小型模型石積み壁を用いた引き抜き崩壊実験

鉄道総合技術研究所 (正)○湯浅 友輝 高柳 剛 欅 健典 法政大学 (正) 酒井 久和 伊吹 竜一 鳥取大学 (正) 小野 祐輔

1. はじめに

鉄道沿線に施工されている石積み壁の外力の作用に対する変形挙動を解析によって把握することができれ ば、石積み壁の安定性や変形を定量的に評価するための重要な手段になると考えられる。石積み壁の変形解析 手法として SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) 法と個別要素法 (DEM: Distinct Element Method) を組み合わせた SPH-DEM 法 ¹⁾があるがまだ解析例は少ない。そこで本研究では SPH-DEM 法による石積み 壁の変形解析手法の妥当性の評価のモデルケースとなる模型実験を行うこととした。なお、解析と本実験を比 較結果は伊吹ら ²)によって報告されている。

2. 石積み壁模型の崩壊実験

2.1 実験概要

石積み壁の変形解析の妥当性を模型実験との比較で検討するためには、物体同士の摩擦や大変形の挙動を再 現できる模型実験を行うことが望ましいと考えられる。そこで、本研究では小型の土槽を用いて実物大に近い 石積み壁の模型地盤を作成し、下部の間知石を引き抜くことで石積み壁を崩壊させる実験を行った。また、石 積み壁の間知石の積み方には代表的なものとして布積みと谷積みがある。これらの変形挙動の違いを把握する ためにそれぞれの積み方で模型実験を行った。

2.2 布積み模型崩壊実験

布積みの石積み壁模型は小型土槽に図2.1、図2.2のように3列5段で構築した。間知石は底面が200mm× 200mm、高さが334mmの四角錐台状であり、間知石の後ろには裏グリ石を模擬した8分砂利を詰め、その後 ろの背面地盤は珪砂3号で構築した。また、石積み壁前方の基礎部に引き抜く間知石の下部の高さまで8分砂 利を用いて押えとなる地盤を構築した。なお、土槽は片側の側面はアクリルでできており、中の様子が観察で きる。このアクリル面には摩擦を軽減するためのフッ素樹脂のシートを貼り付け、逆側側面には間詰めを行う ためのアルミ板を貼り付けた発泡スチロールを設置し、その上からフッ素樹脂のシートを貼り付けた。実験で は、5段積みの間知石の下から2段目の間知石3つを油圧ジャッキで石積み壁前方へ引き抜くことで石積み壁を 崩壊させた。大きな変位が観測された場合には一旦引張荷重をゼロにして再度引張荷重を作用させた。図2.1、



キーワード 石積み壁,模型実験

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38(公財)鉄道総合技術研究所 地盤防災 TEL042-573-7263

-845-

図2.2に示すように変位計を石積み壁表面の2~5段目の中央付近に4つ、 石積み壁天端付近に1つ、ジャッキに1つ設置し、荷重計をジャッキの先 端に取り付け、間知石を引き抜くときの変位量と荷重を計測した。ただ し、変形が大きくなり、崩壊の危険性が高いと判断されたところで石積 み壁表面の変位計の計測を中止しこれを取り外した。また、模型地盤の 側面には100mm毎に標点を設置し、ビデオカメラでこれらが移動する様 子を撮影した。

図2.3に崩壊後の石積み壁の様子、図2.4に石積み壁表面に設置した変 位計と石積み壁天端に設置した変位計の変位の経時変化、図2.5にジャ ッキ変位量と荷重の関係を示す。図2.3より、2段目の間知石を引き抜 くことによって背面地盤の一部と裏グリ石の一部及び間知石に大きな 変形が見られ、横幅方向に一様なすべりが確認できた。また、3段目~ 5段目の間知石は後ろに転倒した。図2.4より2~4段目の間知石は変形 が始まると同時に前方に変位しているのに対して、5段目の間知石は後 方へ変位していることがわかる。このことから、間知石が引き抜かれ ることによって3段目~5段目の間知石は4段目と5段目の間を軸とした 回転運動をしながら後ろに転倒したと考えられる。図2.5より実験での 引張荷重の最大値は2.67kNであった。

2.3 谷積み模型崩壊実験

同様の実験を谷積みについても実施した。構築手順は布積みと同じ であり、図2.6のように間知石を配置し下から2段目の間知石2個を同時 に引き抜いた。

図2.7に崩壊後の石積み壁の様子を示す。図2.7より、谷積みの場合に 図2.7に崩壊後の石積み壁の様子を示す。図2.7より、谷積みの場合に は2段目の間知石を完全に引き抜いても石積み壁に大きな変形は見ら れず自立した状態で静止した。これは谷積みの場合は間知石同士、間知石 と裏グリ石との摩擦力や石積み壁の側方境界面となる間知石と土槽壁面 に作用する力による摩擦力によって、引き抜き間知石にかかる荷重が分散 されたためであると考えられる。以上のことから、谷積みの場合は布積み の場合に比べて、鉛直方向だけでなく水平方向にも荷重を分散できるため、 間知石が引き抜かれたとしても3次元的なブリッジ効果が発揮されて大崩 壊に発展しにくいと考えられる。

3. まとめ

石積み壁模型を構築し、下部の間知石を引き抜く崩壊実験を行った結果、 布積みの場合、間知石を引き抜くことで横幅方向に一様で背面地盤まで変 形がおよぶ大きな変形が発生した。一方谷積みの場合は、荷重が水平方向 にも分散されるため大きな変形は見られず、布積みに比べて強固な構造で あることを確認した。

参考文献

1)小野祐輔, 内藤正輝, 酒井久和, 太田直之: SPH 法による石積擁壁の模型振動実験の再現解析, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol72, No.4, pp.515-522, 2016.

2) 伊��竜一, 酒井久和, 小野 祐輔: SPH-DEM 法に基づく石積み擁壁の模型実験に対する数値シミ ュレーション, 土木学会第72回年次学術講演会, 2017 (投稿中).









図 2.6 模型実験の概要(正面)



図 2.7 崩壊後の模型実験の様子

-846-