

1-5 断面急変部における波の透過 および反射特性 — 特に水深変化の影響 —

徳島大学工学部

正員 〇越智 啓

徳島大学工学部

正員 三井 宏

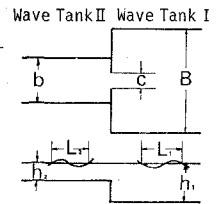
徳島大学工業短期大学部

正員 村上 仁士

1. まえがき： 前回の講演会において，著者らは防波堤開口部における波の特性を把握することから，湾水振動を解析するうえで重要であることを指摘し，湾の内外と水深の等しい基礎的な場合について報告した。しかし，実際の湾あるいは港の海底地形をみると，一般に湾内水深と外海水深とは異なり，湾口付近において水深が急変しているのが通常である。そこで，本研究では湾内水深を一定として外海水深を種々変化させ，湾口水深変化が透過波および反射波に及ぼす影響について明らかにする。

2. 実験条件： 図-1に示す開口部モデルを用い，湾内水深 h_2 は常に15cmとし，外海水深 h_1 は20, 25, 30.5 cmに変化させ，各タイプについて港湾幅 b も種類，開口幅 c も種類に変化させた。なお，入射波の周期 T は2secである。

3. 水深急変部における波の急縮特性： 図-1で，波が水槽ⅠからⅡへ進行するような断面急縮の場合を考え，透過率を α_1 ，反射率を β_1 と定義する。



(1) 透過率 α_1 — まず， α_1 を与える実験式を誘導する。湾内外で一定水深($h_1=h_2$)の場合には，前報告で提案したように $\alpha_1=(c/b)^{1/4}(B/b)^{1/4}$ (1) が成立する。一方，開口部がなく($b/B=c/b=1$)，単に水深のみが変化する場合には，波のエネルギー保存則と流量連続則から求められ， $\alpha_1=2n_1L_1/(n_1L_1+n_2L_2)$ (2) ただし， $n=1+2kh/\sinh 2kh$ となり，波を長波と仮定すると $n=1$ ， $L=T/\sqrt{gk}$ が成立し，式(2)へ代入して $\alpha_1=2/(1+\sqrt{h_2/h_1})$ (3) となる。したがって，水深変化をもともなう開口部における α_1 は両者の積となり， $\alpha_1=2(c/b)^{1/4}(B/b)^{1/4}/(1+\sqrt{h_2/h_1})$ (4) で表わされる。また，Le Méhautéは次式を提案している。 $\alpha_1=2(c/b)^{1/2}(B/b)^{1/4}/(1+n_2L_2/n_1L_1)$ (5) 図-2は $b/B=0.5$ について， c/b をパラメータにとり水深変化による α_1 の特性を示したもので，水深変化が急激なほど， α_1 は増加傾向にあることがわかる。同図中に，実験値と式(4)，破線とLe Méhautéによ

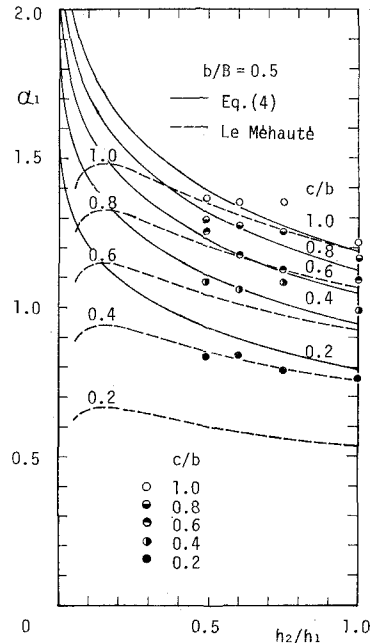


図-2 透過率 α_1

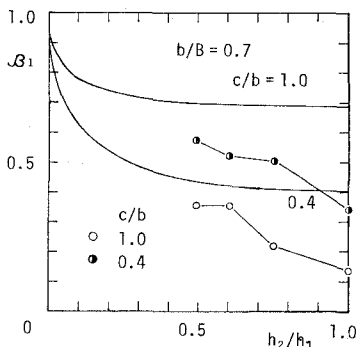


図-3 反射率 β_1

る式(5)の計算結果を併記したが，式(5)は定性的には合っているものの， c/b が小さいときに過小な値を示しており，それに対し，式(4)は実験値と比較的よく適合する値を与えていることがわかる。

(2) 反射率 β_1 — β_1 はエネルギー保存則を無次元化し，さらに波を長波近似することによって， $\beta_1=\sqrt{1-(b/B)\sqrt{h_2/h_1}\alpha_1^2+\varepsilon_1}$ (6) で表わされる。ただし， ε_1 は入射波の全エネルギーに対する開口部での逸散エネルギーとの比である。図-3は $b/B=0.7$ について β_1 と h_2/h_1 の

関係を表わしたもので、図中には式(6)で $E_1=0$ としたときの計算結果を併記してある。図から、 h_2/h_1 が減少するにともなう、反射断面面積が増大し、 β_1 は増加傾向にあることがわかる。式(6)は実験値にくらび、若干大きい値を示し、前報告と同様、開口部における波のエネルギー逸散を無視とみるいことがわかる。

4. 水深急変部における波の急減特性： 図-1において、水槽ⅡからⅠへ波が進行する断面急減の場合と考え、透過率 α_2 、反射率 β_2 と定義する。

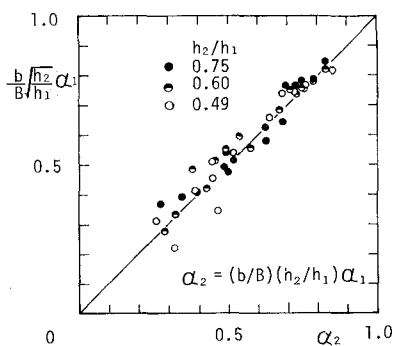


図-4 α_1 と α_2 の関係

(1) 透過率 α_2 — Le Méhauté は急縮断面での透過率 α_1 と急減断面での透過率 α_2 とを給う関係式として、 $\alpha_2 = (b/B)(\pi_2 L_2 / \pi_1 L_1) \alpha_1$ (7) を開口部における波のエネルギー逸散を無視して理論的に誘導しており、式(7)は水深変化のない(h_1/h_2)ときには $\alpha_2 = (b/B) \alpha_1$ (8)となる。前報告で、波のエネルギー逸散を考慮した場合にも式(8)が成立することを実験的に示した。ここでは、式(7)を長波近似として求められる $\alpha_2 = (b/B) \sqrt{h_2/h_1} \alpha_1$ (9)について、実験値を用いて検証する。図-4は α_2 と $(b/B) \sqrt{h_2/h_1} \alpha_1$ との関係を示したもので、ほぼ式(9)を満足していることがわかる。式(9)は $h_1=h_2$ のときには式(8)と一致し、 h_2/h_1 の全域にわたって式(9)が成立すると考えられる。図-5は $b/B=0.5$ について、 h_2/h_1 の変化にともなう α_2 の特性を示したものである。実験値をみると多少のばらつきはあるものの、 α_2 は水深変化が急激になるほど、わずかに減少傾向にある。また、図中の実線は式(4)で与えられる α_1 を式(9)へ代入して得られる α_2 の計算値、破線は Le Méhauté の提案した式(5)と式(7)から求められる α_2 である。式(7)は c/b が小さくなるほど、実験値と合致なくなり、式(9)による結果は若干の誤差はあるものの、より妥当な解であるといえよう。したがって、式(4)で表わされる α_1 を用い、式(9)により α_2 を算定してもそれほど大きな差異は生じないものと考えられる。

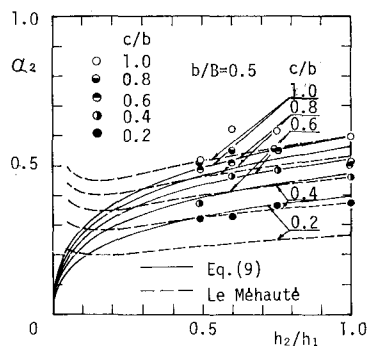


図-5 透過率 α_2

(2) 反射率 β_2 — β_2 は、 β_1 と同様に波のエネルギー保存則から求まり、さらに式(9)を代入することによって α_1 の関数として次のように表わされる。 $\beta_2 = \sqrt{1 - (b/B) \sqrt{h_2/h_1} \alpha_1^2 - E_2}$ (10) 式中の E_2 は入射波の全エネルギーに対する開口部での逸散エネルギーの比である。図-6は $b/B=0.2$ の場合に β_1 と h_2/h_1 の関係を示したもので、図中の曲線は式(10)で $E_2=0$ とした計算結果である。 β_1 の実験値は水深変化が大きくなるほど、増大傾向にあることがわかる。式(10)は実験値にくらび、過大な値を示し、開口部における波のエネルギーが逸散されることがわかる。

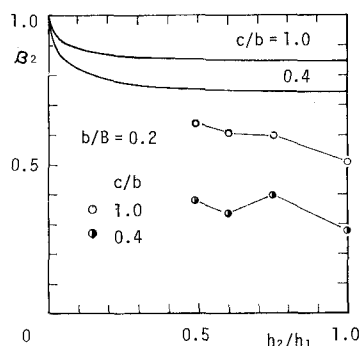


図-6 反射率 β_2

5. あとがき： 以上のことから、湾内外の水深差が大きいほど、湾内に侵入する波のエネルギーは小さくなり、しかも湾外に逸散されにくくなることから、湾水の動揺がより一層激しくなることが予想される。

最後に、実験および資料整理に御協力頂いた当時徳島大学学生の古川弘和、三浦公和両君に感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 村上仁士・越智 裕：断面急変部における波のエネルギー逸散について、第25回中四学講，pp.33-34, 1975.
- 2) Le Méhauté, B: Periodical gravity wave on a discontinuity, Proc. ASCE, HY9, pp. 11-41, Nov., 1960.