

II-393

海中構造物から発生する水中音について

鳥取大学工学部 正会員 松原雄平

鳥取大学工学部 正会員 野田英明

森 本 組 正会員 岸野浩介

【はじめに】 わが国の周辺海域には、魚類を飼集させるための各種の水産構造物が多数設置されている。しかしながら、魚類が何故海中の構造物に飼集滞留するかについては、これまでいくつかの説が提案されているものの、必ずしも実験的あるいは理論的検証はなされていないようである。^{1), 2)} 一方、海中に置かれた物体背後の流れ場については、模型実験ならびに数値解析から詳細な検討が加えられてきており、一様流場ならびに往復流場では海中構造物背後に渦流が発生し、複雑な流れ場が生じることが明かになっている。³⁾ したがって、そうした剥離渦をともなう物体背後流が水中音の発生の直接的原因となり、さらに魚類に対する聴覚刺激あるいは誘引要因をつくりだしているという音響説の考え方が有力であるように思われる。そこで、この研究では、水中マイクならびに圧力センサーを用いて、種々の特性を有する物体から生じる音響ならびに圧力を測定し、その周波数特性から渦流との相互の関係を検討するものである。

【実験装置及び方法】 一様流中に置かれた構造物から発生する水中音の発生・収録に関する実験は、一般的には循環水槽を用いる方法が採られるが、ポンプ音やモーター音ならびに水流の還流音などが融合し、強い雑音源となることが考えられる。本研究では、水中物体により生じる音響のみを精度よく収録するために、長さ 25 m、幅 0.6 m、深さ 0.6 m の 2 次元水槽に、図-1 に示すような装置を設置した。この装置は、対象構造物ならびに測定装置を完全没水させて、静水中を部材を曳航させることで、発生水中音を測定しようとするものである。図に示すように、水中に平行に張られた二本のガイドワイヤーの下に懸垂された支持枠に対象構造物を水平に設置し、これを静水中で種々の速度で曳航した。このとき発生する水中音を底面に設置した水中マイクで測定するとともに、移動に伴う圧力場の変動を同時に底面の圧力計で測定した。曳航速度は、5m 間隔に設置したフォトマイクロセンサーを通過した時間から平均の曳航速度が求められ、35cm/sec、25cm/sec および 10cm/sec の 3 ケースを各部材に対し設定した。測定対象部材は、2 次元角柱魚礁モデル (50mm×50mm×400mm、単位体積空隙率 64%)、矩形単柱モデル (10mm×10mm×400mm)、五角柱モデル (稜長 10mm、長さ 400mm)、円柱モデル (直径 10mm、13mm および 40mm、長さ 400mm) ならびに球モデル (直径 40mm) である。水中マイク (EM-606) は、薄いゴムシートで測定部を覆って防水処理を施したもので、指向性に優れ、その可

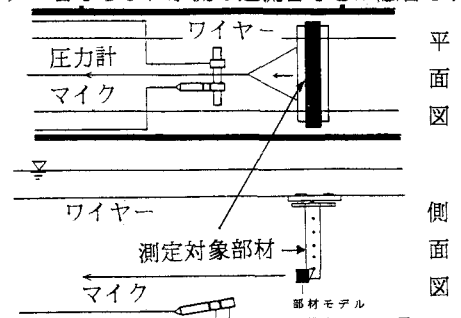


図-1 実験装置

聴範囲は 20Hz~20KHz である。圧力センサー (PG M-02KG) は、0.2Kg f /cm 2 の特性を有する微小圧力変換器で、シリコンで防水処理されている。これら測定器からの信号は、直流増幅器を介してデジタルデータレコーダに送られ、500Hz のサンプリング速度で変換処理された。実験結果の解析では、デジタルレコーダで 2048 個単位に離散化されたデータ群を MEM 法によってパワースペクトルを算出した。また、こうした測定では、(1) 電源

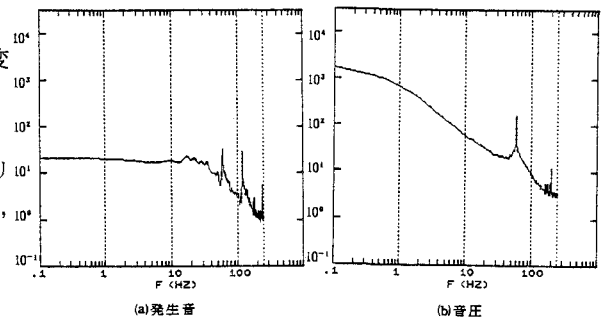


図-2 非曳航時の水中音、音圧スペクトル

ラインから生じる雑音成分、(2) 動歪測定器、マイクロホン及び圧力センサー自身から発生する電氣的雑音成分(3) 外部環境から伝達される雑音成分が混在するものと考えられるため、非曳航時の水中音と曳航時の水中音のパワースペクトルの各周波数成分の差をとり2種類の水音のエネルギー差を検討した。図-2は、非曳航時の発生音ならびに圧力スペクトルであり、これより60Hzおよび110Hz近傍には初期外乱が混在しているため考察から除外した。

【実験結果および考察】図-3～6は、それぞれ4角柱、円柱、球の各モデルならびに角柱魚礁モデルを一定の速度で曳航したときに発生する水中音のパワースペクトルならびに非曳航時との音圧比を示したものである。図-3より、10Hz-40Hzの間には、特に有為なピークは現れていない。しかし、図-4の円柱部材モデルの結果では、10Hz近傍から、ほぼ規則的にピークが出現することがわかる。音圧比と比較すると、おもに低周波領域に強い成分が存在する。これは、部材背後に規則的にカルマン渦列が形成されることによるものと考えられる。図-5は、球モデルによる水中音のスペクトルを示したものである。これより、球モデルの場合、発生音の周波数特性が顕著であり、また、そのピーク値も高い。また音圧のスペクトルも、他の部材モデルよりも高い値となっている。これは、球背後に3次元な流れ場ができることによるものと考えられ興味深い。一方、矩型魚礁モデルに対して同様の検討を加えたのが図-6であり、60Hz近傍を除いて有為なピークは認められない。しかし、スペクトル値のレベルは、部材モデルに比較すると増大していることが分かる。また図-7は、各部材レイノルズ数 Ud/ν (U : 曳航速度, d : 部材径, ν : 動粘性係数) における卓越周波数と剥離渦の発生周波数との関係を示したものである。これより、ほぼ水中音の卓越周波数と剥離渦のそれが一致することがわかる。

【おわりに】以上の検討でほぼ、物体背後の渦流れと水中発生音との対応することが明かとなった。詳細は講演時に参考文献 1) 黒木敏郎：魚類感覚特性、その1 2) 間庭愛信他：音響による魚群の誘致威嚇に関する研究 3) 榎木享・松見吉晴：有孔魚礁周辺の流況の数値シミュレーション手法について

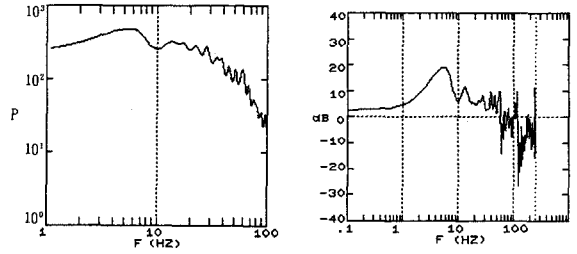


図-3 4角柱モデル

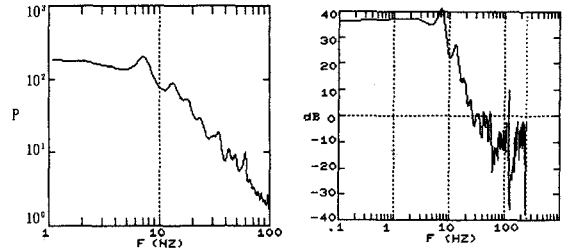


図-4 円柱モデル

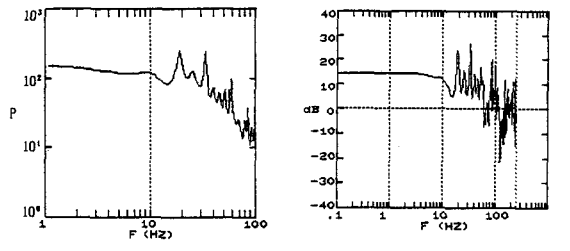


図-5 球モデル

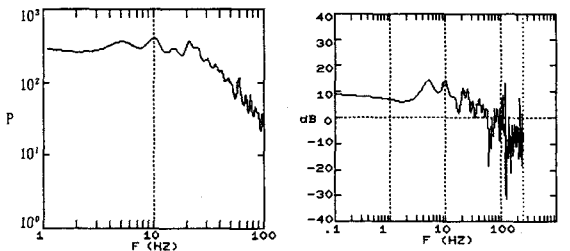


図-6 角柱魚礁モデル

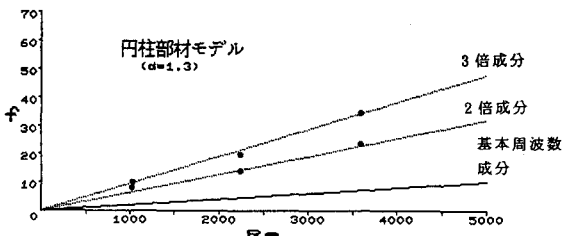


図-7 水中音卓越周波数と剥離渦との関係