

II - 342

鳥堤周辺の波浪場に対する線形回折の計算モデルの適応性

鳥取大学工学部 正会員 ○ 松見 吉晴・木村 晃

鳥取大学大学院 学 員 大野 賢一・家村 健吾

1. まえがき： 堤頭部の被覆材の安定性を検討する際、堤頭部上およびその周辺の波浪場における運動学的な諸量(流速変化、波高分布等)との関係づけた検討が必要となる。本研究は、傾斜堤堤頭部周辺の波浪場の予測に対する著者らの任意反射境界をもつ直立構造物周辺の波浪変形に関する計算モデル(1994)の適応性について、堤頭部周辺の卓越流速の方向と大きさ、および波高分布に関する模型実験と比較検討したものである。

2. 計算モデルの概要： 本計算モデルは、直線に配置されたスネークタイプの造波装置をもつ多方向波浪水槽を想定して、水槽内の波浪場に対してIsaacsonの線形回折モデルを拡張した手法(1989)、並びに造波板および防波堤等の固定境界表示に対して湧き出し分布法を適用して波浪場の数値シミュレーションを行うものである。固定境界における部分反射面の境界条件については、Berkhoffの混合境界条件に基づいて与えている。計算時の堤体モデルのサイズについては、静水面位置での堤体外形サイズを採用している。また、本計算モデルは、多方向不規則波浪に対しても方向分布関数および周波数特性に基づいた各波向成分別および周波数成分別の一方向波浪場の計算結果を重ね合わせることで拡張できる。

3. 実験装置および方法： 実験で用いた造波水槽は、14枚の造波板(幅：60cm)からなるスネークタイプの多方向不規則造波水槽(8.4×14×0.6m)である。水槽側壁には消波工が付設され、また1/10スロープが図-1に示すように消波工として使用された。鳥堤モデルは、同図に示すように堤幹部長2.5m、堤体幅2.05m、天端高50cm、法面勾配1:2で、コア部と2層被覆捨石より構成されている。実験では捨石の被災から生じる堤体形状の変化に伴う波浪場の変動を避けるため、堤体全体を透過性防護ネットで覆った。鳥堤の配置は、著者らの多方向不規則波浪に関する計算モデル(1994)より得られた造波有効領域内に堤頭部および堤幹部が位置するように決定された。また、造波板からの再反射を避けるため、鳥堤は同図に示すように造波板に対して20°傾けて設置された。本鳥堤モデルの反射率は、合田らの入・反射波分離法で計算した結果、0.25程度であった。堤頭部周辺の流速および水面変動は、それぞれ同図に示すSt-1～St-5の5ヶ所で水平2成分電磁流速計(U, V成分)および容量式波高計で計測された。

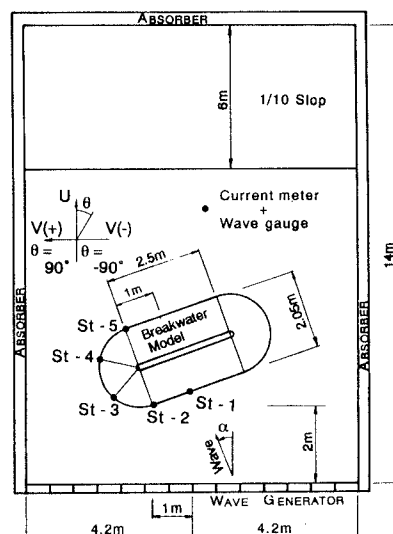


図-1 鳥堤モデルの設置状況図

一方向規則波の入射波条件は、周期を0.7～1.3sまで0.1s刻みで7種類変化させ、それぞれの周期について主波向き α (図-1参照)を $0^\circ \sim 40^\circ$ まで 10° 刻みで5種類変化させた。多方向不規則波実験では、直角と斜め入射($\alpha = 0^\circ, -15^\circ$)のJONSWAP型(ピーク周期: $T_p = 1.0, 1.4$ s)をもつ多方向不規則波浪信号($S_{max} = 20$)を作成し使用した。造波信号のサイクル時間は25分間で、計測時間は20分間とした。なお、水深は規則波および多方向不規則波実験共に30cm一定で行った。

4. 計算結果と実験結果の比較： a)卓越流速について 本研究では、卓越流速の流向と大きさを平面水粒子運動の楕円軌道の長軸方向とその長半径と定義し、2成分電磁流速計による計測データ(UとV流速成分)より次のような方法でそれぞれ求めた。卓越流速の流向については、UとVの時系列データに関して最小自乗法を適用することにより求め、その大きさはUとVの合成ベクトルの最大値より50個の1/50最大流速で与えている。図-2および図-3は、入射波周期 $T = 0.8$ sと 1.3 sの場合について実験結果と計算結果の卓越流速の流向および大きさを比較したものである。卓越流向については、図-2より堤頭部前面(St-1)から背面(St-4)まで 10° 程度の誤差範

围で再現している。しかし、本計算モデルが直立構造物に対する計算モデルであるため、実験における堤頭部斜面上での波の浅水変形および屈折を伴った波が到達してくる堤頭部背面St-5の位置では、計算結果と実験結果の間に大きな差がある。卓越流速の大きさについては、計算結果と実験結果の比（ R_{vcal}/R_{vexp} ； R_{vcal} , R_{vexp} はそれぞれ各測定位置での流速をSt-1の値で割った無次元量）を示した図-3より、 $T=1.3s$ の場合の計算結果はSt-5の位置を除いて最大20%程度の変動幅で実験結果を再現しているが、 $T=0.8s$ の場合の再現性は良くない。本計算モデルの卓越流速に対する適応性について本実験の全ての入射波周期について検討した結果、本計算モデルは $T \geq 1.1s$ の範囲で比較的良く再現することが確認できた。ただし、St-5に対する本計算モデルの適応性は認められなかった。

b) 波高分布について 波高に対する計算結果と実験結果の比較の1例($T=1.3s$)を図-4に示す。図中縦軸は各測定位置での波高をSt-1の値で割った無次元量(H_{cal} , H_{exp})に関する計算結果と実験結果の比を表す。本計算モデルは、St-5の位置が $-40^\circ \leq \alpha \leq 0^\circ$ の範囲で回折波領域に位置するため、堤頭上を通過してくる波と堤頭部での回折波が重合する実験結果を過小に評価する結果となった。St-1以外の位置では、 $T \geq 1.1s$ の範囲で最大20%の変動幅で実験結果が予測されることがわかった。

5. あとがき 傾斜堤堤頭部周辺の波浪場に対する線形回折の計算モデルの適応性を模型実験と比較検討した結果、堤頭部斜面上での波の浅水変形および屈折の影響が含まれる堤頭部背面位置に対しては十分な適応性は認められなかった。従って今後、本計算モデルを傾斜堤に拡張する予定である。多方向不規則波に関する結果については紙面の都合上、講演時にその詳細を発表する。

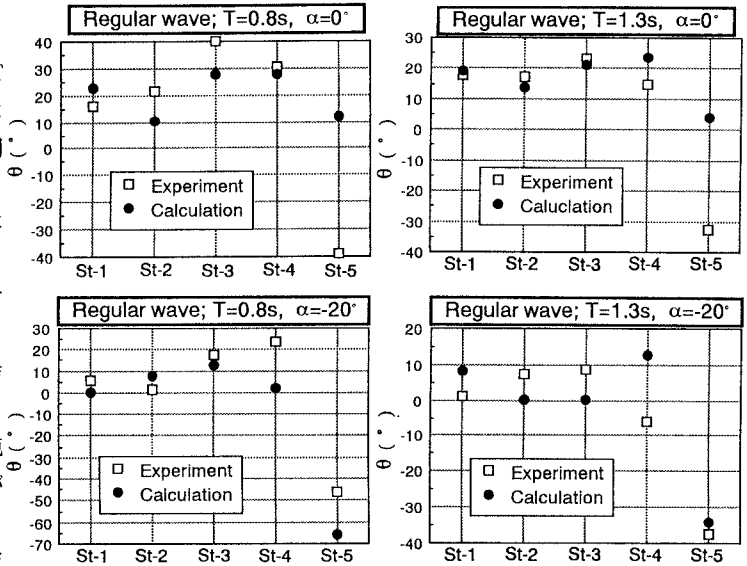


図-2 卓越流速の流向に関する比較

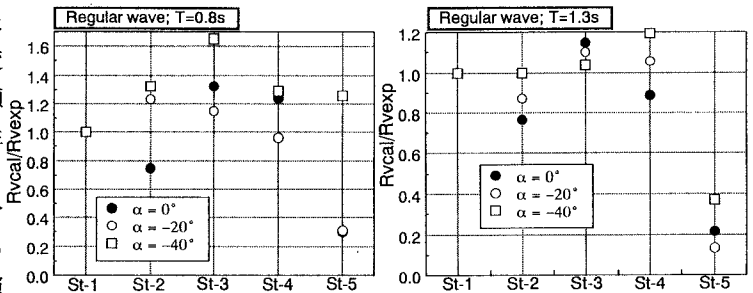


図-3 卓越流速値に関する比較

【参考文献】松見・Mansard・大野(1994)：多方向波浪場における防波堤周辺の波動場の計算モデル，海岸工学論文集，第41巻。Isaacson(1989)：Prediction of directional waves due to a segmented wave generator, Proc. of 23rd Congress of IAHR.

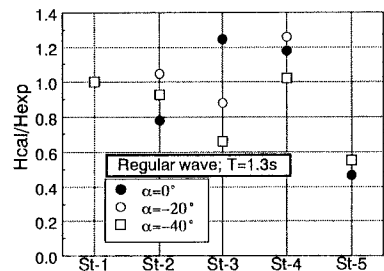


図-4 波高に関する比較