

II -23

開口突出管付透過式防波堤の水理特性に関する実験的研究

— 被覆ブロック設置に伴う透過・反射率の変化 —

西松建設株式会社 正会員 橋本 剛
 長崎大学 正会員 多田 彰秀
 東京水産大学 正会員 糸刈 長敬

1. はじめに

閉鎖性の高い港湾や漁港での海水交換を円滑に行うことで、港内の水質を改善あるいは保全する技術が近年注目を浴びている。特に、様々な形状で各々に工夫された海水交換能を有する透過式防波堤が提案されるとともに、実海域での施工事例が報告され、透過式防波堤の優れた海水交換機能について公表されている。しかしながら、長周期波浪の伝達を低減する技術の整備、また、複雑な断面構造を有する為に高騰する建設費の縮減等の解決すべき課題が多く残されていることも報告されている。著者らは、上述課題の解消が期待できる防波堤として「開口突出管付透過式防波堤」を提案している。この防波堤は、従来の直立防波堤から大口径の開口管が港外側あるいは港内側に突出した形状を有しており、適切に開口突出管の方向、設置場所、設置水深および本数などを選択することによって、港外の波浪エネルギーを有効に利用して港内の海水交換を効率良く実現させることができる。しかしながら、本防波堤の機能を評価する技術手法の確立が必要であり、著者ら^{1), 2)}は本防波堤の適切な形状を選択する手法の開発研究に取り組んでいる。すでに、開口部の形状を円筒型とした場合の水理模型実験を実施することで、透過率並びに反射率の定性的な特性について明らかにするとともに、開口部出入口部における流速特性について報告している。これらの研究成果を下に、本防波堤の海水交換能の向上を目標として、開口部形状をベルマウスにするとともに、港外側に被覆ブロックを設置した場合の基本的な水理特性を明らかにすることを次の目的として、規則波による水理模型実験を実施した。本報では、実験で得られた結果から港外に設置された被覆ブロックによる水理特性の変化について報告するものとする。

2. 実験方法

実験は2次元造波水槽(長さ65m×幅1.0m×高さ1.6m)を用いて行った。水理模型は、実験中、管内の流体運動を視認可能とするため、透明アクリルによって製作し、大きさは想定した実機スケールの1/20(幅99cm, 奥行B=20cm)とした。但し、管内の流動特性を明確にするため、模型高さはH=70cmとし、越波防止のために高く設定している。また、模型形状をパラメータとする実験であるため、模型は8つのパーツに分割可能な組立方式を採用した。図-1は水理実験の概要を示している。実験は、突出管の突出長を $l=20\text{cm}$ 、孔径を $d=16\text{cm}$ と一定とし、水深($h=40\text{or}50\text{cm}$)の下で設置方向(港内側あるいは港外側のいずれか)並びに規則波の条件を変化させて実施した。開口突出管の設置水深(h_s)は水深に応じて $h_s=18\text{cm}$, $h_s=28\text{cm}$ とした。被覆ブロック設置の際は、防波堤模型の造波板側壁面に接するようにして1:4/3の傾斜となるように乱積みした。尚、 $h=40\text{cm}$ の時には被覆ブロックの天端は静水面より5.0cmであり、 $h=50\text{cm}$ の天端は水深5.0cmに没水している。港外側に設置した波高計のデータから合田の方法(入反射分離法)を用いて入射波の波高(H_i)と反射波高(H_r)を算定するとともに、港内側に設置した波高計で透過波の波高(H_t)を計測した。また、2本の電磁流速計を用いて、開口突出管の出入口部中央並びに管内の流速を計測した。さらに、開口突出管内に波圧計を埋込み、圧力分布の計測も行った。データは、サンプリング周波数50Hzで90秒間収集した。尚、波の周期は $T=1.0\sim 2.4\text{s}$ を0.2s間隔で8種類、波高は2.5および5.0cmの2種類として、防波堤形状1ケースにつき16種類の規則波のもとで実験した。

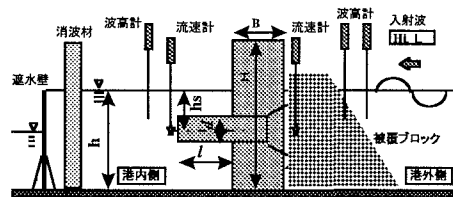


図-1 開口突出管付透過式防波堤水理実験概要

Key word: 透過式防波堤, 海水交換, 透過率, 反射率, 規則波実験, 波浪エネルギー

連絡先: 西松建設(株)技術研究所 〒242-8520 大和市下鶴間2570-4 TEL:0462-75-1135 FAX:0462-75-6796

3. 実験結果および考察

図-1並びに図-2は、開口突出管の形状および設置条件をパラメータとした場合の実験結果から得られた透過率(K_t)並びに反射率(K_r)を波周期(T)に対してそれぞれプロットしたものである。図-1によれば、 K_t はパラメータがどのような条件においても周期の増加とともに増大し、波の周期性に強く依存している。また、L2BU05の円筒孔型の場合に比較して、ベルマウス孔型とした場合の K_t は明らかに大きな値となる。さらに、M2BT05とM2BU05の条件より防波堤の港外側に被覆ブロック（以下消波工）を設置した場合の K_t 値の方が大きくなることも判明した。この傾向は、消波工の設置で防波堤の港外側開口部端における水位のSet Up効果が促進され、開口部を通して港内への海水量の流入が増加したために生じたものと考えられる。N2DT05は消波工が没水している状況であり、M2BT05の K_t に比べて明らかに小さな値を示している。M2BT02とM2BT05より入射波高の相違に着目してみると、実験条件下の短周期側では、波高の大きい場合に K_t が明らかに増加しているが、長周期側においてはほとんど差が生じていない。また、波高の大きい長周期波浪の条件下で K_t の周期に対応する増加傾向が減少方向にシフトしている。次にM2BT05と消波工に突出部が埋没している状況のM2BQ05に着目すれば、波周期に対応する傾向は同じであるが、港外側に突出している場合に K_t は減少する。この原因として考えられるのは、港外側開口部の形状が円筒型とベルマウス型で異なっていることと、港外側に突出することによって、開口部における水理条件が異なるためと考えられるが、詳細については今後検討を有する。

一方、図-2によれば、消波工がない場合、孔型にかかわらず、 K_r は9割以上の高い反射特性を示しており、孔型の変化が反射特性に及ぼす影響はないと判断できる。また、図より、消波工設置による消波効果が確認でき、特に、本実験での短周期側においては効果的な消波が確認できる。しかしながら、長周期側においては K_r が増大し、消波効率が低下している。水深が深くなり、消波工が没水する状況に着目すれば、消波工のないものに比べ、消波効果は確認できるものの、短周期側において K_r は増大し、周期に対応する傾向が消失している。また、高波浪に対して、反射率は低下する傾向を示し、突出方向を港外側とすることで K_r の低下がさらに促進されることも判明した。

開口突出管付透過式防波堤の港外側に消波工を設置することによって、Set Up効果による透過率の特性を明らかにするとともに、消波特性についても知見を得ることができた。これより、透過率の向上と消波効率の向上の観点から、港外側に消波工を設置することは有効な手段と考えられた。

M2BT02: 港内側突出, ベルマウス孔型 $d=16\text{cm}$, $l=20\text{cm}$, $h_s=18\text{cm}$, $h=40\text{cm}$, $H_i=2.0\text{cm}$, 消波工付
 M2BT05: 港内側突出, ベルマウス孔型 $d=16\text{cm}$, $l=20\text{cm}$, $h_s=18\text{cm}$, $h=40\text{cm}$, $H_i=5.0\text{cm}$, 消波工付
 M2BU05: 港内側突出, ベルマウス孔型 $d=16\text{cm}$, $l=20\text{cm}$, $h_s=18\text{cm}$, $h=40\text{cm}$, $H_i=5.0\text{cm}$
 L2BU05: 港内側突出, 円筒孔型 $d=16\text{cm}$, $l=20\text{cm}$, $h_s=18\text{cm}$, $h=40\text{cm}$, $H_i=5.0\text{cm}$
 M2BQ05: 港外側突出, ベルマウス孔型 $d=16\text{cm}$, $l=20\text{cm}$, $h_s=18\text{cm}$, $h=40\text{cm}$, $H_i=5.0\text{cm}$, 消波工付
 N2DT05: 港内側突出, ベルマウス孔型 $d=16\text{cm}$, $l=20\text{cm}$, $h_s=28\text{cm}$, $h=50\text{cm}$, $H_i=5.0\text{cm}$, 消波工付

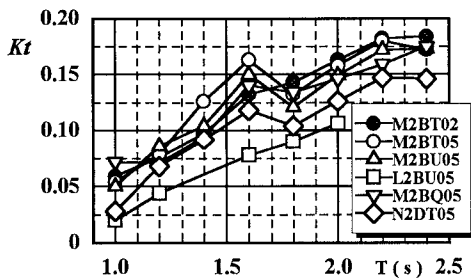


図-1 波周期(T)に対する透過率(K_t)

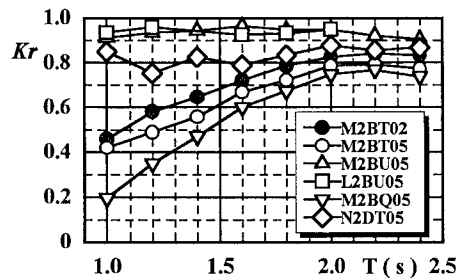


図-2 波周期(T)に対する反射率(K_r)

<参考文献> 1)橋本・多田・糸刈:開口突出管付透過式防波堤の水理特性に関する研究—開口突出管の形状変化に伴う波の透過率について—, 平成10年度日本水産工学会学術講演会講演論文集, PP. 57-58, 1998. 2)橋本・多田・糸刈:開口突出管付透過式防波堤の水理特性に関する実験的研究—開口突出管出入口部における流速の基本特性について—, 土木学会第53回年次学術講演会講演概要集 第2部, PP. 338-339, 1998.