名古屋大学工学部社会環境工学科
 学生会員
 ○
 田邊
 卓

 名古屋大学高等研究院
 正
 会員
 中村
 友昭

 名古屋大学大学院工学研究科
 正
 会員
 水谷
 法美

1. 緒言: 津波による海岸構造物周辺の洗掘に関しては、これまでに護岸の法先や背後の洗掘(例えば野口ら、 1997)、透水性斜面上に設置した円柱周辺の洗掘(例えば Tonkin ら、2003)を取り扱った研究が行われてい る.しかし、2010年チリ地震津波後に確認された写真-1に示すような陸上構造物周辺の洗掘を取り扱った研 究は限られており、洗掘に及ぼす作用津波の特性、構造物の幅や根入れ深さ、土砂の中央粒径の影響が Nakamura ら (2008)によって検討されている程度である.しかも、実際の構造物は周辺地盤が大きく洗掘さ れた場合には沈下、滑動、転倒が生じると推測されるものの、Nakamura ら (2008)が用いている構造物のモ デルは動かないように完全に固定されている点、さらには内陸域からの反射による戻り流れの影響に対する 検討が行われていない点に課題を残している.本研究では、構造物の固定方法を見直し、非固定の構造物を 取り扱い、津波による陸上構造物周辺の洗掘発生メカニズムのさらなる解明を行うために、陸上に遡上した 津波に加えて反射波による戻り流れが構造物周辺の洗掘に与える影響を水理模型実験により考究する.

2. 水理模型実験:名古屋大学のピストン型造波装置(最大ストローク 1.5m)を備えた造波水槽(長さ 25m,幅 2.22m,深さ 1m)に、一様斜面部を持つ不透過床(高さ 0.555m,法面勾配 約 1/9)、海岸護岸(高さ 0.15m,天端幅 0.03m,表法面勾配 1/0.2)、砂地盤(高さ 0.15m,長さ 0.8m,中央粒径 0.2mm)を設置して実験を行った(図-1).入射波は押し波のみの長周期波 1 波とし、造波板のストローク R (1.0, 1.4m)、静水深 h_o (0.655,0.680m)、造波板を押し出す時間 T (6.0~14.0s)を変化させた.また、砂地盤上に設置する構造物はコンクリート製の立方体とし、構造物の幅 B (0.14,0.20m)と根入れ深さ d (0,30mm)を変化させて実験を行った.そして、図-1 に示す位置に電気容量式水位計(KENEK 製 CHT6-40) 4 台と間隙水圧計(共和電業製BP-500GRS,BPR-A-50KPS) 8 台を設置して水位変動と水圧変動の計測を行うとともに、津波作用後の最終洗掘深を接触型砂面計(KENEK 製 WHT-60)により計測した.

3. 実験結果及び考察: 写真-2に津波作用後の洗掘の様子を例示する. 同写真より,構造物の沖側隅角部を中心に,構造物の沖側から側面の沖側にかけて洗掘された様子が確認でき,写真-1に示した2010年チリ地震津波による洗掘と類似する現象が再現できた. また,遡上津波により構造物が傾いたケースの津波作用後の様



写真-1 チリ Dichato で確認された 2010 年チリ地震津波による洗掘 (2010 年 4 月 25 日撮影;左手前側が海)



子を写真-3に例示する.本実験の範囲では,明らかな構造 物の移動は限られたケースでしか見られなかったが,遡上 津波の作用によって構造物の周囲に洗掘が生じ,洗掘の発 達に伴って構造物が傾く現象が確認できた.

本稿では、Nakamura ら(2008)と同様に、次元解析から 得られた無次元越波高 $(2H_o - d_w)/B$ と無次元根入れ深さ d/Bを無次元パラメータとして用いる.ここで、 H_o は沖波 波高、 d_w は護岸の余裕高である(図-1参照).

図-2に、津波作用後に構造物の沖側隅角部周辺に生じた 最終洗掘深の最大値 z_f^{max} の傾向を示す. 同図より, 無次元 越波高(2H_o-d_w)/Bの増加に伴い無次元最大最終洗掘深 z_{sf}^{\max}/B も増加する傾向が認められる.ただし、d/B=0.0の ときは $(2H_o - d_w)/B$ が0.5を上回ると、d/B = 0.214のときは $(2H_{o}-d_{w})/B$ が0.7を上回ると z_{sf}^{max}/B の増加が急激に小さ くなり、 z_{sf}^{\max}/B がほぼ一定値 (d/B = 0.0のとき $z_{sf}^{\max}/B = 0.12$, d/B = 0.214のとき $z_{sf}^{\max}/B = 0.30$) に収束していることが確 認できる. すなわち,本研究の範囲では, z_{sf}^{\max}/B の収束値 はd/Bよりも0.1程度大きい傾向があり、 z_{sf}^{max}/B の収束値は d/Bによって決まると推測される.また、 z_{sf}^{\max}/B が一定値 に近づく傾向は,固定構造物の沖側隅角部周辺に生じる孤 立波による洗掘で見られた傾向(Nakamuraら, 2008)と類 似しているものの、孤立波の場合には $(2H_{a} - d_{w})/B > 1.5$ の 範囲でd/B = 0.0のときは $z_{sf}^{max}/B = 0.08, d/B = 0.214$ のとき は $z_{sf}^{\max}/B = 0.20$ に収束しており、孤立波と比較して本研究 で用いた長周期波の場合には、同じ $(2H_o - d_w)/B$ でも大き $t_{z_{sf}}^{\max}/B$ が生じていることが分かる.また、構造物を砂地 盤の下面まで根入れして固定したとき、すなわちd/B=∞ のとき, $z_{sf}^{\max}/B \operatorname{lt}(2H_{o}-d_{w})/B$ が0.5や0.7を上回っても若 干増加する傾向が確認されているものの, (2H_a-d_w)/Bが 大きいときには z_{sf}^{\max}/B は0.3程度の値をとっていることか



写真-2 津波作用後の洗掘の様子 (h = 0.680m, $H_o = 0.073$ m, T = 8.0s, B = 0.14m, d = 30mm)



写真-3 津波作用後の構造物の移動状況と 洗掘の様子(*h* = 0.680m, *H_o* = 0.073m,



ら (Nakamura ら, 2008), d/Bを0.214よりさらに大きくしても z_{gf}^{max}/B の収束値はあまり増加しないと推測される.また,上述したように構造物に明らかな変位が生じる現象が2ケース確認されたが,図-2より構造物に 根入れがなく (d/B=0.0),かつ($2H_o-d_w$)/Bが大きく z_{gf}^{max}/B が一定値のときに生じたことが分かる. 4. 結論:本研究では,より実際の構造物の近い非固定の矩形構造物を対象に,遡上津波による洗掘発生メカ ニズムを水理模型実験により考究した.その結果,遡上津波の作用によって現地で確認されたものと類似す る洗掘が構造物の周囲に生じ,場合によっては洗掘の発達に伴って構造物が傾く可能性があること,津波の 作用による洗掘は構造物の沖側隅角部の周辺で最大となること,無次元越波高 ($2H_o-d_w$)/Bの増加に伴い無 次元最大最終洗掘深 z_{gf}^{max}/B も増加するものの,さらに($2H_o-d_w$)/Bが増加すると無次元根入れ深さd/Bに応 じて z_{gf}^{max}/B が一定値に近づく傾向があることなどを明らかにした.紙面の都合上,一部の結果のみしか示せ なかったが,反射波による戻り流れを考慮した場合の実験結果を含めて,その詳細は講演時に発表する. **参考文献**:[1] 野口ら (1997),海岸工学論文集,第44巻, pp. 296-300. [2] Nakamura et al. (2008), *Coastal Eng. J*, Vol. 50, No. 2, pp. 209-246. [3] Tonkin et al. (2003), *J. Fluid Mech.*, Vol. 496, pp. 165-192.