

音波モデルによる波浪しゃへい模型実験の基礎的研究

京都大学防災研究所 正員 ○中村 重久
 京都大学工学部 学生員 高下 雅紀
 京都大学防災研究所 正員 土屋 義人
 西オーストラリア大学

1. 緒言 音波モデルを海岸や港湾の問題に応用することが提案されたのは1963¹⁾であるが、実際に応用されたのは1968²⁾以降のようである。著者らはShaw³⁾の考え方を海岸工学的見地から検討した結果にもどづき、音波モデルが波浪しゃへい模型実験に応用できるか調べた。

2. 実験装置 音波モデルの実験に関する理論的基礎についてはさきに報告した⁴⁾。こゝでは音場として、実験室内に幅1 m、高さ0.8 m、長さ2 mのクレタン・フォームで囲まれた空間をとり、その一端に波源としてのスピーカーをとりつけた。他端には海岸構造物や港湾のモデルを設ける。このようなモデルに関する実験にさきだつて、スピーカーとマイクのつくる系が音場内でどのような特性を示すかを実験的に調べた。1) スピーカーからの信号の強さとマイクで検出される信号の強さとの関係は与えられた正弦波の正弦波について比例関係にある。2) 音場内でスピーカーからの距離(長さ方向)に対するマイクの信号の強さの変化をみると、距離1.6 ~ 1.9 mでは近似的に一樣な音場とみてよい。3) スピーカーから一定の距離(たとえば1.6 m)で音場の幅方向には側壁付近以外はほぼ一樣な音場とみてよい。4) スピーカーから1.6 mにあるマイクについて系の周波数特性を調べた。5) 音場内では入力信号が正弦波ならば出力も正弦波であり、波高のみが変るとみてよい。これは音波(信号)が微小振幅波とみなせる根拠のひとつである。

3. ロングビーチ港の音波モデル 波浪しゃへい効果を検討するために音波モデルを利用できるかどうかを調べるのが本文の目的である。それにさきだつて、港湾振動に関する理論および水槽実験の結果(Lee, 1971)⁵⁾と音波モデルによる実験結果とがどのような条件で対応づけできるかを調べる。音場内での実験

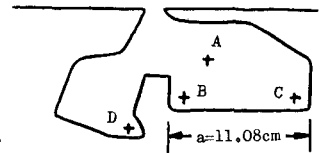


図-1 音波モデル

条件を考慮して、港の音波モデルの平面形状は図-1のようにし、それを幅1 m、長さ0.2 m、厚さ0.5 cmのアクリライト板に切り込んで作成した。スピーカーからの音波は3次元的に球面波として伝わる。これを水面波と対応させるためには、音波の波長に比べて音場の高さを十分小さくすることが必要である。この高さをどれだけにすればよいかを調べるために、同様な板を5枚用意した。港に対応する音場をつくるために、幅1 m、長さ0.2 mのアクリライト板を底板と天板とし、その2枚の板の間に港の切り込みをした板をはさみ、港口がスピーカーに相對するように音場内に設置する。はさむ板の枚数によって港の音場の高さを変えることができる。港口はスピーカーから1.6 mの距離で音場の上から0.3 mの位置になるようにする。

4. 音波モデルの実験 音波モデル内の測点での可聴周波数50 Hz ~ 4 KHzの正弦波の伝播特性を調べるため、まず、港口が閉じた場合の、港口前面での音波の強さ I_0 を測定する。

音波モデル内の測定はLeeの研究と対比するために図-1のようにA, B, C, Dの4点とした。それぞれの測定での音波の強さの測定値を I_A, I_B, I_C, I_D とする。同一周波数に対して、たとえば、 $R_A = I_A/I_0$ とすれば、測定Aでの増幅率がとれることになる。港の音場の高さを $b = 0.5, 1.5, 2.0, 2.5$ cmとした場合について、それぞれ実験をした結果、得られた増幅率

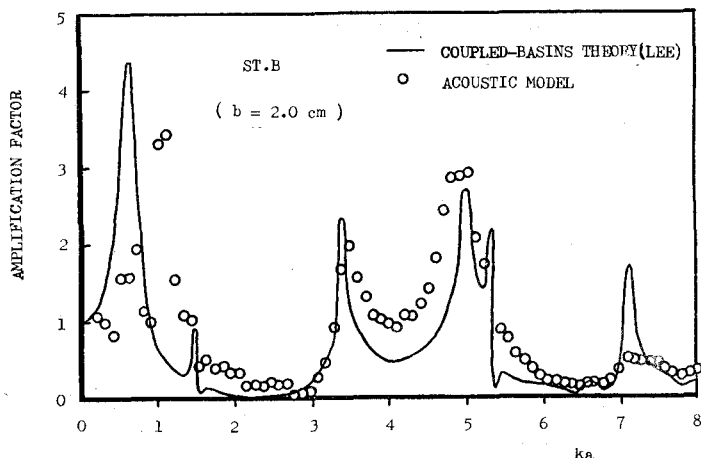


図-2 ロングビーチ港音波モデルの共振特性

は b の値によって異なることがわかった。さきにも述べた必要条件からみれば、 b の値が小さければ近似がよくなるようにみえるが実験の結果をみると、ここで考えた4測定のいづれについても $b = 2.0$ cmの場合が音波モデルの実験とLee (1971)の理論および水槽実験とよく対応することがわかった。

5. 考察 ここに用いた音波モデルは港口がせまく、防護堤を設けた場合に対応した条件を満たしているものと考えられる。実験例として、B点で $b = 2.0$ cmの場合を図-2に示す。ここには得られた実験の範囲では、 ka が大きき場合にはかなりよい対応がみられるが、 ka が小さいところにLeeの理論に含まれない共振周波数があるようである。ロングビーチ港のような平面形状の場合には、音場の関係で入射波の波向、港口部でのエネルギー損失、港外への散乱波、港内での回折波、港口での波高分布などを考慮して実験結果を吟味しなくてはならないであらう。また、理論では測定が点として与えられるのに対して、音波モデルのマイクは全14 mmであることにも留意しておくべきであらう。今後、さらに検討を重ね、残された内題等の解明に努めたい。

終に、本研究の遂行にあたり、実験装置の音響工学的検討について京都大学工学部川畑昭教授より有益な御意見と御助言とを得た。また、実験にあたり防災研究所藤本繁男技官の助力を得た。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献 1) Morrow, C. T.: The marina as a two dimensional auditorium, Jour. Acous. Soc. Am., Vol. 35, 1963, pp. 1169-1172. 2) James, W.: Rectangular resonators for harbour entrances, Proc. 11th Conf. Coastal Eng., Chap. 98, 1968, pp. 1512-1530. 3) Shaw, R. P. and A. Parvulescu: An acoustic model for the experimental study of water wave problems, Jour. Acous. Soc. Am., Vol. 50, No. 6, 1971, pp. 1443-1446. 4) 中村重久: 音波モデルによる海岸構造物の消波機能と配置に関する基礎的研究, 土木学会第31回年次学術講演会概要集, 第2部, 昭和51年10月, p. 75. 5) Lee, J. J.: Wave-induced oscillations in harbours of arbitrary geometry, Jour. Fluid Mech., Vol. 45, 1971, pp. 375-394; Lee, J. J. and F. Raichlen: Wave induced oscillations in harbors with connected basins, Report No. KH-R-26, W.M. Keck Lab., Div. Eng. & Appl. Sci., CIT, Aug. 1971, pp. 1-135.