

徳島大学工業短期大学部 正員 村上仁士

1. まえがき； 湾水振動現象を取り扱う場合の最も興味ある問題の一つに、突陥時の波高の推算があるが、現在のところではまだ定量的な評価が確立されているとはいえないようである。著者らは昨年度の年次講演会で湾奥が深い場合、防波堤開口部で失われぬ波のエネルギー損失について発表した。しかし当然のことながら実際には湾奥からの反射波が存在するため、防波堤近傍での波のエネルギー損失の機構は複雑とされているであろう。本研究は2種の港湾幅について、各種開口幅を変化させた場合の波の減衰特性、とくに突陥時の波の減衰特性について実験的に若干の考察を行なうものである。

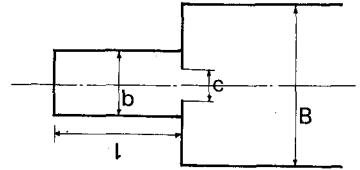


図-1 港湾模型

2. 実験方法； 実験は京都大学工学部土木工学教室の逆波水槽(幅50cm、高さ70cm、長さ27m)に図-1に示した港湾模型を逆波水槽から約20mに設置して行なった。水深は70cmに保ち、港湾幅 b は47cmおよび10cm、開口幅 c は前者に対し5.5cm、10cm、15cmおよび20cm、後者に対し5cm、10cmとした。周期 T はそれぞれのケースにつき1secおよび2secの2種類に変化させた。まず各ケースについて突陥波長を実験的に求め、突陥時の港内湾軸上の突陥モードを求めた。その突陥モードを示したものが図-2であり、(1)、(2)の場合は第2次ビーム、(3)の場合は第1次ビームに相当し、以下このモードで論議を進める。減衰波高の測えは、湾水が突陥状態すなわち定常状態になったのち、逆波板の運動を停止し、停止後湾水に到達する波を除く後の波高を順次読み減衰波高とした。

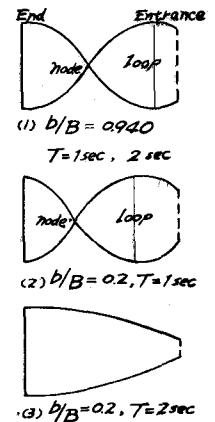


図-2 突陥モード

3. 開口比 c/b と波高増幅率 R との関係； 湾奥側の任意点の波高と湾口に近い場合の湾口位置での波高(重複波で入射波高の2倍に相当する)との比と波高増幅率 R (以下増幅率と称す)とを定義する。図-3は開口幅 c の変化に伴う増幅率 R の変化を示したものであり、図中には理論解(Mehauteによる)も併記している。この図から、外海に相当する水深 B に対して港湾幅 b が大きい場合には概して増幅率は小さく、開口幅の変化による増幅率の変化は極めて小さいようである。この原因として図3および図-2からもわかるように湾奥の波高が最大の時

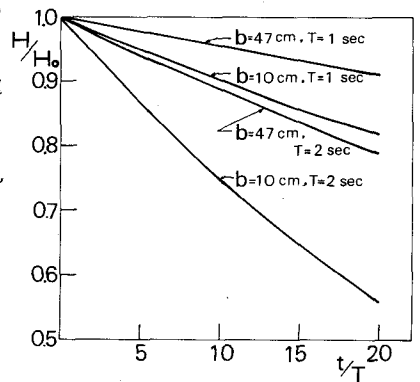
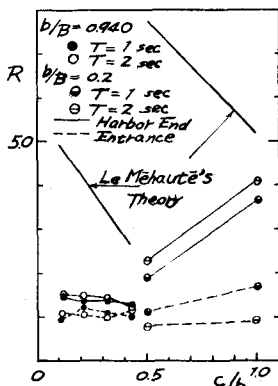


図-4 Keulegan の理論による重複波の波高減衰

図-3 c/b と R の関係

き必ずしも湾口で節に達した状態とならず、増幅率がほぼ同程度とされるため、防波堤近傍では水深流速が小さくなることを考えられるが、流速の遅延効果から必ずしもそうではなく、むしろ流速の増大による変化の割合が小さいと考え方が妥当のようである。一方、港湾幅が小さくなると、開口幅が小さくなるほど増幅率が極端に大きくなり防波堤の効果が顕著となり、いわゆる Harbor paradox は成立しはくはる。

4. 波高減衰に関する考察； 突陥時の港内湾の波は、湾奥が鉛直堤の場合、防波堤開口部を除けば完全重複波が主となると考えてもよいためであろう。したがって完全重複波の諸特性と異なる現象が主となる場合に、それと防波堤開口

部の効果であるとみなすことにして、その効果を考察する。Keulegan によれば重複波の減衰は底部および水槽壁面近くの境界層内の内部摩擦と内部粘性によるものであると考えて、減衰式を次のように表わす。

$$H/H_0 = \exp(-\alpha \cdot t/T)$$

$$\alpha = \left(\frac{\nu T}{\pi b^2} \right)^{1/2} \frac{(\pi + \pi b) + \pi b(\pi - 2\pi b)}{\sinh 2\pi b} + 2(\pi b)^2 (\nu T / b^2) \quad (1)$$

ここに、 ν : 動粘性係数、 $b = 2\pi/L$ 、 L は波長である。図-4 は本実験における諸元より式(1)を計算したものであるが、開口幅がなく閉じられた領域における波の減衰は、 b が小さく周期が長いほど減衰が大きいことがわかる。一方図-5(1)~(4)は2.で述べた方法で減衰減衰効果の解析を行なったものであり、横軸に t/T (波数) とし縦軸は重複波の減衰率を示している。また図中には式(1)の計算結果は α に減衰係数 α とみ置き比較させて通し示した。図のデータにはバラツキが大きく、いちいちには α を判別しきれぬが、概略の値をもって図-6に再整理した。この図から開口幅が大きくなると α が大きくなり、式(1)から求められる α と実験値の α との差は周期が長いほど大きくなる。すなわち

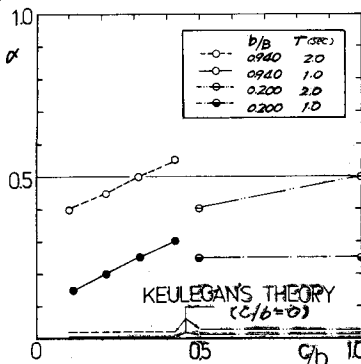


図-6 c/b と α の関係

長周期波ほど防波堤開口部による波の減衰に与える影響が大きい。また港内から外海へあるときに、

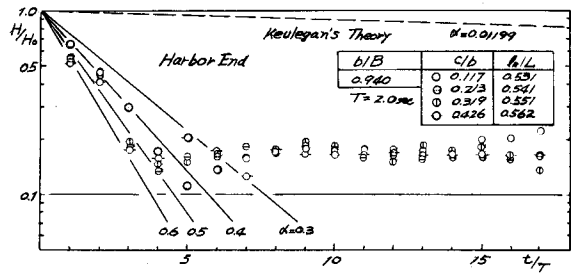


図-5(1) 港水の波高減衰

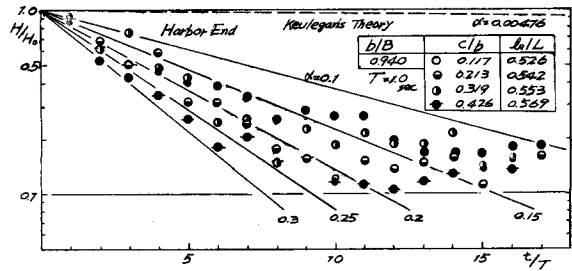


図-5(2) 港水の波高減衰

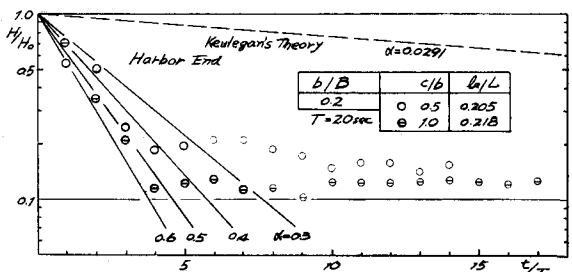


図-5(3) 港水の波高減衰

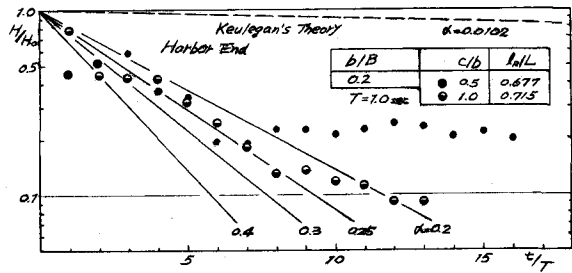


図-5(4) 港水の波高減衰

失われる波のエネルギーは、開口幅が大きくなるほど大きく、開口部外海側に至る渦による損失も大きくなるものと思われる。もしも港水振動の減衰特性は外海より港内に入る波のエネルギーと港内から放出される波のエネルギーの授受によるものであるから、両者の相互作用によって決定されるものであり、これらの問題の解明が今後の課題とされるであろう。最後に防波堤設置を頂いた京都大学工学部岩田雄一教授に感謝の意を表するとともに、本研究は文部省科学研究費による研究の一助であることを付記する。

参考文献

- 1) 岩田 雄一: 防波堤開口部における波のエネルギー損失について、第27回年講講演要録第2巻、昭47.10.3347-38
- 2) Keulegan, G.H.; Energy dissipation in standing waves in rectangular basins, Jour. Fluid Mech. Vol. 6, 1959, 443-50