

円柱が2列ある場合の円柱の相互干渉

大阪市立大学工学部 正 員 永井荘七郎

" " 倉田 克彦

大阪市立大学大学院 学生員 〇日吉 功

1. まえがき

潮流中に円柱直径と比べて比較的狭い間隔で複数の円柱が設置された場合、それぞれの円柱に働く力は他の円柱の影響をうけて、単独に設置された円柱の場合とは異なる。著者らは、このような円柱の組み合わせ構造物に働く潮流力の基礎的研究として、有限な開水路中に流れ方向と平行に置かれた2本の円柱のそれぞれに働く力へおよぼす他の円柱の影響（円柱の縦方向の相互干渉）、および流れの方向と直角に並べられた円柱列中の各円柱間の影響（円柱の横方向の相互干渉）について明らかにしてきた¹⁾²⁾。

本研究においては、開水路流れの中に流れの方向と直角に円柱を2列並べた場合、上、下流側円柱列中の中央円柱に働く力が、円柱列間隔および円柱中心間隔によってどのように変化するかを調べた。

2. 実験設備 および方法

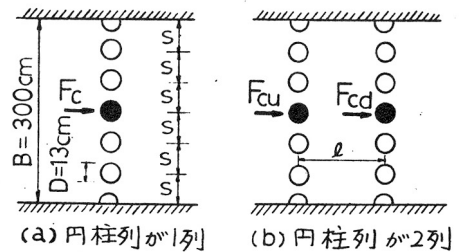
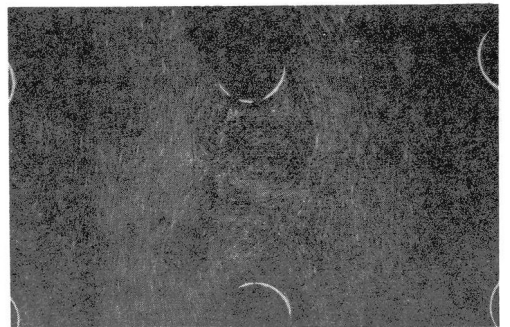
実験は、幅3m、深さ0.8m、長さ38mのモルタル仕上げの開水路で行なつた。円柱（直径 $D=13\text{cm}$ ）に働く力は、4枚のストレーンゲージをはった抵抗測定板を用いて測定した。流速は、小型プロペラ式流速計を用いて測定円柱より1.5m上流の断面において測定し、平均流速を17~43 cm/s の範囲に変化させた。

実験では、図-1(b)に示すように、円柱直径 D と円柱中心間隔 S との比 $S/D=3.8$ および 5.8 で流れの方向と直角に円柱を2列並べた場合、上、下流側円柱列の中央円柱に働く力 F_{cu} および F_{cd} の円柱列間隔 l による変化を調べた。円柱周囲の流れの状態は、流跡線を写真撮影するとともに、目視観察によって考察した。

3. 実験結果および考察

1) 流れの状況

実験では、 $Re = (1.28 \sim 4.27) \times 10^4$ 、 $F_r(D) = 0.100 \sim 0.334$ の範囲にあって、円柱におよぼす F_r 数の影響は小さく、また Re 数の影響については検討できなかった。円柱周囲の流れは、 $S/D=3.8$ の場合、 $S/D < 2$ の範囲では上流側円柱と下流側円柱の間の水はほとんど動かない。 $S/D=2 \sim 3$ では、上流側円柱の後流は下流側円柱により抑

図-1. 円柱の配列 ($S/D=3.8, 5.8$)写真-1 円柱周囲の流れ ($S/D=3.8, S/D=4$)

制され発達しないので小さくなっている。 $S/D \geq 4$ になれば、上流側円柱の後流は、隣接する円柱の影響によってその発達が抑制されながらも、下流側円柱を包みこむようにして広がる。(写真-1参照)

ii) 上流側円柱に働く力

図-2は、円柱列が2列ある場合の上流側円柱列の中央円柱に働く力 F_u と同じ直径、中心間隔で円柱が1列に並べられた場合(図-1(a))の中央円柱に働く力 F_c との比 F_u/F_c の S/D による変化を示したものである。図中の実線は、幅の広い流れの中に流れの方向と平行に2本の円柱を並べた場合の上流側円柱に働く力 F_u と円柱が1本だけの場合に円柱に働く力 F_c との比 $K_u = F_u/F_c$ の S/D による変化を表わした実験曲線である⁽¹⁾⁽²⁾。図-2より明らかなように、 F_u/F_c の S/D による変化は、 $S/D = 3.8$ および 5.8 では、 K_u の S/D による変化によく一致している。

iii) 下流側円柱に働く力

図-3は、下流側中央円柱に働く力 F_d と F_c との比 F_d/F_c の S/D による変化を示したものである。図中の破線は $S/D = 4$ (B = 水路幅)の場合、実線は $S/D > 6$ で側壁の影響がない場合の流れの方向と平行に置かれた2本の円柱のうち下流側円柱に働く力 F_d と F_c との比 $K_d = F_d/F_c$ と S/D との関係を示した実験曲線である⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。図-3より明らかなように、 $S/D = 3.8$ および 5.8 のいずれの場合にも、水路側壁の影響がない $S/D \geq 6$ の場合とほぼ一致しており、 $S/D = 4$ の場合より約15%程小さくなっている。

以上の結果から、開水路流れの中で円柱を $S/D \geq 3.8$ の間隔で、流れの方向と直角に2列並べた場合、上・下流側中央円柱に働く力の縦方向の相互干渉には、円柱の横方向の相互干渉はほとんど関係しないと言えよう。さらに、流れと直角に円柱を3列・4列と並べた場合を考えると、2列の場合と同様のことが考えられる。

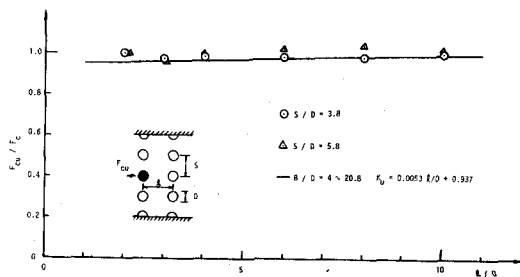


図-2 F_u/F_c と S/D の関係

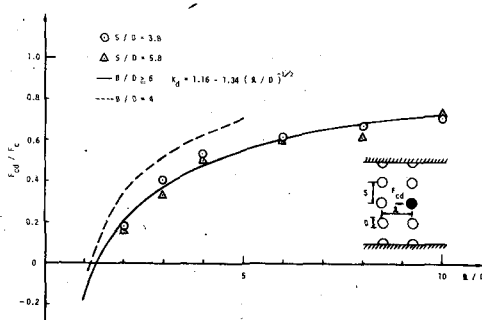


図-3 F_d/F_c と S/D の関係

参考文献

- 1) 永井・倉田；開水路流れの中の円柱の相互干渉，土木学会論文報告集，(No.196, 1971)
- 2) 永井・倉田・伊藤；円柱構造物に働く潮流力に関する基礎的研究，第20回海岸工学講演会論文集
- 3) 永井・倉田；円柱構造物に働く潮流力に関する基礎的研究(第2報) 第22回
- 4) 永井；改訂水理学