

トラップ式ダブルリーフの消波機能に関する研究

岐阜大学 学生会員 ○板野誠司, 正会員 陸田秀実, 安田孝志

【1. 緒言】

従来の離岸堤などの欠点を解消した波浪制御工法として、砕波による波浪減殺特性を利用した人工リーフ工法が提案され多用されるようになって来た。しかしながら、セットアップの上昇や沖向き流れの増大、またジェット突入時に生成される surface roller による造波作用により再生波が形成され、その水塊や運動量が岸側に輸送されるため、期待されるほどの消波効果が得られない等の問題が生じている。

安田ら¹⁾はジェット突入時に生成されるスプラッシュを抑制するとともに大規模水平渦をスリット部で捕捉（トラップ）し、さらに、スリット内の渦拡散を活発にすることで従来型人工リーフの利点を保持しつつ消波効果をさらに高める人工リーフ、トラップ式ダブルリーフを新たに考案・開発した。既に、トラップ式ダブルリーフは、孤立波およびクノイド波（規則波）に対して、従来型リーフよりもセットアップおよび消波効果の点で優れていることが水理実験により実証されている²⁾。本研究は、水理実験により、不規則波に対しても前述のトラップ効果を発揮し、期待される消波が可能となるだけでなく、水位上昇も抑制されることを実証するものである。

【2. 実験方法と条件】

西松建設(株)技術研究所所有の片面ガラス張り2次元波浪水槽 ($L65\text{m} \times B1.0\text{m} \times H1.6\text{m}$) 内に鋼製2段ステップのダブルリーフを図-1に示すように設置し、一様水深 $h_1 = 33.40[\text{cm}]$ 、スリット構造を有する場合（トラップ式）と無い場合（ソリッド式）について不規則波（有義波高 $H_{1/3} = 8.2 \sim 16.5[\text{cm}]$ 、有義周期 $2, 4[\text{s}]$ ）を入射させた。時間波形の計測は図中の16台(W01~W16)の容量式波高計を用い、流速は測点C1（スリット沖側端部）および測点C2（スリット岸側端部）において電磁流速計を用いて計測した。また、高速ビデオカメラ（NAC社製、200コマ/秒）によって砕波変形およびジェット突入時の空間波形変化を撮影した。同時に、トレーサ粒子（比重1.01）を投入した画像に対してPIV³⁾およびPTV⁴⁾解析を行い、砕波時、砕波後およびスリット内部の流速場の解明を行った。

【3. 実験結果】

3.1 波高減衰

図-2は、有義波高 $H_{1/3} = 12.2[\text{cm}]$ 、有義波周期 $T_{1/3} = 2.1[\text{s}]$ の波がトラップ式ダブルリーフに入射した場合の時間波形変化を各波高計ごとに示したものである。スリット設置位置は測点W08直後であるが、その後の波高低下は著しく、高波高の波に対しても消波効果のほどがうかがえる。

図-3は、最も岸側の測点W16の透過率 K_T を示したものであり、 d は天端水深を表す。この図から、トラップ式ダブルリーフは入射波高が大きいほど高消波が期待でき、その透過率 K_T はほぼ0.2程度まで達しており、不規則波に対しても孤立波および規則波と同様の効果が期待できる。

3.2 移動平均水位と岸沖き流れ

図-4は、平均水位の変動量 η/d の時間変化を代表的な波高計に対して示したものであり、測点W07より岸側が砕波帯である。この図から、砕波帯よりも沖側のセットダウンおよび岸側のセットアップが抑制されており、入射波高がほぼ同一の規則波の場合より、さらに50%ほどの抑制効果が得られている。また、図-5は測点C1（スリット沖側端部）と測点C2（スリット岸側端部）の岸沖方向流速の時間変化を比較したものである。この図から、測点C2（太線）の流速は、ほとんどすべての波に対して流速すなわち運動量輸送が測点C1（細線）のそれよりも小さくなっており、特に高波高の波に対して顕著な差が見られる。

以上のことから、トラップ式ダブルリーフは、スリット部においてジェットが捕捉され岸向きの水塊の移動（質量輸送）および運動量・エネルギー輸送のすべてを抑制し、その結果として、セットアップや戻り流れを減少させることが可能な優れた機能を有していると考えられる。

3.3 内部流速場

図-6は、スリット部付近の流体運動に対してPIV解析を行い流速ベクトルを示したものの一例とその解析対象画像である。図内の空白領域は濃淡分布パターンが均一であるため解析不能な領域である。これらの図から、ジェットタッチダウン直前、ジェット再突入時のジェット内部の流速およびその後の渦拡散の概況が空気塊の領域も含めておおそ把握でき、本研究で開発したPIV手法が砕波時はもちろん砕波後に対しても適用可能であると判断される。また、ジェット突入に伴うスリット内部の整流や渦拡散の状況が定性的ではあるが把握でき、スリット部において岸向き運動量を制御していることを示す図-5の結果を裏付けるものとなっている。

【4. 結語】

トラップ式ダブルリーフは、孤立波および規則波と同様に、不規則波に対しても消波効果が得られ、透過率としては0.2程度まで低下させることが可能である。また、このリーフは従来型リーフの欠点であるセットアップおよびセットダウンを抑制すると同時に、天端上の岸沖方向流速を低減させることが可能であり、遠浅海浜に近い機能を有していることが明らかとなった。

【参考文献】

- [1] 安田ら(1996):第43回海岸工学論文集,pp786-790.
- [2] 安田ら(1997):第44回海岸工学論文集,pp761-765.
- [3] C.A.Greated et al. (1992) : 23rd Proc. of Int. Conf. on Coastal Eng., Venice, pp212-225.
- [4] Chang, T.P. et al. (1983) : Proc. of ISFV3,pp266-273.

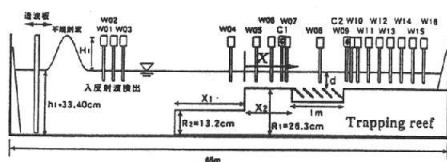


図-1 実験水槽の概要

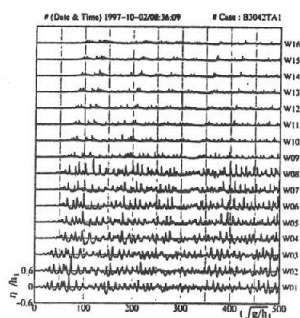


図-2 各波高計の時間波形変化 ($X_1/h_1 = 6.1$, $X_2/h_1 = 1.5$)

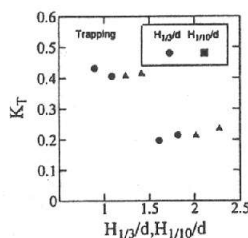


図-3 初期波高と透過率の関係

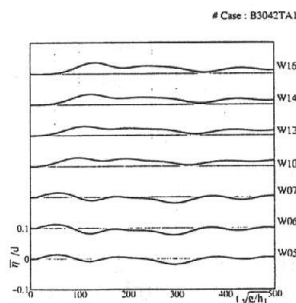


図-4 各波高計の移動平均水位 $\bar{\eta}$ の時間変化

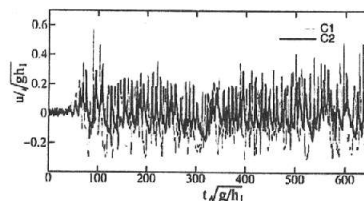
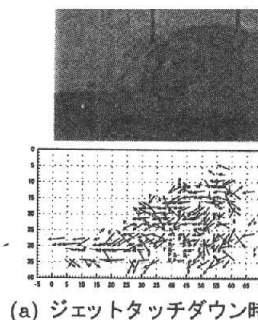
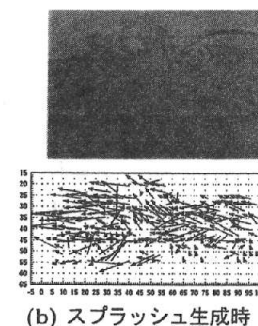


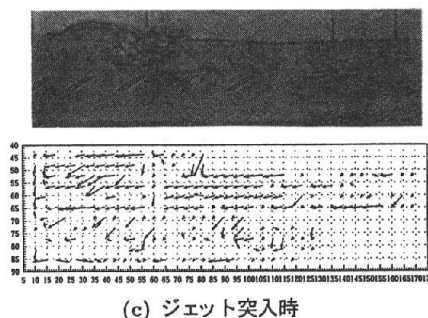
図-5 測点C1およびC2の流速の時間変化



(a) ジェットタッチダウン時



(b) スplash生成時



(c) ジェット突入時

図-6 PIV解析より得られたスリット部周辺の流速ベクトルと解析対象画像