

山⼝大学 正 齋藤 隆
 山⼝大学 学 〇本 憲一郎

円柱構造物に作用する波力の算定式として Morison の式が広く用いられているが、樁木らは波の進行方向と直交する方向の流体力ならびに流れの可視化によって、波力の算定の際には揚力を含めた合力ならびに揚力による横方向の振動を考慮する必要があることを明らかにしている。しかしながら、円柱上流側に存在する流れ反転前の渦の影響については明らかにされていない。本文は 1 cm の間隔に置かれた平板内の振動流中に円柱を設置し、流れ方向ならびにそれと直交する方向の流体力を同時に測定し、併せて流れの中にアルミ粉を混入して流れを可視化し円柱周辺に生起する渦の挙動を調べた結果を報告するものである。図-1 は円柱に作用する 2 方向の力および平行板の両端に設置されている水槽の水位変化を記録したものである。流れに直交する方向の力 F_y は流れの変動よりも小さい周期的変動がみられる。

図-2 は流れ方向とそれに直交する方向の力 F_x, F_y ならびに水位変化の自己相関関数を求めた一例で、図-1 の F_y の記録からも明らかのように、 F_y の周期は流れの周期の $1/2$ となっている。

図-3 は水位変動と 2 方向の力、ならびに 2 方向の力の相互相関関数を計算した結果の一例である。

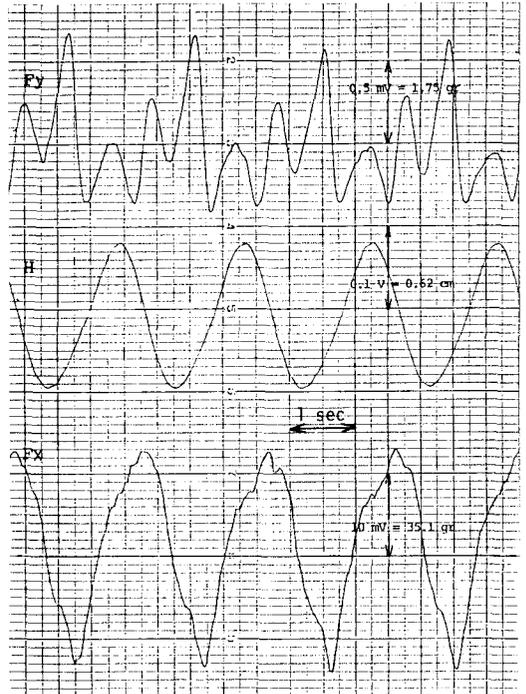


図-1

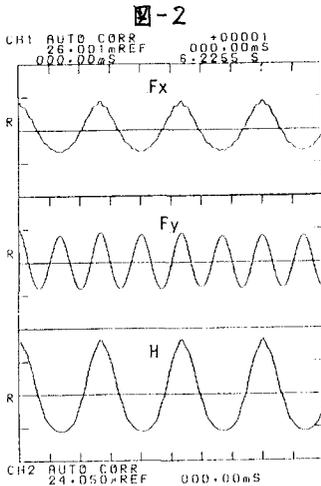


図-2

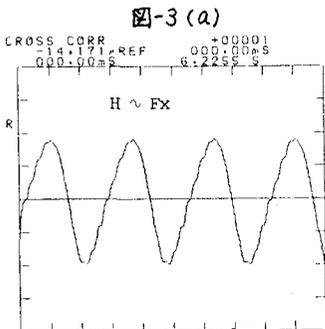


図-3 (a)

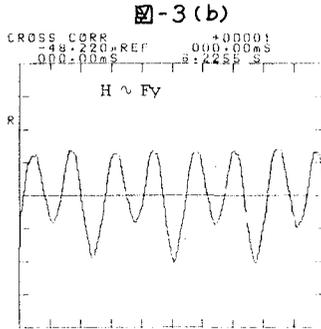


図-3 (b)

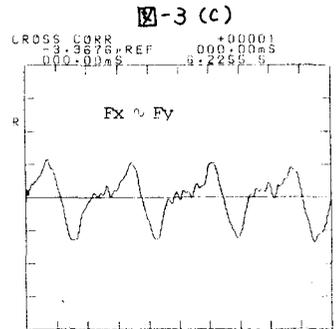


図-3 (c)

水位変動と平行板間の流れとは $\pi/4$ の位相差があることを考慮すれば、流れ方向の力 F_x は流速変動によく連従しているが、横方向の力 F_y は流れの変動によって大小二つの変動が誘起されている。

図-1~5のデータと同時にアルミ粉を混入して流れを撮影したものが写真-1~4である。写真-1は左から右への流れが減速状態のもので、円柱下流に生じた渦が写真左側に流れ、その後でできた渦が円柱下流にみられる。写真-2は流れが右から左方向に変わった直後で、流れは加速状態のものである。写真-2の円柱左側にある渦は、渦の回転方向から明らかのように、写真-1の右側にあった渦が円柱の側方を廻りてきたものである。写真-2の右側には左から右方向への流れで写真-1の右側に流がされていた渦が反転した流れによって写真右側に現われている。写真-3は右から左への流れの速度が最も速くなったときのことで、写真-2の右側にあった大きな渦が円柱の上側側面を通り過ぎようとしているのが見え、同時に円柱の左側、すなわち流れの下流側に新しい渦が誘起されつつあるのが明瞭に認められる。写真-4は流れが再び反転して、写真-3の左側に誘起されつつあった渦の生長したものが、左から右への流れによって円柱上方の側面へ廻りこみつつある状態のものである。

上述の一連の写真においてみた大きな渦の挙動によって図-1に示した F_x 、 F_y の変化の挙動が次のように明確に説明することができる。流れの反転によって、円柱の直下流にあった渦が円柱のいずれかの側を通過することによって横方向に円柱は引張られる。その後、流下していた大きな渦が反転した流れによって再び円柱の側面を通過するとき再び大きな横方向の力が発現する。流れが反転する直前の状態である写真-1は一樣流れに置かれた円柱周辺の流れとあまり大きな差異はないが、流れが反転した直後では、流れからみて円柱の上流側に渦が存在しているため同じ流速をもつ一樣流れから受ける流れ方向の力は小さい。また、大きな渦が円柱側面を通過する流れ場をみると、流線の方向は流れ方向とは異なり、後流の流れ場も一方に偏っているため、同一速度をもつ一樣流れ場における流れ方向の流体力とは大きさが異なる。

現在まで、周期を2通り、流速変動の大きさを4通り変えた実験結果を整理中であるが、周期および流速変動の大きさによって円柱周辺に生じる渦の規模ならびに挙動の異なることが明らかになっている。今後、系統的な実験によってこれらの要素と渦の挙動ならびに円柱に作用する流体力との関連を検討していく。

