

河川における航走波のエネルギー分布とヨシ原内でのエネルギー減衰

広島大学大学院 学生会員 ○細川真也
 広島大学大学院 学生会員 仲本吉宏
 広島大学 フェロー会員 福岡捷二
 広島大学 正会員 渡邊明英

1. 序論

東京都を流下する荒川のように、舟運の多い河川では、タンカーやプレジャーボートまたは水上バスによって造られる航走波による河岸の侵食が問題となっている。裸地河岸の侵食軽減に対して、水際に生育しているヨシ原の航走波エネルギーの減衰効果が注目されている。一方、ヨシ原が存在している場所の標高や横断河床勾配・水深などの地形特性等により、ヨシ原が航走波の影響を強く受ける地域があり、ここでは、ヨシ原の地下茎が洗い流されヨシ原が侵食・後退している。そこで本研究では、ヨシ原侵食が著しい地域に対策工を計画するために、航走波のエネルギー分布特性を明らかにし、次に、ヨシ原に入射する航走波のエネルギーフラックスやヨシ原内での航走波の透過距離とエネルギーフラックスの透過率の関係を明らかにすることを目的としている。

2. 観測内容

2000年8月に東京都を流れる荒川で三日月ワンド（左岸）、四つ木橋左右岸、西新井左右岸の計5箇所で見測を行なった。観測対象の船は一般に航行するタンカーと国土交通省所有の水上バス（あらかわ号）とプレジャーボート（あやせ号）である。観測内容はA. P-4.0m地点に波高計を設置して水深の深いところにおける（深水域）航走波の経時波形を見測し、A. P±0.0m付近で水深の浅いところにおける（浅水域）航走波の最大波高を見測した。また、ヨシ原内における航走波の透過特性を明らかにするためにヨシ原内で最大波高を見測している。

3. 観測結果

(1) 船種別の航走波の特性

5箇所で見測した深水域の相対波高・周期と船の速度の無次元数である水深フルード数の関係を図-2に示す。タンカーは一般に航行する船であるため、水深フルード数に幅をもたせる事ができなかったが、水上バスやプレジャーボートでは水深フルード数を幅広く任意に変えてデータを得ることができた。

図-2を見るとそれぞれ船種別によって分布に違いがある事がわかる。水深フルード数-相対波高の図より、水上バスの相対波高は水深フルード数の増加に伴って大きくなっているが、プレジャーボートの相対波高は水深フルード数にあまり依存していない。周期も相対波高と同じように船種によって異なった分布を示しており、航走波の性質は船種により異なる事が明らかとなった。これらの性質を踏まえたうえで図-3では水深フルード数と最大エネルギーフラックスの関係を示している。これらの結果より、水上バスは水深フルード数の増加に伴って航走波のもつ最大エネルギーフラックスも大きくなるが、プレジャーボートは速度を増加するに従って流体から受ける揚力が増加して抵抗が軽減するため、推進力を要せず高速で航行できることが明らかとなった。

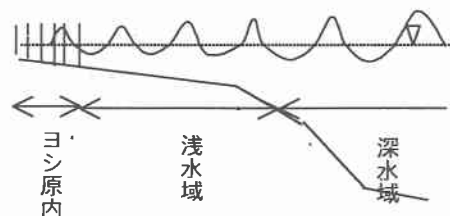


図-1 河床横断面図と各観測点の位置

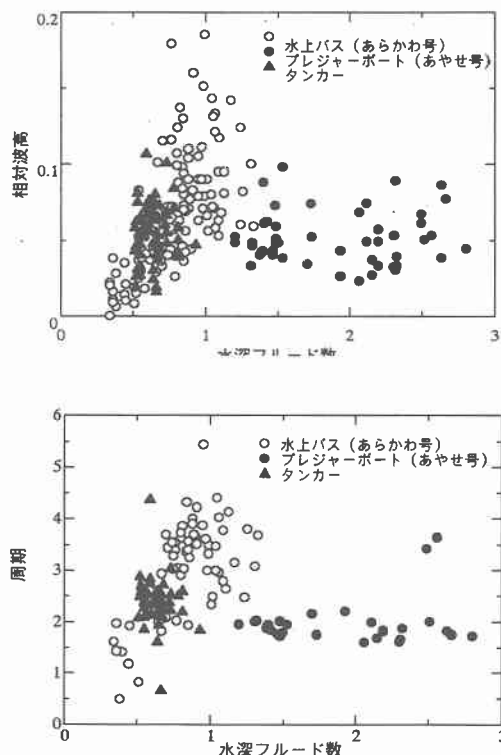


図-2 水深フルード数と基礎データ

(2) 深水域における航走波の伝播特性

深水域で造られた航走波は、浅水域を経過してヨシ原に到達する。

航走波は船種によって分散性を持っているため、深水域における航走波の伝播特性の評価は一波群のエネルギーで行なう必要がある。図-4は水上バスのデータを波別解析法によって算出し、水深フルード数とエネルギーの関係を示した図である。これを見るとエネルギーは航行ラインの影響をあまり受けていない。つまり深水域においてエネルギーの損失はほとんどないことが分かる。

(3) 深水域から浅水域の遷移域における航走波の伝播特性

深水域における航走波の伝播特性の評価は分散性を考慮して一波群の持つエネルギーで行なった。しかし、浅水域では最大波高しか観測していないため一波群のエネルギーを算出することができない。そこで遷移域における伝播特性は、水上バスにおいて航走波が深水域観測点を通る時にはすでに分散しきっていると考えられる航行ラインが「中央」と「観測点对岸」に限定し、最大エネルギーフラックスに着目して行なう。また、評価方法には横軸に深水域観測点と浅水域観測点の間隔の無次元数である $\Delta X/Ls$ を、縦軸に浅水域における最大エネルギーフラックス (W_2) の深水域における最大エネルギーフラックス (W_1) に対する比率を採り、図-5に示した。これより遷移域におけるエネルギーの減衰は $\Delta X/Ls$ に強く依存することが明らかとなった。

(4) ヨシ原内における航走波のエネルギー透過率

ヨシ原内における航走波のエネルギー透過率は図-6に示す。ヨシ原内の波高観測は四つ木橋左岸以外の4箇所で行なった。各箇所のヨシ原の繁茂している場の勾配は様々であるため、ここでは勾配がほとんどない西新井左岸のみについて示している。用いたパラメータは粒子速度を左右すると考えられる H/T である。これよりヨシ原内の透過率は透過距離に強く依存しており、透過距離が12mで透過率は10%にまで減少する。これは福岡ら¹⁾の結果と同様である。

4. 結論

航走波の特性はそれを造る船の種類や速度によって異なる事が明らかとなった。深水域で発生直後の航走波は分散性をもつ。エネルギーフラックスの最大値は減少するもののエネルギーはほとんど損失せずに遷移域に移り変わる。遷移域において、エネルギー損失は $\Delta X/Ls$ に強く依存し浅水域を経てヨシ原に入射する。ヨシ原に入射後の航走波は、ヨシによるエネルギー反射やエネルギー吸収によりエネルギー透過率を減少していくことが明らかとなった。

参考文献

- 1) 福岡捷二, 甲村謙友, 渡邊明英, 三浦央晴: 船が造る波のエネルギーを減衰させる河岸の効果, 水工学論文集第36巻, pp713-716

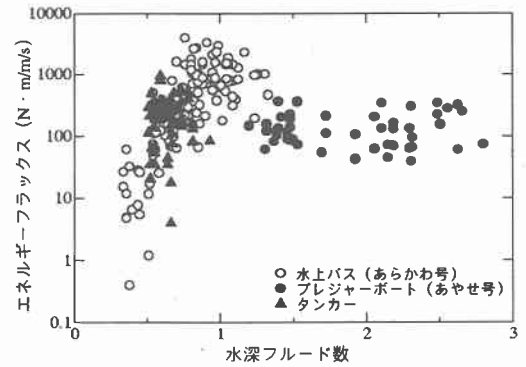


図-3 最大エネルギーフラックス

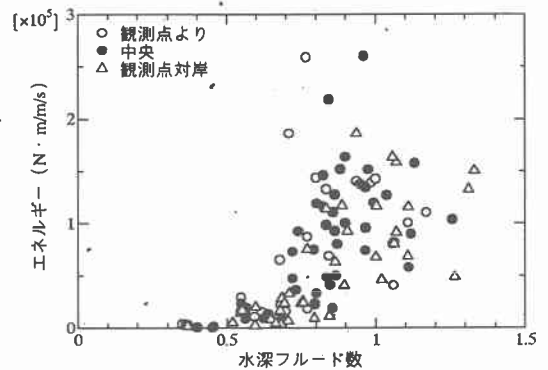


図-4 一波群の持つエネルギー

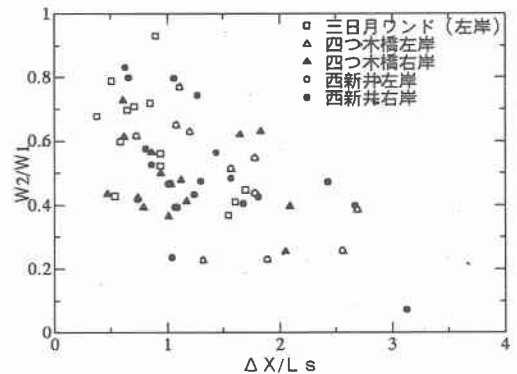


図-5 遷移域におけるエネルギー伝播特性

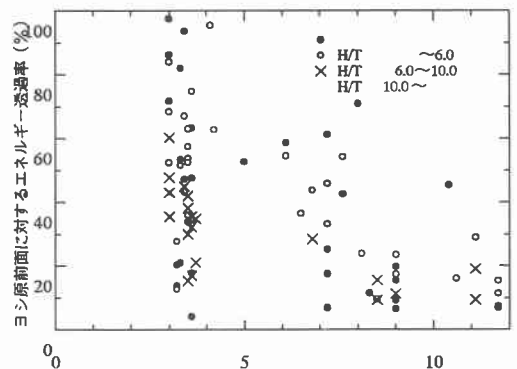


図-6 ヨシ原内における透過率