

プレキャスト擁壁の変状形態に関する一考察

国立研究開発法人土木研究所 正会員○澤松俊寿 佐藤 登 新田武彦 宮武裕昭

1. はじめに

国土交通省では、2016 年を生産性革命元年と位置づけて各種の取り組みを進めており、公共土木工事においてもプレキャストの活用による生産性向上が検討されている。擁壁、カルバート等の道路土工構造物におけるプレキャスト製品はその種類が極めて多様であるため、個別の現場条件から所要の安全性等を確保したうえで、最も合理的な製品を慎重に選定する必要がある。一方で、土工構造物は主たる使用材料である土砂や岩石等の不確実性が大きく、机上での計算結果だけでなく実際に発生している被災等の事例の収集・分析が重要である。本報では、大型ブロック積擁壁¹⁾等のプレキャスト擁壁の変状事例を調査・分類し、そのうち上下のブロック間がずれる変状形態に対してその挙動を実験的に調べた結果を報告する。なお、本報で用いる用語は図1のとおりである。

2. プレキャスト擁壁の変状形態の調査・分類

大型ブロック積擁壁をはじめとしたプレキャスト擁壁の変状事例を調査した。ここでは、調査により認められた変状のうち表1のとおり躯体の一体性に起因した変状に着目してその形態を分類した。変状が認められた事例はいずれも胴込めコンクリート等の現場打コンクリートを使用しない空積みの擁壁であった。A-1～A-3 は擁壁の面外方向の変状である。A-1 は上下のブロック間がずれる変状形態であり、ブロック間の接合部のずれに対する抵抗性を確認する必要がある。A-2 は上下のブロック間の荷重伝達によりブロックの控え部分が損傷するモードであり、ブロックに作用する荷重に対してブロックの耐力を確認する必要がある。A-3 はブロック同士の相対的な回転に対する抵抗が低い構造の場合で、常時においても壁面にはらみ出しが発生することがある。道路に用いる補強土壁では、回転抵抗の低い薄肉のコンクリートパネルに壁高の 7 割程度の長さの補強材を組み合わせることによって一体性を担保している。したがって、擁壁躯体として仮定することのできる範囲とその剛性を確認する必要がある。B-1～B-2 は擁壁の面内方向の変状である。B-1 はブロック間の鉛直目地がそろった積み方の場合に不同沈下の影響により縦目地にそってずれるモードであり、千鳥配置にするなど積み方に配慮する必要がある。B-2 は不同沈下の影響を受けて全体的にブロックのずれが発生するモードであり、ブロック間の結合等を確認する必要がある。

いずれもプレキャスト擁壁を選定するうえで着目すべきと考えられる項目であるが、特に A-1～A-3 は構造物の安全性等に直結する事項と考えられる。図2は道路に用いられるプレキャスト擁壁の製品実態調査結果²⁾に基づく上下のブロック同士の接合面のうち、現場打ちコンクリートが占める割合と控長の関係の関係を示したものである。同図には、A-1～A-3 に分類されたプレキャスト擁壁の変状事例についても同様にプロットしている。変状事例については、その直高、背面土、外力等の条件が様々であ

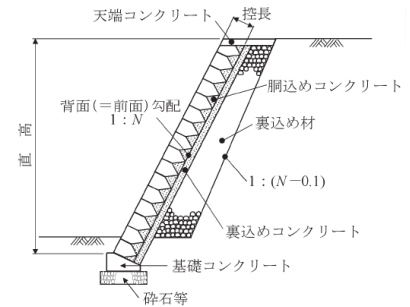
図1 標準的なブロック積擁壁の構造と名称¹⁾

表1 PCa 擁壁の変状形態

A-1：上下ブロック間のずれ 地震時等で、ブロック間の水平方向の目地に沿って面外方向にずれが発生	
A-2：ブロックの損傷 地震時等で、上下ブロック間の荷重伝達によりブロックの控え部分が損傷、ブロックが破壊した結果、壁面のはらみ出しが生じることがある。	
A-3：上下ブロック間の回転 ブロックの控長が小さくブロック同士の相対的な回転に対する抵抗が低い場合に、壁面にはらみ出しが発生	
B-1：左右ブロック間の接合部 ブロック間の鉛直目地がそろったいわゆる芋積みの場合で、不同沈下の影響により縦目地にそってずれが発生	
B-2：ブロック間の接合部 基礎地盤の不同沈下等の影響を受け、全体的にブロック間で開口やずれが発生	

キーワード 道路土工、プレキャスト、擁壁、変状、模型実験

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (国研) 土木研究所 TEL 029-879-6759

ることから図1で単純に比較することは必ずしも適切とは言えないが、控長が小さくかつ現場打ちコンクリートが0(空積み)の範囲にプロットされている。すなわち、図2からは控長の小さい空積みの擁壁で変状が発生しやすい傾向にあることが読み取れる。

3. 上下ブロック間接合部のずれに関する傾斜土槽模型実験

表1に示した変状形態のうち、安定性に大きく関連すると考えられるA-1について変状事例の状況を想定した傾斜土槽模型実験を実施し、擁壁が崩壊するまでの挙動を調べた。

(1) 実験の方法

実験には内寸が高さ950mm、幅2000mm及び奥行500mmの土槽を用いた。大型ブロック積擁壁の模型は、変状事例を参考に7mの直高の大型ブロック積擁壁を想定した。道路土工—擁壁工指針¹⁾に基づいて背面勾配を1:0.4、控長を1m、ブロック1個の高さを1mとして、1/10に寸法を縮小した模型とした。ブロックはモルタル製で鋼製型枠を用いて製作した。ブロックの形状は平行四辺形として突起、かみ合わせ等は設けていない。ブロック周囲の摩擦を一樣とするために、ブロックには#1000の紙やすりを貼り付けた。このような処理をしたブロック間の静止摩擦係数は0.62であった。地盤は豊浦砂を用いて相対密度 Dr が80%となるように締め固めて製作した。参考とした変状事例では、擁壁前面の地盤には問題となるような変状が認められなかったことから、この条件を再現するために図3のように土槽内面の手前及び奥側に厚さ12mmの亚克力板を設置し、1段目のブロックの水平方向の変位を拘束した。ブロックと亚克力板の間にテフロンシートを2枚重ねて設置し、極力摩擦を除去した。土槽を傾斜させることにより模型に対して疑似的な水平力を载荷した。傾斜の速さは1分間に 1° として 1° 傾斜させるごとに1分間の保持を行い、模型が崩壊するまでステップを継続した。

(2) 実験の結果

図4は高さ650mmの位置の水平変位 d 、1段目と2段目のブロック間のずれ、水平震度 kh 及び1段目と2段目のブロック間の滑動安全率の関係である。図5には土槽側面からの変形の状況を示した。 $kh=0.38$ までは転倒モードが卓越して変位した。ブロック間のずれについては、その量が約1mmに達するまでは水平変位の増加に対して線形的に増加したが、その後、7mm程度まで急激に増加して図5(a)の状態となり、その後は擁壁が全体的に傾倒して図5(b)のように崩壊した。したがって、ブロック間がずれる変状形態は急激な擁壁の不安定化につながるものと考えられ、ブロック間の接合部には、突起、かみ合わせ等により擁壁としての一体性を十分に確保できる抵抗を付与する必要がある。

4. まとめ

大型ブロック積擁壁をはじめとしたプレキャスト擁壁の変状事例を調査し、躯体の一体性に着目して変状の形態を5つに分類した。このうち、上下ブロック間がずれる変状形態について傾斜土槽模型実験を実施し、ブロック間のずれが擁壁の崩壊につながる結果を得た。

参考文献 1) 日本道路協会：道路土工—擁壁工指針，pp.168-177，2012.7 2) 澤松俊寿，宮武裕昭：道路土工におけるプレキャスト擁壁の構造的特徴，第72回土木学会年次講演会講演概要集，III-427，2017.9

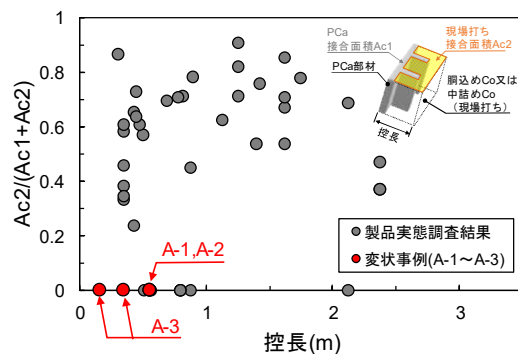


図2 上下ブロック同士の接合面のうち現場打ちコンクリートが占める割合と控長の関係

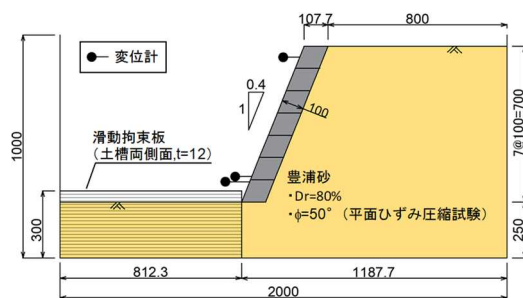


図3 大型ブロック積擁壁模型(単位: mm)

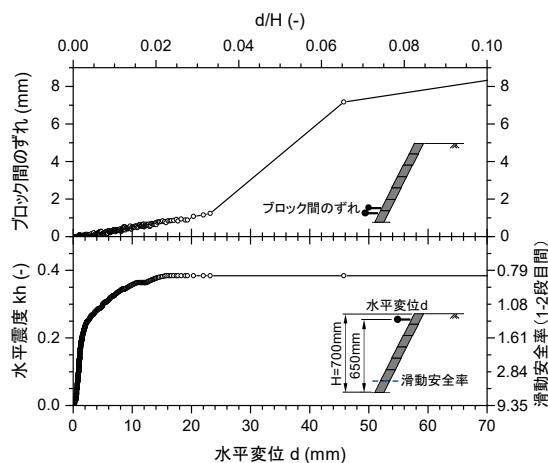


図4 水平震度 kh —水平変位 d 関係

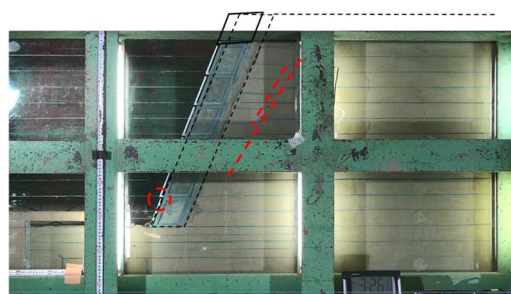


図5(a) 変形の状況 ($d \approx 20\text{mm}$)

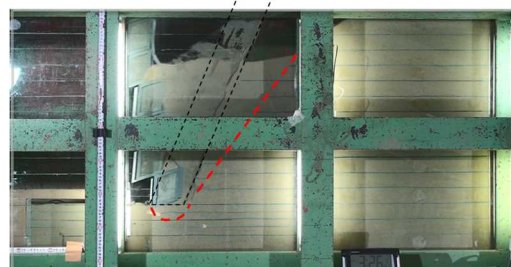


図5(b) 変形の状況 (崩壊時)