

規則配列された矩形堤体群に作用する波力の特性

愛媛大学工学部 正 員 中村孝幸
 大阪大学工学部 正 員 小野正順
 愛媛大学大学院 学生員 長田和久

1. まえがき：多列配置された堤体群まわりの波浪ポテンシャル問題は、堤体の規則的な配列を想定する場合、既に著者ら¹⁾が明らかにしているように鏡像原理などに基づき列中の1堤体のみを対象として効率的に解くことができる。しかしながら、実際場における堤体群は有限基の堤体で構成されるもので、このような無限の堤体列を想定した解析がどの程度の規模の堤体列に対して適用できるのかを明確にしておく必要がある。ここでは、主に堤体列に作用する波力に着目して、上記のような無限の堤体列を想定した解析法の適用性を検討すると共に有限の堤体列の波力特性についても明らかにするものである。

2. 解析法及び算定条件：(1) 解析法：無限の堤体列を想定する場合の解析法としては、波向きの効果も考慮できる著者ら¹⁾のGreen関数法に基づくものを用いた。一方、有限の堤体列の場合の解析法としては、Issacson²⁾などによるV.L.G関数法 (Vertical Line source Green's function method) に基づくものを用いた。(2) 算定条件：計算の対象にした矩形堤体は、 $B/D=8$ (B :堤体長; D :堤体厚さ)のもので、この矩形堤体を図-1に示すように B と隣接する堤体の中心間距離 λ との比が0.8(開口率 $\alpha=0.2$)となるように直線的に配列した。有限の堤体列の場合、配列する堤体の基数は、1,3,5,7,9基の5種類に変化せしめた。なお、これら堤体群の各堤体には、説明を容易にするため共通して図-1に示すように堤体番号を付した。採用した波の周期は、無次元量 λ/L の値で0.5,1.0,1.5の3種類、また波の堤体列への入射角 θ (堤体列の法線方向と波向きとのなす角で定義) は、 0° と 45° の2種類とした。これらの波条件は、無限の堤体列を想定する場合、堤体列方向への波浪共振が、第1,2次モードのもので $\theta=0^\circ$ のとき $\lambda/L=1.0, 2.0$ で、 $\theta=45^\circ$ のとき $\lambda/L=0.59, 1.17$ で生じることから選んだものである。以下において各堤体に作用する波力は、単一堤体に作用する波力 F_s で除した無次元波力で表示しており、卓越した大きさを示す堤体列の法線方向(x 軸方向)に作用する水平波力のみを対象とした。

3. 直角入射波を受ける場合 ($\theta=0^\circ$) の波力特性：この場合の各有限基堤体列に作用する波力分布の比較を、上記した λ/L の条件別に示すのが図-2(a)~(c)で、(a)より(c)へは λ/L が大きくなる場合の変化を表す。なおこの場合、波力分布は堤体列の左右で対称になることから、その半分のみを堤体番号を横軸にとり表示した。また、これらの図中には、堤体の無限配列を想定した場合の堤体波力 $F_{x\infty}$ についても比較のため併せ示してある。まず、各々堤体列方向への波浪共振点より長周期波側および短周期波側の条件に相当する(a)図、(c)図に着目すると、各堤体波力は、すべて単一堤体のそれ F_s より小さくなることや、列方向への空間分布は、堤体基数に関係なく端部で最大値をとり、内側に向かって上下変動することなどが認められる。また、これらの F_x と $F_{x\infty}$ とを比較すると配列基数が

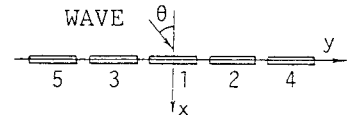
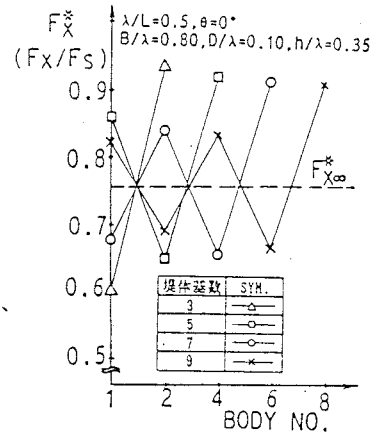
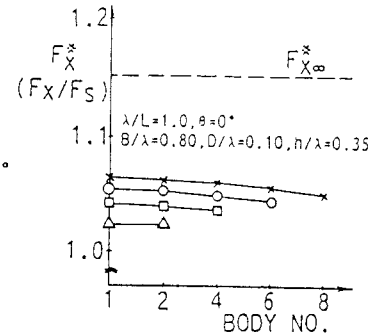


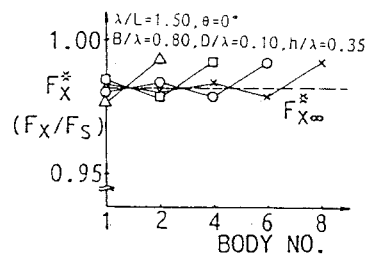
図-1 堤体の配列と堤体番号



(a) 長周期波側の場合 ($\lambda/L=0.5$)



(b) 共振点の場合 ($\lambda/L=1.0$)



(c) 短周期波側の場合 ($\lambda/L=1.5$)

図-2 各堤体に作用する波力の分布 ($\theta=0^\circ$)

増加するほど F_x は $F_{x\infty}$ に漸近することがわかる。そして、(a)図と(c)図とを比較すると、堤体間における波力変動は、(a)図の共振点より長周期波側の条件の場合の方が大きいことなども認められる。一方、堤体列方向への波浪共振点に相当する図-2(b)に着目すると、この場合 F_x は、 F_s よりも大きく、しかもその列方向への空間分布も、中央堤で最大でそれより端部に向かって緩やかに減少するなど上記の2つの場合とは異なった特性を示す。そして F_x の絶対値は、配列する堤体の基数に伴い増大し、最終的に $F_{x\infty}$ に漸近する傾向が認められる。このように、堤体列に作用する波力の特性は、堤体間の距離と作用波の波長との比によって変化するもので、隣接する堤体の干渉効果を見逃した波力算定では危険となる場合もあることなどに注意する必要がある。そして、無限の堤体列を想定した解析法により、有限の堤体列に作用する波力が、定性的にはほぼ推定できるが、定量的には無限配列を想定したものよりも大きくなる場合もあるなど十分なものとは言い難い。次に図-3は、無限配列を想定した場合の $F_{x\infty}$ と単一堤体波力 F_s との比の λ/L による変化を表す。この図より、両波力の差は、堤体列方向における波浪の第一次共振点($\lambda/L=1.0$)付近およびそれより長周期波側の領域で大きいことが認められ、このような条件下では、波力に及ぼす堤体間の干渉効果がより強く現れるものと言えよう。

4. 斜め入射波を受ける場合の波力特性：図-4(a),(b)は、入射角 $\theta=45^\circ$ の場合の堤体波力 F_x の空間分布を示す。そして図(a),(b)は、各々堤体列方向における波浪の第1次共振点より長周期波側および短周期波側の場合の結果を表す。これらの図より斜め入射波を受ける場合も直角入射波の場合と同様に、各堤体に作用する F_x は、無限列の $F_{x\infty}$ のまわりに上下変動する空間分布になることや、長周期波側の条件下において F_x の空間変動が大きいことなどがわかる。そして直角入射波を受ける場合との相違点としては、堤体列中における最大波力が中央堤より波の入射方向寄りの場所で現れ、 F_x の空間分布も左右非対称であることやその絶対値が F_s よりも大きいことなどが指摘できる。また、この場合の F_x と $F_{x\infty}$ との比較を行うと、その差異は、直角入射波の場合よりも大きいことなどがわかる。

5. 結語：有限堤体列の各堤体に作用する水平波力は、波の入射角に関係なく、無限列を想定した堤体波力のまわりに上下変動する空間分布を示す。そしてその空間変動幅は、配列する堤体の基数が少なくしかも長周期波側の条件になるほど増大することおよびこのような条件下では堤体の無限配列を想定した解析法では十分な予測が困難であることなどが判明した。

<参考文献> 1)中村他：規則配列された沖合消波堤まわりの波浪共振の特性とその解析法、第35海講演文集、pp.527~531、1986。2)Issacson, M. Q.: Vertical cylinders of arbitrary section in wave, Proc. of ASCE, Vol.104, No.WW4, pp. 309~322, 1978。

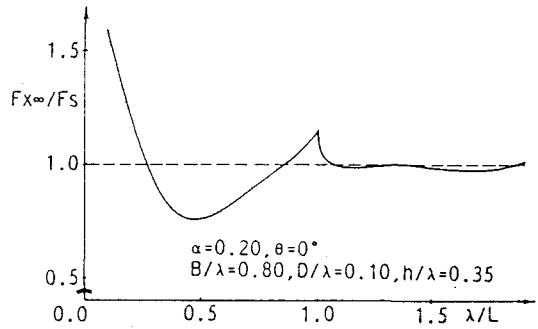
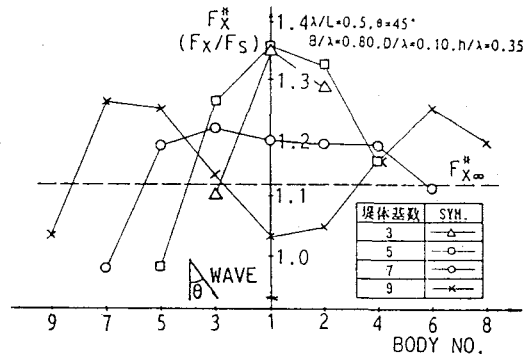
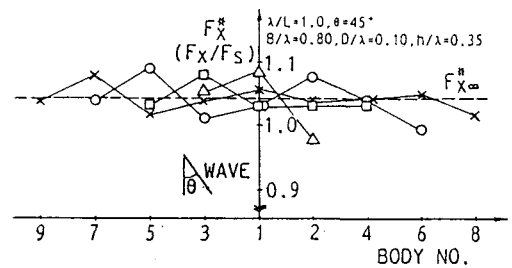


図-3 無限配列された堤体に作用する波力と単一堤体のそれとの比の λ/L による変化



(a) 長周期波側の場合($\lambda/L=0.5$)



(b) 短周期波側の場合($\lambda/L=1.0$)

図-4 各堤体に作用する波力の分布($\theta=45^\circ$)