

論文の内容の要旨

論文題目 泥濘化・土砂流出による河川堤防の進行性被災に関する解析的研究

氏名 森 啓年

本研究では、河川堤防の進行性の被災について、SPH (Smoothed Particle Hydrodynamic) 法を用いた検討を実施した。その結果、泥濘化を伴う堤防の大変形や土砂流出による地盤のゆるみ・空洞の発生など、これまでの解析技術では再現が困難であった地盤工学の問題について、それらのメカニズムに関する仮説の提示とその仮説に基づいた調査・対策手法を提案した。

本研究の主な成果は以下の五点である。

① 堤防ののり面すべり実験の SPH 法による再現

堤防の大型模型を活用したのり面すべり実験の SPH 法による再現を検討した。その結果、堤体内水位による間隙水圧、浸透水及び表流水によるのり尻部の強度低下 (泥濘化) 及び不飽和領域のマトリックス・サクシヨンの設定により実験結果を良く表現することができた。

② 堤防の大変形の発生メカニズムに関する仮説の提示と対策手法の提案

実験の再現解析により、泥濘化によるのり尻部の強度低下は進行性ののり面すべりを伴う堤防の大変形の一因となる可能性を示唆した。泥濘化を防止するためには、堤防内の浸潤線がのり面に達しないこととのり面表層を流下する雨水の排水処理が重要であり、のり尻部へのドレーン工や空積み擁壁の設置などの対策が有効であることを示した。

③ 土砂流出による地盤のゆるみ・空洞発生実験の SPH 法による再現

模型地盤を活用したゆるみ・空洞発生実験の SPH 法による再現を検討した。その結果、地下水による間隙水圧に起因する土砂流出及び不飽和領域のマトリックス・サクシヨンの設定により実験結果を良く表現することができた。

④ 堤防の陥没の発生メカニズムに関する仮説の提示と調査手法の提案

実験の再現解析により、地下水位の上昇に伴いゆるみ・空洞が上方に発達する様子も解析において確認でき、地盤の深部で発生した土砂流出が地盤の表層で陥没と

なって顕在化する可能性を示唆した。樋管の周辺堤防におけるゆるみ・空洞の把握には、従来の樋管下だけでなく樋管上部の調査も重要であることを示した。

⑤ 地盤工学における問題に適した SPH 法の提案

SPH 法を地盤工学に適用するにあたり、新たな境界処理方法、土-水連成方法を提案した。新たな境界処理方法として、境界部分のせん断ひずみをほぼゼロにする修正仮想粒子 II を提案した。また、ビオの法則に基づく土-水連成方法を提案し、その挙動を土の定ひずみ速度載荷による圧密試験などの計算の実施により確認した。

今後の検討課題として、泥濘化も含めた地盤の大変形時の挙動の精度を高めるため、実験や被災調査などをもとに地盤材料のモデル化の検討を進めたい。また、さらなる計算速度の向上とともに、河川堤防の洪水時の挙動など長時間に及ぶ浸透問題と短時間に発生する変形問題が相互に関連する問題を解析するため、飽和・不飽和浸透流解析と SPH法を組み合わせた解析手法の開発を実施したい。