

間知ブロック積擁壁模型の地震時破壊挙動に関する実験及び解析的研究

金沢大学理工学域 正会員○池本敏和, 金沢大学大学院 堀 翔伍
千代田コンサルタント 正会員 橋本隆雄
金沢大学理工学域 正会員 宮島昌克, 同 正会員 村田 晶

1. 研究の背景

わが国はこれまで幾度となく地震災害に遭遇し、そのほとんどにおいて擁壁被害が発生している。古来より間知石が擁壁として利用され、今もなお鉄道沿線や宅地など我々の身近なところに数多く存在している。しかし地震時における間知ブロック積擁壁の挙動や耐震性能については未解明な部分が多く、その安定性の評価の確立及び補修整備の実施が急務である。

そこで本研究では、間知ブロック積擁壁模型の振動台実験を行い、模型の変形から崩壊に至るまでの挙動を検討する。また、擁壁の高さや勾配といった種々の特性の異なる構造物の、振動特性の異なる地震動に対する検討を行うためには、模型振動実験は費用や検討期間の面から非実用的であり、妥当な結果が得られる数値解析手法を確立させる。

2. 空積擁壁模型の振動実験

振動実験では、1/6 スケールの擁壁模型とし、間知ブロックを用いて空積擁壁模型を作製する。1/6 スケールの物理量は香川の相似則¹⁾を用いて実験を行う。本研究では宅地擁壁を想定とし、宅地造成等規制法を参考とした。間知ブロックを、排水層の役割を果たす裏グリ石と盛土によって積み上げていく。地盤は十分に固いものと想定して擁壁下部に固定コンクリートを配置する。また、本実験では図-1 に示すように加速度計、変位計、荷重計をそれぞれ高さごとに実験模型に設置する。ここで、地盤への積載荷重としては、一般的な木造2階建ての単位面積当たりの重量である 0.17N/cm^2 を等分布荷重として載荷する。

3. 実験結果及び考察

実験に用いる正弦波の入力振動数は擁壁模型の固有周期である 20Hz とし、振動台上での最大応答加速度 70gal , 159gal , 280gal , 257gal の順で加振する。実験結果から、 280gal 時に擁壁が目視できるほど変形し始め、裏グリ石や盛土が大きく沈下した。 257gal 時に擁壁中部の間知ブロックが前面に大きくはらみ出したため、その時点で擁壁が崩壊したと判断し、実験を終了した。

振動台上の加速度に対する擁壁法面の上部、中部、下部における応答倍率を図-2 に示す。図-2 に示すように、擁壁法面での応答倍率は目視できる変形が生じる 280gal のケースまで上部に向かうほど大きくなる。また、 257gal のケースでは応答特性が変化するが、これは崩壊時には加速度計を取り付けていたブロックが傾いたため、加速度が伝わらず擁壁法面の中・上部の応答が低下したためと考えられる。崩壊が生じるまで擁壁上部が大きく揺すられた。

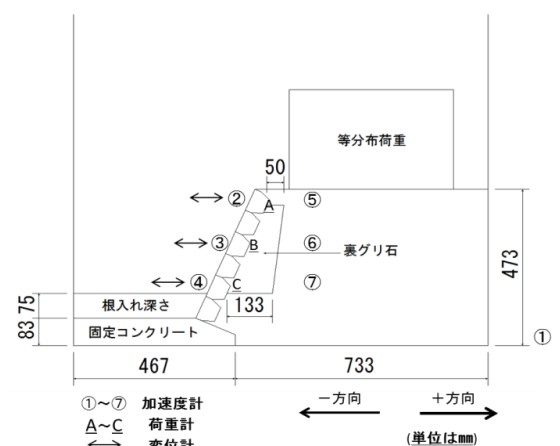


図-1 擁壁模型の断面図

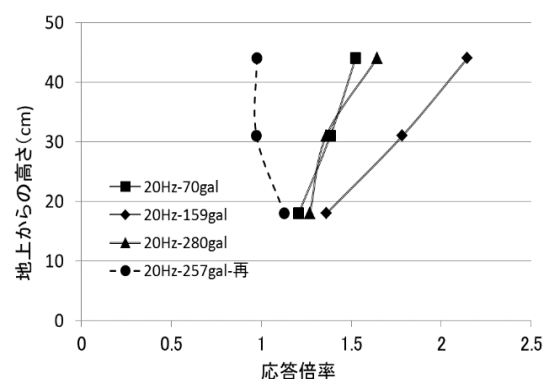


図-2 擁壁法面の応答倍率

擁壁模型が目視できる変形が生じた280gal時の変位を図-3に示す。図-3 から、入力継続時間が長くなるにつれて擁壁中部の変位が前面方向に増大した。大きく揺すられた擁壁中部の裏グリ石や盛土が沈下したため、擁壁中部に前面方向の土圧が加わり、擁壁中部がはらみだしたと考えられる。一方、擁壁上部の変位が背面方向に大きく現れたのは、擁壁中部への裏グリ石や盛土の沈下のため上部背面に空間ができ擁壁上部のブロックが背面方向に倒れたためである。これは、盛土や裏グリ石は隙間を埋める挙動が現れ元の状態に戻ることができず、模型内に残留変位が生じたためである。

4. 空積擁壁模型の2次元解析

地震時の間知ブロック積擁壁の2次元解析を行い、実験結果との比較検討を行うことで適応性を検討する。解析ソフトには、物体同士が接触する際の接触粘性を考慮した不連続変形法（以下 DDA）を使用する。DDA は落石や岩盤崩落といった斜面崩壊現象に対して既に適用例があり、粘性係数は岩盤ブロックの内部減衰に対応した概念として位置づけられる。

解析条件として、入力加速度 20Hz の 250gal, 300gal, 350gal の正弦波を用いる。実験時に設置した変位計と同位置の間知ブロックの同方向の変位を解析でも算出した。図-4 ははらみ出しの影響を顕著に受けていた擁壁中部、図-5 は崩壊時に背面に倒れ込んだ擁壁上部の解析と実験の変位応答である。図-4 の結果から、擁壁中部では両者の変位が合致しないものの、似たような変位が現れている。一方図-5 から、実験では擁壁上部の変位応答は背面方向に挙動するが、解析では前面方向のはらみだしの挙動である。DDA は要素の衝突時弾性解析を目的とした解析方法であるため、裏グリ石や盛土の沈下といった体積変化が考慮できない。解析上では裏グリ石や盛土の沈下ではなく滑りによる擁壁中部のはらみだしが起きたため、変位応答は背面方向に挙動しなかった。

5. まとめ

擁壁模型中部は実験と同様な傾向が確認された。しかし、擁壁模型上部で実験と解析では応答変位に差が現れる結果となった。今後は要素の表現方法や境界条件の検討を行うことで、実験と解析の整合性を向上させたいと考えている。

謝辞

本研究は地震工学委員会・石積擁壁の耐震・補強に関する研究小委員会の活動（実験 WG，解析 WG）の一部として行った。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 香川崇章：土構造物の模型振動実験における相似則，土木学会論文報告集，第 275 号，1978. 7
- 2) 大西有三,佐々木猛,Gen-Hua Shi：不連続変形法(DDA)，丸善株式会社,2005.5

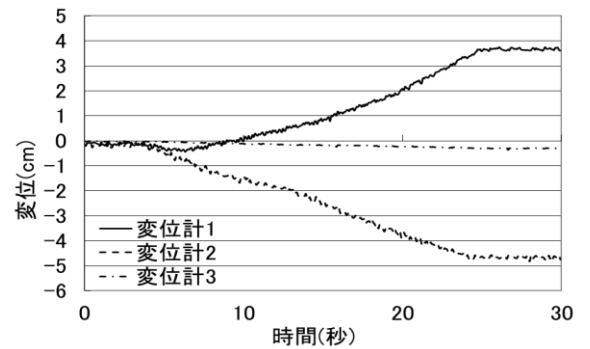


図-3 変位応答

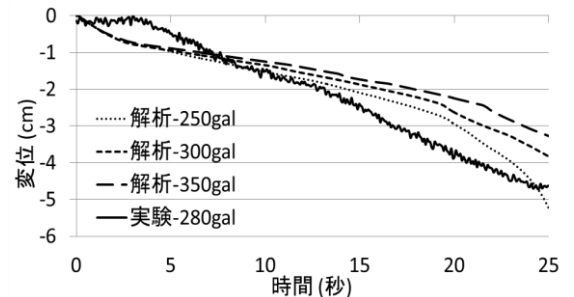


図-4 解析結果(擁壁中部)

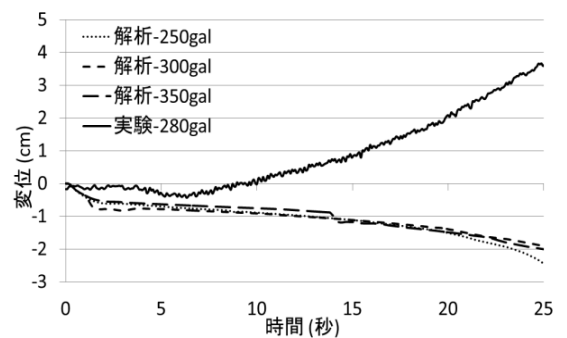


図-5 解析結果(擁壁上部)