

城郭の石垣石同士のすべり特性に関する実験的研究

金沢大学工学部

○林平 宗大

金沢大学大学院 正会員 池本 敏和

金沢大学大学院 フェロー 北浦 勝

金沢大学大学院 正会員 宮島 昌克

1. はじめに

現在、石垣のある公園は災害時の緊急避難場所として、社会的に重要な役割を果たしている。しかし、2003年三陸南地震において仙台北（青葉城）の石垣が崩れたように、城郭石垣は大地震により崩壊する危険性が高い。

ところで、金沢城には多種多様の石垣が存在する。その理由として、場所により石垣様式を使い分けたことと、江戸時代を通じて、火災や地震被害に対する修築が繰り返されたことが考えられる。金沢城においても石垣に、はらみ出し等の被害が生じている箇所が多くあり、補修の必要があると考えられる。

石垣は石同士や石と間詰石とが相互にかみ合って、全体のバランスを保っている。また石垣は、コンクリート擁壁とは異なり石垣の空隙や空洞部にはセメント・モルタル等の接着剤が充填されていないため、石同士は互いに独立していることに特徴がある。城郭石垣は長年の経験や実績に基づいて構築されたもので、科学的な設計方法が確立されていない¹⁾。そこで本研究では、基礎的な研究として、石垣石を用いて石同士のすべり特性を明らかにすることが目的である。

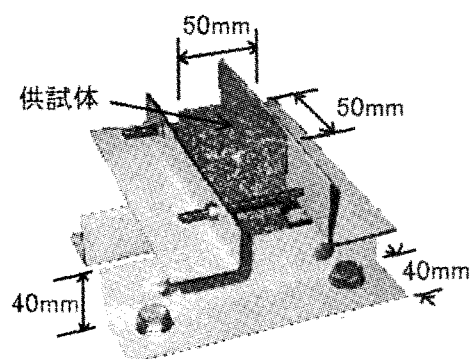


図1 供試体部

2. 研究方法

(1) 供試体及び実験装置

本研究で対象とする石垣は金沢城のものである。そこで用いられている戸室石から本研究の供試体を作成する。供試体の大きさは5cm×5cm×5cmである。図1のように上・下の供試体をそれぞれL型鋼で挟み、ずれないように拘束する。実験装置の概略図及び平面図を図2、3に示す。H型鋼にパンタグラフジャッキ（以下ジャッキと呼ぶ）を固定する。ジャッキの回転は電動モーターにより行う。また、ジャッキと供試体部の間に荷重計を取り付け、供試体部の移動はレーザー変位計により計測する。

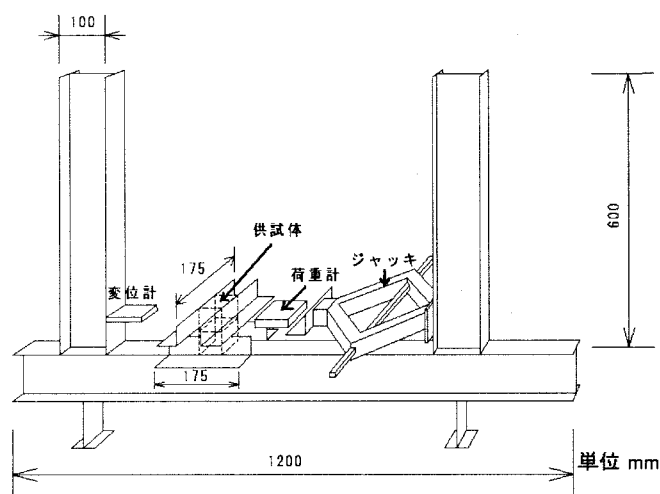


図2 実験装置の概略図

(2) 実験手法

供試体（図1）に上載荷重をかける。上供試体に横から圧縮力をかけ、次に引張力、その後また圧縮力をかける。このときの荷重と変位量を計測する。荷重載荷時間はそれぞれ1分、2分、1分の合計4分間である。データのサンプリングは10Hz、電動モーターの回転数は6回転/minで行う。

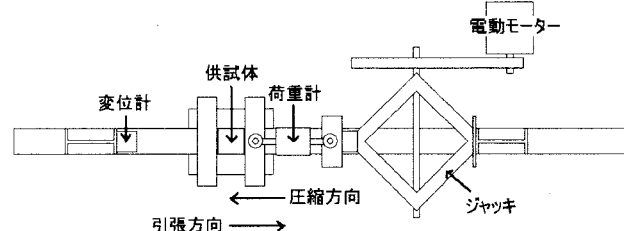


図3 実験装置の平面図

(3) 実験条件

今回の実験では上載荷重を表1のCase1～8のように設定している。本研究では石垣石の単位体積重量を $24\text{kN}/\text{m}^3$ とし、高さ約 10m の石垣を考えた。

表1 上載荷重一覧

Case No.	1	2	3	4	5	6	7	8
上載荷重(N)	50	100	150	200	250	300	350	400

3. 実験結果と考察

実験に用いた供試体表面の凹凸状況を図4に、上載荷重50N及び100Nの実験結果を図5(a), (b)に示す。図5(a), (b)を比較すると、供試体の挙動はほぼ同じであることがわかる。(a)の中図及び下図をみると、圧縮時のすべり始めの荷重は50Nで、すべっている時の荷重は45～50Nの間を変化している。引張時のそれは40Nで、その後40～50Nの間を、再圧縮時のそれは45Nで、その後45～50Nの間を変化している。また(b)をみると、圧縮時のすべり始めの荷重は50Nで、すべっている時の荷重は50～65Nの間を変化している。引張時のそれは55Nで、その後55～65Nの間を、再圧縮時のそれは50Nで、その後50～65Nの間を変化している。以上から、どちらの上載荷重の場合でも、圧縮、引張、再圧縮時のすべり抵抗はほぼ同じであると考えられる。また、上載荷重が増加すると抵抗力も増加している。

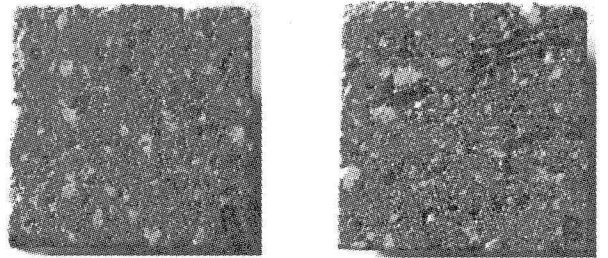


図4 供試体の表面凹凸状況

4. まとめ

本研究では石垣石同士のすべり特性を求めた。今回の実験により、すべり抵抗も荷重方向にかかわらず同程度の値となることが明らかとなった。また、実際の石垣では石垣石同士の間に間詰石が入れているため、今後この状態を考慮していく予定である。

参考文献

- 1) 小林善勝, 新谷洋二, 田中邦熙, 木村真也, 谷 優作: 石垣模型の振動実験—石垣安定における形状寸法の影響, 土木史研究講演集, Vol.23, pp.395-400, 2003.

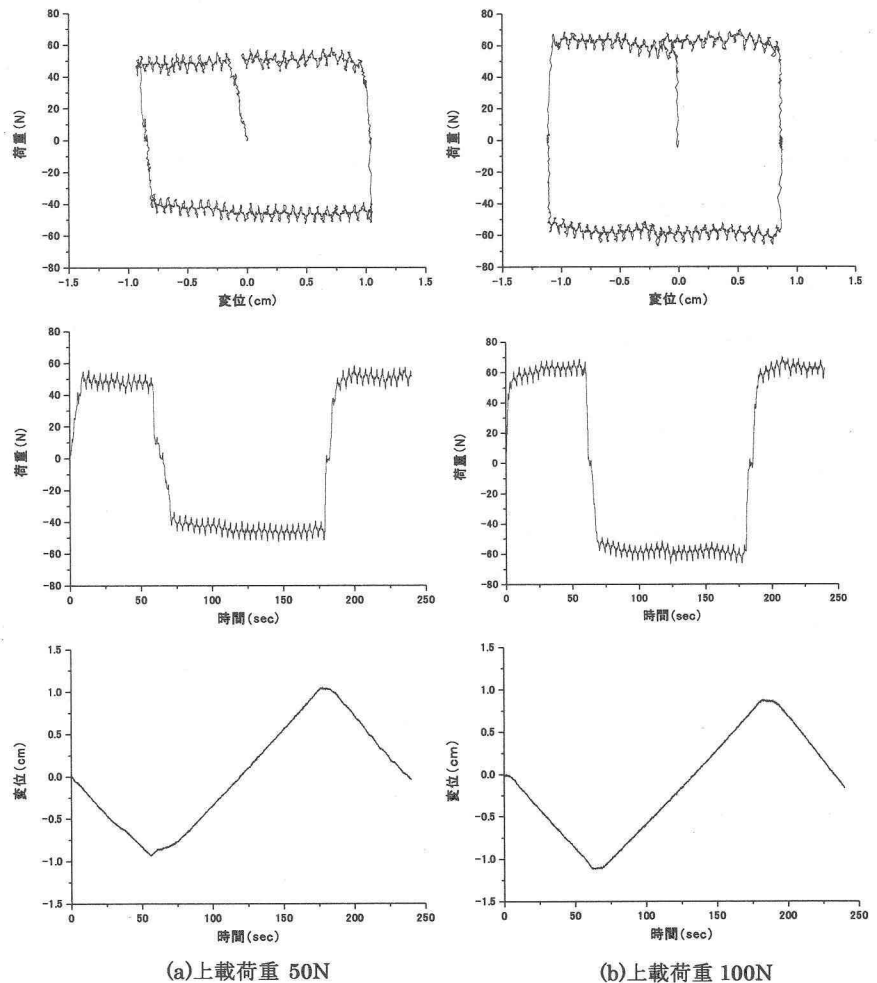


図5 実験結果