

ラップブロック工法の耐震性に関する実験的研究

金沢大学理工学域地球社会基盤学類 学生会員 ○中山 晋志

金沢大学理工研究域地球社会基盤学系 正会員 池本 敏和, 村田 晶

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ブロック工法は, ラップブロックと呼ばれる長方形のコンクリートブロック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, ラップブロック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, ラップブロック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. アンカー式空積み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. 本研究ではラップブロック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ブロックは, 連結した5個の擬似自然石を1セットとし, 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, スケールを考え奥行70mm, 幅400mm, 高さ50mmのブロックと端部用の奥行き70mm, 幅

200mm, 高さ50mmのブロックを組み合わせ, 20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/cm^3 , 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/m^2 , 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, $\Phi 10\sim 30\text{mm}$ の碎石を用いる. アンカー材には, 線径2mm, 長さ220mm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.

計測箇所については図-2に示す. なお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. 6: 崩壊状況.

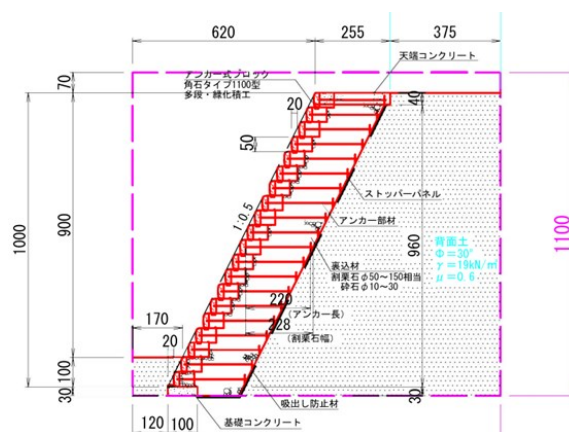


図-1 モデル側面図

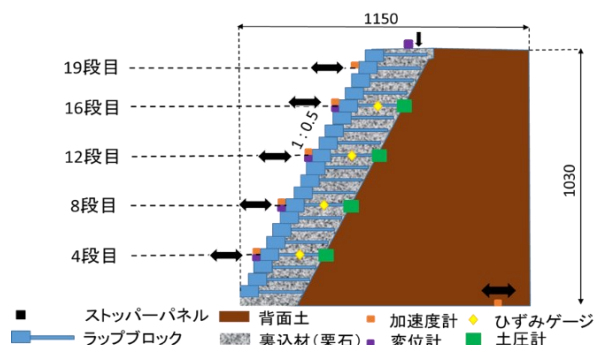


図-2 計測機器の配置

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612gal、パネル有りでは入力加速度990galで擁壁積石が崩壊した。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6強程度の入力となる。

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。図に示すようにどちらのモデルも沈下量50mmを超えると変位が急激に増え、崩壊に大きく近づくことが分かる。つまり、沈下量50mmが段積みモデルの崩壊に近づく目安といえる。その変位量50mmに対し、パネル無しの場合は入力加速度485galで、パネル有りの場合は入力加速度737galで、それぞれ到達する。また、崩壊時の沈下量はパネル無しの場合279mm、パネル有りの場合166mmとなり、パネルが有ることにより最終的な沈下量も抑制されることが明らかとなった。ここで、パネル無しでの崩壊直前に当たる入力加速度500gal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103mm、パネル有り19mmとなり、パネルが有ることにより約1/5程度に裏栗石の沈下が抑制されることが示された。

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。図に示すようにパネル無し、有りどちらも12段目の変化量が最も大きく、中腹部から少し上部で孕みだすように崩壊に至ったことが分かる。実入力加速度が同等の場合、パネル有りの方が水平変位量が小さく、パネルが有ることにより孕みだしが抑制されことも示された。実際、沈下量がほぼ同等であった入力加速度400gal加振後における最大水平変位量はパネル無しが20mm、パネル有りが6mmとなり、パネルが有ることにより、積石の水平変位量が沈下量に関わらず1/3程度に抑制されるという結果を示した。

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525gal入力に対して 26.8N/m^2 、パネル有りが859gal入力に対して 102N/m^2 となった。パネルが有ることにより約3.8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。崩壊直前の加速度応答倍率は、パネル無しは4段目以外で加速度応答倍率が1.5~2.0と大きな値となっていた。パネル有りは19段目と12段目のみ加速度応答倍率が2に近づいたが、16段目、8段目、4段目においては加速度応答倍率が0.5~1.0となりパネルが有ることにより一部の段で加速度応答倍率が抑制されるという結果を示した。

4. まとめ

ラップブロック工法においてストッパーパネルには、より大きな土圧に耐えることができる効果と孕みだし抑制の効果があり、その分、一部の段の加速度応答倍率と裏栗石の沈下が抑制され、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。したがって、ラップブロック工法において、ストッパーパネルが耐震性能に対し有効性が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/kankyotashizen/02.html>, 2022/9/10 閲覧

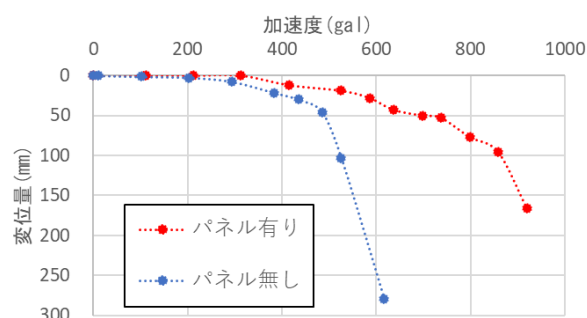


図-3 割栗石の沈下量

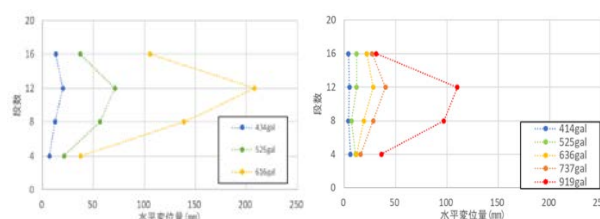


図-4 擁壁の水平変位量
(左：パネル無し，右：パネル有り)

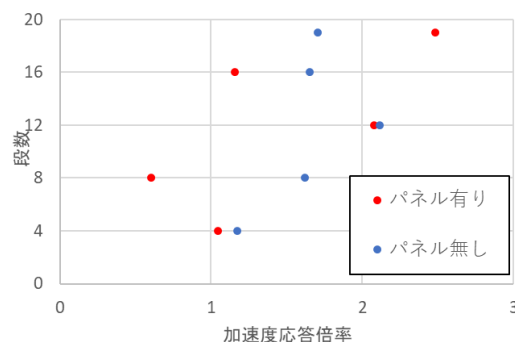


図-5 擁壁の加速度応答倍率