

大型ブロック積み擁壁の滑動機構に及ぼす種々の影響

愛媛大学大学院 学 ○山本陸登, 香川高等専門学校 正 向谷光彦
日本興業(株) 正 松山哲也, 前橋工科大学 下河太一

1. はじめに 現在、河川の護岸などに設置されるブロック積み擁壁では、プレキャストコンクリート大型ブロックの中空部にコンクリートなどの中込め材を使用していない空積みのブロック積み擁壁が使用されることがある。5m 以下の高さの低い空積みのブロック積み擁壁の設計では、常時荷重が地震時荷重を包含すると考えて地震時での検討を行わないことが多く、常時の安定性のみを検討している¹⁾。しかし、空積みのブロック積み擁壁はブロック同士の一体化を図ることが困難であり、ブロックどうしの結合や土圧の評価が未解明であるため、明確な設計指針が確立されていないのが現状である。そこで、空積みのブロック積み擁壁の安定の検討における主要な3項目：滑動、転倒、及び支持力のうち、滑動に対する安定性について検討を行うこととした。

本研究では、実際に使用されている大型ブロック積み擁壁の1/10の模型を用いて、ブロックを4段、及び5段積んだ場合の滑動実験により比較を行い、滑動機構に及ぼす段数の影響について明らかにした。裏込め土の破壊機構を検討するために、木製のターゲットを土槽内に配置し、土塊の変形挙動を調べた。また、ブロック背面には土圧計を、前面にはダイヤルゲージを設置し、擁壁の移動と土圧の変化の関係について確認した。

2. 試料・実験装置・実験方法 図-1に滑動実験の概略図を示す。今回使用したブロック模型は、実際に製造されているプレキャストコンクリート大型ブロック製品を1/10に縮尺したものであり、中央に84mm×104mmの中空部、両側に42mm×104mmの開口部をもつ。配合を調整し、実際にコンクリートによって作製した。ブロック数は、4段積み、及び5段積みの2パターンを空積みで配置した。以下では、下方のブロックから順に1段目、2段目と数えることにする。裏込め土には、最大粒径が5mmの風乾状態のまさ土を使用した。裏込め土の状態設定は、円柱形の木製ターゲットを用いて土塊の変形挙動を確認する場合は、密詰めでは適切な位置にターゲットが設置できないため、空中落下法を用いてゆる詰めで滑動実験を行った。土圧計を用いて背面土圧の挙動を確認する場合は、別途、密詰めで各層裏込め斜面を作製し、滑動実験を行った。滑動実験の手順は、中央に土圧計を設置したブロックを、土槽内に1段目から順に裏込め土を敷き詰めながら所定の段数まで積み上げる。土塊の変形挙動を確認する実験では、それと同時に、ブロック近傍付近にターゲットを20mmピッチに配置する。そして、ターゲットの変位とすべり線の進展挙動、及び擁壁ブロックの変形を読みとるために、土槽側面からアクリル板を通じてデジタルビデオカメラにより撮影する。ブロック積み擁壁模型の滑動は、1段目のブロックに取り付けたワイヤーを、変位制御で連続的に0.1mm/sで静的に移動させた。滑動に伴うブロック全体の変位を調べるために各ブロックに変位計を配置した。

3. 実験結果と考察 図-2に4段積みの変形後のブロックとターゲットの変位ベクトル、及びすべり線の様子を示す。図-3に5段積みの変形後のブロックとターゲットの変位ベクトル、及びすべり線の様子を示す。ここに、4段積みは初期状態に対して1段目のブロックの変位が10mmに達したときに裏込め土にすべり線が生じたのでこの時を破壊とした。5段積みはすべり線から破壊を判断することが困難であった。そこで、4段積みが破壊した10mmの時に4段目の土圧は減少したことから、5段積みの4段目の土圧が減少した時の変位を破壊と定義した。その結果、初期状態に対して1段目の変位が10mmに達したときに4段目の土圧が減少したため、その時を破壊とした。

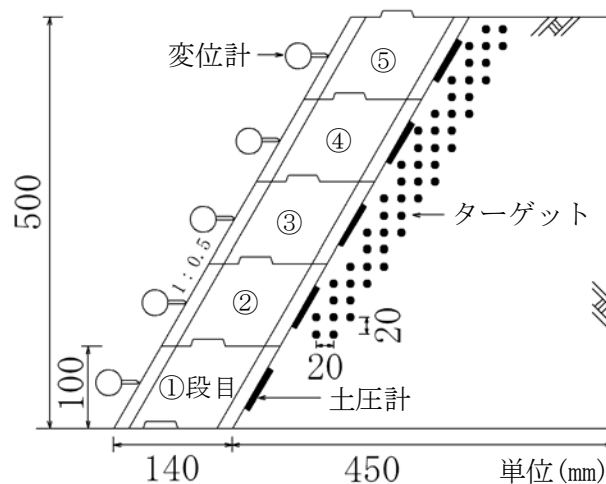


図-1 滑動実験の概略図

まず、ターゲットの挙動について着目すると、5 段積みの方がブロック背面付近の変位が小さくなっている。また、5 段積みの 5 段目付近の裏込め土が沈下していることが分かる。ブロックの変形について着目すると、4 段積みは全てのブロックが一体となって変位しており、4 段積みの 4 段目のブロックが初期状態より後方へ変位していることが分かる。5 段積みについては 1 段目と 2 段目のブロック前面が開口しており、4 段目と 5 段目のブロックが初期状態より後方へ変位している。すべり線に関しては、4 段積みはくさび状の土塊によるすべりが生じており、5 段積みは、5 段目のブロック背面中央から 1 段目のブロック底面にかけてすべり線が生じていることが分かる。なお、ブロック背面からすべり線までの最大水平距離は 4 段目から順に 40mm, 23mm であることを確認し、段数が増加するにつれて、小さくなっている。以上の原因として、ブロック積み擁壁の段数増加により、上段後方へのすべり抑制効果が増大したことが考えられる。図-4 に 4 段積みのブロック背面の初期土圧と 10mm 変位時のブロック背面土圧を示す。初期土圧について着目すると、2 段目から 4 段目は上段になるにつれて土圧が大きくなっている。これは、受動土圧によるもたれ効果が現れたためである。10mm 変位時の土圧に関しては、1 段目から 3 段目は初期土圧よりも減少している。この要因は、擁壁が滑動したことにより裏込め土に空隙が発生したためである。そして、4 段目は受働土圧によるもたれ効果が現れたことにより、初期土圧に対して 1.67kPa 増加している。図-5 に 5 段積みのブロック背面の初期土圧と 10mm 変位時のブロック背面土圧を示す。初期土圧に着目すると、4 段目は 3.32kPa であり、値が大きいことが分かる。これは、5 段目の積載により、4 段目のブロックが後方へ変位し、受働土圧によるもたれ効果が現れたものと考えられる。そして、10mm 変位時の土圧に関しては、1 段目から 3 段目までは初期土圧より減少している。4 段目については初期土圧との変化は見られない。しかし、4 段目の土圧は 1 段目の変位が 1mm から 2mm の間では一旦減少し、3mm から 9mm にかけて増加したことから、この時点で主働状態から再び受働状態に遷移したと判断できる。また、5 段目も受働効果により 2.96kPa 増加しており、4 段積みの最上段の増加量より大きいことが分かる。

4. まとめ 本報告では、ブロック積み擁壁の 1/10 の模型を用い、滑動機構に及ぼす段数の影響について検討した。その結果、段数の増加により、上段のブロックが裏込め土にもたれかかり、受働土圧の発揮とすべり抑制効果により、最上段の土圧が大きくなることが分かった。また、4 段積み以上のブロック積み擁壁では、裏込め土が破壊すると、1 段目から 3 段目の土圧は初期状態より主働的に減少し、4 段目より上部の土圧は受働的に増加することが確認された。

参考文献 1) (社) 土木学会四国支部：大型ブロック積み擁壁設計・施工マニュアル，p. 18，2004。

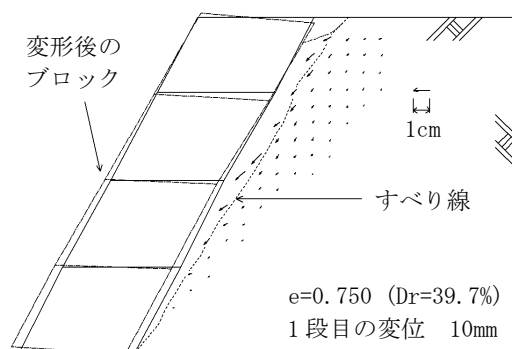


図-2 4 段積みのターゲットの変位図

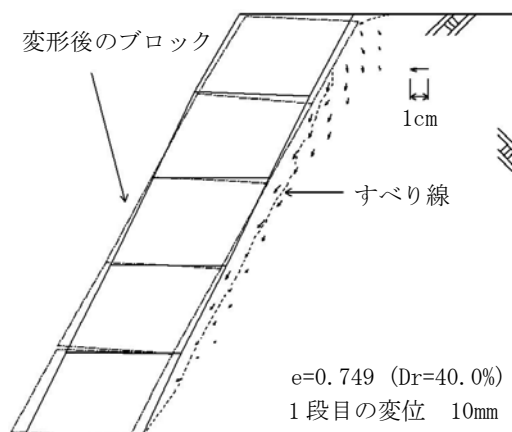


図-3 5 段積みのターゲットの変位図

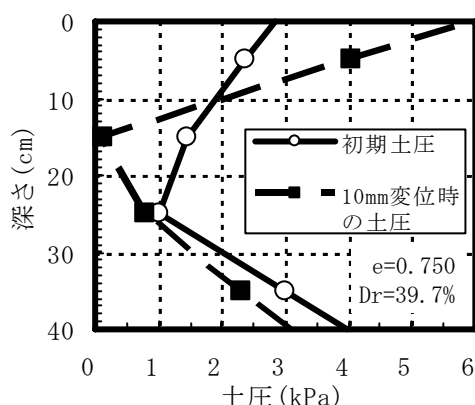


図-4 4 段積みの深さと土圧の関係

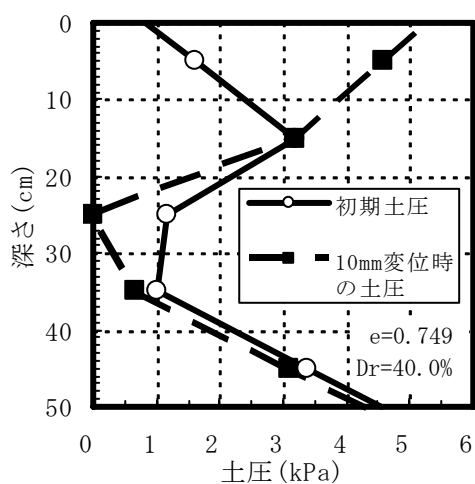


図-5 5 段積みの深さと土圧の関係