

浮防波堤を含む港湾域における波高分布の近似算定と精度について

(株)荒谷建設コンサルタント

○佐伯 信哉

(株)アライズソリューション

村上 剛

(株)アライズソリューション 正会員

中村 孝幸

1. 目的: 既に著者ら(2018)は、複数の透過性防波堤が港湾域に含まれる場合を対象にして、防波堤の特性を反射・透過率などの1次元的な指標を用いて簡易的に取り扱う近似解析法の開発を進めてきた。本研究では、この近似解析法の浮防波堤を含む港湾域への適用性について検討する。特にここでは、浮防波堤を抜ける透過波の堤体間および陸域間での相互干渉の近似度合い（以下、干渉近似次数と称する）と算定精度の関係などについて、浮防波堤を含む港湾域における反射・透過率や波向きとの関係について検討する。

2. 解析方法: 既に著者ら(2018)は、鉛直線グリーン関数法に基づき、港湾域に複数の透過堤が含まれる場合の波浪境界問題の近似解析法を展開してきた。この近似解析法は、複数の透過堤間および陸域間での透過波および反射波の多重干渉を考慮する方法論に基づく。解析では、最初に全ての境界を不透過と仮定して波浪変形の算定を行い、この結果に基づき透過堤を抜ける透過波やそれに起因する周辺からの反射波の影響を個々の透過堤について多段階にわたり考慮し、線形的に重ね合わせることで、透過堤を含む港湾域の波高分布を近似的に求めるものである。近似解析の理論展開の詳細については、参考文献(2018)を参照していただきたい。

3. 計算に用いた港湾域のモデル: ここでは、図-1に示す現地Y港をモデルにして港内外の波高分布の算定を行った。この港では、箱型の浮防波堤が主および副防波堤に使用されている。図中には、陸域の反射率の条件等についても示す。想定した箱型浮防波堤の構造寸法を図-2に示す。この浮防波堤の反射・透過特性は、既に著者らの中の一人(2004)が断面2次元実験および理論解析により検討しており、その反射・透過率の算定結果を表-1に示す。表中における長辺側および短辺側の定義は、図-1に示すとおりである。

4. 算定結果と各近似の算定誤差: ここでは、図-1の港湾モデルを対象に、作用波の周期3種類、波向き2種

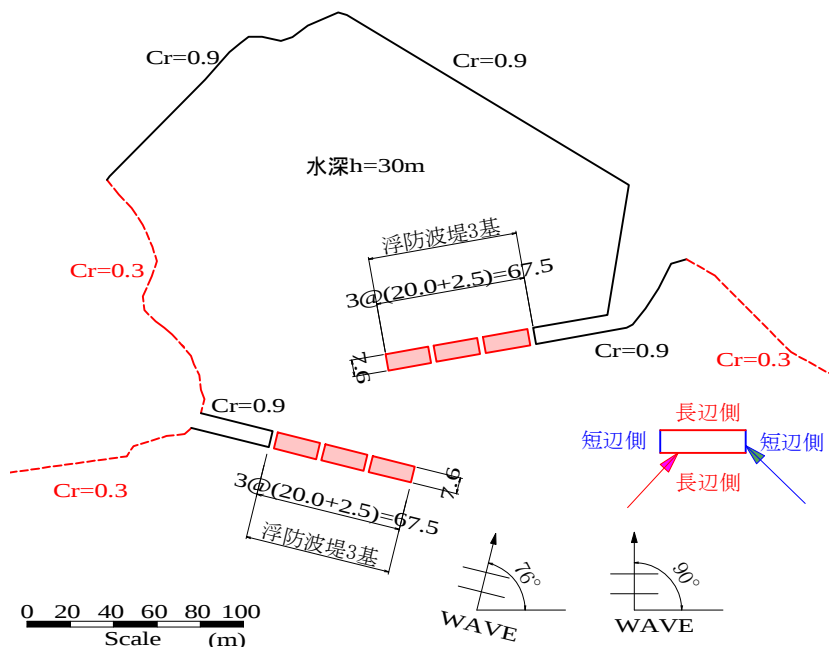


図-1 浮防波堤を含む港湾地形と境界条件

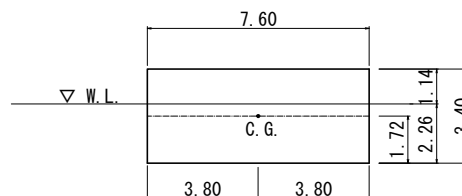


図-2 浮防波堤の構造寸法

表-1 浮防波堤の反射・透過率

周期 T(s)	反射率 Cr		透過率 Ct	
	長辺側	短辺側	長辺側	短辺側
3.0	0.7	0.7	0.2	0.05
4.5	0.5	0.5	0.5	0.05
6.5	0.2	0.2	0.7	0.05

キーワード 鉛直線グリーン関数法, 浮防波堤, 反射・透過率

連絡先 〒790-0045 愛媛県松山市余戸中2丁目1番2号

TEL 089-973-4431

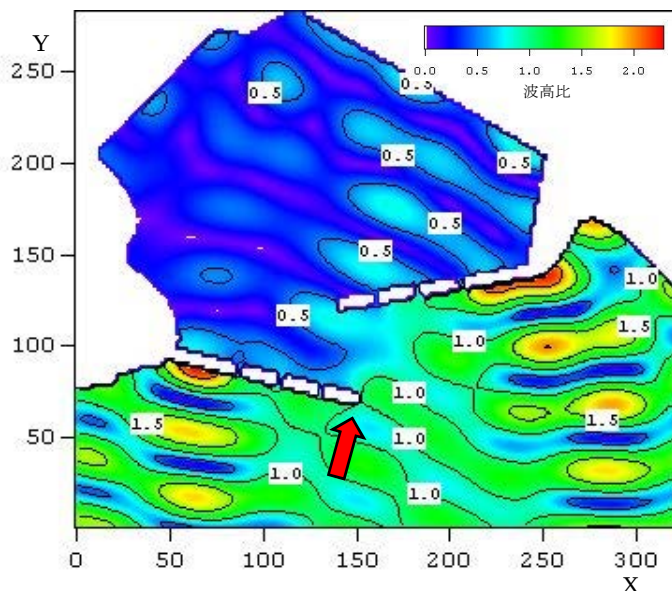


図-3 波高比の5次近似算定結果
($T=6.5s$, 波向き 76 度)

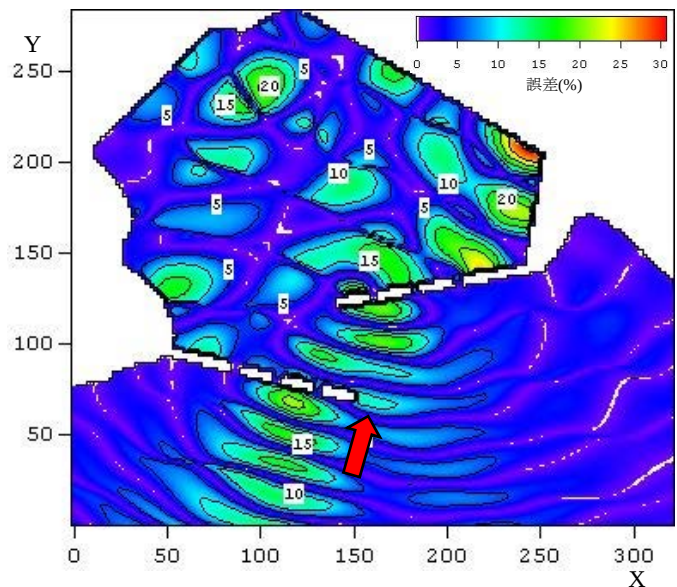


図-4 波高比の1次近似算定による誤差の平面分布($T=6.5s$, 波向き 76 度)

類を選定し、堤体間での透過波およびそれに伴う反射波の干渉を1次～5次まで考慮して算定を行った。この際、波周期は、表-1中に明示する3条件、波向きは図-1に示す2条件とした。図-3は、代表例として $T=6.5s$ 、波向き76度に対する波高比の平面分布の5次近似解をコンターで示す。図-4は、このときの1次近似と5次近似の波高比の差分の絶対値を算定誤差率として示したものである。これらの図より、Y港の港内では、浮防波堤の透過率が7割であることから、波高比で0.7程度を超える水域が部分的に現れることなどが認められる。また、1次近似の波高比との誤差は、最大で30%強にもなる。

この算定誤差は、陸域からの反射波の影響が強い港内側で大きくなる傾向が見られ、港内からの反射波の影響によるものと考えられる。また、入射波が浮防波堤を2重に通過するような波向きでは、算定誤差が大きくなる傾向が見られることから、堤体間及び陸域の干渉効果を考慮する必要性が明らかとなった。

図-5は、図-4に示すような波高比の算定誤差率の空間分布において、その最大値に着目し、各近似度による変化を検討したものである。図中には、本研究で対象とした全ての波周期および波向き条件に対する結果を示す。この図より、波高比の算定誤差は、近似度の増加に伴い指数関数的に減少することや浮防波堤の透過率が小さな短周期側の条件になるほど減少する傾向などが認められる。また算定誤差は波向きによっても多少ながら影響を受けるようであり、浮防波堤の配置や地形条件および反射・透過率などの特性に依存する。

5. 結び：複数基の浮防波堤を抜ける透過波の取り扱い、防波堤の透過率に加え、その配置方法ならびに背後域からの反射波の有無などに依存する。浮防波堤間での透過波およびそれを波源とする反射波の干渉の必要次数は、透過率が大きくなるほど、また港湾のように背後域からの反射の影響が強くなるほど、高くなる傾向にあるが、3次程度の干渉まで取り扱えば概ね算定誤差は5%未満となる。

参考文献：中村孝幸，佐伯信哉，村上剛：複数の透過堤を含む港湾域における波高分布の近似解析法，海洋開発論文集 第74巻2号，I_569-I_574，2018。中村孝幸，中山哲巖，大村智宏，浅井威人，武村尚徳：高い消波性能を有する浮防波堤の開発と平面波浪場における効果，海洋開発論文集第20巻，pp.1287-1292，2004。

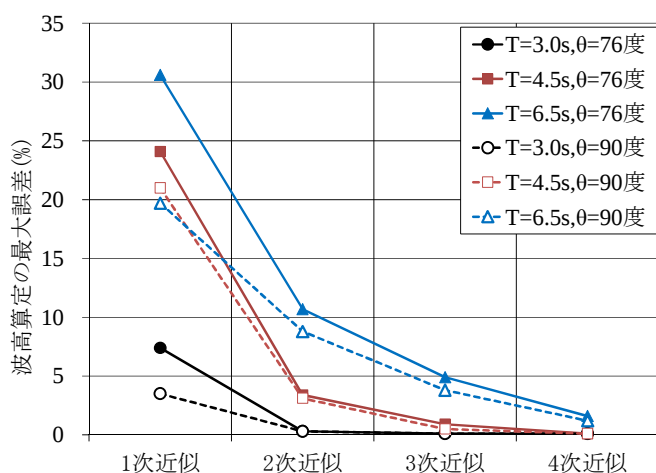


図-5 5次近似解をベースとした各近似解との算定誤差