

農業用ため池堤体の来歴・有限要素メッシュデータベースの構築
A database on the profile and finite element mesh for earthdams as agricultural facilities

○友部 遼*, 高橋 清吾**
Haruka Tomobe*, Seigo Takahashi**

【緒言】我が国の抱える16万基に及ぶ農業用ため池群は、その多くが江戸期以前に築堤されており、堤体の強度特性に不明な点が多い。これらのため池は、多くが江戸期以前に藩または農民が主導する新田開発事業に伴って建設され、その築堤方法について詳細な設計施工記録が残されていない。ゆえに、農業用ため池の機能保全および改修においては、机上および現地において堤体の強度特性を知るために多大な人的負担が求められる。特に、堤体の材料特性、締固め方法、せん断強度といった重要かつ基本的なデータを得るために、文献調査と土質試験、および構造計算を総合的に用いる必要がある。これらの負担を軽減することは16万基にも及ぶ膨大な農業用ため池群を管理するために必要であるのみならず、改修工事や補修工事において事業者の決定が円滑に行われるためにも必要である。本研究は、近代以前に築堤された国内の幅広い農業用ため池を対象として、来歴調査、有限要素メッシュ生成、および想定される物性のもとでモード解析を実施することで、将来の非破壊・迅速な堤体物性推定に資するデータベースを構築する。

【方法】国内において、止水を目的とする堤を有する国内のため池のうち、特に江戸期以前に築造された/築造年次不明なもの、または築後80年以上経過したもののうち、堤高5mをこえるもの計169基を対象とした。まず、来歴調査として、築年、堤高、上・下流勾配を含む堤体形状を、その築堤者、目的、改修経緯、堤体材料とともに調査し取りまとめた。調査方法としては、地誌、行政資料および現地調査によるものとした。加えて、得られた堤体形状をもとに、堤体の平均せん断波速度を150 m/s ~ 300 m/sの間で変えながら有限要素法による3次元非減衰モード解析を行い、全てのため池について、堤体の平均せん断波と固有振動数の関係を得た。調査対象とするため池の所在地を図1に示す。

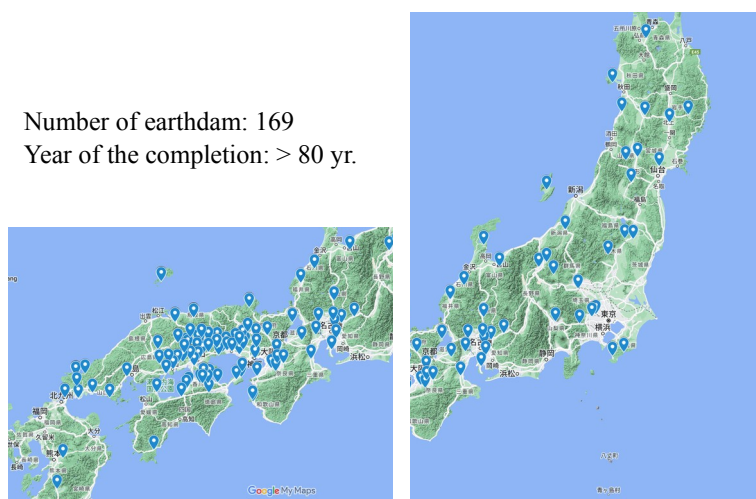


図1 調査対象とした農業用ため池の分布

*東京工業大学 環境・社会理工学院 School of Environment and Society, Tokyo Institute of Technology

**豊田工業高等専門学校 一般学科 National Institute of Technology, Toyota College
土の動力学的性質

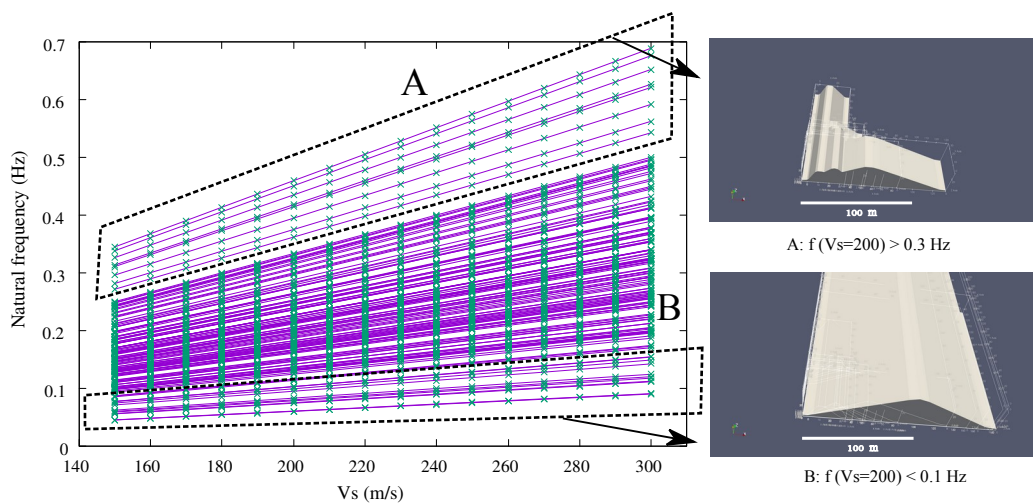


図2 有限要素法による3次元非減衰モード解析結果

【結果と考察】調査対象とした169基の農業用ため池のうち、築堤または最終大規模改修を終えてから200年以上経過したものが40基余りであり、その他は80年から150年経過したものであった。このうち、江戸期以前に築堤され供用された農業用ため池は、いずれも明治初期以降に刃金土の施工、嵩上げおよび緩勾配化が施された。また、上流勾配と下流勾配はともに、最頻値は2.0から2.5であり、平均はともに2.0であった。堤体材料としては、粘性土と砂質土が同数であり、70%以上は中心刃金による遮水ゾーンが施工済であった。他方で、度重なる改修工事により、前刃金と中心刃金の両方を有するものも少数ながら存在した。材料の採掘地は殆ど不明であるが、一部のため池においては、土砂を採取地を特定できた。

図2に有限要素法によるモード解析の結果を示す。調査により得られた堤体形状を3次元8節点アイソパラメトリック要素により離散化し、非減衰モード解析を実施した。材料定数として、密度 1.7t/m^3 、ポワソン比0.30を用いたうえで、せん断波速度 V_s を150 m/sから300 m/sまで変えながら固有振動数と固有振動モードを求めた。せん断波速度と固有振動数の関係は図2に示すとおりとなり、せん断波速度の増加とともに、固有振動数 F (Hz)が増加した。加えて、 V_s - F 曲線は交錯しないことが基本モードおよび高次モードにおいて示唆された。これは、同次の固有振動数の高低は、 V_s の値によらず保存的であることを示唆している。加えて、 V_s - F 曲線の傾きは概ね一定であった。固有振動数に着目すると、 $A(V_s=200\text{ m/s}$ で $F>0.3\text{ Hz}$)に分類されるため池の固有振動数は、常時微動観測においてMEMS加速度計のカバー範囲にある一方で、 $B(V_s=200\text{ m/s}$ で $F<0.1\text{ Hz}$)に分類されるため池の固有振動モードを計測するには極めて高感度かつ固有周期の長い微動計が必要となると示唆された。また、以上の成果の一部をデータベース「earthdamjp」(<https://kazulagi.github.io/earthdamjp/>)にて公開した。

【結言】来歴調査、有限要素メッシュ生成、および想定される物性のもとでモード解析を実施し、データベースにとりまとめた。今後、並行して行った現地微動探査の結果も併せた考察を行う予定である。

【謝辞】本研究の実施にあたり、日本国土開発未来研究財団学術研究所税事業のご支援をいただきました。ここに深謝いたします。

【参考文献】本邦高土堰堤誌, 1934, 農業土木学会。兵庫のため池誌, 1984, 兵庫県。讃岐のため池誌, 2000, 讃岐のため池誌編さん委員会。他多数。