

三菱重工業株式会社 正員○坂田 弘

“ “ “ 梅村 直

“ “ “ 松井友二

カルマン渦による円柱振動については未知の点が多いので、振動性状及び非定常空気力について実験的研究を行なつた。Re数は $4 \sim 9 \times 10^4$ の領域で、長さ1000mm、直径150mmの模型を使用した。

構造減衰を変えて振動性状試験を行なつた結果(図1)振幅が大きくなると主に固有振動数で振れ、振幅が小さい場合は主に風速に比例した振動数で振れることが判つた。前者は自励振動的であり、後者は強制振動的であると考えられる。

$\epsilon = 0.008$ の時の圧力変動及び振動のパワースペクトルを図2に示す。共振状態からずれてくると固有振動数に一致した成分と風速に比例した成分とが同時に生じ、自励的要素と強制的要素とが同時に発生していることが判る。減衰を変えた場合の振動波形を図3に示す。減衰が大きい場合は振幅変動が大きく、減衰が小さい場合は変動は小さい。

振動時に働く空気力について、その絶対値(図4) imaginary part, C_{Li} (図5), 位相差(図6)及び標準偏差(図7)を求めた。絶対値は共振状態で最大となり、また振幅が大きくなるにつれて大きくなる。 C_{Li} は空力減衰項であるが、共振時に最大となり、振幅に対してはlimit cycle的な変化

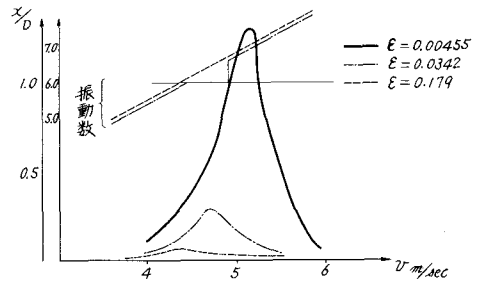


図1 振動性状試験結果

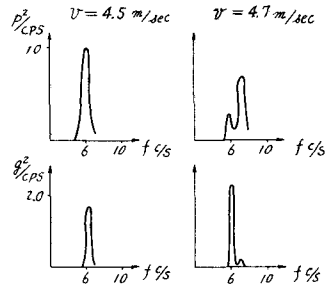


図2 圧力及び振動パワースペクトル

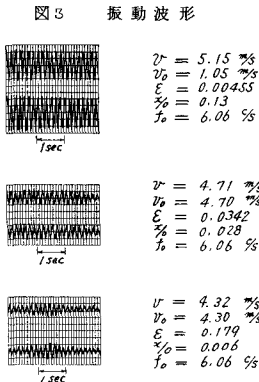


図3 振動波形

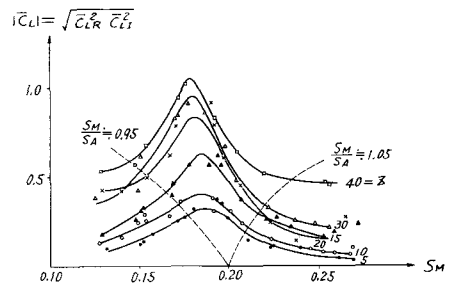


図4 空気力の絶対値

を示している。振動に対する空気力の位相差は共振時には、 180° の変化をし、振幅に対しては図 6 の様に振幅が増加するに従いストローハル数の小さい方へ移動する。空気力の変動量を示す標準偏差は図 7 の様になり、このことから共振時には変動は少なくなり、また振幅の小さい場合には変動は大きく不規則的であることが伺われる。

振動性状試験より得られた空気力と、非定常空気力試験結果との比較を図 8 に示す。振幅が大きいところでは良く一致しているが、振幅が小さくなると異なってくる。この原因としては、振幅の小さいところでは空気力が非常に変動しており、従って円柱の振動振幅も変動しているために、振動性状試験では空気力の最大値を取り、一方空気力試験では、平均値として求めたことと相まってこの様な差が生じたものと思われる。一方ストローハル数（図 9）はほぼ一致している。

結論として次の事がいえる。

- 1 振幅が小さい場合は、強制的であるが振幅が大きくなってくると自励的要素が加わる。
- 2 振幅が小さい場合は、振幅変動が激しく、振幅が大きくなるとその変動は少なくなる。
- 3 共振時の空気力即ち空気力の imaginary part は振幅に依存し、振動は非線型となる。

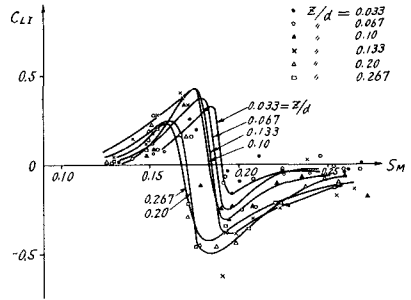


図 5 空気力の imaginary part

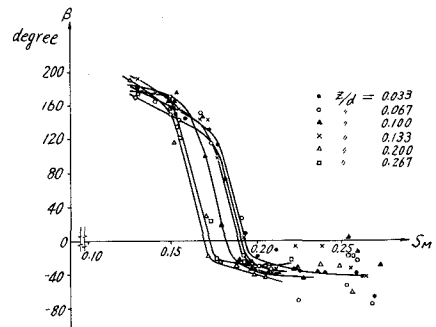


図 6 空気力の位相差

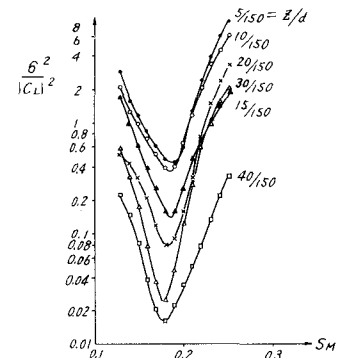


図 7 空気力の変動量

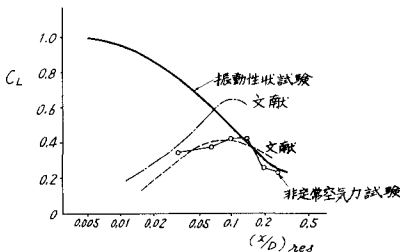


図 8 無次元振幅と揚力係数の関係

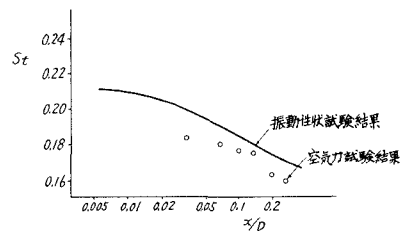


図 9 無次元振幅とストローハル数の関係