間に隙間が生じてそこから護岸背後の裏込め土砂が一気に流出したと考えられる。2020年6月現在国道134号線の護岸は復旧工事が行われているが、被災箇所周辺をも含めて今後の護岸の陥没被害を防ぐには、護岸の復旧のみならず護岸前面に前浜を確保することが必要で、それには七里ヶ浜から稲村ヶ崎を超えて沿岸漂砂の流出防止を図りつつ養浜を行うことが必要と考えられる。稲村ヶ崎は景観保護条例により守られているが、それも考慮した上で適切な施設について検討し、地域合意を図る必要がある。