

地震時における石積壁の挙動（その1）

- 壁高の影響に関する考察 -

鉄道総研○(正)太田直之 (正)杉山友康 (正)阿知波秀彦(正)村石 尚
大 林 組 (正)山本 彰 (正)山田祐樹 (正)鳥井原 誠
国土舘大学 (正)岡田勝也

1. はじめに

石積壁は、鉄道沿線の土留壁として昭和初期頃までに多く建設され、今も多くが残されている。これらの石積壁は、石工の経験によって積み上げられているため、安定性をはじめ未解明な部分が多い。このために、地震に対する石積壁の健全度を適切に評価する手法は、現状では確立されていない。そこで筆者らは、地震時における石積壁の挙動を明らかにするために、構造の特徴に関する調査¹⁾と、模型石積壁を用いた振動台実験²⁾³⁾を実施してきた。本報告では、振動台実験の概要と実験結果のうち石積壁の高さが壁体の挙動に及ぼす影響について報告する。

2. 実験方法

表1 実験ケース一覧

	背面構造	裏グリ石	高さ
ケース1	空積	有り	1.0m
ケース2	練積	有り	1.0m
ケース3	空積	有り	1.5m
ケース4	練積	有り	1.5m
ケース5	空積	有り	0.6m
ケース6	空積	無し	1.0m

振動台実験に用いた模型の縮尺は1/3である。図1に模型石積壁(ケース1)の概略図を示した。実験対象を切土のり面に造られた石積壁としているため、模型背面地山は自立性地山となるようにセメント改良土を用いて作成した。石材には模型間知石を用い、勾配1:0.3の谷積みによる壁体を構築した¹⁾。模型石積壁作成方法の詳細については、既発表の報文²⁾を参照されたい。模型石積壁の間知石、裏グリ石、背面地山の中に加速度計を、間知石背面に土圧計を設置した。また、間知石前面の水平変位と最上段の間知石、裏グリ石、背面地山それぞれの天端沈下量を非接触型変位計により測定した。基礎部には荷重計を配置して、基礎底面に発生する鉛直および水平方向の荷重の変化を測定した。

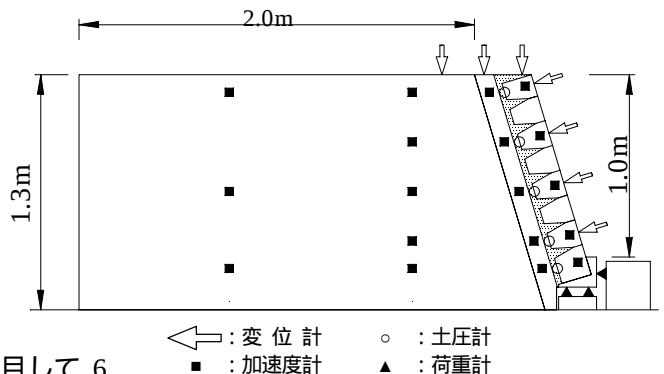


図1 模型概要と計測器配置

表1に実験ケースを示した。高さおよび背面構造に着目して6ケースの実験を行った。いずれの壁体も、基礎は振動台に剛結しており、堅剛な地盤上に構築された石積壁を想定している。本稿では、ケース1、ケース3、ケース5の結果をもとに、高さの違いが加振時における石積壁の挙動に及ぼす影響について述べ、他の実験結果については(その2)で報告する。

実験に用いた入力波は、5Hzの正弦波である。一定の加速度振幅で20波加振した後、加速度を増加させて再び加振を行い、これを繰り返しながら最終的に崩壊するまで加振を行った。

3. 実験結果

図2に、最上段の間知石の応答加速度と入力加速度との関係を示した。いずれの高さの壁体においても、入力加速度400gal程度までは応答加速度の低下はみられない。高さ $h=1.0\text{m}$ および $h=1.5\text{m}$ の場合、入力加速度が600gal以上になると応答加速度が

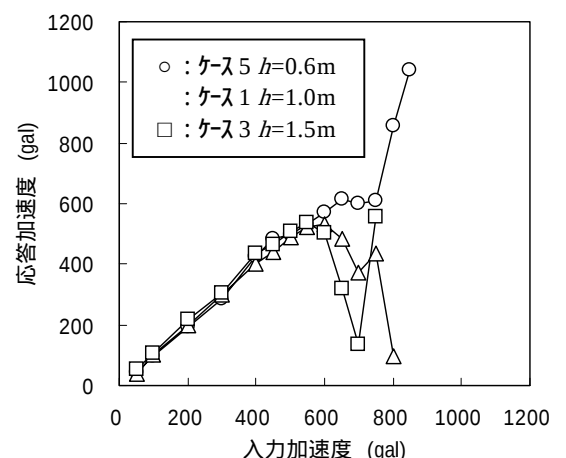


図2 間知石の応答加速度と入力加速度の関係（空積・裏グリ石あり）

キーワード：石積壁，振動台実験，変形

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042-573-7263 FAX 042-573-7398

急激に低下する。 $h=0.6\text{m}$ の場合、入力加速度 700gal で若干応答加速度の低下がみられるものの、顕著な低下はみられない。応答加速度の低下は、間知石が壁体から独立して挙動していることを意味する。したがって図2から、壁高が低いほど間知石が独立した動きをし難いことがわかる。

図3に、入力加速度 700gal 加振時における壁体の残留水平変位を示した。図3は、 $h=1.0\text{m}$ および $h=1.5\text{m}$ の最上段の間知石が背面側へ大きく

変位していることを示している。これは、壁体の残留変位に伴い裏グリ石が沈下して、裏グリ石の天端位置が最上段の間知石以下に下がったため、間知石が背面側に転倒したことによる。したがって最上段の間知石を除外すれば、いずれの壁高においても高い位置ほど残留変位が大きく現れており、転倒モードの変形が発生していることがわかる。

既に報告³⁾したとおり、壁体の変形には裏グリ石の挙動が大きく寄与していると考えられることから、図4に裏グリ石の沈下量と最上段間知石の残留水平変位の関係を示した。裏グリ石の沈下と残留水平変位の間には、高さをパラメータとした線形関係があることがうかがえる。そこで変形形態が転倒モードであることに着目して、図5に示すように定義した変状断面積を、壁体の変形量として用いることとした。ここで変状断面積 A は、 $A=\text{最上段間知石の水平残留変位} \times \text{石積壁高さ} \times h/2$ により求めるため、壁高の影響を加味した値となっている。図6に裏グリ石の沈下量 s と A との関係を示した。 s と A の関係は、壁高によらず $s=0.22 \times A$ で近似することができる。裏グリ石の沈下量と壁体の変形量との関係を線形関係として表すことが可能なことから、裏グリ石の沈下と壁体の変形とは互いに密接な関係をもって挙動すると考えられる。また、本実験の結果から得られた近似直線の勾配 0.22 は、裏グリ石の粒径、密度、厚さなどによって変化することが予想される。

4. まとめ

堅剛な地盤上に構築された空積壁による振動台実験の結果のうち、壁高に着目した場合以下のことが明らかとなった。

- 1) 高い壁高ほど小さい¹⁾入力加速度で変形が発生する。
- 2) 壁高によらず、壁体上部ほど大きな変位が現れる転倒モードの変形が発生する。
- 3) 壁体の変形量を変状断面積として捉えた場合、裏グリ石の沈下量と変形量とは壁高によらない線形関係として表すことができる。

《参考文献》

- 1) 太田ら：鉄道における石積壁の実態調査，第37回地盤工学研究発表会平成14年度発表講演集，2002.7
- 2) 太田ら：石積壁の振動台実験（その1～その3）土木学会第57回年次学術講演会講演概要集，2002.9
- 3) 太田ら：地震時における間知石を用いた石積壁の挙動，第38回地盤工学研究発表会投稿中

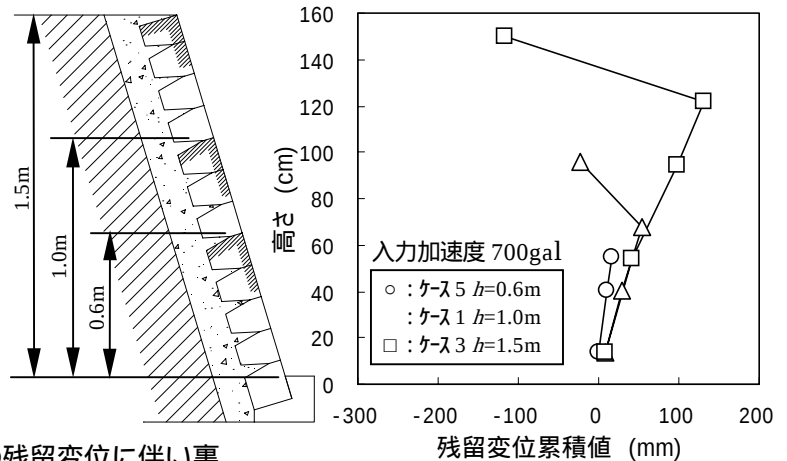


図3 応答加速度の高さ方向分布

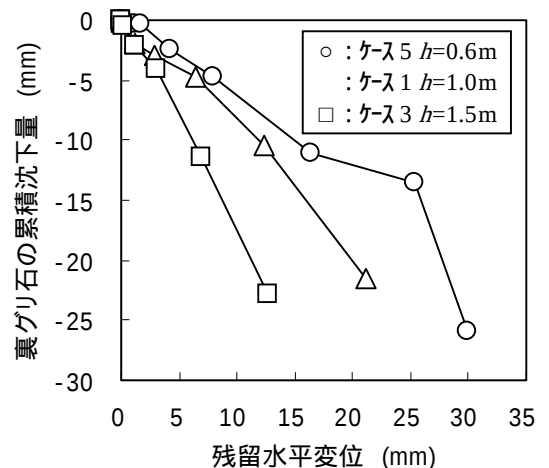


図4 裏グリ石の沈下量と壁体残留水平変位

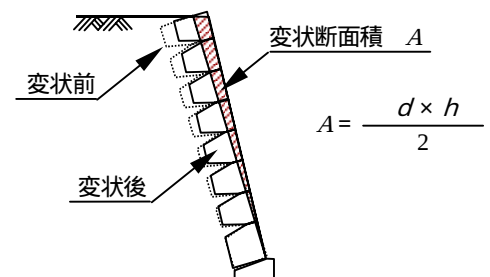


図5 変状断面積の定義

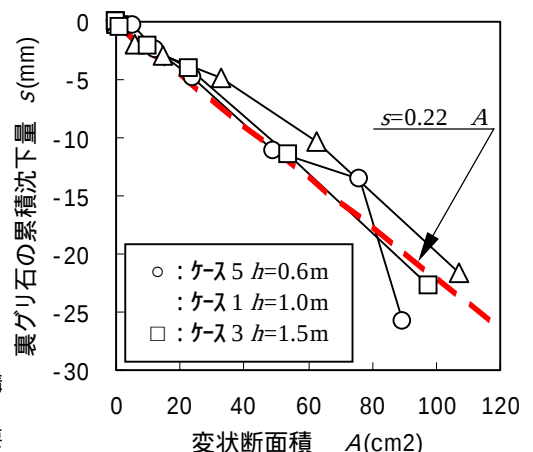


図6 裏グリ石沈下量と変状断面積の関係