

のり網の波浪減衰率の推定について

足利工業大学 学生員 ○関山 直樹

足利工業大学 正会員 長尾 昌朋

足利工業大学 正会員 上岡 充男

1. はじめに

海洋生物の生育には、栄養分の豊富な新鮮な海水が必要であり、常に適切な海水交換が行われている必要がある。海水交換をシミュレーションする上で必要なパラメーターは、さまざまな研究によって解析されてきたが、のり養殖網による波浪減衰効果およびそれが与える海水交換への影響についてはあまり知られていない。本研究では、のり網の波浪減衰について室内水理実験を行い検討する。のり葉体のどのような特性が波浪減衰に影響するのか未知である事と、のり葉体の成長に伴う影響を考慮するため、本物の活きたのりの付いた養殖網を用いて実験を行う。

2. 実験方法

実験水路概要図を図-1に示す。全長 27.00m、幅 0.80m、高さ 1.00m の造波水路を使用した。水路の一方に反射波吸収制御式ピストン型造波装置を、他端に消波装置として傾斜と消波材を組み合わせ設置した。水路中央部に全長 7.5m、幅 0.80m、網糸の直径 2mm ののり養殖網を、網端部のロープで緩やかに水路に固定した。また、長さ 0.79m、直径 10mm のラミン材丸棒 6 本を、1.5m おきに網に取り付けフロートとした。のり網の中央および両端に 4m 間隔で設置した容量式波高計で波高を、また、のり網中央に設置した LDV で流速を測定した。

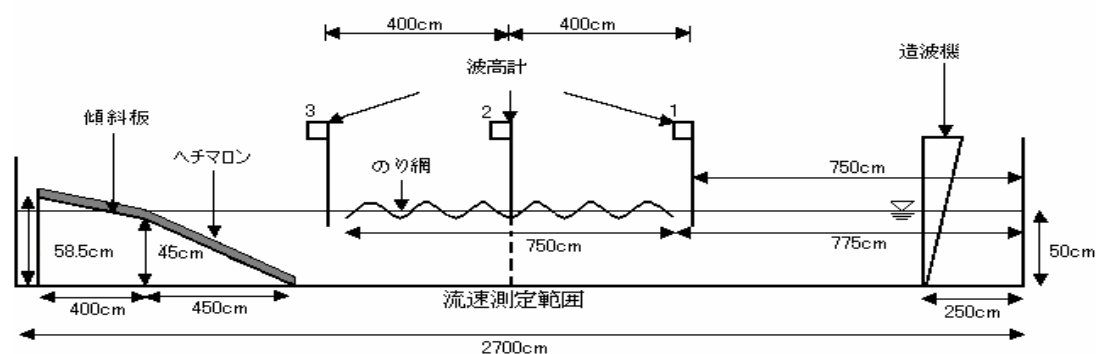


図-1 実験水路概要図

3. 波浪減衰

水深は、現地条件に近づけるため造波限界水深である $h = 0.50\text{m}$ とした。波は、周期 $T = 0.7 \sim 3.0\text{s}$ 、波高 $H = 0.05 \sim 0.10\text{m}$ の中から、適当な組み合わせで 8 パターンとした。のり養殖網の影響を調べるため、のり養殖網なし、のり養殖網のみ、最大 10cm 程度成育した短いのりと 30~40cm 程度成育した長いのりの付いた養殖網を取り付けた場合の 4 パターンの網について実験を行った。のり葉体は短いのりでは全長 10cm 程度、幅は 3~5mm 程度、長いのりでは全長 30~40cm 程度、幅 20mm 程度で、厚さはきわめて薄く、網に隙間なく密集している。図-2 に短いのりの網への付着状況を示す。

図-3 に波形勾配 H/L と波高減衰率 $\lambda_H = 1 - H_3/H_1$ との関係を示す。この図から網のない状態でもわずかに波浪減衰が確認できるが、これは造波した波に変形が生じることと、消波しきれなかった波が反射した影響と考えられる。波高減衰率にはこの程度の誤差が含まれているものの、網のみの場合、のり付網の場合においては確かな波高減衰効果が確認できる。特に周期が短い場合には減衰率が高く、周期が同じであっても、波高が大きくなると減衰率が高くなる。のりが付いた場合は、各条件において網のみの場合よりも減衰率が高くなっていることが確認できる。

キーワード：波浪減衰、のり網、のりの成長

連絡先：〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1 足利工業大学工学部都市環境工学科 Tel.0284-62-0605

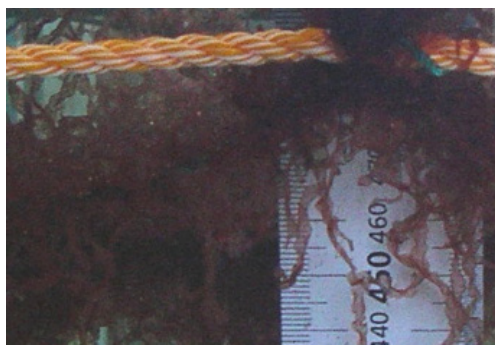


図-2 短いりの付着状況

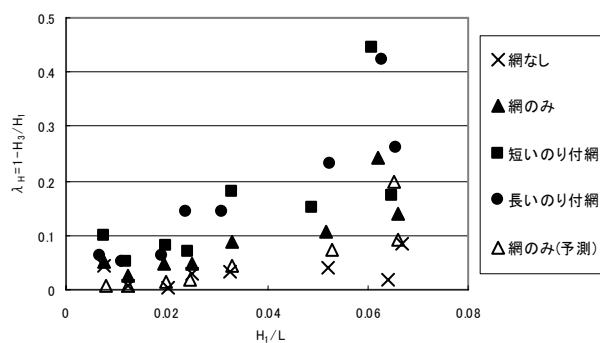


図-3 波形勾配と波高減衰率との関係

4. 流速分布への影響

流速測定は、適度に波浪減衰が起きていた波高 $H = 0.05\text{m}$ 、周期 $T = 1.0\text{s}$ のケースで実験した。流速分布を、微小振幅波理論とともに、図-4、図-5 に示す。深さ 10cm 以浅に大きなばらつきが見られる。これにはのり網の影響と流速測定の欠損が含まれる。のり網付近ではデータの欠損が生じるものの、流速の低下はのり網のごく近傍でしか確認できない。よって、波高減衰はのり網の抗力などによって生じると考えられる。

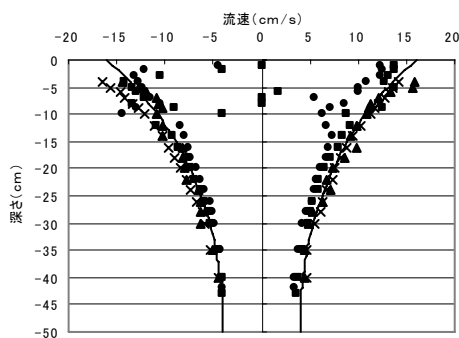


図-4 水平方向成分の分布

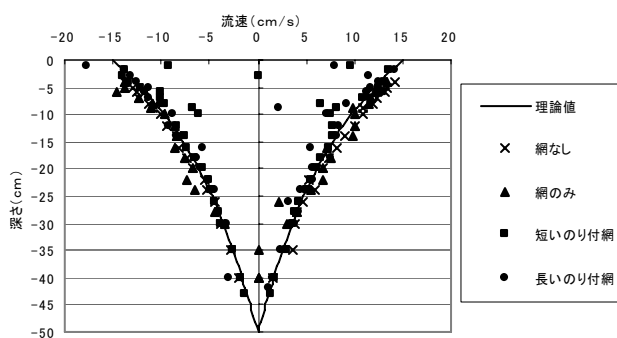


図-5 鉛直方向成分の分布

5. 波高減衰率の推定

のり網は、波とともに上下することが目視により観測された。また、網糸の直径やのりの幅が波長に比べて極めて小さいことから、網糸に働く流体力は微小振幅波理論から得られる流速の水平方向成分とモリソン式(1)から求めることができると考えられる。

$$F = \frac{1}{2} C_D u |u| dl + \text{質量力} \quad (1)$$

ここで、 C_D は抗力係数、 u は水平方向流速成分、 d は網糸の直径、 l は網糸の長さである。まず、網のみの場合を想定し、円柱と同じ $C_D = 1.2$ とした。網糸は流れに対し 45° 傾いているので、網糸に直交する成分に補正して計算する。また、フロートに作用する力も別途求めて加えた。式(2)より網によるエネルギーの減衰量を計算した。

$$\Delta E = \frac{1}{T} \int_0^T F u dt \quad (2)$$

そして、式(3)より岸側の波高 H_3 を求め、波高減衰率 λ_H で表わした予測値を図-3 に示す。

$$E_1 c_g - E_3 c_g = \Delta E \quad (3)$$

図-3 より、網のみの実験ケースと比較して、その傾向は良く捉えていると考えられる。

6. 結論

のり網による波浪減衰について、波形勾配が大きいほど減衰効果が大きくなること、のり付網の場合にはより大きな減衰効果が現れることが確認できた。網のみの場合の波浪減衰率は、微小振幅波理論とモリソン式で推定することがわかった。のり付網については、どのような抗力係数を用いれば良いか検討が必要である。