

沿岸防災技術の変遷とこれから



栗山 善昭

一般財団法人沿岸技術研究センター
特別研究監・沿岸防災研究所長

日本では、古来より津波や台風が来襲することにより沿岸域で多くの災害が発生してきた。戦後は、砂浜が侵食される災害も生じている。本稿では、これらの災害を防ぐ、あるいは、被害を少なくする技術の変遷をたどるとともに、それらの技術のこれからを考える。

津波・高潮・高波

津波・高潮・高波のハード面の対策としては、1950年代から1970年代にかけて急速に整備された海岸堤防・護岸(以下、堤防・護岸)がある。今までに整備された堤防・護岸の約9割が1970年代終わりまでに整備されている。

海岸法制定のきっかけとなった1953年台風13号が三河湾沿岸を襲った時には、天端や裏法が被覆されていなかった堤防・護岸が多かったため、その多くが越波などにより被災した。その後、天端と裏法を含め堤防・護岸全体をコンクリートなどで被覆する形式が採用されることになり、その強度は高まった。

このように整備された堤防・護岸も2011年3月11日の東日本大震災では大きな被害を受けた。その主たる原因は、マグニチュード9.0の地震によって発生した、大きいところで20m以上の高さとなった津波によって、大量の海水が堤防・護岸を越えたことにある。

東日本大震災における甚大なる被害を受けて、2011年6月26日の中央防災会議の中間取りまとめに伴う提言では、①今後の津波対策は、切迫性が低くとも東北地方太平洋津波地震や最大クラスの津波(いわゆるレベル2津波)を想定すること、②海岸保全施設等は、比較的頻度の高い一定程度の津波(いわゆるレベル1津波)の高さに対して、整備を進めていくことを基本とするものの、設計津波高を超えても、施設の効果が粘り強く発揮できるような構造物を整備していくこと、が示された。

堤防・護岸における“粘り強い”工夫としては、天端被覆工・裏法被覆工を厚くする工法や部材間を連結し剥離しにくくする工法などがある。

主に陸域に建設される堤防・護岸と異なり、海域に建設された対策施設として高潮防波堤や津波防波堤がある。高潮防波堤としては、名古屋港において伊勢湾台風後の1964年に完成したのがあり、津波防波堤としては、大船渡港や釜石港の港口に整備されたものなどがある。

津波防波堤のうち東北地方の太平洋側に整備された防波堤は、堤防・護岸と同様に2011年の東日本大震災で大きな被害を受けた。釜石港においては、ケーソン44函の6割強が傾斜、移動するとともに、基礎マウンドから滑落した。そこで、復旧においては、“粘り強さ”への対応として、越流洗掘対策として港内側マウンドを被覆ブロックで保護するとともに、ケーソン

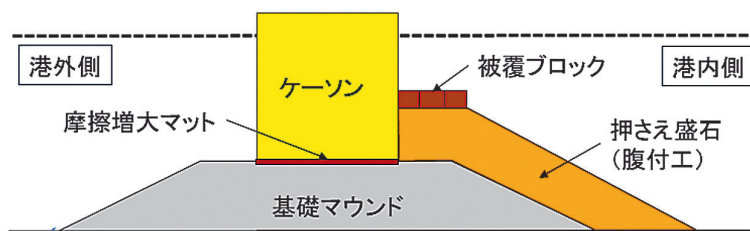


図1 粘り強い工法

の滑動・転倒に対しては、新設部ではケーソンとマウンドの間に摩擦増大マットを設置し、残存部では押さえ盛石(腹付工)を設置した(図1)。

海岸侵食

海岸侵食は、砂浜に流入してくる土砂の量よりも流出していく土砂の量が多くなることによって砂浜が減少する災害である。従来より実施されてきた侵食対策として、突堤や離岸堤がある。突堤は、海岸に対して直角な方向に伸びた施設であり、沿岸方向に移動する土砂を捕捉する機能がある。一方、離岸堤は海岸に対して平行な施設であり、沖に流出する砂を捕捉するのに適している。それに加え、離岸堤は背後で波高を減少させ、沿岸漂砂量を減少させることから、沿岸漂砂に対しても制御効果がある。突堤は、主に1950年代から1970年代にかけて整備され、離岸堤は、1970年代後半から1990年代にかけて急速に整備された。

このように整備が進んだ離岸堤ではあったけれども、離岸堤には岸から沖への眺望を妨げるというデメリットがあった。そこで、これを克服する工法として構造物の上面(天端)が海面下にある潜堤が目ざされるようになった。潜堤には、上記のメリットの他、波浪の反射率が小さい、海水交換率が高い、などのメリットがあり、1980年代後半から整備が進んだ。ただし、潜堤にはデメリットとして、波浪減衰効果が小さいことがあり、潮位差の大きい海岸では注意を要する。さらに、潜堤の整備が進むにつれて、潜堤背後(岸側)で洗掘が発生することが明らかになってきた。そのため、潜堤の設置の際には、砂浜の安定性や洗掘に対して整備前の検討のみならず整備後のモニタリングの実施も重要となっている。

1980年代後半頃から採用され始めた工法として面的防護工法がある。本工法は、護岸など単一の施設を“線上”に設置する工法と異なり、複数の施設で“面的”に海岸を防護する工法である。本工法のメリットは、複数の施設を組み合わせることにより、一つの施設の防護機能が低下しても他の施設で補うことができる、すなわち、“粘り強く”海岸を防護することができる点である。施設の組み合わせとしては、ハードな(剛な)構造物同士の組み合わせも考えられるけれども、環境や利用の観点から砂浜と他の施設とを組み合わせることが望まれている。

砂浜には、越波量を減少させる機能や構造物法先の洗掘を防止する機能があり、それ以外にも反射率が低いなどの防護上有利な点がある。そのため、1999年の海岸法の改正によって、砂浜は海岸保全施設として位置づけられることとなった。そして、その20年後の2019年には石川海岸(松任地区)が海岸保全施設



写真1 新潟西海岸

として指定を受け、2022年には新潟港海岸(西海岸地区、写真1)が指定を受けた。

沿岸防災技術のこれから

これからの沿岸防災技術を考える上で、避けて通れない問題として気候変動がある。気候変動による海面上昇や台風の強化は、高潮・高波災害のさらなる甚大化を引き起こす可能性がある。これに対しては、堤防・海岸の天端を更新時に段階的に引き上げる案が考えられている。

海面上昇は砂浜の減少にも大きな影響を及ぼす。60cmの海面上昇によって約8割の砂浜が消失するとの試算がある。これら消失が予想される砂浜の全てを今までの技術で保全することは現実的ではなく、何らかの重み付けが必要になってくるかもしれない。

砂浜保全の一つの方向として、少ない構造物による保全(例えば、サンドバイパス工法)やグリーンインフラを用いる保全(自然環境を活用したインフラ整備)がある。前者に関しては維持管理費の低減、後者に関してはグリーンインフラの持つ防災・減災機能の定量的評価が課題になると考える。

様々な沿岸災害に対して、その防災・減災技術が日本を含む世界で開発され、その結果、津波・高潮などの脅威に対して被害を小さく抑えることができるようになってきた。しかし、我々は気候変動による沿岸災害の甚大化という新たな問題に直面している。一方、その対策の検討においては、持続可能な社会の実現に向けて自然環境への配慮さらには自然環境の持つ防災・減災機能の積極的な活用が求められている。そのような困難な課題に対して、世界の研究者、技術者が沿岸防災技術をさらに発展させることを期待するとともに、沿岸技術研究センターもその手助けができればと考えている。