

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 井上 俊 司

国土が狭く、平地の少ない島国である我が国にとって、海洋の空間を有効に利用することは重要である。大型湾内や防波堤で護られた静穏海域に設置されるポンツーン型超大型浮体については、世界の研究をリードする形でメガフロート技術研究組合において研究開発が行われた。その結果現在ではメガフロートはこの形式の浮体を表す一般名詞として世界的に定着するまでに至っている。

一方、河川が多い我が国において、沿岸域に数 km 級の長さの浮体を設置しようとするれば、その一部が河口部にかかる可能性は高く、河川法上の通水性の要求を満たすことが必要になる。本研究は、メガフロートを河川域に設置する際に要求される性能を明らかにした上で、メガフロート研究の成果を発展させて「櫛型」浮体を開発し、実験と解析を行い、計画・設計の観点から総合的かつ体系的に実現性を示したものである。

当研究の契機となった羽田空港再拡張事業においては、現地は東京湾奥部で水深は約 20m、波浪は比較的少なく、海底土質は軟弱という条件であった。メガフロート技術研究組合で開発されたコンセプトが最適と目されていた。しかしながら、現地の特殊条件としては多摩川の影響があることが明らかになった。想定された滑走路島の約 1 / 3 の部分は多摩川の河口部にあたり、流線上に位置することから、該当部分については河川法上の通水性の要求が課せられた。一般的に、浮体は必ず海中部で通水性を持つものの、河川法上の橋脚の規定が準用されることにより、水線面付近においても通水性を有する形状が要求された。多摩川河口部以外の区域に対してはメガフロート技術研究組合が開発した製作容易な「箱型」浮体が適用可能であるものの、河口部に対しては新たに河川域用に開発した「櫛型」の浮体として、2種の異なる形式の浮体の結合形状を考案した。

本研究で提案した「櫛型箱型複合浮体」は、箱型とセミサブ型の中間的な性格を持つ異方性浮体と考えることが出来、また没水部では平面的に大きなフーティングを持つのが特徴である。このため、従前の研究成果からは、水理特性の見通しが立てられなかった。また、浮体の変形および応力、周辺波浪場、および係留など多岐にわたる新たな検討課題を提起した。このため、本研究で取り組んだ主要な課題は、1) 櫛型浮体の水理特性の概念構築、2) 箱型浮体の設計法を櫛型に拡張するために必要な設計検討の体系化、3) 羽田の実海象に基づいた箱型櫛型複合浮体のコンセプトの定量的評価、4) 以上より我が国の沿岸域における櫛型浮体の実用性の提示である。特に、箱型と櫛型という特性の異なる浮体を組み合わせた複合浮体の波浪中における挙動は複雑になるため、設計実務上の十分な精度と実用性を兼ね備えた、解析法を含む設計手法を新たに提案した。

本研究では、まず、浮体形状および係留方式の選定の考え方についてまとめている。浮体形状について河川法の準用を考慮した櫛型箱型複合浮体を提案し、建造も含めた諸条件を勘案した最適形状の考え方を

まとめている。

次に、安全性および機能性の検証方法について整理している。ここでは弾性応答に関連した項目として、構造強度、施設機能、および洋上接合の各側面から必要なチェック項目を整理している。

続いて、弾性応答に関する検討を行っている。系統的な弾性応答検討にはメガフロート技術研究組合が開発した「詳細3次元弾性応答解析プログラム」を使用するが、当プログラムの櫛型浮体への適用性は明らかではなかったため、櫛型浮体の水理特性を順序だてて明らかにしつつ当プログラムの適用性を検証している。また、当プログラムによって、今回の計画浮体の安全性を確認すると共に弾性応答特性を考察している。

さらに、波浪中上下定常力について検討している。箱型浮体において波浪中で考慮すべき外力は、上下方向の弾性応答を誘起させる力と水平方向の波漂流力であるが、櫛型浮体の場合には、加えて、上下方向の定常力が有意な大きさに発生する事を見出し、この現象について実験的および解析的に検討し、設計法への組み込みを行っている。

加えて、消波に関する検討を行っている。沿岸域に設置される構造物に対しては、周辺海岸および周辺航行船舶に対する影響低減のために、反射波を低減することを求められる場合が想定し得るが、羽田再拡張の事例では反射率0.5以下という高いハードルが設けられた。これに対して、性能・小型化・メンテナンス性に考慮した新しい消波機構を開発し、水理実験で性能を検証している。

最後に、係留に関する検討を行っている。メガフロート技術研究組合の研究で確立した係留方式および検討手法を拡張して今回の浮体形状に適用するために、必要な基礎データの収集を実験によって行い、それに基づく係留安全性の評価を行っている。

本研究では櫛型部分に関する基礎的なデータが皆無である状態から、新たに実験を行って諸特性を明らかにした。社会受容面でも、国土交通省により開催された羽田空港再拡張事業工法評価選定会議において、箱型櫛型複合浮体のコンセプトが実現可能な工法として認定されるまでに至っている。本研究は、メガフロート技術研究組合の成果に基づきつつ、新たな形式の超大型浮体の実現に向けて、要求性能に答えるための技術課題に計画・設計の観点から総合的かつ体系的に取り組んだ研究であり、成果は、我が国におけるメガフロートの立地の選択肢を広げ、可能性と実現性に新たな展開をもたらしたものである。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。