

氏 名	尾 島 勝 お じま まさる
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 493 号
学位授与の日付	昭 和 47 年 3 月 23 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	滞水系における地震時動水圧とその伝播作用に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教授 赤井浩一 教授 後藤尚男 教授 石原藤次郎

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、滞水系の地震応答解析の基礎的研究として、地震時動水圧をとりあげ、基本的性状の解析ならびにその伝播作用に起因する滞水層の液状化機構を論じたものであり、前後2編と緒論・結論からなっている。

緒論は、耐震工学の発展と現状を述べて、本研究の背景と位置づけを明らかにし、あわせて本論文の概要を記述したものである。

第1編は、滞水・貯水構造物のうちの巨大構造物としての重力ダムを対象として、それに作用する地震時動水圧の解析・算定と、その耐震設計における評価について論じたものである。

第1章は序論で、地震時動水圧研究の発展経過と本編の内容を記したものである。

第2章は、重力ダムに作用する地震時動水圧を解析検討したもので、まず重力ダムを適宜にモデル化して、それに作用する地震時動水圧について、流体運動に関する基礎式から出発して、二次元および三次元解析を行ない、貯水池の底面こう配、貯水池の規模、地震波の特性などの相互関連による影響を解明した。その結果、水の圧縮性を無視できる場合には、動水圧は地震加速度と貯水池の水深とに支配され、それが無視できない場合には、貯水池の形状・水深、地震動の周期などに著しく影響されやすいことを示した。さらに模型実験によって、これらの理論解析の結果を検討しつつ、動水圧の設計外力としての評価を行なうとともに、水の圧縮性の影響をも考慮に入れた動水圧算定の簡易計算式を提示した。

第3章は、貯水池内における非定常動水圧の伝播について考察を進めたもので、ダム系を適用度の高いだ円筒でモデル化し、不規則な地震動に対する非定常動水圧を解析するとともに、特定の入力波に対する数値計算を行なった。その結果、動水圧の応答性状は、前章と同様に貯水池の規模、地震波の特性によって大いに異なることを示した。

第4章は、耐震設計における地震時動水圧の評価に関して、仮想質量の概念を地震時動水圧にもちこむ限界と動水圧の共振について検討し、あわせて動的耐震設計法についての著者の見解を明らかにしたもの

である。

第2編は、滞水系として水で飽和した砂質地盤を対象として、砂層内の地震時動水圧の伝播を取り扱い、その伝播作用として地震災害の一つである液状化現象を論じたものである。

第1章は序論で、滞水系としての砂層ならびに間げき水の動的挙動を解析するためには、有孔体の構造変形と間げき流体の運動の両者に対する解析が必要であり、本編において滞水層内の間げき水の動的外力に対する応答と、その伝播による液状化現象に関して検討を加えることを述べている。

第2章では、まず間げき水および構造粒子の運動を理論的に考察し、ついで動的外力に対する間げき水の応答ならびにその伝播について理論的実験的に検討し、滞水層の動的安全性に関する考察を行なっている。この研究では、動的な付加水圧を間げき動水圧と動的過剰間げき水圧とに分け、簡単な砂層モデルについてそれらの一般性状を検討し、砂層の透水性がこれらときわめて高い関連性をもつことを明らかにした。

第3章では、滞水層の液状化現象を加速度場における飽和砂層構造の急激な崩壊およびその再配列の過程としてとらえ、その起因要素は地震外力によって付加される動的水圧の伝播作用であるとして理論展開を行ない、数値計算によって得られた解析解の性状を考察している。すなわち、飽和砂層の液状化の程度を表現するために、液状化度と励起加速度とを定義し、砂層構造の崩壊をこの加速度との関係において説明し、砂層モデルに対して液状化の基本式とその近似解を示した。

第4章では、振動の種類・継続時間、砂層の拘束条件・物理的性質などが滞水層の液状化現象の基本的性状におよぼす影響を実験的に明らかにするとともに、前章の理論展開で導入された実験定数の妥当性を模型実験にもとづいて検討し、あわせてそれら実験定数の決定法を示している。その結果、振動の加速度・継続時間が大きいほど、液状化の規模、すなわち液状化の深度とその継続時間が大きくなることを認め、また加振方法の相違により、液状化した砂層の安定化過程の性状が異なることを見出したが、これらを作作用加速度と励起加速度との相対関係によって説明した。

結論は、各編における研究成果を総括したものである。

論文審査の結果の要旨

地震擾乱をうける土木構造物および基礎地盤の挙動を解明し、これを耐震設計に応用することは、防災工学的見地からきわめて緊要である。この論文は、滞水系として前編ではダムなどのような静水と接する構造物と水とを対象とし、後編では水で飽和した砂質地盤を対象として、それぞれ地震時動水圧の性状ならびにその伝播機構の解明を試みたもので、得られたおもな結果とその意義を列記すれば次のとおりである。

(1) 滞水・貯水構造物のうちの特に巨大構造物である重力ダムに着目して、従来より実状に近いダム系の力学モデル化を考え、それに作用する地震時の定常動水圧についての二次元および三次元解析を行なうて、貯水池の底面こう配・規模、地震波の特性などの相互関連による影響を明らかにし、水の圧縮性を無視できる場合と無視できない場合とのそれぞれについて、地震時の定常動水圧を支配する物理的諸量を明示した意義は大きい。

(2) ダム貯水池を種々の形状に適用できる三次元的な円筒モデルで表示して、これに不規則な地震動が作用する場合の非定常動水圧を理論的に解析するとともに、特定の余弦波による動水圧の応答を詳細に計算することによって、動水圧の過渡応答の性状が貯水池の規模や作用地震波の特性によってきわめて異なることを示したことは、今後の研究に貴重な示唆を与えたものといえよう。

(3) 水の圧縮性をも考慮した定常動水圧の解析結果を簡易化して動水圧の算定式を提示し、その計算結果から、地震時の動水圧による全圧力と堤体の回転モーメントが静水圧によるそれらに対して、それぞれ2〜3割および3〜4割と比較的大きな値になることを明示したことは、耐震設計上かなり注目に値する。

(4) 地震力をうける地盤内の間げき水および構造粒子の運動を力学的に考察し、間げきあるいは構造粒子の大きさと解析空間スケールの大きさとの相対的な関係から、巨視的立場と微視的立場のそれぞれに対応した滞水系に関する一般的な運動方程式を提示した。このような基本的考察は、それに含まれる砂層の物理的定数の選定に精密な実験的裏付けを必要とするとはいえ、飽和砂層の動的挙動の解明に一つの有力な手がかりを与えるものである。

(5) 滞水層の液状化現象を加速度場における飽和砂層構造の急激な崩壊およびその再配列の過程とみなし、またその起因要素は地震時における付加的動水圧の伝播作用であるとして理論式を展開し、実際に生じうる条件について数値計算を行ない、その近似解を示した。この種の解析は、従来の土質力学的方法による考察を水理学的見解によってさらに進展させたものであって、独創的な手法であるといえよう。

(6) 滞水層の液状化現象の基本的性状におよぼす地震擾乱の諸要素の影響を実験的に究明し、振動の加速度および継続時間が大きいほど、液状化の規模が拡大することを明らかにし、また振動条件の相違により、いったん液状化した砂層の安定化過程の性状が異なることを示した。この実験結果は、実際の地盤災害の機構をある程度よく表現しており、この種の災害防御に一つの指針を提供したものである。

以上要するに、この論文は滞水系の地震応答解析の基礎的研究として、地震時動水圧の性状を明らかにし、その伝播としての砂層の液状化機構を解明したものであって、土木構造物および基礎地盤の耐震設計に対して学術上、實際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。