

熊本地震におけるブロック積擁壁の被災状況について

(公社)全国土木コンクリートブロック協会 正会員 ○近藤和仁
 (公社)全国土木コンクリートブロック協会 金丸和生
 (公社)全国土木コンクリートブロック協会 正会員 松岡 智

1. はじめに

平成28年4月14日21時26分頃に熊本県熊本地方を震源とするマグニチュード6.5の前震及びその後の4月16日1時25分頃には同地方でマグニチュード7.3の本震が発生した。一連の地震の影響により、熊本県及び大分県等では甚大な被害が生じた。筆者らは、この地震におけるブロック積擁壁の被災状況に関する現地調査¹⁾を実施した。本稿では、被災状況の調査結果と診断結果及び模型実験によるひび割れの発生機構について報告する。

2. 現地調査結果

現地調査は、熊本市・南阿蘇村・益城町・西原村等で実施した。本調査における損傷度の評価は、補強土壁の被災度判定マニュアル(案)²⁾と同様に表-1のように設定した。主な調査結果を表-2に示す。

益城町では、震源に近い国道443号線、県道28号線周辺の被害が顕著であった。同町の震度は、前震、本震ともに7である。寺迫交差点付近のブロック積擁壁(練積；布積)は、約50mにわたり大規模に倒壊した(写真-1)。1段目のブロックが露出しており、擁壁全体が大きく前傾して転倒に至ったと思われる。県道28号線沿いのブロック積擁壁は(練積；布積)、前傾や崩壊のほかに、布積のブロック目地部には水平方向のずれ及び折損が生じていた(写真-2)。周辺のブロック積擁壁(練積；谷積)では、ブロックの目地に沿った鋸状のひび割れ(写真-3)や約25cmの開口が確認された。南阿蘇村の県道149号線のブロック積擁壁(練積；谷積)では、隅角部の周辺で大きく前傾し、一部が崩壊に至っていた(写真-4)。隣接する区間では、前傾に伴う鉛直方向の目地部のずれ(写真-5)及び直線状のひび割れ(写真-6)が生じていた。特に、直線状のひび割れは、谷積のブロック本体に発生していた。

表-1 損傷ランク(参考)

損傷ランク	変状の程度と機能性
VI	完全に崩壊または大変形し、構造物として機能を有していない
V	比較的に大きな変形・損傷をしたが、構造物の機能は当面維持可能
IV	部分的に変形・損傷し安定性は損なわれたが、構造物の機能は当面可能
III	全体的に変形したが、構造物の安定性に大きく影響しない
II	部分的に変形・損傷したが、構造物の安定性に大きく影響しない
I	変形・損傷なし

表-2 ブロック積擁壁の調査結果

調査場所	北緯(°)	東経(°)	震度	構造	積方	高さ(m)	延長(m)	損傷ランク	変状形態
① 熊本市中央区	32.79	130.74	6強	練積	谷積	2m程度	40m程度	I	なし
② 南阿蘇村立野	32.88	130.97	6強	練積	谷積	5m程度	40m程度	IV～V	ひび割れ
③ 南阿蘇村立野	32.88	130.97	6強	練積	谷積	4m程度	15m程度	IV～V	ひび割れ
④ 南阿蘇村立野	32.88	130.97	6強	練積	谷積	3.5m程度	100m程度	III～IV	前傾、目地開口、ひび割れ
⑤ 南阿蘇村立野	32.88	130.96	6強	練積	谷積	4m程度	85m程度	II	ひび割れ
⑥ 南阿蘇村河陽	32.89	130.99	6強	練積	谷積	5m程度	150m程度	II	前傾、目地開口
⑦ 南阿蘇村河陽	32.89	131.00	6強	練積	谷積	4m程度	40m程度	V～VI	崩壊、前傾、ひび割れ
⑧ 南阿蘇村河陽	32.89	131.00	6強	練積	谷積	4m程度	50m程度	V～VI	ひび割れ
⑨ 南阿蘇村河陽	32.88	130.99	6強	練積	谷積	1.5m程度	35m程度	VI	前傾、目地開口
⑩ 益城町木山	32.79	130.80	7	練積	谷積	2m程度	50m程度	V～VI	前傾、ひび割れ
⑪ 益城町津守	32.81	130.86	7	練積	布積	3m程度	40m程度	V～VI	前傾、ひび割れ
⑫ 益城町寺迫	32.79	130.82	7	練積	布積	4m程度	50m程度	VI	崩壊、前傾、目地ずれ、ひび割れ、折損
⑬ 益城町寺迫	32.79	130.82	7	練積	谷積	4m程度	50m程度	V～VI	倒壊、前傾、ひび割れ
⑭ 益城町寺迫	32.79	130.82	7	練積	谷積	4m程度	40m程度	V～VI	前傾、目地開口
⑮ 益城町寺迫	32.79	130.82	7	練積	布積	3m程度	50m程度	VI	倒壊
⑯ 西原村河原	32.82	130.89	7	練積	布積	5m程度	40m程度	II	前傾、目地開口
⑰ 西原村河原	32.81	130.87	7	練積	谷積	5m程度	10m程度	II～III	ひび割れ

キーワード：ブロック積擁壁、地震、現地調査、模型実験、維持管理

連絡先：〒113-0033 東京都文京区本郷3丁目17番13号 TEL：03-5689-0491



写真-1 擁壁の倒壊



写真-2 目地部のずれ(折損)



写真-3 鋸状のひび割れ



写真-4 前傾と一部崩壊



写真-5 鉛直目地のずれ



写真-6 直線状のひび割れ

3. ブロック積擁壁に生じたひび割れの発生機構

本調査において、ブロック積擁壁に確認された崩壊や折損等の破壊は、ひび割れの発生による曲げ耐力及びせん断耐力の低下に起因していると考えられる。ひび割れの発生形態は、目地に沿ったひび割れとブロック本体に発生したものが見られた。地震動の作用によってブロック積擁壁には正負の曲げモーメントが作用する。この状態を再現した模型供試体による曲げ実験により、これらのひび割れの発生機構を推定する。練積構造を想定した供試体寸法は、60cm×40cm×7cm(縮尺 1/5)である。荷重は、支間長を 45cm として、中央 2 点で載荷した(図-1)。実験は、ブロック表面に引張応力が作用(Case1)とブロック背面に引張応力が作用(Case2)の 2 ケースである。

実験結果により、両ケースとも脆性的に破壊に至り、ブロック表面の破壊形態は Case1 と Case2 では異なることが確認できた。Case1 は、ブロックの目地に沿って破壊(破壊荷重 $F_{ave}=5.8kN$)した。Case2 では、ブロック本体に直線状のひび割れが発生し破壊(同 $F_{ave}=6.7kN$)した。Case1 は引張縁のブロック同士の接触面が断面剛性に寄与しないため、ブロック目地の開口を伴い破壊し、Case2 はブロックの背面(引張面)に生じたひび割れがブロック表面まで進展して、直線的な破断面を呈し破壊したと思われる。以上から、ブロック積擁壁に見られたひび割れの発生形態の違いは、図-2 に示す応力状態の相違によるものであり、目地に沿ったひび割れは表面のみ、あるいは貫通の可能性もあるが、ブロック本体に発生した直線状のひび割れは、貫通ひび割れと推定される。

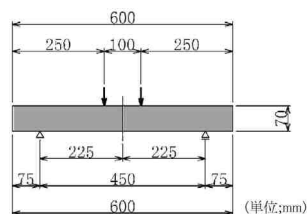


図-1 載荷方法



写真-7 Case1 の破壊形態



写真-8 Case2 の破壊形態

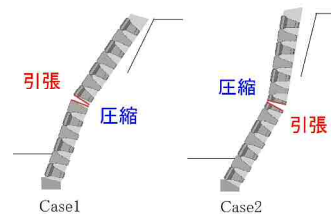


図-2 ひび割れ発生機構

4. まとめ

- ① 熊本地震の現地調査によると、ブロック積擁壁の変状には、倒壊、崩壊、前傾、折損、水平・鉛直目地のずれ、ひび割れ等が確認され、構築年度が古い擁壁に多くの変状がみられた。また、布積構造と谷積構造には、同様な変状が生じており、被災規模と構造の相関性は認められなかった。
- ② 模型実験によると、ひび割れの発生形態は、ブロック表面の応力状態に依存することが確認された。また、ブロック本体に発生した直線状のひび割れは、貫通ひび割れの可能性が高く、重要度や周辺環境等に応じて適切な措置(補修・補強、経過観察等)が必要である。

参考文献: 1)熊本地震により被災したブロック積擁壁の調査報告書、(公社)全国土木コンクリートブロック協会、2016.12、
2)多数アンカー式補強土壁工法設計・施工マニュアル、(一材)土木研究センター、p.375