

埼玉大学 正員 ○中村広昭
" " 嶋 祐之

はじめに 昨年度は、①円型水槽水面の動揺に関する周波数特性についての理論と実験との対比を行ない、
低次の共振特性については両者は良く一致することを確認めた。②水面の動揺防止を図るため、水槽内に
同心の有孔内部円筒を設置したとき、内部円筒の直径、孔の直径・開口率、円筒の設置高さおよび水槽の水深を変
化させた周波数特性に関する実験を行った。その結果、表-1に示すA b α,あるいはA C αの型式のものが
低周波領域の水面の動揺防止に対して最も効果的であることが認められた。

然しながら、上記の型式の工作物は必ずしも高周波領域に対しても十分に効果的であるとはいえないので、
本年度はこのような領域にまで効果的な型式を見出すための、大別1と2種類の実験的研究を行なったものである。
実験は、振動台(島津サーボバルサ:EHV-05105)上に水槽(内径2φ=72cm)を載せ、内部
に表-1で示すような各種工作物を設置し、種々の条件下での水面の共振特性を調べることとした。なお、振
動台で与える振幅は水平方向に

1cm(一定)とし、周波数領域
は0~5Hzとする。

理論上からは、この範囲でも
かなり数多くの共振点が発生す
ることになるが、工作物を設置
した場合にはそれ程多くの共振
点が実験的に明瞭には現われな
い。そこで1~2Hz附近で
現われる第1のピークを第1次
共振点附近、3~5Hz附近で
現われる第2のピークを第2次
共振点附近と呼ぶこととする。
さらに、前者にあっては開口率
の小さい内部円筒の場合、2つ
のピークの現われる場合が生ず
るので、そのような場合には区
別して実験結果を整理する。

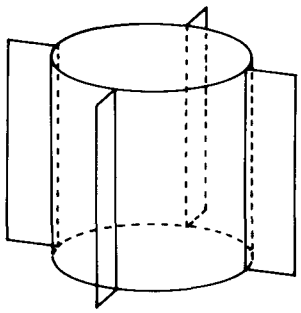
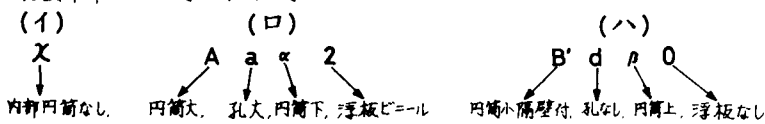
内部円筒の種類及び分類記号

条 件		記 号								表示順		
円筒なし		X										
円筒の大小		大				小						
隔壁の有無		A (無)		A' (有)		B (無)		B' (有)		I		
円筒の直径 (cm)		34				22						
円筒の側面積 (cm ²)		7916.8				5066.8						
横方向の孔の数 (約3cm間隔)		32				20						
縦方向の孔の数 (約3cm間隔)		24				24						
孔の全個数		768				480						
孔の種類		a(大)	b(中)	c(小)	d(穴ナシ)	a(大)	b(中)	c(小)	d(穴ナシ)	II		
孔の直径 (cm)		2.6	1.4	0.8		2.6	1.4	0.8				
空疎率 (%)		51.5	14.9	4.87		50.3	14.6	4.76				
円筒の上下		α (下・底面は一致)				β (上・底面より 12cm上)				III		
浮板の種類		0 (浮板ナシ)				1 (ベニヤ板)				2 (ビニール)	3 (布)	IV
水槽水深 H(cm)		30				40				50		

実験条件による記号の表示は、X又は□■□■□の4字で示す。

□は内部円筒の種類 □は孔の種類 ■は円筒の上下 □は浮板の種類を表す。

●実験条件による記号の表示例



1) 隔壁付内部円筒を設けた実験

第1次共振点附近で水面の動揺防止に対し効果的であった有孔内部円筒が、
第2次共振点附近ではそれ程効果的でない。たことを現象的に説明すれば次の
ようである。すなわち、この附近では短かい波長の波が円筒方向に相互に反
対方向に伝わり、両者の衝突によって波高が瞬時的に高くなるためである。

このような円筒方向に伝わる波を制御するため、内部円筒に右の図のような
隔壁を設けたものである。もしもこの型が効果的であるならば、外部円筒と

内部円筒を隔壁で一体化させることによって構造的にも安定化を図ることが期待できると考えられる。

図-1は隔壁付内部円筒を設置した場合の共振特性の1例を示したものである。

また、図-2の左と右の図は、それぞれオ1次共振点附近およびオ2次共振点附近に現われる最大全振幅 h が、内部円筒の孔の種類(a, b, c, d)および水槽の水深 H によってどのような値となるかを表わしたものである。なお、オ1次共振点附近では2つのピークが現われるので、オ2のピークに対しては孔の種類に応じて(a', b', c', d')の記号が付けられている。さらに比較のために、工作物の設置されない場合(x)の値も示されている。これらの図より以下の事項が指摘される。

① オ1次共振点のオ1のピークに関しては、水面の動揺防止効果は殆ど完全に近い。しかし、オ2のピークに関しては、昨年度報告図-4と比較してそれ程の変化が認められない。オ2のピークがオ1のピークに比し大きいのは、内部円筒や隔壁の設置により基本固有振動数が $1/Hz$ より $2Hz$ に近付くためと考えられる。このことは、二重同心円筒内の水面動揺に関する理論解析結果からも裏付けられる。

② オ2次共振点附近では、昨年度報告図-5と比較すると、全般的にやや最大振幅の減少が認められるが、オ1次とオ2次での防止効果が型式により逆転していることもあって、必ずしも全領域に亘って効果的な型式を見出すことは困難である。このことは、工作物の型式に応じてそれぞれ共振特性が異なるので、たとえ隔壁によって円筒方向に伝わる波を制御したとしても、今度はそれぞれのゼマイ水室内での共振が発生してかなり大きな振幅となるためである。

以上より隔壁付き内部円筒の型式は隔壁なしのそれと比べて、大きな動揺防止効果を与えるものではないことが明らかとなった。

2) 内部円筒と浮板を組合わせた実験

オ1次共振点附近では、有孔内部円筒の設置が効果的であるので、オ2次共振点附近での防止効果を図るため、内部円筒と右図で示されるような浮板を組合わせた実験を行なった。浮き板は、浮き防波堤の機能からみられるように、波長の短い波に対しては効果的であると考えられる。また、現実には石油タンクでは浮き屋根構造となっている場合が多い。然し、低周波の波に対しては無力であるばかりでなく、浮き屋根と隔壁との摩擦による発火あるいは

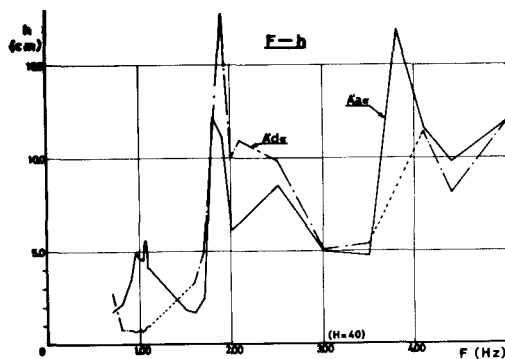


図-1 隔壁付内部円筒を設置した時の共振特性

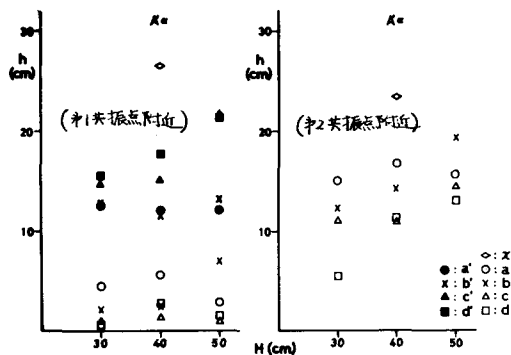


図-2 隔壁付内部円筒を用いた時の h と内部円筒の関係

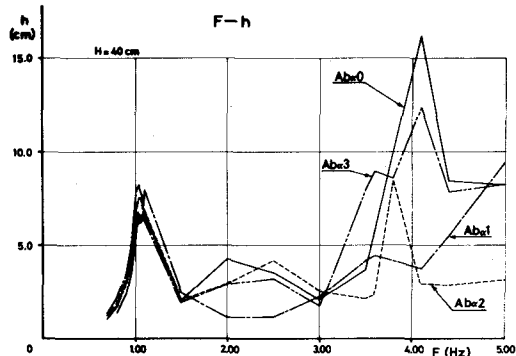
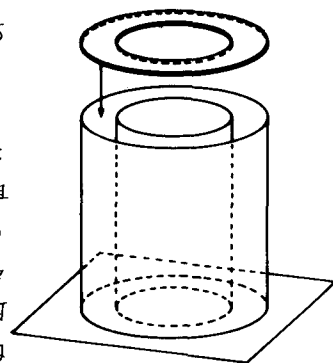


図-3 内部円筒に浮き板を組合わせた場合の共振特性



隙間からの石油の噴出等の危険に対して充分の考慮が
 拂われなければならない。従って、ここでの浮板は
 屋根とは別構造とし、浮板の支持を容易にさせ、また
 浮板の周壁に与える衝撃を極力小さくせたいとの配
 慮から、実験においては浮板の材質をベニヤ板、ビ
 ニール膜および布の3種類のものとした。

図-3は、A b α の内部円筒に種々の浮板を組み
 合わせた場合における共振特性の1例を示したもので
 ある。図-4および図-5は、浮板を組合わせた場
 合のそれぞれオ1次共振点附近およびオ2次共振点
 附近に現われる最大全振幅 h が、内部円筒の種類と浮
 板の材質および水槽の水深によって、どのような値
 となるかを表わしたものである。さらに、図-6は
 最良と思われる型式A b α 2、同じく浮板の無い型式
 A b α 0および何も工作物を入れない場合の3者につ
 いて、動揺防止効果を比較するためそれぞれの共振特
 性を比較したものである。これらの図から以下の事
 項が指摘される。

① オ1次共振点附近では、浮板は水面の動揺防
 止に対して、主役とはならないので、機内内部円筒の
 性能に応じた動揺防止効果を示している。但し、自
 由表面の動きを拘束しているための、材質1および2
 では後半のピークが顕著に現われないのが特色である。

② オ2次共振点附近では、浮板による動揺防止
 効果が明瞭に現われてくる。このことは、昨年度報
 告図-5と比較しても明らかである。また、この領
 域では内部円筒の型式が主役を果している訳ではない
 ので円筒の型式による相違は二次的である。しかし
 、当然のことながら浮板の材質の相違が大きな差異
 を現象に及ぼしている。

③ 浮板の材質に関しては、工学的には最も薄く軽いものが望ましいのであるが、図-3および図-5から
 も知られるように、材質3(布)では余りにも自由表面の拘束力が弱過ぎて、浮板の無い場合と余り変らない
 。一方、材質1(ベニヤ板)では拘束力が最も強いにもかかわらず、材質2(ビニール膜)に比べて効果的
 でないことは興味のあることであり、また工学的にはこのことは大変に有利なことと思われる。凡らくは、水
 面の動揺に対し、完全拘束よりは適度な柔軟性を浮板に持たせた方が、エネルギーの集中を避けたり減衰効果を
 引き出す上で有利なのではないかと考えられる。なほこの点に関する詳細な検討、ならびに実際の構造物に設
 置する場合の相似性については、今後なれ研究を進めて行きたい。

本研究を実施するにあたって、文部省科学研究所(一般研究A代表者岡本舞三教授)の補助を受けた。また
 、実験に当り村野佐道技官および稲垣一、永島義治両氏ならびに大成建設設計部より多量の協力を得たので、こ
 の機会に関係各位に謝意を表する次第である。

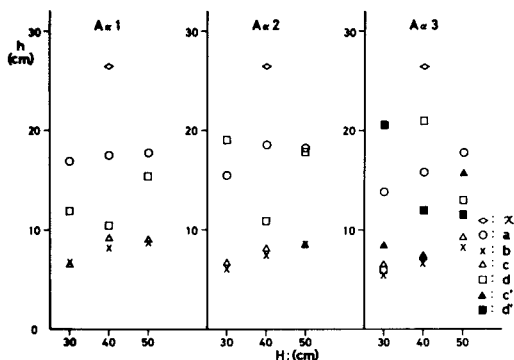


図-4 浮板を入れた時のオ1共振点附近の h と内部円筒の関係

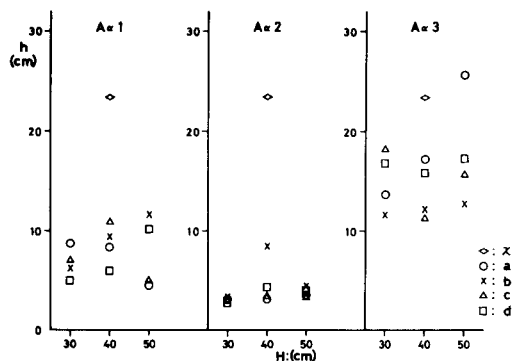


図-5 浮板を入れた時のオ2共振点附近の h と内部円筒の関係

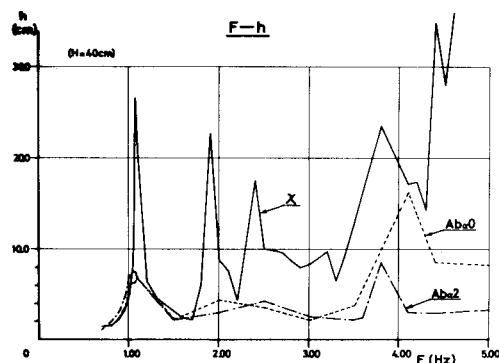


図-6 最も効果的な型式と他型式との比較を示す共振特性