

東京大学 大学院 学生員 杉山 俊幸
東京大学 工学部 正員 伊藤 学

1. はじめに

本四連絡橋を代表例とする 海峡を横断する長大橋や、諸々の海洋構造物などの建設が盛んとなってきた今日 水中構造物の耐震設計に、動的解析法を用いるのが一般的となってきたが、その場合、構造系が有する振動減衰性を量的に把握することが必要となってくる。しかしながら、構造系全体としての減衰力には、材料・接合方法・支持方法・質量・流体抵抗の度合など、種々様々な要因が複雑に関係してくるため、その定量的評価を理論的に解釈することは、ほとんど不可能といえよう。特に、構造物が水中にある場合には、水による流体力を考慮しなければならないが、この流体力の評価自体、非常に難しいため、問題は一層複雑になり、実験に頼るところが多いのが現状である。これまで、水中構造物に関する研究は、

いくつかなされているが、その大部分は、構造物の固有振動周期に影響を及ぼす流体力の慣性力成分——いわゆる付加質量を取扱っているにすぎず、流体力が振動減衰に及ぼす影響にまで言及しているものはほとんどない。

従って、本研究では、流体力が水中構造物の振動減衰にどのような影響を及ぼすかを、断面形状や質量などの効果も含めて、最も基本的な自由振動実験によって把握し、準定常的な取扱いの妥当性を検討することを目的として行なった。

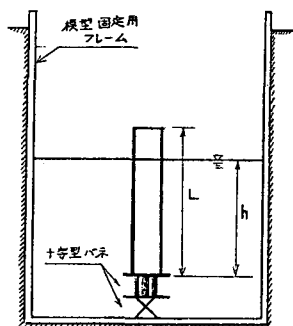


Fig. 1 実験装置

2. 実験

実験は、長さ 23 (cm)・幅 0.8 (cm)・深さ 1.0 (cm) の 2 次元水槽に、2 段構成にした十字型バネを有する模型を取付けて、水平 2 方向のロッキング振動となるようにし、模型頂部に初期変位を水槽長軸方向に与え、瞬間的に拘束を解除して自由振動させる方法を採用して行なった。実験条件として、水深を、 $\frac{1}{2}L$, $\frac{2}{3}L$, $\frac{3}{4}L$, L , $\frac{1}{10}L$ 水没 (L : 模型の長さ) と変化させ初期変位を、 $0.1D$, $0.2D$, $0.3D$, $0.4D$, $0.5D$ (D : 振動方向に直角な断面幅) の 5 通り与えた。また、質量の振動減衰に及ぼす影響を調べるため、模型内部を中空にするか、水で満たすかによって質量を変化させ、振動数を変化させる目的で、十字型バネの構成を変えた。用いた模型はアクリル樹脂製で、その断面形状は、Tab. -1 に示す通りで、剛体模型として取扱った。なお、振動記録は、光学変位計によって模型頂部における変位を測定し、電磁オシログラフに記録させた。

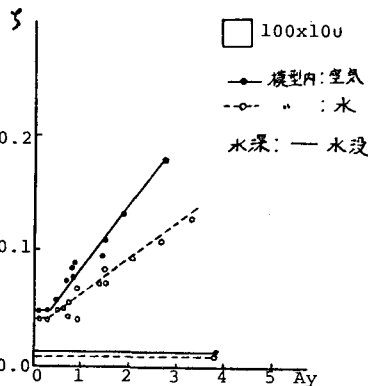


Fig. 2 $s-Ay$

3. 実験結果 及び 結論

本研究により得られた結果を要約すると、以下のようになる。

- (1) 水中構造物の流体力による振動減衰は、いずれの柱状体においても、振幅と共に線形的に大きくなる

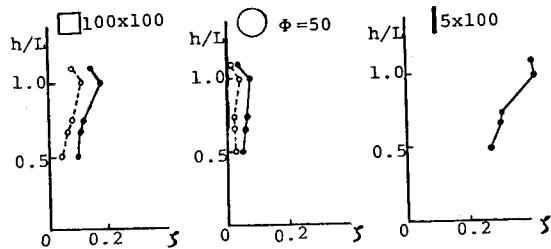


Fig. 3 $s-h/L$

・模型内: 空気
($Ay/D=0.3$)。〇: 水

る振幅依存性を有する領域と、振幅に関係なく一定となる領域とが存在する。(Fig. 2)

(2) 流体抵抗による振動減衰に大きく影響を及ぼす要因として、構造物の断面形状・質量・水深が挙げられ、断面形状については、角柱の場合辺長比(振動方向の断面寸法 B の、振動方向に直角な断面幅 D に対する比)が小さく、自重が小であるほど、そして、水深が大であるほど(水没した場合を除く)大きくなる。また、角柱においては、辺長比が小さいほど、振幅依存度が高くなる。(Fig. 3, 4)

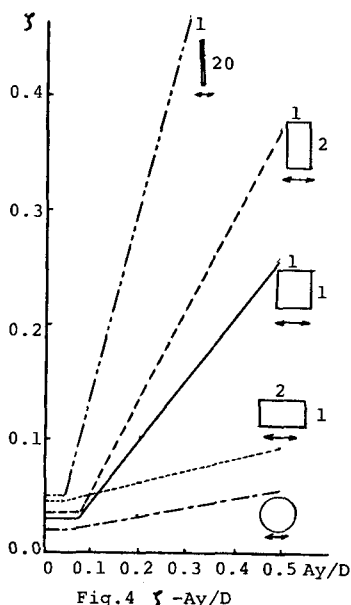
(3) 模型が $\frac{1}{10}$ 水没した場合の抗力係数と、実験における断面閉塞効果の影響を考慮して補正すると、通常用いられる定常流中の抗力係数に近づくことより、流体抵抗による振動減衰の準定常的取扱いは、2次元モデルに近い挙動を示す水中構造物の場合、妥当であると考えられる。(Tab. 1)

(4) 本実験の結果得られた水中構造物の有する振動減衰性状は、静止気流中での空力減衰に関する実験結果とよい一致をみている。

また、本研究においては、減衰の取扱いと共に、付加質量に関しても検討したので、その結果と以下に要約する。

- (i) 水中構造物が振動する場合に考慮すべき付加質量係数は、水深と構造物の高さの比との間に、断面形状に依存しない一定の関係と有する。(Fig. 5 : ただし、これは振動系の固有振動数が約 $0.5(\text{sec})$ の場合と想定。水没した場合は除く)
- (ii) 水中構造物に考慮すべき付加質量は、振動数依存性を有し、空気中における振動系の固有振動数の増加と共に線形的に大きくなる特性と有する。(Fig. 6)

(以上の結果に関する定量的評価については、当日発表する)



() 内: 限界レイノルズ数以上での値

断面形状	実験値	通常用いられる抗力係数
→ □ 1	2.5	2.0 (0.6)
→ □ 1/2	1.8	1.5 (0.6)
→ □ 2	2.7	2.3 (0.6)
→ ○	0.78	1.2 (0.7)
→ 平板	4.8	2.0

Tab.1 抗力係数

