

II-123

異型ブロックを利用した流速調整工の水利検討

中部電力 電力技術研究所 正会員 杉山陽一
土木建築部 正会員 河島宏治

1 はじめに

航行船舶が多い港内海域における汽力発電所の放水口の水利設計にあたっては、放水流動の船舶への影響を軽減するため、各種対策がとられている。また、これまで発電所計画に際して不用となった消波用異型ブロック等が発生した場合は、産廃処理あるいは碎石等として利用されるにとどまっていたが、今回さらに異型ブロックの流速調整機能に着目して改良を加えることにより、厳しい条件下でも放水口での流速調整工として利用できれば、既設品の有効利用によるコストダウンへの寄与も期待できると考えられる。しかし、流速調整工として異型ブロックを用いた例は少なく、また規格化された設計法も存在しないのが現状である。本報告では、船舶の航行が激しい海域での放水口の流速調整工を想定して、異型ブロック(テトラポッド)透過堤の下部にボックスカルバートを併用することにより、放水流の表層流速を低減できる新しい流速調整工「ボックスカルバート併用テトラポッド堤」の流速調整機能を水利模型実験により検討し、放水流の鉛直・平面的な低減効果および均等効果について評価した。

2 実験概要

従来からテトラポッドの透過堤には平面的な均等化効果があることが知られている。しかし鉛直的に見ると、断面形状に起因して、通過する流れは流程の短くなる水面に近づくほど速くなる傾向を示す。特に、港内海域では、航行船舶に対する放水流の影響を軽減させる目的から、放水口の前面海域では表層付近の流速を極力抑えることが望ましい。そこで透過堤下部にボックスカルバートを挿入することで下部の抵抗を減じ、流れの鉛直方向の不均等性を是正する方策を考えた(図1)。想定した放水口は図2に示すように漸拡形状とし、開口幅60m、水深3m、また放水口外側の水深は5mとした。透過堤は開口部に設置するものとした。テトラポッドは3.2t型($h=1.65\text{m}$)である。出口平均流速(基準流速 v_0)は 24cm/s 、放流量は $44\text{m}^3/\text{s}$ を想定した。模型はフルードの相似則を適用し、水温は全て一定、縮尺は透過堤内の乱流が再現できるよう $1/10$ とした。実験は、まず2次元水路を用いてボックスカルバートの最適長さの検討を行い、次に選定した透過堤を用いて平面水槽により流速調整機能の総合的な評価を行うことにした。

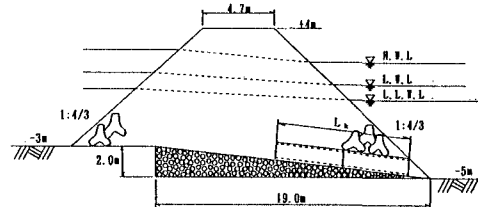


図1 ボックスカルバート併用テトラポッド透過堤

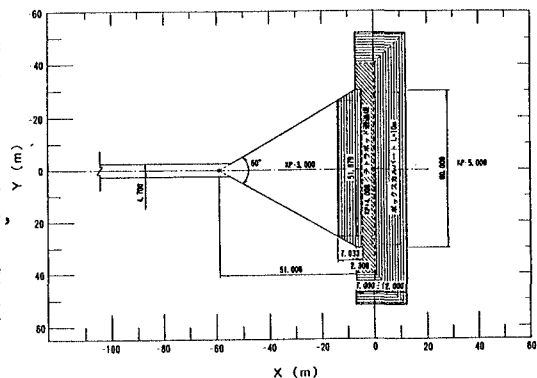


図2 放水口概念図

3 実験結果

1) ボックスカルバート併用の効果

検討したボックスカルバート長さ(L_k)は0, 5, 10, 15mの4種類である。図3にL.W.L時の各ケースの流速鉛直分布の違いを示す。ボックスカルバートが無い場合は水面に近いほど流速は速く底面付近はほとんど流速がないが、ボックスカルバートを透過堤下部に設置することで下層流速を増すとともに上層流速を抑える効果があることが分かる。 L_k が長いほどこの傾向が強い。 $L_k=10, 15\text{m}$ では $x=17\text{m}$ 付近から上層が逆流する現象も見られるが、どの場合でも中層部分の流速には変化がない。放水口出口での表層部の流速に着目し、カルバート出口直近($x=12\text{m}$)での上層最大流速と下層最大流速の L_k による違いをまとめたのが、

キーワード 放水口, 流速調整工, 異型ブロック, ボックスカルバート

連絡先 〒459 名古屋市緑区大高町字北関山 20-1 TEL 052-624-9191 FAX 052-623-5117

図4である。この図から $Lk=4m$ 付近で上層と下層の流速が鉛直的に均等になることが分かる。また、上層流速を基準流速と同等以下にするには $Lk=6m$ 以上必要となる。検討した4ケースの中では $Lk=5m$ が上層と下層の流速の鉛直的な均等性に優れていたが、上層流速が基準流速よりやや大きくなっていた。実際の放水口からは温水が排出されるため、流下に従い浮上加速することが考えられる。以上の考察から安全側に $Lk=10m$ を標準ケースと決定した。補足として図5に Lk の違いによる堤内側の水位上昇量の比較図を示す。この図から Lk が長いほど水位上昇量が小さくなることが分かる。 $Lk=10m$ では $44cm$ の水位上昇となった。

2) 潮位が流速分布に与える影響

図6に $Lk=10m$ における潮位別の水位上昇量の比較を示す。L.W.L時に較べてH.W.L時には透過堤上部の流程が短くなるため上層が速くなることが懸念されたが、流下断面積の増大にともなう平均流速の低減と相殺される形で特に大きな流速を示さなかった。水位上昇量はH.W.L時は小さく問題にならないがL.L.W.L時には $64cm$ と大きくなるため注意が必要である。

3) 平面水槽による平面均等化の確認

流速の平面分布はボックスカルバートやテトラポッドの形状や配置に起因したバラツキがあるが、平均的に見るとほぼ均等になっていた。図7は放水口の中心のエリア1 ($y=0\sim10m$)、その隣のエリア2 ($y=10\sim20m$)、放水口端のエリア3 ($y=20\sim30m$) に分けて各エリアごとの平均値を求めてその違いを比較したものである。この図からエリア3は若干流速が小さくなるがエリア1、2はほぼ同様であり平面的な均等効果が確認できた。

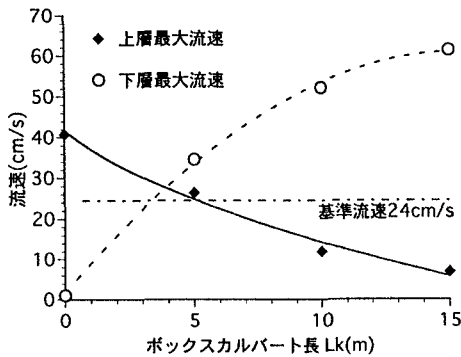


図4 透過堤直近の上下層最大流速の比較

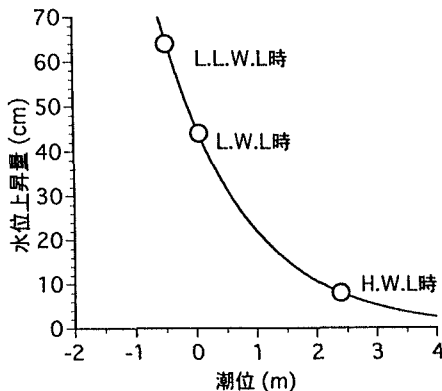


図6 潮位による水位上昇量の比較

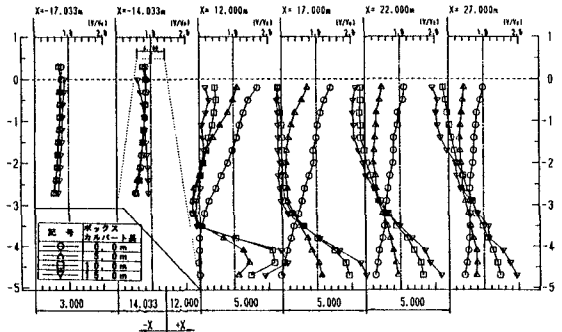


図3 $Lk=0, 5, 10, 15m$ での流速鉛直分布

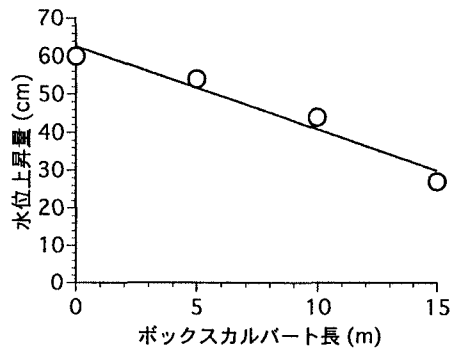


図5 ボックスカルバート長による水位上昇の比較

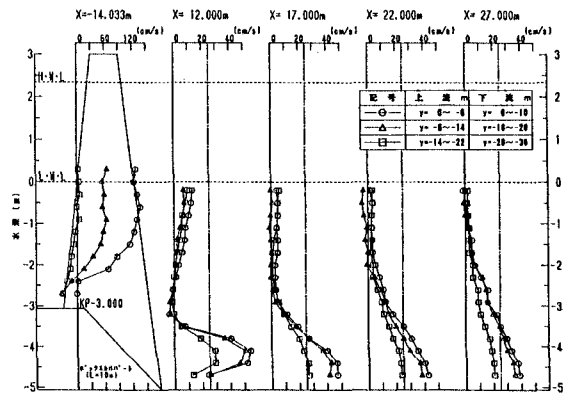


図7 放水口の中心部と端部の流速鉛直分布の比較