

波浪制御構造物の最近の展開

海環境を上手に制御するために

名古屋工業大学 社会開発工学科 助教授 喜岡 渉

高潮、波浪、津波、海岸侵食、地盤沈下からの防御や港の整備を目的とした従来からの波浪制御に加えて、景観面や利用面でも質の高い海岸の創成に対する要請が益々強くなっている。こうした状況下で、波浪をやわらげ、海浜の安定を図り、あわせて海洋利用空間を広げるために、さまざまなタイプの波浪制御構造物が開発されている。

Recent Developments in Offshore Breakwaters Efficient Means of Controlling Sea Environments

Dr. Wataru Kioka, Department of Civil Engineering, Nagoya Institute of Technology

Various kinds of offshore breakwaters have been recently developed to create extended use of the coastal zone. Developed structures are briefly introduced.



社会的要請の変遷

波浪制御構造物とは、波浪の波高、周期、位相差および波向のうちいずれの一つでも制御する目的で構築された構造物を指すが、防波堤を連想する以外は海面下に潜っているものもあって一般にはなじみの薄い構造物かも知れない。土木史によると、最古のものは紀元前3000年頃にエジプトのサンドリアで築造された石積の防波堤とされているので、以来5000年近くかけて人間の経済・社会活動との係わりあいの中で変遷してきたことになる。新しい波浪制御構造物の開発は、社会生活と沿岸域の関係の変化の中で生じた新しい社会要請に呼応するもので、施工技術や海象変化予測などのための流体学的解析手法の進歩がそれをバックアップする形で進められている。

明治までの日本が農業国であったためか、河川の治水事業と比べると本格的な海岸保全事業の歴史は比較的浅く、日本が次第に工業国へ転換し、人口・資産および生産活動が臨海域へ移りはじめた頃からである。現在も見られるような異形ブロックを配したコンクリート構造の海岸堤防や護岸の構築は、1940年代から1960年代頃にかけて頻発した高潮、津波などの海岸災害に端を発する。1959年の伊勢湾台風による未曾有の高潮災害も含む一連の海岸災害が何故この時期に集中したのか今からみると不思議なくらいであるが、災害対策事業として海岸を規模の大きい堤防や護岸で防御する“線”が全国に張り巡らされるようになった。

1980年代頃から経済安定成長時代になり、緊急の海

岸保全事業も一通りの成果を挙げるようになると、沿岸域に対してもゆとりのある計画が要望されるようになる。市民の憩いの場として海岸に自由に入出できる権利である“入浜権”運動などにこたえる形で、沿岸域を海と陸に完全に分断していた線形的防護から砂浜のある海の見える海岸造りへの方向転換が提唱されるようになった。いろいろな施設を組み合わせ海岸を防御するいわゆる“面的防護方式”への移行であり、例えば、養浜により人工ビーチをつくり、沖には潜堤や消波堤、背後には見晴らしのきくような低い海岸堤防や護岸を配置したような工法が全国に普及しつつある。

さらに、近年、沿岸域の開発利用は閉鎖性内湾から外洋に面した解放性沿岸域へも進展しつつあり、これを受けて海岸構造物も質的な変化を求められ、構造様式もさまざまなものが検討させるようになってきた。特に、波浪制御構造物は、第1線堤として波を直接制御する役割を担うために研究開発が盛んに行われ、今までにすでに多種多様な構造物が提案されている。

新しい波浪制御構造物

波浪制御構造物に課せられた機能としては、背後に静穏域を創造し、暴浪による災害を防ぐという消波機能とともに、海岸侵食を防ぎ海浜を安定させる漂砂制御機能がある。また同時に、生態系をふくむ海域環境をできるだけ損なわないよう、海水交換を妨げないような構造物様式であり、海域の景観を悪化させないよ

うな構造物であることが要求される。さらに、付近を航行する小型船舶や沖側を利用する海洋レジャーのためには、構造物からの波の反射はできるだけ小さいほうがよい。こうした条件をすべて兼ね備えた波浪制御構造物の開発は難しいが、開発研究中のものを含めていろいろな新しい構造物様式のもの提案されており、そのうちのいくつかは実際施工されている。

①波のエネルギーを消耗させる方法

構造物による反射をできるだけ抑えて波を減衰させるには、波のエネルギーをできるだけ消耗させることが手っとり早い。

海底摩擦や透水層によるエネルギー逸散を利用するものとしては、人工海草や礫石を長距離にわたって海底に設置する方法がある。捨石を珊瑚礁のようにリーフ状に敷き詰めた人工リーフ、中部電力(株)電力技術研究所でも波浪減衰効果についての研究が行われた捨石潜堤は、こうした摩擦と透水性のほかに構造物によって波を強制的に砕く強制砕波によるエネルギー逸散が利用されている。

杭打連結ブロック工法(PBS工法)による水平板付スリット型構造物(第1図)や二重円筒ケーソン堤(第2図)などスリットを配置した構造物形式のものは、スリットにより発生する乱れやスリット間の反復反射を利用している。

砕波によるエネルギー損失により消波させる構造形式としては、海面近くに水平または斜めに板を設けたジャケット型または複合型の構造物がありまた波の屈折を利用してエネルギーを逆に一点に集中させて砕波させるレンズマウンドや三日月状板も提案されている。

②波の位相干渉、共振を利用する方法

ある特定の条件下では、入射波と構造物によって生じる反射波や散乱波の間で位相干渉が起こる。こうした位相差を利用した波浪制御方式は比較的古くから研究されていたが、実用に向けての開発研究は最近になってからである。

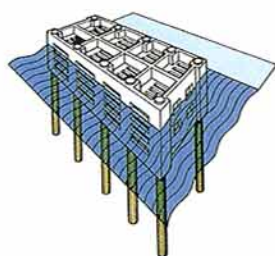
前述のスリット式消波構造物も遊水部を設けて位相干渉による消波機能も利用する形式のものが多い。第3図はフレキシブルマウンドと呼ばれているもので、ゴム膜内に海水を充填して海底に設置した柔構造の潜堤である。膜の変形運動によって発生する発散波と伝達波の位相干渉より消波させるもので、剛な潜堤とは制御機構が異なる。

剛な構造物を組み合わせて共振を起こさせ、波浪制御に利用しようという試みもなされている。著者が研究を行っている潜堤を複数列並べることによる波浪制御工法は、光学でいうブラッグ散乱を利用するもので、この他にも、鉛直板を複数列並べたものや潜堤とは逆にピット(堀込み)を複数配置する方法も提案されている。

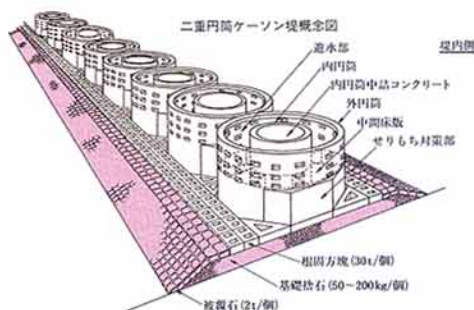
今後の展開

最近開発が進んでいる波浪制御構造物をすべてここに紹介することは紙面の制限もありできなかったが、波の周期を制御すること以外は現在までに開発された構造物様式ですべて可能になった。研究上の課題としては、波の周期の制御のほかに音や形の制御も検討項目に入ってくるのかも知れない。波のエネルギーの利用、海洋レジャーという面からは、逆に局部的に波高を大きくさせるという制御も必要であり、また、波浪に伴う流れを主に制御するという水産方面からの要請もある。このような要請に応じて、波浪制御構造物もますます多様化するとともに、目的や対象とする沿海域によって、多様な組み合わせが生まれることになろう。制御施設がますますインテグレートされたものになることは間違いなさそうである。

■透過水平板付スリット型

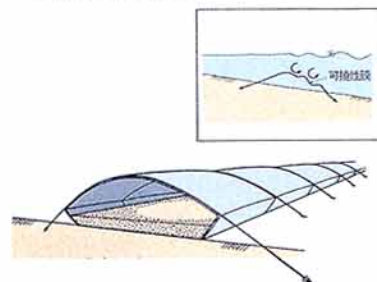


第1図 P. B. S. (MMZ計画より)



第2図 二重円筒ケーソン (運輸省提供)

■フレキシブルマウンド型



第3図 膜構造物 (MMZ計画より)