

細島港の湾内水面振動特性について

九州大学工学部 学生員○韓 兵 正会員 吉田 明德 村土 啓介

1. はじめに

宮崎県の北部に位置する細島港(図1)は、古くから東九州の海上交通の要衝として、また地域開発の中核として重要な役割を果たしてきた。港湾背後の日向・延岡地区は化学工業地帯として化学食料品、繊維等の製造業を中心に発展し、昭和39年には新産業都市の指定を受けた。近年では、先端技術業の導入が図られるなど今後とも発展が見込まれている。

しかし、現在の港は水深不足等のため大型貨物船による輸送が非効率に行われるなど、背後地域の諸要請に必ずしも十分に対応できない状況にある。このため、昭和62年2月に港湾計画の改訂を行い、概ね平成12年を目標年次として、一つの13m岸壁を含む大型外貨埠頭など「九州の扇の要」として整備が図られている。

細島港では、従来より顕著な副振動・長周期波の発生が指摘されており、これによる荷役障害も度々報告されている。平成4～平成8年度の施設別障害発生件数によると、特に白浜地区の10号岸壁、11号岸壁に障害が集中している。また、工業港地区のフェリー岸壁、日向精錬所前岸壁、6号岸壁にも障害が集中している。本研究では、港内の静穏度の向上を目的として建設される防波堤による湾内水面振動特性の変化について検討を行う。

2 理論解析の概略



図1: 細島港の全体図

図2に示すような、湾内水深 h を一定として、 y 軸の負の方向より、角周波数が σ 、波高が ζ_0 の規則波が入射する場合を考える。便宜上、計算領域はregion1、region2、region3三つの部分に分けられる。region1は、北沖防波堤および南防波堤の外の外海領域部分である。region2は、北沖防波堤および南防波堤と白浜地区入口に設けられている既存防波堤との区間で、region3は、既存防波堤及び岸壁で囲まれた湾奥の部分である。

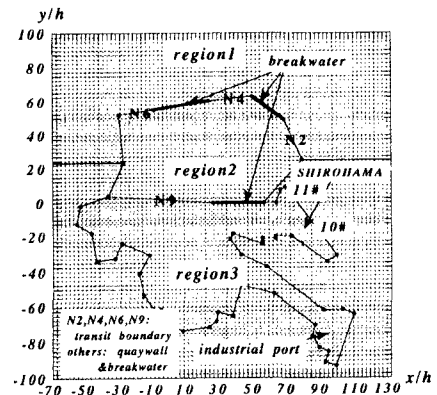


図2: 細島港のメッシュ図

解析には、Lee.(1971)による方法を港外に防波堤を有する場合に拡張した吉田ら(1987)の方法を用いる。各領域の流体運動に関する速度ポテンシャル $\Phi(X)$ は、グリーンンの公式を用いて次式で表せる。

$$\phi(X) = -\frac{1}{\alpha} \int_D \left\{ \phi(X_b) \frac{\partial}{\partial \nu} G(r) - G(r) \frac{\partial}{\partial \nu} \phi(X_b) \right\} ds$$

各領域の境界は、波が通過できる仮想境界と、波が通過できない岸壁と防波堤として次式で設定される。 ϕ_p と ϕ_q は各領域におけるポテンシャル関数を表わす。

$$\left. \begin{array}{l} \text{(i) 仮想境界上で} \\ \phi_p = \phi_q \\ \frac{\partial \phi_p}{\partial n} = \frac{\partial \phi_q}{\partial n} \\ \text{(ii) 岸壁および防波堤境界上で} \\ \frac{\partial \phi_p}{\partial n} = \frac{\partial \phi_q}{\partial n} = 0 \end{array} \right\}$$

計算は、まず各境界を小要素 ΔS_j で分割し、支配方程式の離散化を行う。そして、境界条件を用いて連

立一次方程式を誘導し、この解を用いて各領域の任意点 X におけるポテンシャル関数の値を求めることができる。港内の任意の場所における水位振幅 ζ_j は、速度ポテンシャル $\Phi(X)$ より

$$\zeta_j = -\frac{1}{g} \frac{\partial \phi}{\partial t} = -i\zeta_0 \Phi(j) e^{-i\omega t}$$

と表せる。したがって、任意の場所の水位振動の増幅率 R_j は次式で与えられる。

$$R_j = \left| \frac{\zeta_j}{\zeta_0} \right| = |\phi(j)|$$

3 結果解析

入射波が y 軸の方向から入射する場合について、最も多くの被害が報告されている 10、11 号岸壁 (図 2 参照) の増幅率を図 3 に示す。細島港の潮位観測記録 (宮崎県土木部) によると、顕著な水面振動周期は、ほぼ 33~35 分、13~16 分、7~8 分等であるが、最も長い周期は外海のに陸棚地形によって生じるもので、細島港の副振動の基本モードは 13~16 分である。解析の結果基本モードは 15~16 分で、ほぼ観測の結果と一致する。ただし、防波堤の設置による基本モードの増幅率の変化は小さいので、結果は周期 12 分までについて示している。8 分近傍の振動モードでは、防波堤を設置した方が増幅率は増大するが、その差は極めて僅かである。しかし、船舶の係留や荷役作業に最も大きな影響がある 1~2 分の周期帯では、防波堤を設置することによって、増幅率が減少しており、白浜地区に対しては静穏度向上の効果があることがわかる。図 4 は湾奥の領域 region(3) における周期

8.25 分での波高分布で、図 3 に見られる 8 分近傍の増幅率の極大値は、白浜地区とその対岸との間での共振モードによることが見て取れる。

