

氏 名	澤 田 健 吉
	さわ だ けん きち
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1086 号
学位授与の日付	昭 和 53 年 7 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	土構造物の動特性に関する実験的研究

(主 査)
論文調査委員 教授 柴 田 徹 教授 土 岐 憲 三 教授 後 藤 尚 男

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、著者らが設計した大型の振動台を用いて土構造物の地震時挙動に関する実験的研究を行い、その動特性を明らかにしようとしたものであって、7章から成っている。

第1章では、従来土構造物の地震時の破壊が被害として厳しく捉えられてこなかったこと、従って破壊原因解明の研究が遅れている実情に触れ、その遅れをとり戻すために、振動台上で行う実験の必要性を述べている。そして実験の対象となる土構造物の挙動を、(1)盛土材料の液状化、(2)盛土斜面の安定、(3)盛土の振動特性、(4)土と構造物の相互作用という4つの型に分類し、それぞれの問題の所在を明らかにしている。

第2章では、振動実験に使う装置と実験方法について一般的な問題を整理し、著者の見解を述べている。先ず、従来実施された土構造物に関する振動実験の規模と、現在わが国で利用されている大型実験装置の実態を系統的に説明し、次に振動実験を行う上で最も重要な問題である相似律について考察している。また模型土構造物の品質とその応答振動の分布、破壊実験における加速度の増加方法などについても触れている。なお振動台上に模型を載せて行う実験のほか、模型の上に起振機を置く実験があるので、この2つの実験法の違いを有限要素法による計算結果を用いて調べ、起振機実験では応力集中のために、振動台実験の結果とは大きく異ってくることを確認している。

第3章は、土構造物の液状化破壊に関する考察である。すなわち地震によって決定的な破壊を生じるのは、地盤や構造物本体に液状化が起こった場合であることを示すとともに、液状化による砂層表面の沈下は、著者独特の解析法によって説明できるとしている。この解析法は、せん断応力の繰返しにより生じる間げき水圧の上昇と有効応力の低下、動水勾配の増加による排水と間げき水圧の低下、有効応力の増加による圧縮沈下の発生という一連の過程をモデル化したものである。またこの解析結果は、臨海埋立地や湾岸道路にみられるような、海中盛土の締固め施工規準の作成にもとり入れられている。なお地震時に構造物周辺で発生する過剰間げき水圧を低減させるために有効な工法についても、実験に基づいた提案を行っている。

第4章では、盛土斜面の動的安定問題の検討を行っている。先ず斜面内すべりによる破壊、斜面表面の滑落、基礎地盤のすべり及び沈下による破壊等、これら総ての破壊形式が振動台上で再現し得るようになった経過を説明し、特に従来の振動台実験では、斜面内すべり破壊を起こさせることができなかったが、土に粘着力を持たせることによってそれが可能になったと述べている。そして破壊が波及する範囲、すべり面の位置、土質の特性、他の構造物との相互作用、直接的な破壊の後に生じる2次の被害の可能性等に着眼して、盛土斜面の破壊型を分類している。また盛土斜面の安定解析は、破壊時における力の釣合いだけでなく、地震による破壊・変形の動きが止った状態での盛土形状を求めることの必要性を強調し、かつその手掛りを与えているが、これは構造物の機能の限界を知るという意味で重要と考えられる。

第5章では、盛土の地震時挙動を調べるために行った3種の実験結果を記述している。最初に土構造物では、機械や鋼構造物で扱われるような共振現象を求めるだけの振動実験の意義は小さいことを説明したのち、河川堤防の水平・鉛直加振、水中施工した盛土の水平加振に関する実験結果を検討し、耐震的な配慮をする上で留意すべきいくつかの点を指摘している。例えば地震時における盛土のすべり破壊に対する安全率は、静的な円弧すべり法を準用してもよいが、その場合には盛土の高さに応じて異った大きさの水平加速度を与えること、破壊時の間げき水圧の値を評価して計算に使うことが必要であるとしている。

第6章は、杭や擁壁または矢板などのように、土と鋼やコンクリート構造物との動的相互作用についての実験的研究である。振動実験の内容は、河川堤防の前面を鋼矢板で補強した混成河川堤防と、中央に橋脚となる鋼管杭を立てた河川堤防を対象としたもので、それらの結果は、鋼やコンクリートとの接触面における土の特性の変化により顕著な影響を受けることを明らかにしている。またこれらの動的相互作用に関して、有限要素法による解析結果も示しているが、局所的な土性変化を解析にとり入れるのは困難であると述べている。

第7章は総括で、以上の各章の結果を要約したものである。

論文審査の結果の要旨

道路・鉄道の盛土、河川の堤防や造成地における人工斜面などの土構造物は、水と地震動の影響を顕著に受けるものであるが、これら土構造物の耐震性については、未だ解明されない部分が多く残されている。それは、水を含んだ土の複雑な性質に加え、実験装置の制約もあって、地震時に土構造物が破壊に至る過程を観察できる機会が極めて稀であったことによると考えられる。本論文は、各種の土構造物が地震を受けたときの挙動を大型振動台を用いて再現し、その動特性を明らかにしたものであって、得られた主な結果は以下のようにまとめられる。

(1) 水で飽和したゆるい砂地盤は、地震時に液状化して地盤沈下の原因となる。著者は新たに砂の物性に立脚した液状化モデルを提案し、その妥当性を実験によって検証するとともに、これを用いれば、液状化による地盤沈下量を定量的に推定できることを示した。このモデルは、繰り返しせん断による過剰間げき水圧の上昇と有効応力の低下、動水勾配の増加による土中水の排出と間げき水圧の低下、有効応力の増加による圧縮沈下の発生という一連の液状化過程を組み込んだものである。そしてこのモデルは、臨海埋立地や湾岸道路にみられるような、海中盛土を施工する際の施工管理用の締固め規準を作成するに当って

有力な資料を提供した。

(2) 堤体の地震時安定性は、それを支持する基礎地盤の条件、特に地下水位の高低によって著しく影響され、破壊形態も異なることを示した。また破壊形態は堤体材料、基礎地盤の種別及び加振方向の違いによって4種類に大別できるとし、土の非線形性と破壊規準を考慮した動的応答解析の結果からも、その分類法が妥当であることを裏付けた。さらに地盤と堤体内に生じる加速度と過剰間げき水圧の分布性状を明らかにしたほか、直下型地震を想定した鉛直加振実験において、基礎地盤内の過剰間げき水圧が水平加振時よりも大きくなる場合があることを見出し、これが堤体の不等沈下の原因となることを示した。

(3) 地震時における堤体や人工斜面の安定解析法については、上記(2)で述べたように、基礎地盤と堤体・斜面内の加速度並びに過剰間げき水圧分布を考慮した上で、円弧すべり法と震度法とを併用する手法を提案した。そしてわが国における既往の震害例を解析した結果、著者の提案は従来の方法に比較して、実際のすべり現象をよりよく説明でき、すぐれたものであることを実証した。

以上要するにこの論文は、大型振動台を用いて土構造物の動特性を調べ、液状化による砂地盤の沈下予測、地震時の破壊に影響する諸因子の解明と安定解析法の提案を行ったもので、学術上実際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。