

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 中村 伸也

本研究は、主要な土木構造物の一つである重力式擁壁の耐震設計の合理化を目指したものである。従来から、無筋コンクリートを用いて建設される重力式擁壁は、道路・鉄道・宅地構造物等での抗土圧構造物として広く用いられている。現状では、小規模な擁壁に対して、地震の影響を考慮した設計は行われていない。従って、擁壁に作用する地震時外力を過小評価していることになり、危険側である。擁壁が大規模になり地震力を考慮する場合でも、地震力を水平方向の静的荷重(震度)に置き換える震度法を用いた極限釣合い法を用い、震度としては 0.2 程度しか考慮していない。この点では、擁壁に作用する慣性力を過小評価していることとなり危険側である。擁壁背面に作用する地震時土圧としては、クーロン土圧理論を地震時に適用した物部岡部理論によって算定しているが、この方法の妥当性には不明な点が多い。更に、通常の擁壁は根入れ部を有するが、その前面の受働土圧抵抗を設計において考慮することは少ない。この点では安全側である。以上のように、従来の重力式擁壁の設計法はその内容が一貫しておらず合理化すべき点が多くある。本研究はこのような背景の下で行われた。即ち、重力式擁壁模型を用いた遠心力模型実験を系統的に行い、その結果を詳細に分析することにより、重力式擁壁の地震時挙動を把握し、その結果を基礎にして現行設計法における諸仮定条件の妥当性を検討し、実際の挙動を適切に設計に反映できるより合理的な耐震設計法の確立を目指している。

第1章は序論であり、本研究の背景と本論文の目的と構成を説明している。

第2章では、本研究で用いた我が国で最大級の大型遠心力実験装置と、小型擁壁模型、計測装置、地盤材料、模型の製作法について説明している。特に、模型擁壁の背面・底面に作用する土圧を測定面積の漏れがないように非常に多数の二方向（直荷重とせん断荷重）ロードセルで詳細に測定している。また、模型の動的変位分布の時刻歴を、高速度デジタルカメラで捉えたところに特徴がある。

第3章では、本研究の模型実験の精度を確保するために行った変位計・ロードセル等の検定等と、模型実験の結果を一次的に整理した結果を示している。

第4章では、実験結果を研究目的に沿って解析した結果をまとめている。まず、物部・岡部動土圧理論では、裏込め土は等方剛完全塑性体と仮定し、主働土圧発揮時には剛体くさびが形成され擁壁と裏込め土が一体となって同位相で変位すると仮定していること、この理論を適用するに当たって通常土圧分布は三角形分布であると仮定していることを指摘している。実験結果に基づいて、これらの仮定が妥当ではないことを指摘している。即ち、すべり面より擁壁側の部分の裏込め土の全体が擁壁の変位に位相遅れを伴って追随するよう塑性変形・変位が生じている。また、入力加速度と擁壁が主働状態に

あり最も不安定な時点における擁壁背面での動土圧との間には直接的な相関関係は無い。また、擁壁背面の土圧分布は何時の時点においても三角形分布ではない。即ち、物部・岡部理論が想定している地震時における擁壁の挙動は、実際とはかなり異なる面が多く、物部・岡部理論による地震時土圧を直接耐震設計に用いることは合理的ではないことを指摘している。

さらに、実験結果に基づいて、擁壁が主働状態である時には動土圧成分は殆どゼロであり、設計に用いる背面土圧は常時主働土圧で良いこと、その作用位置は擁壁高の4割地点であることを示している。加えて、擁壁の根入れ部前面の受働土圧による擁壁の抵抗力は無視できないほど大きく、設計ではこれを適切に評価することができることを示している。また、擁壁背面と底面の摩擦係数は地震時においても常時と殆ど同じであること、擁壁のつま先部分の支持地盤の支持力が擁壁の転倒崩壊を防ぐ上で決定的に重要であること、従って実務ではその支持地盤をコンクリート構造物で置き換えるなど改良工事を行うことにより擁壁の地震時安定性は確実に向上することを指摘している。

引き続き、以上の結果に基づき新しい震度法による耐震設計法を提案している。即ち、1) 擁壁背面土圧としては常時主働土圧を用いて作用位置は擁壁高の4割地点とすること、2) 擁壁根入れ前面の受働土圧抵抗は考慮すること、3) 地震時擁壁背面と底面の壁面摩擦係数は常時と同じとすること、4) 盛土のせん断強度は実測値を用いること、5) 擁壁つま先部分の支持地盤は、必要により地盤改良をして支持力破壊を防止すること、6) 設計震度は0.4とすることを提案している。

さらに、ブラックボックス的な対処法により、擁壁に作用する土圧6成分と入力加速度による簡略化した運動方程式として定式化して、擁壁の変位の時刻歴を求める方法を提案している。

第5章は、結論である。以上のように本論文は、重力式擁壁を耐震的かつ経済的に設計する方法を詳細な模型実験結果を基にして提案しており、新しい方法を提案している。今後の本研究分野の発展及び実務設計の改善に寄与する新しい知見を与えている。これらは、土質工学の分野において貢献することが大である。よって本論文は、博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。