

ラップストーン工法の耐震性に関する実験的研究

金沢大学理工研究域地球社会基盤学系 正会員 ○村田 晶, 池本 敏和

金沢大学大学院自然科学研究科 学生会員 中山 晋志, 橋本 青空

環境工学株式会社 佐々木 尚, 張 升翼

1. はじめに

近年, 国土交通省や地方自治体の河川整備では, 「自然を活かした川づくり」を基本方針としている¹⁾。そのため, 自然環境や生態系に配慮した擁壁工法の需要が高まっている。そのような中, 自然環境に配慮していて, 自然景観を損なうこともないという特徴を持つ, アンカー式空積擁壁の需要が高まり, 実際に施工実績も増加している。アンカー式空積擁壁の工法のひとつであるラップストーン工法は, ラップストーンと呼ばれる自然石にアンカー材を取り付けたものを積石として用いる工法である。アンカー材の先端にはストッパーパネルと呼ばれる正方形のパネルが取り付けられており, これにより空積構造でありながら土圧等の外力に耐えることができると考えられている。特徴としては, 前述のような自然環境や生態系に配慮しているということのほかに, 施工が容易であること, 経済的であることなどの特徴がある。その一方で, ラップストーン工法は耐震性に関する情報が乏しいことが問題視されている。

本研究では, ラップストーン工法の地震時安全性について, 振動台実験を行うことにより実験的に評価することを目的とする。本稿では安全性に最も寄与すると考えられるストッパーパネルに着目し, ストッパーパネルが耐震性能を向上させるうえでどのような役割を果たしているかについて実験的に評価する。

2. アンカー式空積擁壁の振動台実験概要

擁壁モデルの概要について, 側面図を図-1に示す。本研究ではラップストーン工法による実擁壁の最大高さ5,000mmに対して, 1/5スケールとなる擁壁モデルを製作し実験を行う。そこで, 奥行1,250mm, 幅800mm, 高さ1,100mmの土槽内に擁壁モデルを製作する。まずは背面土を施工し, 続いて擁壁積石と背面土との間に裏込材を充填しながら施工する。なお, 擁壁積石は階段状になるように1段ずつ積み上げる。

実験材料について, 擁壁積石となるラップストーンは, 自然石にパネル付きアンカー部材を控え材として一体化する。本研究では, 17段の擁壁モデルを製作する。背面土は, 石川県で使用されている標準的な森本産の山土を用いる。含水比は, 16.1%, 土粒

子密度2.685g/cm³, 礫分0.1%, 砂分54.4%, 細粒分45.5%の細粒分砂である。粘着力は, 8.6kN/m², 内部摩擦角は15.7°である。裏込材には割栗石を使用する。1/5スケールを考慮し, φ10~30mmの砕石を用いる。アンカー材には, 線径2mm, 長さ180mmの鉄線を用いる。ストッパーパネルには, 厚さ1mm, 1辺30mmの正方形のプラスチックを用い, アンカー部材の先端に取り付ける。

加速度入力について, 入力加速度は5Hz, 5sの正弦波とする。100galから100galずつ加振していき, 変形が見られたら50galずつ加振とする。1000galに到達又は崩壊・大変形した時点で加振終了とする。

計測項目は以下とする。1:裏込材の沈下量, 2:擁壁の水平変位。3:土圧。4:入力加速度, および擁壁の水平加速度。5:アンカー部材ひずみ。ひずみについては圧縮を正とする。なお, 計測箇所については図-2に示す。

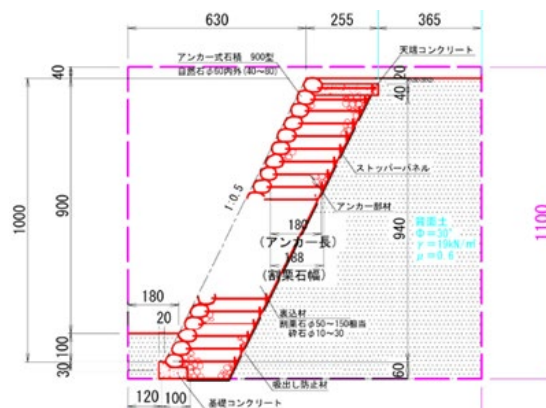


図-1 ラップストーンモデル側面図



図-2 計測機器の配置

キーワード 石垣・空積擁壁・振動台実験・耐震

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学理工研究域地球社会基盤学系・076-234-4655)

3. ストッパーパネルの耐震性能に対する有効性の検討

加振実験の結果、パネル無しでは入力加速度676gal、パネル有りでは入力加速度1,160galで擁壁が崩壊した。なお、震度に換算した場合、パネル無しは震度6弱程度、パネル有りは震度7程度の入力に相当する。

割栗石の沈下量について、沈下量と入力加速度の関係を図-3に示す。図に示すように入力加速度400galまでは沈下量に大きな違いはないが、400gal以上の加速度が加わるとパネル無しの沈下量が急激に大きくなった。ただし、パネル有りはパネル無しに比べ、急激に沈下量が大きくなることはなかった。ここで、パネル無しでの崩壊直前に当たる入力加速度600gal加振時に着目し、沈下量をパネルの有無で比較すると、パネル無しでは95mm、パネル有りでは16mmとなり、パネルが有ることで約1/6程度に裏栗石の沈下が抑制されることが分かった。ただし、崩壊時の沈下量についてはパネル無しの場合147mm、パネル有りの場合196mmとなることから、パネルが有ることにより最終的な沈下量も抑制されるというわけではないことが明らかとなった。

次に、擁壁の水平変位量について、擁壁の段数と水平変位量の関係を図-4に示す。図に示すように沈下量に大きな違いが現れた入力加速度400gal以降において積石の水平変位量も大きな違いが生じた。沈下量に大きな違いが生じたパネル無しの崩壊直前に当たる入力加速度600gal加振時に着目し、最大水平変位量をパネルの有無で比較すると、パネル無し73mm、パネル有り15mmとなり、パネルが有ることにより約1/5程度に擁壁の水平変位量が抑制されることが示された。また、崩壊時の最大水平変位量はパネル無しの場合173mm、パネル有りの場合108mmとなり、パネルが有ることにより最終的な水平変位量も抑制されることが明らかとなった。

次に最大土圧について、崩壊直前の最大土圧はパネル無しが入力加速度562galに対して7.9N/m²、パネル有りが入力加速度852galに対して55.0N/m²となった。ゆえに、パネルが有ることにより約7倍大きな土圧に耐えることができると考えられる。

最後に、擁壁の加速度応答倍率について、崩壊直前時の擁壁の加速度応答倍率と段数の関係を図-5に示す。図に示すように崩壊直前の擁壁の加速度応答倍率は、11、15段目の上段部でパネル有りの加速度応答倍率が多少小さくなる。すなわち、パネルが有ることにより上段においては加速度応答倍率が多少ではあるものの抑制されることが明らかとなった。

4. まとめ

ラップストーン工法においては、ストッパーパネルにより大きな土圧に耐えることができる効果を確認でき、その分、裏栗石の沈下を抑制することが分かった。その結果、擁壁の水平変位量、加速度応答倍率が抑制され、より大きな入力加速度に耐えることができることが示された。ラップストーン工法において、ストッパーパネルが耐震性能に対し有効であることが示された。

謝辞：金沢大学地震工学研究室の西山さん、橋本さん、蜘蛛さんに実験の補助をして頂きました。ここに記して、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省：多自然川づくりとは、
<https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyoutashizen/02.html>, 2022/9/10 閲覧

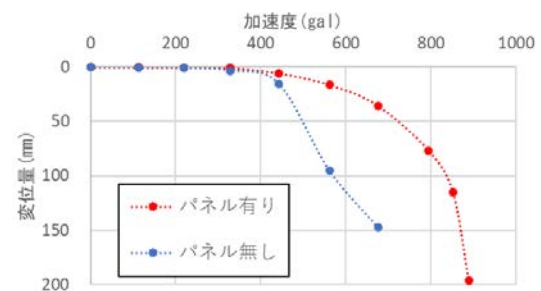


図-3 割栗石の沈下量

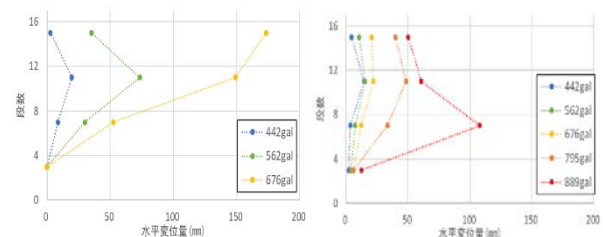


図-4 擁壁の水平変位量
(左：パネル無し、右：パネル有り)

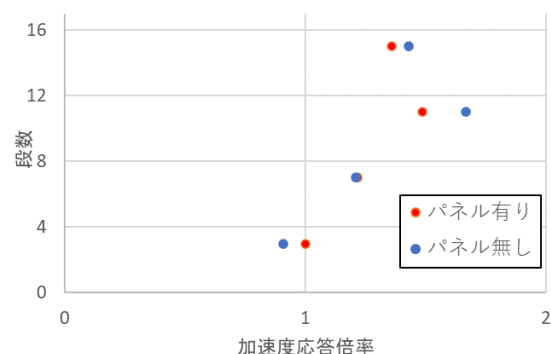


図-5 擁壁の加速度応答倍率