

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 菊池 喜昭

わが国の港湾施設は、軟弱粘性土が厚く堆積している東京湾、大阪湾、伊勢湾などに多い。その場合、非常に長い先端支持の杭基礎を建設したり軟弱地盤を改良した後に重力式防波堤や岸壁を建設すると、その建設費は膨大なものになる。本論文は、全く異なる発想の下に提案された経済的で合理的な新しい構造形式を持つ防波堤構造である「軟弱地盤着底式防波堤」の基本メカニズムと設計法に関して行った研究をとりまとめたものである。堤体部底面と粘土の付着力だけによって水平荷重に抵抗する「ひら形タイプ」と、ひら形に杭を取り付けた「くし形タイプ」が考案されているが、本研究は、くし形タイプの横抵抗に関するものである。

第一章は序論であり、研究の背景を説明している。この形式の構造物は、重量の軽い堤体を軟弱地盤上に着底させて、底面と地盤の間の付着力や杭の横抵抗力によって水平力に抵抗すること、水平抵抗力は比較的小さいが軟弱層厚が厚い場合でも地盤改良の必要がないため、波浪が比較的小さい海域に対して合理的になることを述べている。

第二章では、くし形タイプの横抵抗の基本メカニズムを考察している。水平力に対して堤体部底面と地盤の間の付着力による抵抗と、杭の軸直角方向の水平抵抗との複合的な抵抗メカニズムであり、その破壊機構は複雑であることを述べている。また、杭が軸直角方向の抵抗を有効に発揮するためには、ある程度の地盤の変形が必要であることから、従来とは異なり、一定の程度の変位を積極的に許容する構造物として設計する必要があることを説明している。また、主たる外力は波力による繰返し荷重であり、これに対する挙動の研究が最も必要であることを述べている。

第三章では、室内小型模型実験の結果を基にして、杭に作用する曲げモーメントの測定値の分布から杭に抵抗する水平地盤反力の分布を正確に推定する方法を検討し、スプライン関数を用いる方法を提案している。また、スプライン関数を用いる場合でも、データの計測位置、密度、精度の選定は極めて重要であることを、実証的に示している。

第四章と五章では、軸直角方向力を受ける杭が繰返し水平荷重を受ける時の挙動を、室内小型模型実験によって詳細に検討している。砂地盤及び飽和粘性土の模型地盤を用意している。その結果、杭に作用する地盤の横抵抗は、飽和粘土地盤の場合は砂地盤の場合と比較すると繰返し載荷とともに減少して行く傾向が顕著になることを明らかにしている。また、繰返し載荷の荷重レベルを徐々に上昇させた場合、低い荷重レベルでの繰返し載荷は高い荷重レベルでの繰返し載荷時の挙動にほとんど影響を及ぼさないことを示している。

第六章と七章では、より実際の構造形式に近い模型を作製して、室内実験によって検討している。まず、底版に剛結された2列の杭を持つ構造形式の水平荷重に対する挙動を検討している。さらに、実物の1/24の大きさの軟弱地盤着底式くし形構造物の模型を

作製し、室内で粘性土地盤に設置された杭の水平力に対する抵抗性を検討している。杭と底版の間の荷重分担率は、杭頭の初期の固定度に大きく影響されること、堤体が水平方向に変位するほど杭の荷重分担率が大きくなること、杭頭と底版が剛結された場合、杭間隔が広いほど水平抵抗力が大きくなることを示している。

第八章では、原位置において実物大の模型の水平載荷試験を実施した結果をまとめている。原位置載荷試験では、軟弱地盤着底式くし形構造物の挙動特性に及ぼす杭の根入れ長さの影響と繰返し水平力載荷に対する抵抗特性の変化を検討している。杭の根入れ長さが短くなると構造物の水平抵抗特性が低下するが、杭の必要根入れ長は引抜き抵抗と杭の横抵抗の両面から決定すべきであり、長すぎる杭を用いても深い部分の杭は有効に機能しないので不経済となることを示している。また、繰返し載荷によって堤体の水平変位は増加するが、その原因は底面の摩擦の減少と比較的浅い地盤で水平抵抗が減少するためのものであり、底版の水平抵抗は繰返し回数の増加に伴い減少することを示している。

第九章は、本研究の成果に基づいて軟弱粘性土地盤着底式くし形構造物の杭の設計方法を取りまとめたものであり、一回だけ加わる非常に大きな荷重に対する設計法と多数回繰返し加わる比較的低い荷重に対する設計法を別途提案している。また、既に存在している設計法と新しく提案した設計法を比較することにより、新しく提案した設計法が合理的であることを示している。

第十章は、結論である。

以上要するに、系統的な室内模型実験と原位置での実物大載荷試験を行い、実験結果を詳細に解析することにより、軟弱粘性土地盤着底式くし形構造物の横抵抗特性のメカニズムを明らかにした上で、その設計法を具体的に提示して、本構造物が永久重要構造物として使用できることを示し、今後の本研究分野の発展及び実務設計の改善に寄与する新しい知見を与えている。これらは、土質工学の分野において貢献することが大である。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。