

福山大学工学部 正員 梅田 真三郎
 神戸大学工学部 正員 寛 源 亮

1. まえがき 筆者らは、円柱群による波の回折に関して簡便な形で表される理論近似級数解を導き、円柱による波の変形の影響や円柱間の相互干渉等を明らかにした。この解析結果が直角入射波に対してであったので、本報では、2本の円柱を例にとって任意方向からの入射波に対しても理論近似級数解が適用可能であることを示すとともに、波力計算への応用を試みた。

2. 理論近似級数解 円柱が水底まで達している場合の2本の円柱への入・反射波をポテンシャル理論で考える。一般に大口径円柱の場合円柱の外線間隔をある程度以上とれば、円柱間隔が円柱径に比べて大きいと考えられるので、境界条件の適用に際して近似を導入する。得られた解を理論近似級数解と名付けた。この解の適用限界としては、円柱径 D が大きくなりしかも円柱の外線間隔 l_0 が小さくなった場合、すなわち l_0/D が1.0より小さくなるときのように円柱による干渉効果が非常に大きくなった場合である。しかし l_0/D が1.0以上になると近似を導入したことによる誤差も小さくなり、円柱による波の回折などの波の変形計算に対しては理論近似級数解の適用が可能と考えられる。

これまでの理論近似級数解は、横円柱列に直角に入射する波に対する回折計算に適用してきた。さらに発展させて任意方向から入射する波に対する回折計算式を導く。2本の円柱と観測点との相互位置関係によって理論近似級数解を導いてきたので、任意入射に対しては入射方向角 ω を入射波に関する項に含めて考えるよりか、直角入射に対して円柱列の方向を ω だけずらして考えていく方が理論展開が容易である。例えば2本の円柱の場合、図-1に示すように x - y 軸を ω だけ右に回転した軸を X - Y 軸とする。同様に波の入射方向も回転させ、破線の矢印で示すように y 軸に対して直角入射とするが、 y 軸の円柱 Γ_B に代わって Y 軸上に Γ_B' の仮想円柱が存在すると考えて計算を進める。

3. 計算例 種々の入射角に対して円柱による波の回折を調べてみた。その計算例の一つとして円柱半径 $z_0 = L/3$, 円柱間隔 $p = 2L$ の場合の2本の円柱による回折係数の分布や峯線の変化を示す。理論近似級数解から求まる速度ポテンシャル Φ の絶対値を回折係数として、図-2に入射角 ω が 30° の場合の円柱周辺の回折係数の

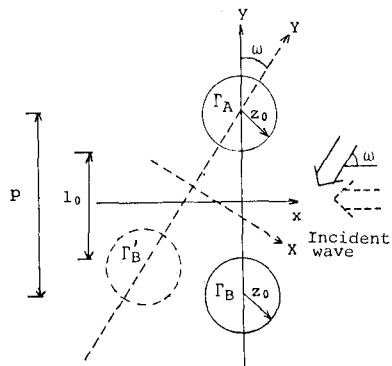


図-1 波の入射方向

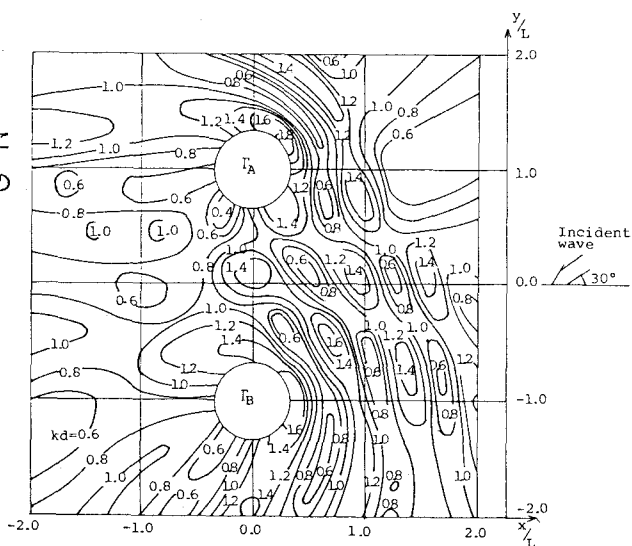


図-2 回折係数の分布(入射角 $\omega = 30^\circ$ の場合)

分布を示す。また同じ入射角に対して位相差から円柱背後の峯線の変化を示したのが図-3である。峯線の変化を示す図には、回折の方向を調べるために峯線のy方向で最急勾配点と思われるところに×印を示した。その他の入射角に対する結果については発表時に示す。

回折係数の分布をみると、入射角の違いにより回折係数の分布が異なり、円柱による波の変形状況が明らかになっている。また両円柱に挟まれた領域では、円柱による波の相互干渉効果が顕著にあらわれている。同様に峯線の変化からも、入射角の違いによって回折方向が異なり、円柱による波の変形の影響を受けていることがわかる。

4. 波力の算定 理論近似級数解

を用いて円柱に働く波力の算定を試みた。種々の円柱半径 z_0 と円柱間隔 p に対してポテンシャル解 $\Phi(z_0, \theta)$ から質量係数 C_{mx}

$$C_{mx} = \frac{1}{\pi k z_0} \int_0^{2\pi} \Phi(z_0, \theta) \cos \theta \, d\theta$$

を求めた。その結果の1例として、 $p/z_0 =$

5.0の場合の kz_0 に対する質量係数の変化を示したのが図-4である。単一円柱の場合の質量係数を破線で、大楠による結果を点鎖線と実線で図に付け加えた。

kz_0 に対する質量係数の変化をみると、単一円柱の場合に比べ円柱間の相互干渉効果の影響を受けていることがわかる。しかし大楠の結果と比較すると、一部質量係数の値が小さくなっているところがある。これは理論解への近似の導入の影響によるものと思われる。

さらに円柱による波の相互干渉効果をみるために、円柱の外線間隔 l_0 と円柱径 D との比に対する質量係数の変化を調べた。その結果の一例を単一円柱の場合の質量係数で無次元化して図-5に示す。 l_0/D や入射角の違いによって質量係数の変化がみられ、円柱による波の相互干渉効果が想像される。

<参考文献>

- 1) 梅田・鹿: 円柱群による波の回折に関する研究、土木学会論文報告集、第329号、1983
- 2) 大楠: 複数本の鉛直円柱に働く波力について、日本造船学会論文集、第131号、1972

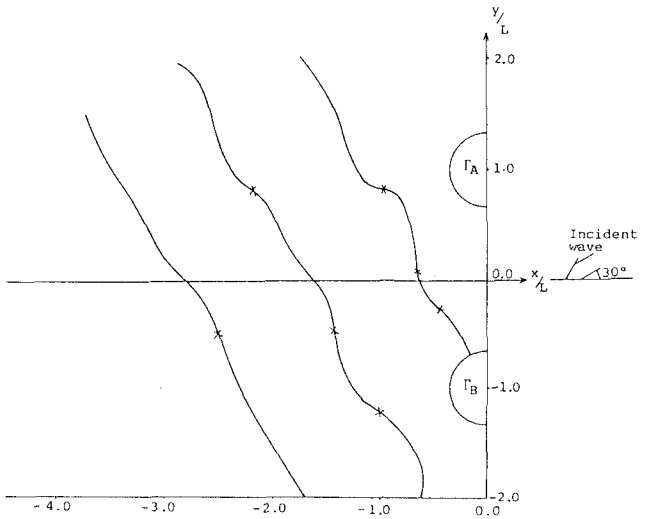


図-3 峯線の変化(入射角 $\omega=30^\circ$ の場合)

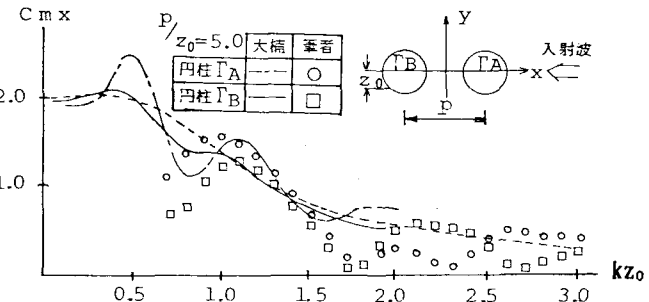


図-4 kz_0 に対する質量係数の変化

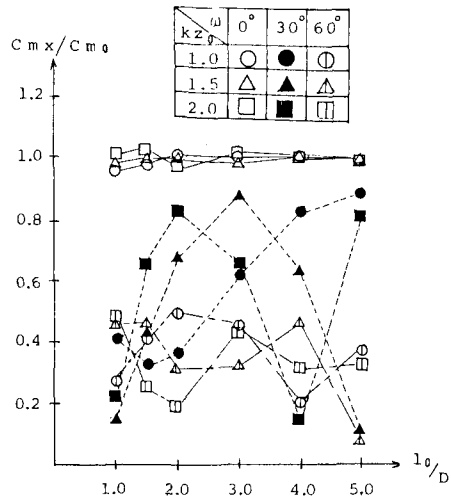


図-5 l_0/D に対する質量係数の変化