

海水交換型防波堤の耐波設計における数値波動水路の適用性

東洋建設株式会社 正会員 藤原 隆一
 東洋建設株式会社 正会員 山崎 智弘
 中部電力株式会社 正会員 橘川 正男
 株式会社シーテック 正会員 早瀬 松一

1. 目的

直立ケーソン堤の内部に遊水室および堤内側への通水部を有する海水交換型防波堤に作用する波力の算定には、位相を考慮する必要があることが知られている。著者らの研究成果では、海水交換型防波堤の部材に作用する波力は、合田式により求めた直立ケーソン式防波堤に作用する波力より小さいことが分かっている。また、榎木らの研究においても合田式からの修正係数が提案されている。本研究では、ケーソン周りでの波力を直接算定、時系列的に記録することが可能な数値波動水路(CADMAS-SURF)を用い、同条件での水理模型実験の結果と比較することで、数値波動水路の耐波設計への適用性について検証することを目的とした。

2. 数値波動水路および水理模型実験の条件

水路断面を図1に示す。また捨石マウンド上に設置した海水交換型防波堤の模型断面を図2に示す。水路内に設けた仮設床は、

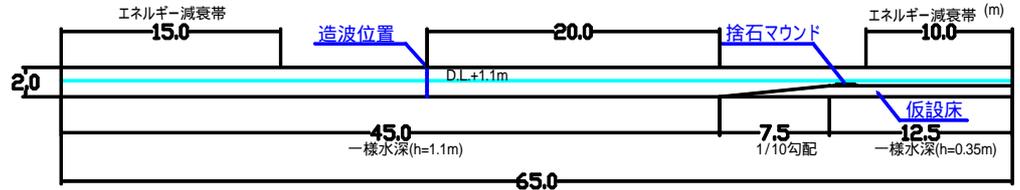


図1 計算に用いた水路断面

1/10 斜面勾配部（長さ 7.5m）と一様水深部(h=0.35m)から構成される。造波位置から仮設床までの一様水深部(h=1.1m)の長さは、造波した波が安定するのに必要な長さを考えて 20m とした。

計算では領域の岸沖両端にエネルギー減衰帯を設けた。計算格子間隔は、水平方向で 0.005-0.1m、鉛直方向で 0.005-0.5m とし、時間刻みは自動設定とした。差分スキームは Donor-0.4 を用い、仮設床上に設置した捨石マウンドの空隙率は 0.44、 C_D および C_M はそれぞれ 1.0 および 1.2 とした。また、造波方法は造波ソースを用いた。

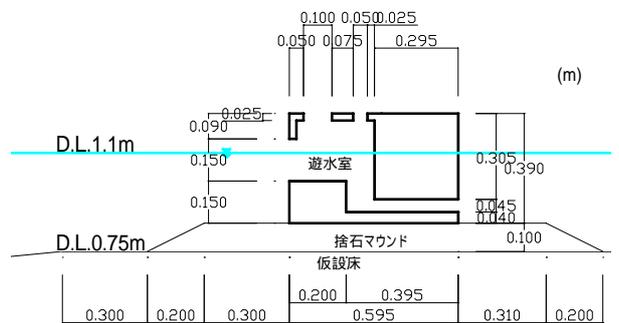


図2 海水交換型防波堤の模型断面

表1 波浪条件

ケース名	造波水深h(m)	周期T(s)	造波波高Hin(m)
caseA	1.1	2.0	0.1
caseB			0.2
caseC		2.5	0.1
caseD			0.2

波浪条件を表1に示す。波力比較に先立ち、通過波検定を行った。caseAにおける水位変動の時系列について、同条件で行われた水理模型実験との比較を図3に示す。一様水深部終端、斜面部および仮設床上に到達する波の水位変動の計算値は、実験値でよく一致している。さらに他のケースについても、実験値と計算値の整合性は良いことがわかった。

3. 海水交換型防波堤にかかる波力の比較

数値波動水路における波圧の記録は、造波エネルギーがケーソン部に十分到達したと考えられる静水面から造波後 25 ~ 35 秒の 10 秒間を計測時間間隔 1000Hz で行った。また数値波動水路で気泡を巻き込むような計算を行う場合、波圧値にスパイクノイズが発生しやすい。本計算でも、記録した波圧値に適切なフィルタリングを施し、スパイクノイズを除去した。

キーワード 数値波動水路, 海水交換型防波堤, 耐波設計, 滑動合成波力, 水理模型実験

連絡先 〒101-8463 東京都千代田区神田錦町3-7-1 興和一橋ビル 東洋建設株式会社土木本部土木設計部 TEL 03-3296-4623

海水交換型防波堤にかかる波力の比較は、滑動合成波力(F_c)最大時を対象とした。($F_c = \mu F_H + F_Z$, F_H : 水平波力 , F_Z : 鉛直波力 , μ : ケーソン底面と捨石マウンドの間の摩擦係数 (一般に 0.6))

caseB での 1 周期分の滑動合成波力および水平波力、鉛直波力の時間変化の計算結果を図 4 に、水面形状の変化を図 5 に示す。滑動合成波力には 2 つのピークが見られ、最初のピークでは波の峰が防波堤前面に達したときであり、鉛直波力はほぼ同時に最大となった(図 5(c)の状態)。二つ目のピークでは波の峰が遊水室壁に衝突したときであり、揚圧力が遊水室内の波の下向きの圧力により相殺されることにより、滑動合成波力が最大となった(図 5(d) の状態)。

図 6 に caseB における滑動合成波力最大時における水平方向および鉛直方向の波圧の計算値と実験値を示す。実験値を印で示す。波圧 P は w_0H (w_0 : 水の単位体積重量 , H : 堤体通過波高) で無次元化している。このケースのように、計算値は実験値をよく表した。

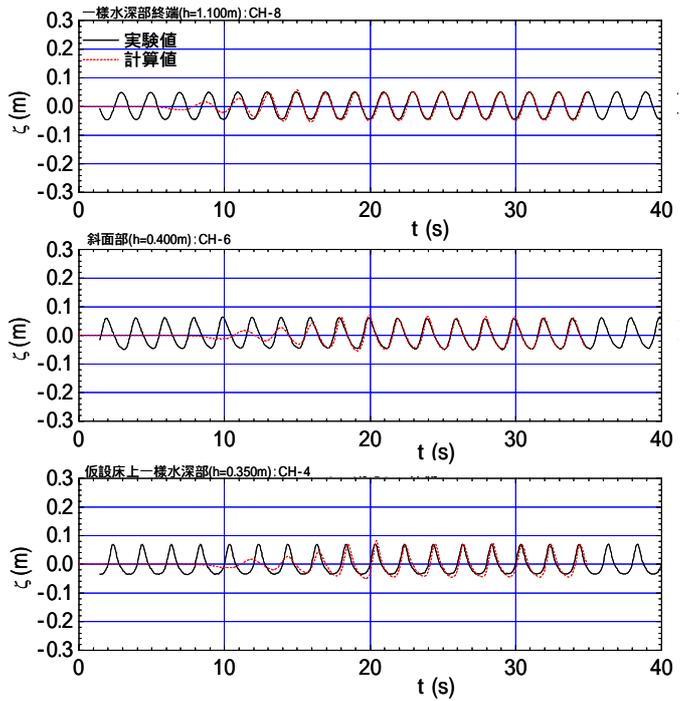


図3 水面変動の時系列(h=1.1m,T=2.0s,Hin=0.1m)

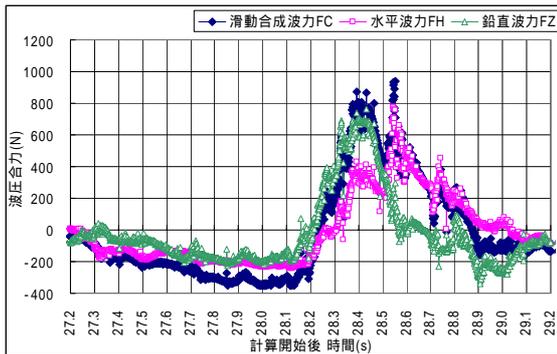


図 4 F_c, F_H, F_z の時間変化(caseB)

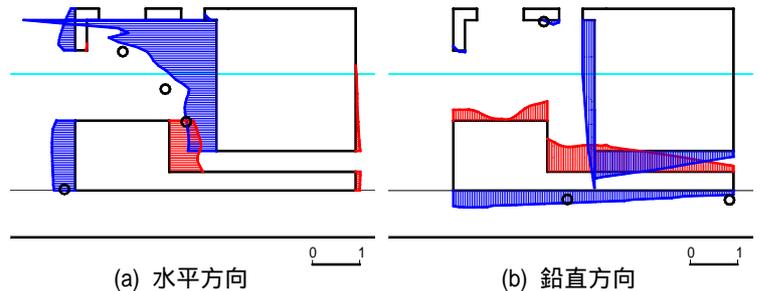
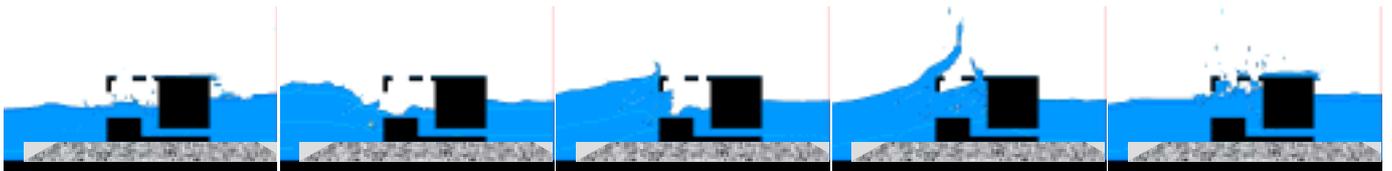


図 6 滑動合成波力最大時の波圧 P/w_0H (caseB)



(a) 計算開始後 27.3s (b) 計算開始後 28.3s (c) 計算開始後 28.4s (d) 計算開始後 28.6s (e) 計算開始後 29.0s

図 5 水面変動(caseB)

4 . 結論

数値波動水路では、斜面部および防波堤近傍での波浪を精度良く再現することが確認された。また、遊水室を有する海水交換型防波堤に作用する各位相での波圧は実験値とよく合致しており、数値波動水路を耐波設計に適用できる可能性が確認された。今後は、様々な形状による同様な確認を行ない信頼性を向上させるとともに、滑動実験を行い滑動限界波高と堤体重量、摩擦係数の関係を明らかにする予定である。

参考文献

- ・藤原・山崎・橘川・早瀬：複合断面地形の波の遡上に対する VOF 法の適用性と不規則波モデルへの拡張, 海岸工学論文集, 第 49 巻, pp136-140, 2002
- ・山崎・藤原・橘川：海水交換型ケーソン堤に作用する波力の算定, 第 57 回年次講演会講演概要集, pp467-468, 2002