

II-322

砕波域における二重円筒ケーソン式防波堤の作用波力について

運輸省第三港湾建設局 正会員 柳生 忠彦 正会員 白石 修章
 同 上 正会員 八尋 明彦 豊島 照雄
 同 上 正会員 寺川 博也 正会員 岡 貞行

1. はじめに

海洋空間の有効利用を促進するため、外洋に面した大水深海域において巨大な波浪を制御し、適度に静穏な海域を経済的に造成するための技術開発が望まれている。運輸省港湾技術研究所（以下港研と称す）においては、これら要請に応えるべく従来の矩形ケーソンに替る防波堤構造（大水深波浪制御型構造物）に関する研究を進め、その一策として二重円筒ケーソン式防波堤（図1参照）を開発した。当局では、同型式を兵庫県北部に位置する柴山港（ $H_{1/3}=9.7\text{m}$, $T_{1/3}=14.9^{\text{sec}}$, $h=-30\text{m}$ ）への採用を予定している。その場合、ケーソン重量は約12,000tの巨大なものとなる。この防波堤の建設に先立ち、比較的条件的緩やかな鳥取県、鳥根県の県境に位置する境港（ $H_{1/3}=5.0\text{m}$, $T_{1/3}=8.0^{\text{sec}}$, $h=-10\text{m}$ ）において、設計法の確認及び施工法の確立を主眼とした現地実証試験を実施することとした。本稿は、大水深波浪制御型構造物として開発された二重円筒ケーソン堤が、水深の浅い境港（表1参照）においても適用できるかを確認するために実施した水理模型実験の概要と成果の一部について報告するものである。

2. 実験概要

(1) 実験水路と模型 実験は長水路水槽（長さ40m、幅1.0m、深さ1.6m）を用いて行った。模型は硬質塩化ビニル製で、外側及び内側の直径は、それぞれ50cm、25cm、全高39cm（透過部23cm、不透部16cm）である。開口率は、港外側が20%、港内側が0%であり、遊水部に頂版は有しない。模型の配置は、水路の中央に測定函、その両側に3mm～5mmの隙間をあけて堤体を半割りにしたものをそれぞれ設置し水槽による試験函への反射波等の影響を低減するよう配慮した。

(2) 実験内容 実験項目は、二分量計(4ヶ)による水平・鉛直方向全波力、及び波圧計(21ヶ)による波力分布の測定である。各測定計器の設置位置は図2に取りまとめた。

(3) 実験条件 模型の縮尺は、水槽の大きさを考慮して1/28.4とした。実験波は、規則波とした。また、実験ケースは、砕波前と砕波後の波力特性を比較する目的から、表2に示す3ケースとした。なお、その他実験条件も同表に合わせ示した。

3. 実験結果

(1) 全波力 ケース1における全波力の経時変化を図3に示す。これによると、従来の実験結果と同じように、全波力のピーク峰が2ヶ所（押波時Ⅰ・押波時Ⅱ）及び谷が1ヶ所（引波時）認められる。

また、各ピーク時における全波力値を水平・鉛直方向別にとりまとめたものを表3に示す。これによ

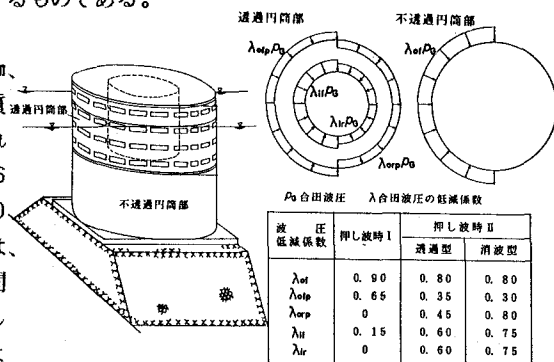


図1、二重円筒ケーソンの概念図及び同作用波圧

表1、従来の実験条件と今回の実験条件の比較表

	従来の実験条件	今回の実験条件
対象水域	大水深重複波領域	砕波域
ケーソン基礎	基部ケーソン	捨石マウンド
頂版の有無	有り	無し
実験時の函数	1 函	1 函 + 半函 2 函

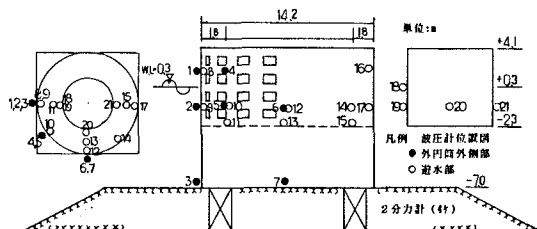


図2、各測定計器の設置位置図

ると、水平波力については、押波時Ⅰの場合、実験値は計算値の0.79～1.00倍、押波時Ⅱの場合、同0.69～0.77倍といずれの場合も多少安全側ながらほぼ妥当な結果を得る。また、砕波・非砕波の場合についても殆ど変わらない結果となった。鉛直波力については、押波時Ⅰの場合、実験値は計算値の0.52～0.78倍（上向き）押波時Ⅱの場合、実験値は計算値の2.01～3.03倍（下向き）となった。これは、実験値が計算値に比べかなり下向きの力が卓越した結果を示している。

（2）波圧分布 押波時Ⅰにおける各ケースの波力結果（-0.5m位置）を図4に示す。これによると各ケースとも、中央部の値が大きく、側面程小さくなる楕円形型の分布を示している。同傾向は、三建における柴山港を対象とした実験²⁾においてもみられる。

4. 考察

以上の結果から、砕波域におけるマウンド設置型無頂版二重円筒ケーソン堤においても、堤体の安定性の検討に用いた波圧が、おおむね適用できることが確認された。ただし、押波時Ⅱにおけるの鉛直波力については、下向きの力が大きいことから堤体の安定計算に対しては安全側となるが、マウンドの安定性を考えた場合危険側となる。したがって、押波時Ⅱにおける端趾圧の検討時には、今回得られた下向の力を考慮する必要がある。実験値と計算値の差を打ち込み波力として考えた場合、 $P = 0.7W_0 H_{max}$ 程度となる。

また、波圧分布については、部材設計時においては等分布荷重より偏分布荷重の方が危険となるため偏分布波圧を適用する必要がある。今回の実験結果によれば、全波力は従来と同じにし、かつ、偏分布を表現するため円周角： θ を関数とした図5の方法により評価する方が妥当と考えられる。

5. おわりに

二重円筒ケーソンにかかる作用波力については、堤体の安定計算時における打ち込み波力の評価、また、部材の細部設計時における偏分布波力の取り扱い等が今後の課題となる。これらについては、平成元年度港研と当局で実施予定である現地試験等により実証して行きたい。最後に、本実験の実施及び解析にあたり、港研耐波研究室の皆様には色々御指導頂いた。ここに謝意を表します。

（参考文献）

- 1) 谷本他：大水深波浪制御構造物に関する水工的研究（その4）—二重円筒ケーソン（海底設置型）の水理特性と施設計—，港湾技研資料NO.600，1987年9月
- 2) 運輸省 第三港湾建設局 神戸調査設計事務所：柴山港水理模型実験報告書，1988年3月

表2、実験ケース及び実験条件

実験ケース	ケース1	H = 6.8m T = 10.5sec（重複波）
	ケース2	H = 7.4m T = 10.5sec（ピーク波）
	ケース3	H = 6.2m T = 10.5sec（砕波）
実験条件	天端高 R = +4.1m 堤体掘付高 R = -7.0m 前面開口率 20% 背面開口率 0%（消液型） 頂版無し・マウンド設置型	

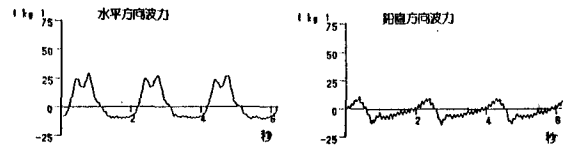


図3、全水平波力及び全鉛直波力の時経列

表3、二分力計による全波力結果

ケース	1	2	3
堤前波高	6.8m（重複波）	7.4m（ピーク波）	6.2m（砕波）
フェイス	値	値	値
押波時Ⅰ	計算値 620.8, 339.4, 985.7	690.0, 369.4, 985.7	567.1, 309.5, 985.7
1/面	実験値 565.2, 176.6, 608.3	677.0, 288.4, 849.5	443.8, 173.2, 547.6
押波時Ⅱ	計算値 767.3, 90.3, 985.7	842.2, 98.3, 985.7	692.9, 82.4, 985.7
1/面	実験値 557.4, 244.0, 411.2	647.0, 298.1, 468.5	480.0, 165.9, 380.1

注1 計算値は図1に示す谷本らの提案式による場合の値

注2 (消液合成波力) = (水平波力) + 0.6(鉛直波力)

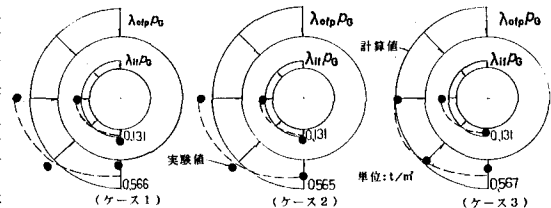


図4、波圧計による波圧分布結果（-0.5m位置）

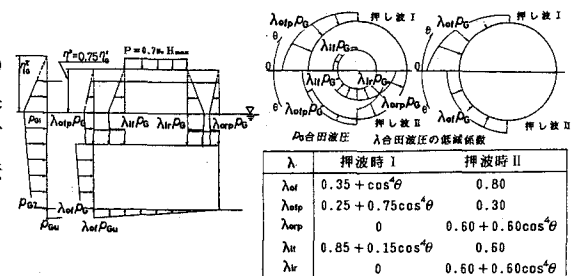


図5、今回の実験における波圧分布