

ブロック積壁の健全度評価手法構築のための模型実験

鉄道総合技術研究所 正会員 ○田中 祐二 正会員 大村 寛和 正会員 阿部 慶太
正会員 真井 哲生 正会員 篠田 昌弘

1. はじめに

近年、鉄道の安全・安定輸送およびライフサイクルコストの観点から構造物の健全度を定量的に把握し、必要に応じて適切な措置（対策工等）を行うことが求められている。鉄道構造物のうち橋脚については衝撃振動試験¹⁾等の定量的な健全度評価手法が確立されているが、土留め擁壁等の抗土圧構造物については目視により健全度を判定しているのが実情であり、定量的な健全度評価手法の構築が求められている。一方、土留め擁壁の現状を把握する目的で構造物管理支援システム²⁾を用い鉄道における土留め擁壁の実態調査を行った(表1)。その結果、石積・ブロック積壁の割合が非常に高い結果となった。また、変状の発生している割合は11.3%となり、その他の構造形式に比べ高いことが分かった。図1は石積・ブロック積壁における変状の種類である。目地切れの他、沈下・傾斜、はらみ出し等の安定に係わる変状が数多く発生していることがわかる。そこで、本検討では石積・ブロック積壁の安定に係わる定量的な健全度評価手法の構築を目的に、せん断土槽を用いた模型載荷実験を行い、変状と振動特性の関係を検討した。

2. ブロック積壁の模型実験

ブロック積壁の変状と健全度の関係を定量的に把握するため、せん断土槽を用いた載荷実験を行った。図2は模型の一般図である。地盤材料には6号硅砂を用い、支持地盤を相対密度90%で締固めた後、ブロックを積み上げながら相対密度80%で背面地盤を構築した。ブロックは谷積みとし、ブロック同士は熱可塑性の接着剤で点付けにて施工を行った。模型前面には変位計を5つ設置し、背面土圧と地盤反力を測定するため背面と底面にそれぞれロードセルを設置した。図3に模型実験におけるせん断土槽の載荷ステップを示す。せん断土槽により模型背面から強制変位を与え、各載荷ステップ終了後に模型天端に設置した小型起振器によりスイープ振

表1 実態調査結果一覧

構造形式	箇所数			変状の内訳(箇所) [※]							
	総数 (箇所)	変状あり (箇所)	変状の 割合(%)	ひび割れ 目地切れ	浮き 剥落	沈下	傾斜 食い違い	はらみ出し	石・ブロック 欠損	漏水 湧水	隙間
石積・ブロック積壁	6,106	690	11.3	400	-	262	262	265	16	10	19
もたれ壁	688	22	3.2	15	8	-	2	-	-	-	-
重力式擁壁	629	38	6.0	36	1	3	3	-	-	-	-
片持ち式擁壁	413	21	5.1	19	3	2	2	1	-	-	-
控え壁式擁壁	8	0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-
U型擁壁	145	6	4.1	4	2	-	-	-	-	-	-
計	7,989	777	9.7	474	14	267	269	266	16	10	19

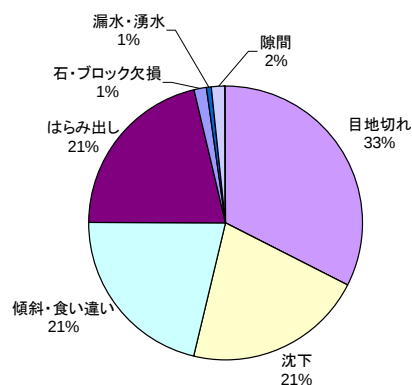


図1 変状の種類

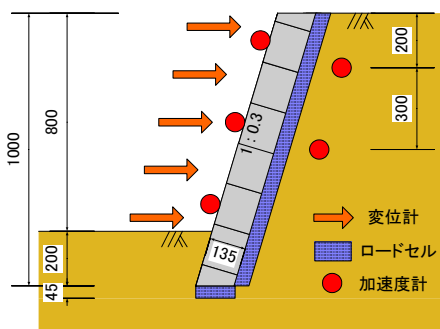


図2 模型一般図

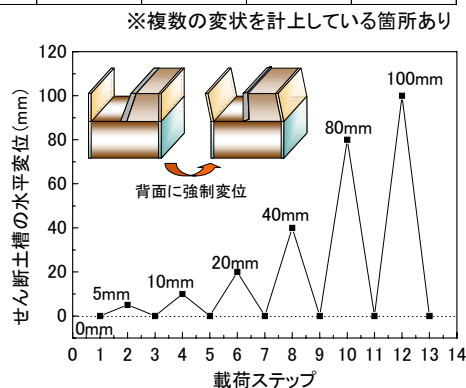


図3 載荷ステップ

キーワード ブロック積壁, 実態調査, 固有振動数, スペクトル面積

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 公益財団法人 鉄道総合技術研究所 TEL 042-573-7261

動試験³⁾を行い、振動特性の把握を行った。

3. 実験結果と考察

図4に初期状態、40mm 載荷時、100mm 載荷時の伝達関数(振幅・位相)を示す。伝達関数(振幅)においてピークが卓越し、伝達関数(位相)において90度を示す点で共振となる。従って、初期状態の固有振動数は39.5Hzであり、40mm 載荷時では28.1Hz、100mm 載荷時には16.9Hzであることが分かる。過去の検討⁴⁾において、高さが同程度のL型擁壁単体の固有振動数は17Hzであった。そのため、100mm 載荷時の固有振動数である16.9Hzは壁体の固有振動数であると推定される。図5は各載荷ステップの固有振動数である。載荷時、除荷時ともに変位の進行に伴い、固有振動数が低下する結果となった。図6は固有振動数と塑性率の関係である。今回の模型実験では地盤反力を測定するため模型の底面にロードセルを5つ設置している。塑性率の算定においては、背面(かかと)側のロードセルが浮き上がった時点の回転角を基準とし、各ステップの塑性率を求めた。図6より塑性率が大きくなるに従って固有振動数が低下するという結果となった。また、実際の現場では今回の模型実験のように境界条件が単純ではなく、振動モードが複雑なため固有振動数が特定できない場合が多い。そこで振動モードの特定を行わなくても、フーリエスペクトルまたは伝達関数の卓越振動数と振幅値から健全度を定量的に評価する手法としてスペクトル面積法について検討を行った。変状が進行するとスペクトルの形状が低振動数領域に推移するため、ある閾値以下のスペクトル面積が大きくなる。図7は本模型実験における5Hz~40Hzのスペクトル面積と塑性率の関係である。スペクトル面積の増加に伴い、塑性率が大きくなり、あるスペクトル面積(5程度)を超過すると塑性率が急激に増大する結果が得られた。今後は、スペクトル面積を求めるための適切な閾値を検討する必要がある。

4. まとめ

(1) 構造物管理支援システムを用いた土留め擁壁の実態調査を行った結果、石積・ブロック積壁の割合が高く、その他の構造形式に比べ変状の発生している割合が高いことが分かった。

(2) セン断土槽を用いた模型実験結果から、ブロック積壁の変状が進行するに伴い、固有振動数が低下することが分かった。また、固有振動数と塑性率に相関があることが分かった。

(3) セン断土槽を用いた模型実験結果から、ブロック積壁の変状が進行するに伴い、スペクトル面積が大きくなることが分かった。また、スペクトル面積と塑性率に相関があることが分かった。

参考文献 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等維持管理標準・同解説(構造物編)基礎構造物・抗土圧構造物，丸善，2007 2) 菊池誠：構造物管理支援システム，RRR，2010.7. 3) 篠田昌弘，大村寛和，田中祐二，阿部慶太他：小型起振器を用いた鉄道河川橋脚の健全度診断法，第55回地盤工学シンポジウム論文集，4) 篠田昌弘，大村寛和，羽矢洋：L型擁壁と剛な壁を有する補強土擁壁の健全度診断法の開発，ジオシンセティックス論文集，Vol.23. pp187-194.

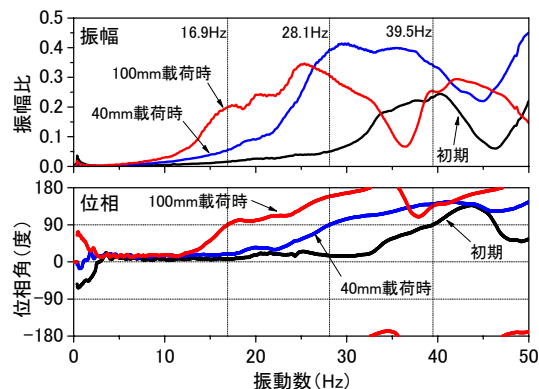


図4 伝達関数

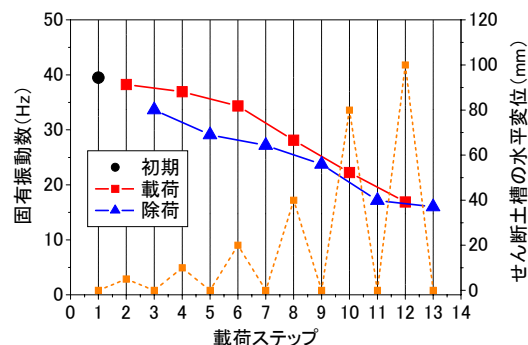


図5 各載荷ステップの固有振動数

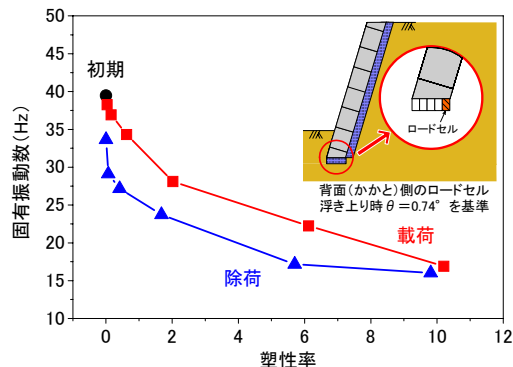


図6 固有振動数と塑性率

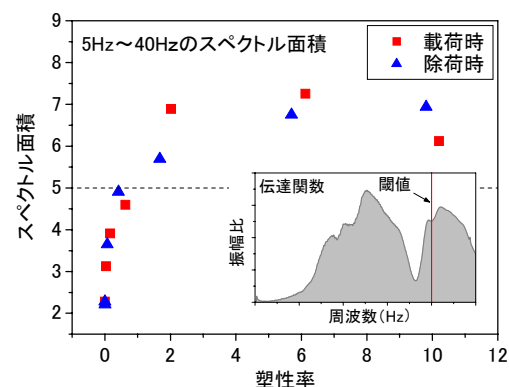


図7 スペクトル面積と塑性率