

京都大学	博士（工 学）	氏名	Mojtaba MIRJALILI
論文題目	<p style="text-align: center;">Numerical Analysis of a Large-scale Levee on Soft Soil Deposits Using Two-Phase Finite Deformation Theory (2相系有限変形理論を用いた軟弱地盤上の大規模堤防の数値解析)</p>		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>本論文は、洪水や地震などから都市を守るための方法として大規模河川堤防である高規格堤防の建設が行われてきていることに鑑み、特に軟弱地盤上への高規格大規模堤防の建設による、地盤—盛土系の圧密変形問題と地震時の挙動の解析に関するモデル化及びその数値解析法を論じたものであり、序論、結論を含め6章からなる。</p> <p>第1章は序論であって、本研究の背景となる、大規模堤防、すなわち、スーパー堤防の計画およびその構築に関する地盤工学的諸問題について述べるとともに、本研究の目的および各章の概要を示している。</p> <p>第2章では、大阪淀川河口左岸の軟弱粘土基礎地盤を弾粘塑性理論を用いて定式化し、実際の大阪軟弱粘土に対する材料パラメータを同定するとともに、新たに弾性定数のひずみ依存性を考慮するとともに、ダイレイタンス係数の決定について新たな方法を提案している。この新しく提案した構成式によって、従来のモデルより正確に、ひずみレベルの小さな領域でより実際の3軸非排水試験結果を説明しうることに成功している。</p> <p>第3章では、淀川左岸西島地区におけるスーパー堤防の建設時及びその後の圧密変形解析を実施している。解析においては拡張した弾粘塑性構成式と2相系混合体の理論を用いて、支配方程式を導くとともに、有限要素解析法に基づいて離散化方程式を得ている。支配方程式の解法としては、有限変形解析として updated Lagrangian 法を採用している。解析においては、盛土建設を忠実に再現し、盛土建設過程そのものもモデル化している。この結果、地表レベルでの沈下量と盛土表面での沈下量が大きく異なること、さらに、地盤改良が一様に行われなかったため、盛土に局所的な変形が進行することを明らかにしている。この結果は、最近の観測結果をよりよく説明するものであることを明らかにしている。</p> <p>第4章では、液状化を含む堤防—基礎地盤系の動的解析により地震時の安定性を明らかにするため、粘土層の繰り返し粘塑性モデルを移動硬化理論に基づいて定式化するとともに、淀川左岸と堆積年代が同じ大阪中之島粘土地盤の繰り返し3軸非排水試験結果に適用し、その有効性を明らかにしている。</p> <p>第5章では、粘土層と砂層を含む互層地盤上の堤防の動的解析を行うための、動的有限要素解析法を定式化している。定式化は、updated Lagrangian 法による有限変形解析に基づいている。さらに、その有効性を確認するため、平面ひずみ条件下での粘土要素の動的解析を行い、変形の局所化を含むシミュレーションの有効性を確認している。特に、メッシュサイズの依存性はその収束性が認められるが、細メッシュでは強度が大きくなる結果となっている。</p> <p>第6章では、結論として、本研究によって得られた結果をまとめるとともに、今後の課題について述べている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、洪水や地震などから都市を守るための方法として建設が行われている大規模河川堤防、すなわち高規格堤防の軟弱地盤上での高規格大規模堤防の建設時の、地盤一盛土系の圧密変形問題と地震時の挙動のモデル化とその数値解析法に関するものであり、序論、結論を含め6章からなっており、得られた成果は以下のとおりである。

1. まず、大阪淀川河口左岸の軟弱粘土基礎地盤を弾粘塑性理論を用いて定式化し、実際の大阪軟弱粘土に対する材料パラメータを同定するとともに、新たに弾性定数のひずみ依存性を考慮し、ダイレイタンシー係数の決定方法について新たな方法を提案している。この新しく提案した構成式によって従来のモデルに比較し、より正確にひずみレベルの小さな領域で実際の3軸非排水試験結果を説明しうることに成功している。

2. 淀川左岸西島地区におけるスーパー堤防の建設時及びその後の圧密変形解析を実施している。解析においては拡張した弾粘塑性構成式と2相系混合体の理論を用いて、支配方程式を導くとともに、有限要素解析法に基づいて離散化方程式を得ている。支配方程式の解法としては、有限変形解析として updated Lagrangian 法を採用している。解析においては、盛土建設を忠実に再現し、盛土建設過程そのものもモデル化している。その結果、地表レベルでの沈下量と盛土表面での沈下量が大きく異なること、さらに、地盤改良が一樣に行われなかったため、盛土に局所的な変形が進行することを明らかにしている。この結果は、最近の観測結果をよりよく説明するものであることを明らかにしている。

3. 次に、液状化を含む堤防-基礎地盤系の動的解析により地震時の安定性を明らかにするため、粘土層の繰り返し粘塑性モデルを移動硬化理論に基づいて定式化するとともに、淀川左岸と堆積年代が同じ大阪中之島粘土地盤の繰り返し3軸非排水試験結果に適用し、その有効性を明らかにしている。

4. さらに、粘土層と砂層を含む互層地盤上の堤防の動的解析を行うための、動的有限要素解析法を定式化している。定式化は、updated Lagrangian 法による有限変形解析に基づいている。さらに、その有効性を確認するため、平面ひずみ条件下での粘土地盤の動的解析を行い、変形の局所化を含むシミュレーション法の有効性を確認している。特に、メッシュサイズの依存性はその収束性が認められるが、細メッシュでは強度が大きくなる結果となっている。

最後に、本研究の結論を述べるとともに、軟弱地盤上の大規模堤防盛土建設の今後の研究開発の方向性を明らかにしている。

以上、要するに本論文は、洪水や地震などから都市を守るための方法としての大規模河川堤防である高規格堤防の軟弱地盤上での建設による、地盤一盛土系の圧密変形問題と地震時の挙動の解析に関するモデル化とその数値解析法に関するものであり、地盤工学の進展に多大に貢献する研究であり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は、博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成22年8月23日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。