

II-334

防波堤の隅角部における消波工の効果

関奥村組技術研究所 正員 森田修二 九州電力株式会社 正員 溝辺 哲
 関奥村組 井上信也 九州電力株式会社 岡部成光

1. はじめに

堤防や護岸は、波浪から陸地を防御するために重要な構造物である。堤防や護岸の設計を行う場合には、構造的に安定であると同時に越波による浸水を防ぐことも考えなければならない。堤防や護岸の越波量を予測するためには構造物前面の波浪の変形を適確に把握する必要がある。海岸構造物に波が入射すると波の反射が起こり、構造物の前面では部分的に重複波が形成され波高が増幅される。また、防波堤が隅角部を有する場合は多重反射によりさらに波高が増幅される。九州電力苓北発電所における汎用岸壁および護岸は、油・石こう等の運搬船（5000ton 級）が入港・荷役作業を行い、また、発電所の静穏度を確保する重要な構造物である。汎用岸壁には荷役設備が常設されており、越波による被災を極力回避する必要がある。

本報文は、汎用岸壁に設置するパラベットの高さや消波ブロックの設置について検討するために、波浪解析を行い隅角部における波変形の特長について考察を行った結果について述べるものである。

2. 解析方法

本解析の条件としては、波の屈折と反射が扱えることであり、隅角部の多重反射や消波ブロックの反射率を考慮する必要がある。ここでは、次式に示した規則波に対する非定常の緩勾配方程式を用いて解析を行った。ここで、 Q は線流量、 c は波速、 ζ は水面変動量、 k は波数、 h は水深である。

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{1}{n} \cdot c^2 \nabla(n\zeta) = 0 \quad (1)$$

$$\zeta + \nabla \cdot Q = 0 \quad (2)$$

$$n = 1/2 \cdot (1 + 2kh / \sinh 2kh) \quad (3)$$

隅角部の波変形の解析に規則波を用いると、波高の増幅を過大に評価するとされている。構造物の近辺について見れば、波の単純な重ね合わせが成り立つと考えられ、構造物前面の波高については規則波による評価が必要と考えた。

3. 解析条件

九州電力苓北発電所における汎用岸壁および護岸の配置を図-1に示した。現地の主要な波向は西の波であり、平成3年の台風19号の来襲時には当発電所が建設中であるため、西からの波により護岸では越波による被災が発生した。汎用岸壁と護岸の隅角部での波高の増幅が予想されるのは北西の波である。今回の検討では、S.53～S.61の波浪観測データで波高出現頻度が0.3%の北西3mの波を設計波とした。周期は5.8秒である。解析の目的が隅角部および構造物前面の波高を予測することであり、汎用岸壁と護岸にはさまれる海域のみを解析の対象とした。構造物の境界条件は汎用岸壁の延長が350m、護岸の延長が810mの直立壁で反射率を0.8、消波ブロックは反射率を0.4とし、その配置を以下の5つのパターンで解析を実施した。

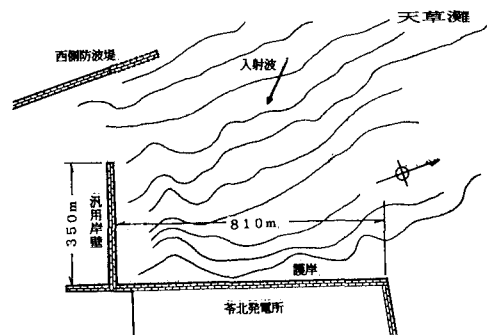
case-1: 消波ブロックなし

case-2: 消波ブロックを隅角部に汎用岸壁および護岸に沿って50mに配置

case-3: 消波ブロックを隅角部に汎用岸壁および護岸に沿って100mに配置

case-4: 消波ブロックを隅角部を三角形に覆う50mに配置

case-5: 消波ブロックを隅角部を三角形に覆う100mに配置



4. 解析結果と考察

構造物による多重反射の状況を反射波の波向線で示すと図-2のようになる。実際には、波の重複数の異なる境界で波の回折が生じると考えられる。図-3には、case-1, 2, 4の場合の波高のコンターを示した。図示した領域は隅角部から350mまでで、コンターの間隔は2mである。case-1の結果を見ると、図-2の重複領域をよく表しているのがわかる。case-2の結果は、波の重複の状況はcase-1と同様であるが、隅角部付近の波高が低減されているのがわかる。case-4の結果では、隅角部付近の波高が低減され、また、重複する領域が変化するため汎用岸壁前面での波高がより低減されているのがわかる。

図-4には汎用岸壁前面と護岸前面における波高を示している。横軸は隅角部からの距離である。図示しているのは左図から順に消波ブロックなし、消波ブロック50m (case-2, 4)、消波ブロック100m (case-3, 5) の場合である。case-2~5 については細線がcase-2, 3を太線がcase-4, 5を表している。消波ブロックの有無による差を見ると、汎用岸壁前面では波高の低減効果が明確であり、その範囲も広がっている。護岸前面は50m の配置では波高の低減は局所的であり、逆に増幅している部分も見られる。消波ブロックの配置パターンによる差を見ると、汎用岸壁前面は三角形配置が波高の低減効果が大きい、護岸前面では逆の傾向を示している。これは、図-3にも見られるように消波ブロックにより反射波の方向が変化するためであり、入射波の波向と関係が大きいと考えられる。

以上の結果から隅角部を有する防波堤に消波工を施す場合には、設計波の波向と消波工の範囲、配置パターンからの検討が必要であることがわかる。

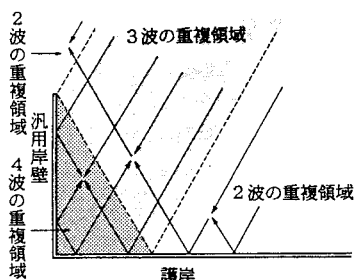


図-2 構造物による多重反射

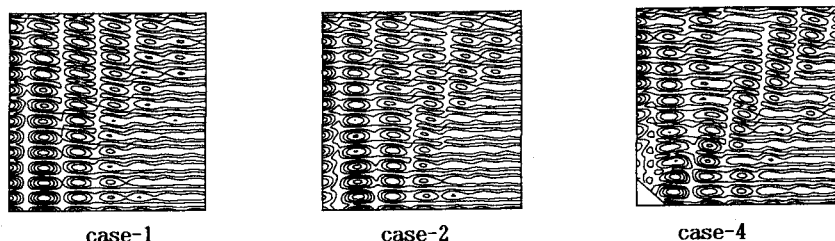


図-3 波高のコンター

図-4には汎用岸壁前面と護岸前面における波高を示している。横軸は隅角部からの距離である。図示しているのは左図から順に消波ブロックなし、消波ブロック50m (case-2, 4)、消波ブロック100m (case-3, 5) の場合である。case-2~5 については細線がcase-2, 3を太線がcase-4, 5を表している。消波ブロックの有無による差を見ると、汎用岸壁前面では波高の低減効果が明確であり、その範囲も広がっている。護岸前面は50m の配置では波高の低減は局所的であり、逆に増幅している部分も見られる。消波ブロックの配置パターンによる差を見ると、汎用岸壁前面は三角形配置が波高の低減効果が大きい、護岸前面では逆の傾向を示している。これは、図-3にも見られるように消波ブロックにより反射波の方向が変化するためであり、入射波の波向と関係が大きいと考えられる。

以上の結果から隅角部を有する防波堤に消波工を施す場合には、設計波の波向と消波工の範囲、配置パターンからの検討が必要であることがわかる。

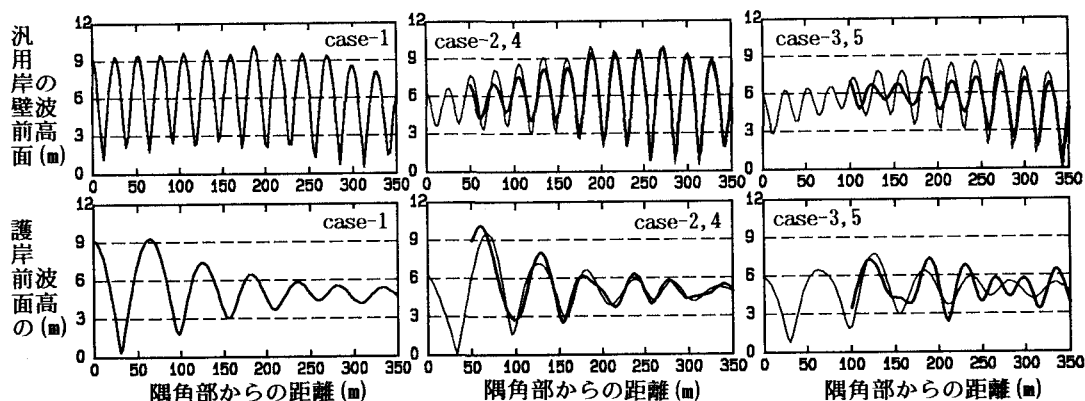


図-4 構造物前面の波高

5. おわりに

本文では述べるができなかったが、パラベットの高さを考慮した越波量の算定により、消波ブロック50m の場合で越波量が許容値に収まることも確認した。最後に、本解析にあたり大阪大学出口助教授に貴重な指導を頂いたことを記し感謝の意を表します。