

II-286 箱型構造物周りの波による洗掘特性

正会員 鹿島建設技術研究所 今井貢爾 小池司 ○永富政司

§ 1. はじめに

本報では比較的浅海域に箱型の孤立性海洋構造物を設置した場合を想定し、大型模型を用いて波による洗掘実験を行った。来襲波の波長と同程度の箱型単体構造物の周りの洗掘を調べた例は少なく、今回の実験では防波堤あるいは大口径の円筒と比べて局部的に性質の異なる洗掘が生じた。これと併せて平板壁とシェル構造物を対象とし構造物の壁面形状による洗掘状況の違いについて簡単に検討を行った。

§ 2. 実験内容及び条件

2-1 実験内容：図1に示すような位置に構造物模型（図2a), b), c)参照）を設置し構造物前方部に半径6m, 深さ0.5mの半円状の移動床部を設け、その周辺は全てモルタル水平固定床とした。実験に用いた底質は中央粒径 $d_{50}=0.18\text{mm}$ のほぼ均一な砂で一様に敷きつめた。実験は構造物に波高水深比 H/h が0.5付近で周期を3種類に変化させた波を作用させ、所定の時間ごと（0, 10, 60, 120分後）に洗掘地形を測定した。また、地形測定直前に構造物周辺の波高分布についても計測を行った。

2-2 実験条件：今回実験を行った5ケースの実験条件を表1示す。模型底質の選定にあたっては、最近の重複波による洗掘機構の研究からも重複波による洗掘の移動床実験を実施するには底面に沿う水粒子速度の最大値 u_b と底質の沈降速度 w の比である相対速度 $u_b/w > 10$ の条件を確保する必要があるとされている。今回の実験はいずれのケースも相対速度 u_b/w が30以上となっており上記の条件を満足している。

§ 3. 実験結果及び考察

3-1 一般的特性：図3と図4に壁面形状が平板の場合のコーナー図（左側-洗掘地形、右側-波高分布）を示す。いずれも模型前面に重複波が形成されており、しかも回折の影響により中央部付近に碎波を生じている。周期1.5secでは腹に堆積し節が洗掘を受ける典型的なL-Type型の洗掘となっている。しかし、浮遊砂卓越型にもかかわらず1.92と2.5secの場合については構造物前面中央部に重複波の節に堆積し節と腹の間に洗掘を受けるN-Type型の洗掘が生じた。

3-2 平板とシェル：箱型構造物周辺の洗掘特性ともいえるのは、隅角部に逆円錐状の局部的洗掘が発生することである。洗掘孔は観察によると波の峰と谷が通過する際に隅角部から放出される強いカルマン渦の巻き上げ作用によるもの

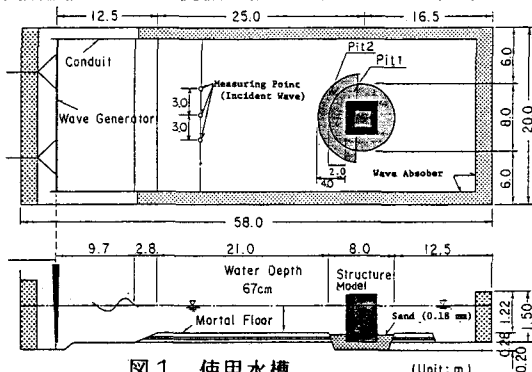


図1 使用水槽 (Unit: m)

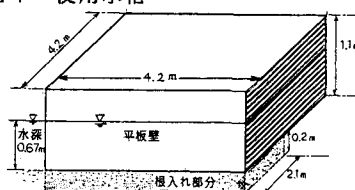


図2 a) 平板壁

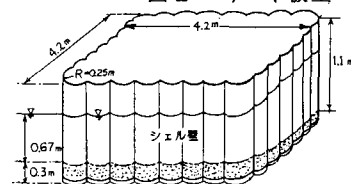


図2 b) シェル壁

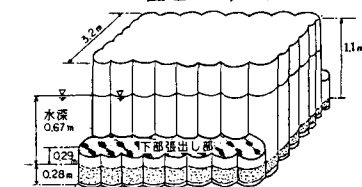


図2 c) シェル壁(張出し有り)

表1 実験条件

	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5
壁面形状	平板壁	平板壁	平板壁	シェル	シェル*
水深 h (m)	67	67	67	67	67
周期 T (sec)	1.5	2.5	1.92	1.92	1.92
波長 L (sec)	3.08	5.94	4.32	4.32	4.32
波高 H (cm)	0.30	0.38	0.37	0.37	0.37
相対速度 U_b/w	30.0	53.9	46.5	46.5	46.5
アーセル数 $Ur (HL^2/h^3)$	9.5	44.6	23.0	23.0	23.0
洗掘タイプ	L	N	N	N	判定不能

* 下部張出し

で、重複波の作用による洗掘に較べ洗掘孔の発達が急激で、しかも構造物直下に発生するため設計的により重要な問題といえる。次にシェル壁面とした場合の波高、洗掘のコンターを図5に示す。周期1.92 secの平板壁の場合と波高分布に違いがないため洗掘される位置もほぼ一致している。ただし、注目すべきことは隅角部の形状に丸みがついたことでカルマン渦による巻き上げの効果が弱まり、平板壁で見られたコーナー部の逆円錐状の洗掘が見られなかったことである。過去にバースケイソンについての洗掘実験²⁾においてもコーナー部の洗掘が発生しており、その洗掘対策としてのコンクリートマットを底面に敷いたが、強い渦の作用でブロックが散乱してしまい、この局所洗掘に対しては有効でないという結果が得られている。従ってこの種の洗掘に対しては直に底面を被覆するよりも隅角部の形状に丸みをつけ渦を制御する方が望ましいといえる。

3-3 張出しの有無:最後に構造物の接地圧を軽減するために設けられる下部張出し部がある場合の洗掘実験結果を図6に示す。下部張出しがない場合は重複波の腹、節に応じて洗掘、堆積が1/4波長間隔で繰り返される傾向があるが、下部張り出し部がある場合このパターンが崩れ、前面部が大きく洗掘されている。張出し部の影響は渦等の乱れによる局所的な流速を増加させるとともに波一周期の間における流体運動及び砂移動の残差分を増大させるものと考えられる。

§ 4. 結び 波長と同程度の規模を持つ箱型構造物周りの洗掘特性として以下のことが判明した。

1) 構造物前面中央部の波の非線形性は回折効果により2次元防波堤に比較して大きくなっており、N-Typeの洗掘が発生しやすい。 2) 壁面形状の効果については平板壁ではカルマン渦の作用によりコーナー部にかなり激しい局所洗掘を生じる。シェル形状にすると渦による局所洗掘の発生を防止できる。

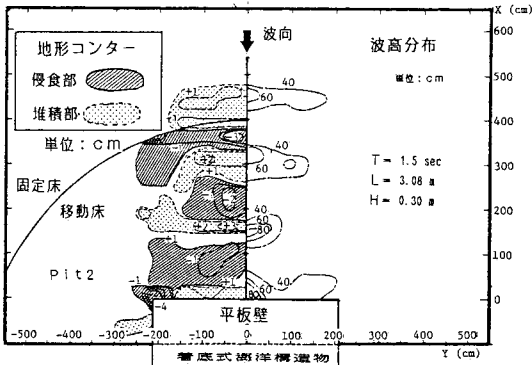


図3 地形及び波高コンター (CASE 1)

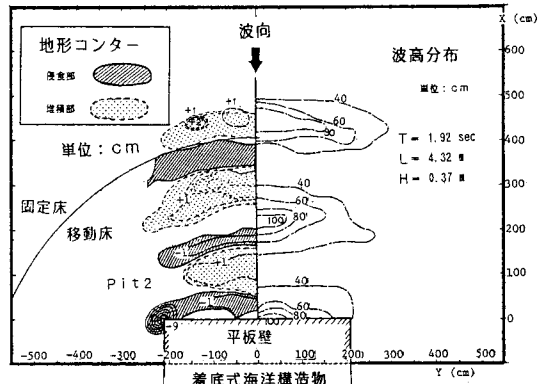


図4 地形及び波高コンター (CASE 3)

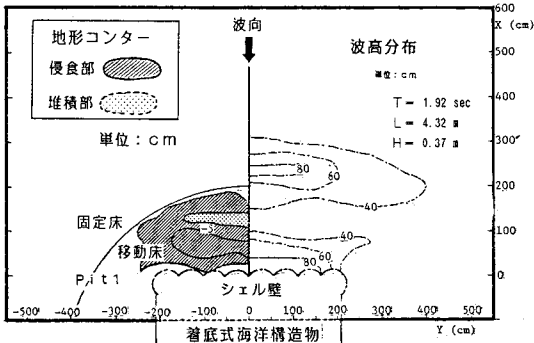


図5 地形及び波高コンター (CASE 4)

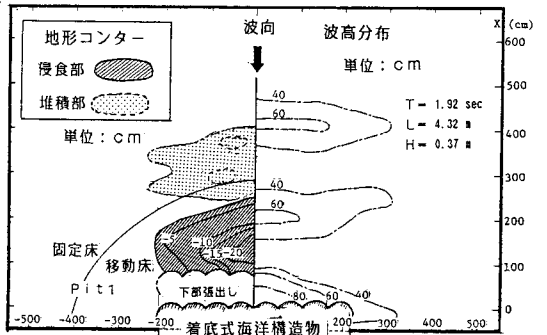


図6 地形及び波高コンター (CASE 5)

参考文献

- 1) 入江、近藤、赤石、寺崎:重複波による防波堤前面での海底洗掘, 第31回海岸工学論文集
- 2) C.J.Apelt & Macknight: Wave Action on Large off-Shore Structure, Coastal Eng., 1976