

II-408 新型消波堤「フレキシブルマウンド」基礎構造の波浪時挙動に関する現地観測

清水建設(株) 正会員 木全宏之・佐藤 博・藤田 親
同 上 正会員 土田 充・田中正博・吉田 功

1. まえがき

筆者らは、前報¹⁾において、「長崎オランダ村ハウステンボス」に建設された「フレキシブルマウンド」での波浪観測記録に基づき、消波効果について報告した。本報では、「フレキシブルマウンド」の基礎構造に注目し、その波浪時挙動特性に関する分析結果に基づき、基礎構造の設計法の妥当性について検証する。なお、基礎構造ならびに観測計器配置の詳細については、前報を参照されたい。また、分析には、1993年8月10日、8:00~8:10の観測記録を用いる。

2. 基礎構造の設計法の概要²⁾

- ① 波向き主方向である海陸方向を対象とし、袋体の倒伏している基礎架台端部では波力は小さいとして、中央部(一般部)断面を設計の対象とした。
- ② 鋼管杭および基礎架台を剛接合とする梁要素、地盤をバネとしてモデル化し、基礎構造をラーメン構造として実施した平面骨組解析を設計の基本とした(図1参照)。
- ③ 荷重としては、自重、内部付加水圧、静的膜張力、内部動水圧ならびに水平・鉛直波力を考慮した(図1参照)。波力に関しては、無次元化波力係数を用い、次式により算定した。一例として、図2に水平波力算定のための無次元化波力係数を示す。

$$F = f \cdot w_0 \cdot B \cdot H_1$$

ここに、 F ：波力、 f ：無次元化波力係数、 w_0 ：海水の単位体積重量、 B ：袋体幅、 H_1 ：設計波高

3. 海側と陸側の波浪時挙動特性の対比

鋼管杭A-1(海側)、A-2(陸側)のひずみ観測記録を用い、軸ひずみと曲げひずみに分離して、それぞれ時刻歴波形ならびにフーリエスペクトルの重書きを行った。重書きの結果である図3(a)、(b)より、以下のことがわかる。

- ① 軸ひずみ記録 ε_N を概観すると、全継続時間に亘って、A-2(陸側)の記録がA-1(海側)の記録を上回っており、陸側により大きな軸ひずみが発生している。また、特に陸側の記録で+(引張)より-(圧縮)の値が大きく、杭には押込力が卓越して発生している。一方、周期特性に関しては、両記録とも同位相で極めて良く対応している。
- ② 海陸方向の曲げひずみ記録 ε_{MX} に関しても、全継続時間に亘って、A-2(陸側)の記録がA-1(海側)の記録を上回っている。設計計算でも、海側よりも陸側の杭により大きな曲げモーメントが発生する傾向にあり、この現象は、設計法の妥当性を裏づける結果となっている。一方、周期特性に関しては、両記録は逆位相ではあるが、極めて良い対応状況にある。軸ひずみ記録における海側と陸側の記録の周期特性の良好な対応状況とを勘案すると、鋼管杭と基礎架台との構造一体性は十分保持されているものと考えられる。このことから、設計計算で行った平面骨組解析において、鋼管杭と基礎架台を剛接合としたラーメン構造のモデル化の妥当性が検証できる。
- ③ 法線方向の曲げひずみ記録 ε_{MY} に関しては、A-1(海側)、A-2(陸側)の記録とも、海陸方向の曲げひずみ記録 ε_{MX} の概ね1/10倍程度の値となっている。一観測記録から断定的に論ずることはできないが、本観測結果から、海陸方向に発生する曲げひずみが支配的であり、海陸方向のみを対象とした設計計算の妥当性が確認できる。

4. 中央部と端部の波浪時挙動特性の対比

海側鋼管杭A-1(中央部)とB-1(端部)のひずみ観測記録について、軸ひずみ記録、曲げひずみ記録の時刻歴波形の重書きを行った。図4に重書きの結果を示すが、軸ひずみ記録 ε_N ならびに海陸方向の曲げひずみ記録 ε_{MX} とも、全継続時間に亘って、A-1(中央部)の記録がB-1(端部)の記録を大幅に上回っていることがわかる。この現象から、中央部断面のみを対象とした設計計算で十分であることが検証できる。

5. 観測記録と計算値との対比

鋼管杭のひずみ観測記録と設計での計算値との対比を行った。表1より、軸ひずみと曲げひずみの合成応力度に関しては、観測記録は計算値を下回っており、問題ない結果となっている。一方、押込力に関しては、観測記録は許容値の1/2程度と小さい。また、引抜力に関しては、観測記録は計算値と同程度で許容値以内であり、構造安全上問題ない結果となっている。

6. あとがき

波浪観測記録に基づく分析結果から、新型消波堤の構造安全性が確認され、設計法の妥当性が検証された。今後、新型消波堤の建設コストの低減を目指し、より合理的な設計法について見直しを図ってゆく予定である。

なお、本新型消波堤の開発を共同で実施した建設省土木研究所、また、本観測を行うに当たり、便宜を図っていただいた長崎オランダ村(株)、(株)日本設計の関係各位に対し、記して感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 堀 他：新型消波堤「フレキシブルマウンド」の消波効果に関する実証観測、土木学会第49回年次学術講演会、平成6年9月。
- 2) 建設省土木研究所：MMZ計画策定の手引き(案)、土木研究所集報、第57号、平成4年3月。

表1 観測記録と計算値との対比

項 目	観測記録	計算値	許容値
合成応力度 σ (kgf/cm ²)	731	1189	1900
押込力 R (tf)	95	51	180
引抜力 R _c (tf)	18	16	24

注) 観測記録の最大波高は1.28mであり、観測記録を設計波高2.41mに換算して、設計値と対比した。

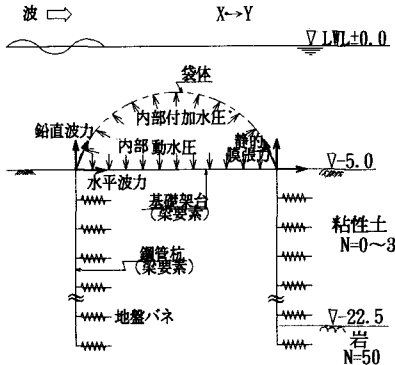


図1 基礎構造の構造解析モデルおよび荷重

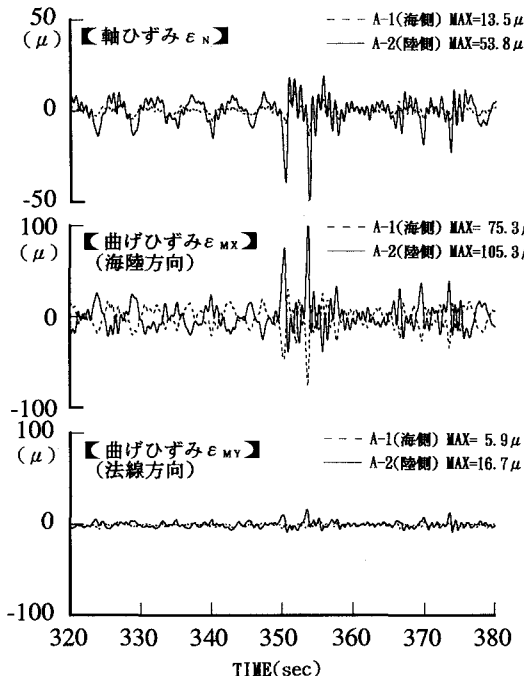


図3(a) 海側と陸側の波浪時挙動特性の対比 (鋼管杭ひずみ記録の時刻歴波形)

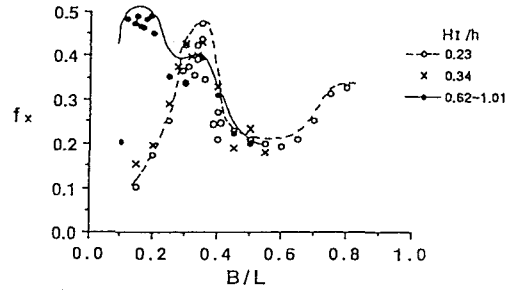


図2 無次元化水平波力係数

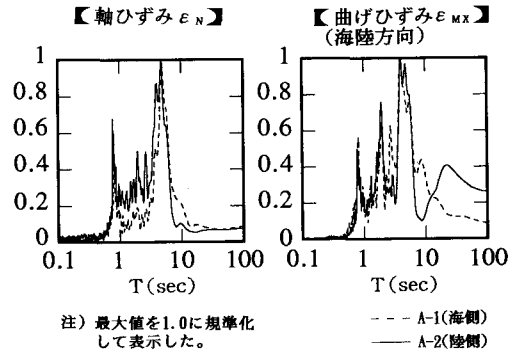


図3(b) 海側と陸側の波浪時挙動特性の対比 (鋼管杭ひずみ記録のフーリエスペクトル)

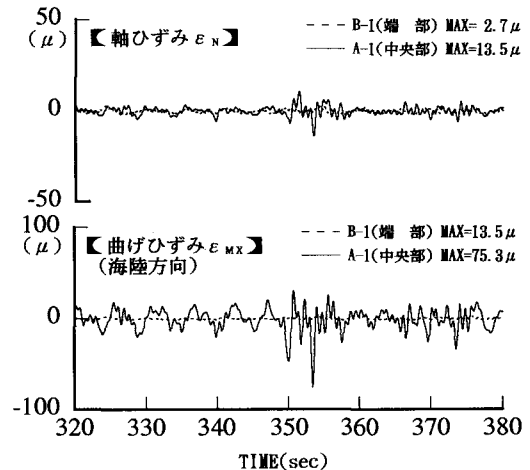


図4 中央部と端部の波浪時挙動特性の対比 (鋼管杭ひずみ記録の時刻歴波形)