

3. 解析結果

(1) 津波の進行

津波進行の様子を図4に示す。津波高さ5mでは、直立護岸は衝突した津波が高く打ち上がり、フレア護岸は津波を海側に返している様子が分かる。傾斜護岸は傾斜のままに津波が遡上している。津波高さ7mの場合は、直立護岸とフレア護岸は津波が高く打ち上がり、その高さは約10mであり、この打ち上がった津波は陸側に飛び越えた後に、地面に打ち付けられている。傾斜護岸は、津波高さ5mと異なり、陸側に斜めに飛び上がる様子が見られるが、その高さは直立護岸、フレア護岸に比べると低いことが分かる。



図4 津波進行の様子

(2) 津波の衝撃力

津波の衝撃力と護岸からの距離の関係を図5、図6に示す。衝撃力は、護岸を越流した津波が、構造物に当たった時に発生する力と定義し、平石²⁾の提案式 $P = \frac{1}{2} \rho C_D (Du^2)_{max}$ を用いて算出した。ρは海水密度、 C_D は抵抗係数、Dは全水深、uは最高流速である。津波高さ5mでのフレア護岸背後の衝撃力は、傾斜護岸と同等で、直立護岸の約半分である。一方津波高さ7mでは、フレア護と直立護岸の衝撃力最大値が傾斜護岸の約3倍となった。これは、図4に示すように打ち上がった津波が落下する流速と、水平方向流速が重なり、流速が増加した影響と考えられる。また、図7に直立護岸とフレア護岸の流速ベクトル図を示す。フレア護岸の方が前面に大きな渦が発生している。この渦により、水面高さのピークが海側に移動し、背後の流速が抑えられ、かつ渦によってエネルギーの減衰が生じて、衝撃力を低減できたと考えられる。

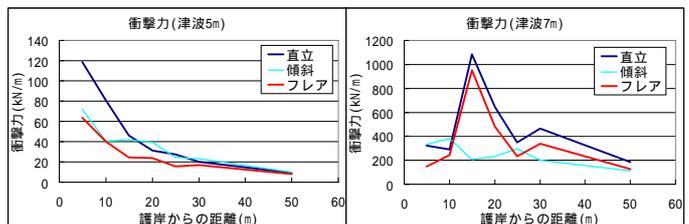


図5 衝撃力(津波高さ5m)

図6 衝撃力(津波高さ7m)

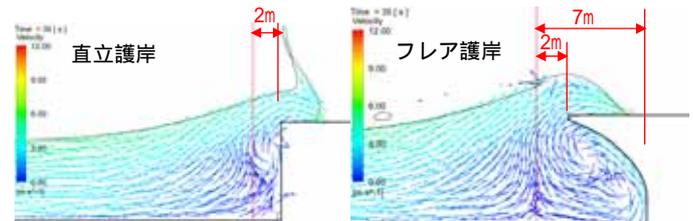


図7 護岸前面の流速ベクトル図(津波高さ5m)

表2 各護岸に作用する津波力

津波高さ	護岸形式	解析値		港湾基準 津波波力 (kN/m)
		衝撃波力 (kN/m)	静的波力 (kN/m)	
5m	直立護岸	650	9	260
	傾斜護岸	60	2	
	フレア護岸	1700	15	
7m	直立護岸	1030	40	570
	傾斜護岸	650	14	
	フレア護岸	5000	50	

(3) 津波力の比較

表2に、護岸に作用する津波力の解析値(衝撃波力・越流後静的波力)と、港湾基準³⁾の津波波力を示す。フレア護岸の波力は他構造より大きい値を示しており、設計時に留意が必要と思われる。また、衝撃波力は解析上のピーク値で時間刻みの影響を受けるため、設計への適用については今後の課題と考える。ただし、港湾基準による津波波力は約300~600(kN/m)となり、フレア護岸の押し波時の設計波力と同等であった。

4. まとめ

フレア護岸の津波に対する水理特性を、数値解析を用いて他の護岸形式と比較検討し、以下の事が分かった。津波高さ5mでは、背後構造物への衝撃力を、直立護岸・傾斜護岸より低減することができた。

津波高さ7mでは、背後構造物への衝撃力は直立護岸に比べて小さいものの、低減効果はそれほど無く、傾斜護岸の方が小さかった。

護岸に作用する津波力は、他形式に比べ大きくなる傾向にあり、構造検討の際には留意が必要である。

【参考文献】1)数値波動水槽の研究・開発, (財)沿岸開発技術センター, 2010.

2)平石哲也:植栽による津波力減殺効果に関する検討, 港湾空港技術研究所資料 No.1171, pp.1-28, 2008.

3)港湾の施設の技術上の基準・同解説, (社)日本港湾協会, 平成19年