

T 型湾における潮位副振動の減衰

鹿児島大学大学院 学生会員 ○井上 太介
 鹿児島大学大学院 正会員 柿沼 太郎
 鹿児島大学大学院 山城 徹

1. 序 論

2009 年 2 月 24 日 22:00 頃～26 日に、九州北部から奄美地方の広範囲で顕著な高潮位が発生した。長崎で潮位全振幅 157 cm (24 日 23:34) が、また、枕崎で最高潮位 159 cm (25 日 7:55) が記録された。潮位が短時間で振動する副振動により、鹿児島県と熊本県において船舶の転覆・沈没及び家屋の床上・床下浸水等の被害が発生した。24～25 日に、前線が九州南岸付近に停滞し、25 日 3:00 頃に、中心気圧 1,008 hPa の低気圧が九州南部を東に進行している。本論文では、漁船転覆被害が特に大きかった鹿児島県薩摩川内市上甕島(かみこしきじま)の浦内湾を対象とし、その潮位副振動の検討を行なう。浦内湾は、二つの湾に分岐した T 型の湾形を有するため、これら二つの湾の湾奥を腹とする湖水振動のモードを振動の第 2 モードとして持つ。ここでは、各モードの振動の減衰過程に着目し、T 型モデル湾及び浦内湾における潮位副振動の数値解析を行なう。

2. 基礎方程式系と数値解析法

基礎方程式系は、非線形浅水方程式系とし、これを差分法(白橋ら: 海岸工学論文集, 第 55 巻, pp. 216-220, 2008.)により解く。入射境界、陸域境界及び海域内境界をそれぞれ反射吸収造波境界、完全反射境界及び放射境界とする。計算格子間隔及び計算時間間隔は、それぞれ、 $\Delta x = \Delta y = 100$ m 及び $\Delta t = 0.5$ s とする。

3. T 型モデル湾における潮位副振動の減衰の数値解析

図-1 のような湾形を有する T 型モデル湾を対象とする。この計算対象領域の左辺より、様々な周期の規則波を入射させたときの、湾奥中央 A 及び B 地点における波高増幅率を図-2 に示す。ここで、図-1 に示す湾内の点線部、または、一点鎖線部に鉛直壁を設けることによって、I 型湾(長方形湾)、または、L 型湾を作成し、I 型湾、L 型湾及び T 型湾の応答特性を比較している。なお、波高増幅率は、湾口における波高 H_1 に対する、対象地点における水面変動の波高 H の比 $k = H/H_1$ で表わす。T 型湾には、I 型湾や L 型湾と異なる特有の固有周期が存在し、これが T 型湾の第 2 モードの周期である。このモードは、二つの湾奥を腹とする湖水振動であり、他方、第 1 及び第 3 モードは、湾奥を腹、湾口付近を節とする湾水振動である。図-1 の T 型湾では、第 1～第 3 モードの固有周期が、それぞれ、約 1,150、650 及び 300 s である。

図-3 に、規則波の入射を停止してからの、第 1～第 3 モードの各振動によって図-1 の T 型モデル湾の湾奥 A 地点に現れる最高水位の時間変化を示す。これより、第 2 モードが、第 1 及び第 3 モードよりも減衰しにくいことがわかる。二つの湾奥を腹とする湖水振動に、一度エネルギーが与えられると、波の入射が停止しても、エネルギーが湾内にトラップされた状態となり、振動のエネルギーが外海に逃げにくい。これに対し、1 端が湾口である湾水振動では、エネルギーが湾口から外海に逃げやすく、振動が減衰しやすい。

4. 浦内湾における潮位副振動の減衰の数値解析

図-4 のような湾形を有する浦内湾を対象とする。この計算対象領域の左辺より、様々な周期の規則波を入射させたときの、湾奥に位置する小島漁港と、湾奥よりやや湾口側に位置する桑之浦漁港における波高増幅率を図-5 に示す。ここで、図-4 に破線で示した A-A 断面に放射境界を設け、この A-A 断面を湾口として波高増幅率を求めている。浦内湾では、第 1 及び第 2 モードの固有周期が、それぞれ、約 1,600 及び 720 s であり、この第 2 モードが、T 型湾に特有の、二つの湾奥を腹とする湖水振動である。

図-6 に、規則波の入射を停止してからの、各モードの振動によって小島漁港及び桑之浦漁港に現れる最高水

キーワード 副振動, 湾水振動, 湖水振動, 減衰, 数値解析

連絡先 〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学大学院理工学研究科, Phone: 099(285)8467

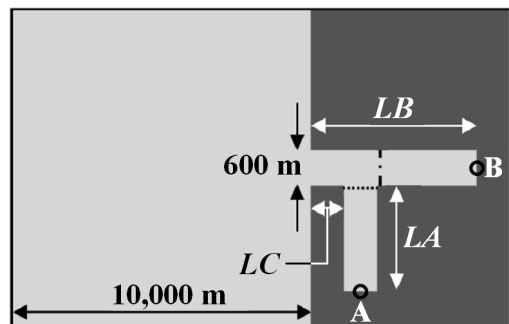


図-1 モデル湾を対象とした解析のための計算領域
(ここで、 $L_A = 2,000$ m, $L_B = 3,000$ m 及び $L_C = 700$ m である。湾幅は、600 m で一定である。静水深は、20 m で一様とする。)

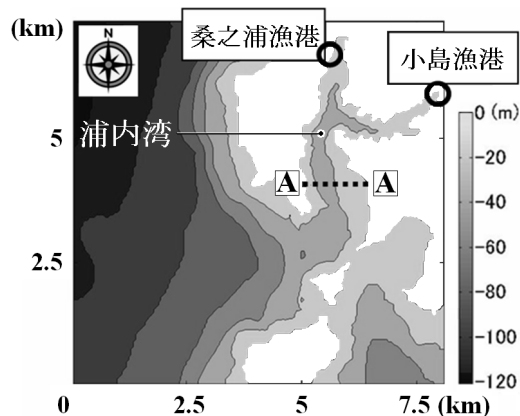


図-4 浦内湾を含む海域の水深

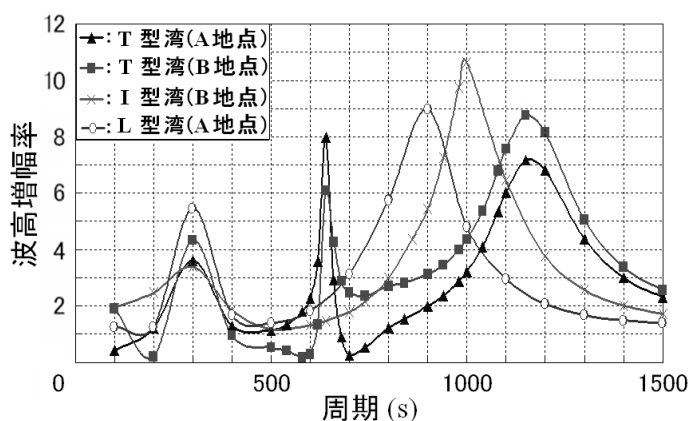


図-2 各モデル湾の湾奥中央における波高増幅率

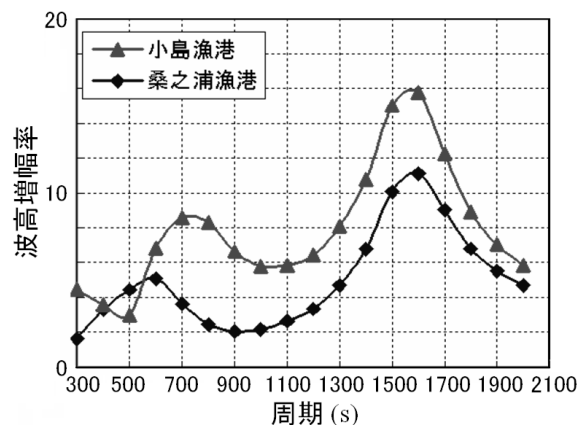


図-5 小島漁港と桑之浦漁港における波高増幅率

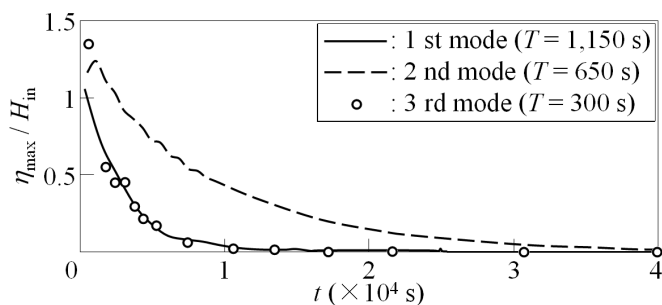


図-3 T型モデル湾の湾奥 A 地点に現れる各モードの振動による最高水位の時間変化

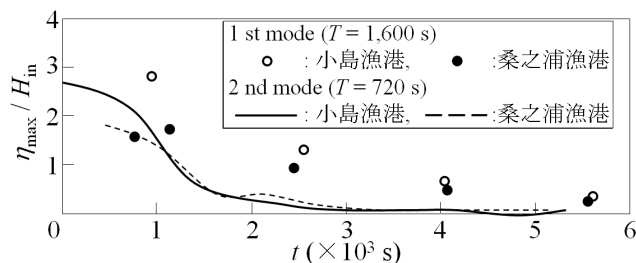


図-6 浦内湾の小島漁港及び桑之浦漁港に現れる各モードの振動による最高水位の時間変化

位の時間変化を示す。第1モードが、第2モードよりも減衰しにくいことがわかる。これは、図-1のT型モデル湾と異なる。この原因として、湾曲する湾中央線や変化する水路幅といった湾の平面形や、場所的に異なる静水深といった、モデル湾との違いが考えられる。これに関して、今後、より詳細な解析により考察したい。

5. 結 論

非線形浅水方程式系を基礎方程式系とする数値モデルを適用して、T型モデル湾及び浦内湾の潮位副振動の数値解析を行なった。各モードの振動の減衰に着目したところ、前者で、T型湾に特有の第2モードが、後者で、第1モードが、他のモードの振動よりも減衰しにくいことがわかった。振動が残存しやすいモードの固有周期に近い周期を有する波が入射した場合、入射時刻が満潮、または、干潮の時刻とずれていても、このモードの振動が、後から訪れる満潮や干潮と重なって、大きな潮位変動が発生する可能性がある。