

もたれ式擁壁の模型振動実験

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

1. はじめに

鉄道土木構造物の維持管理において構造物に変状が生じる場合、初期段階のわずかな変状を検知することが重要であり、さらに、検知できた場合には継続的な監視やその変状が進行しないように事前に対策を講じることが非常に重要となる。しかし、鉄道土木構造物のうち、橋梁下部構造物やラーメン高架橋などは確立した定量的な健全度診断方法があるが、土留め擁壁や橋台などの抗土圧構造物に関しては、定量的な健全度診断方法が確立していない¹⁾。

本研究では、土留め擁壁の定量的な健全度診断方法の開発を目的に、代表的な既設土留め擁壁の一つであるもたれ式擁壁を対象に模型実験を実施し、もたれ式擁壁の健全度と固有振動数の関係を明らかにした。模型実験における固有振動数の測定では、実務的な固有振動数の測定方法の開発のため、小型起振器を用いた固有振動数の計測を実施した。

2. 土留め擁壁の変状

土留め擁壁の変状は、劣化に係わる変状と安定に係わる変状に分類できる。図1に土留め擁壁の主な変状例を示す。劣化に係わる変状には、コンクリート壁面のひび割れ、剥離・剥落等が挙げられる。安定に係わる変状には、天端の食い違い、打継ぎ目ずれ、コンクリート壁面のひび割れ、排水孔の機能低下等が挙げられる。土留め擁壁の変状は目視によってある程度確認できるものの、変状の度合いを定量的に把握することが困難である。このことから実務的な健全度診断方法の開発が望まれている。

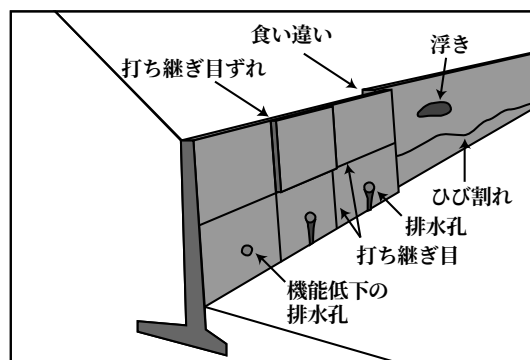


図1 土留め擁壁の主な変状例

3. 小型起振器試験法

小型起振器試験法²⁾は、構造物を小型起振器により強制加振することにより、構造物の固有振動数を計測する手法である。小型起振器を土留め擁壁天端に設置した際の状況を図2に示す。

今回の模型実験で用いた小型起振器は、表1に示す性能を有し、加振は振動数を時間的に変化させたスイープ加振とした。このスイープ加振により得られた測定結果を周波数解析することにより構造物の固有振動数が得られる。



図2 土留め壁天端における設置状況

4. もたれ式擁壁の模型実験

もたれ式擁壁の健全度と固有振動数の関係を把握するために、模型実験を実施した。もたれ式擁壁に変状を発生させるために、せん断土槽を用いてもたれ式擁壁背面から土圧を作用させ、健全度の推移に応じて固有振動数の計測を実施した。本実験で用いた载荷装置を図3に示す。この载荷装置は、反力フレーム、せん断土槽、油圧ジャッキから構成されている。せん断土槽には3つの水平方向の油圧ジャッキが設置されており、せん断土槽内の土をせん断することができる。実際の载荷には、せん断土槽に設置してある3枚の载荷板のうち、一番下の载荷は固定とし、中間、上段の载荷板によりせん断

表1 小型起振器の性能

最大加振力(N)	98
最大変位(mm)	80
最大速度(cm/s)	100
最大加速度(m/s ²)	14.4
周波数範囲(Hz)	0.1-200
電源	AC100V
総質量(kg)	6.5
寸法(mm)	
長さ	250
幅	140
高さ	84

キーワード もたれ式擁壁、固有振動数、小型起振器

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 基礎・土構造 TEL042-573-7261

力を作用させた。実験ケースを表2に示す。表2中の水平変位とは、中段ジャッキの水平変位量を指す。载荷パターンとしては、所定の水平変位までせん断土槽による载荷を行った後、小型起振器試験により固有振動数の特定を行う。次に、せん断土槽の水平変位を初期状態に戻し、再度、小型起振器試験により固有振動数の特定を行う。これを所定の水平変位まで繰り返すことで、もたれ式擁壁模型に作用する土圧や底面支持力と固有振動数との関係を把握できる。

図4にケース1、図5にケース11のもたれ式擁壁のフーリエ振幅スペクトルを示す。また、図6に载荷時と除荷時における固有振動数ともたれ式擁壁の回転角の関係を示す。ケース1（初期状態）における固有振動数は、41Hz付近であるのに対して、ケース11においては、30Hz付近となった。なお、固有振動数の特定は、計測器が加速度計であることから、別途算定した位相スペクトルにおいて、位相角が90度もしくは-90度になった振動数とした。上記の固有振動数の低下の理由として、载荷と除荷に伴い、背面土のゆるみや、基礎地盤の降伏が起こり、固有振動数が下がったものと考えられる。また、図6から载荷時・除荷時ともに、回転角が大きくなる（不健全性が増加する）につれ、固有振動数が低下し、基礎地盤の降伏と固有振動数の間に相関があることが分かった。

5. まとめと今後の課題

実務的で定量的な土留め擁壁の健全度診断法の開発を目的に、小型起振器試験法を開発した。開発した小型起振器試験法の妥当性を検証するために、もたれ式擁壁模型に対して小型起振器試験を実施し、もたれ式擁壁模型の健全度と固有振動数の関係について検討を実施した。模型試験結果から、もたれ式擁壁の固有振動数は健全度が低下するにつれ、低下することがわかった。

今後は、開発した小型起振器試験法を既設土留め擁壁に対して適用し、妥当性をさらに検証していく予定である。

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。
2) 田中祐二，大村寛和，篠田昌弘：もたれ式擁壁の健全度診断方法の開発，第54回地盤工学シンポジウム平成21年度論文集，pp. 463-470。

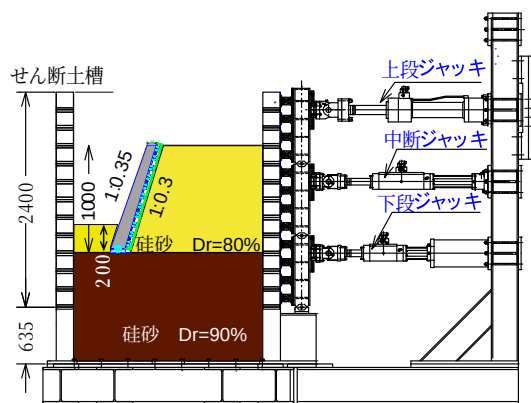


図3 载荷装置ともたれ式擁壁模型(mm)

表2 実験ケース

ケース	水平変位(mm)
1	0
2	5
3	0
4	10
5	0
6	20
7	0
8	40
9	0
10	80
11	0

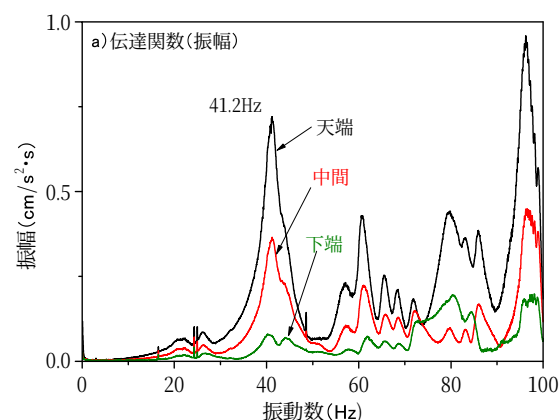


図4 ケース1（初期状態）の伝達関数

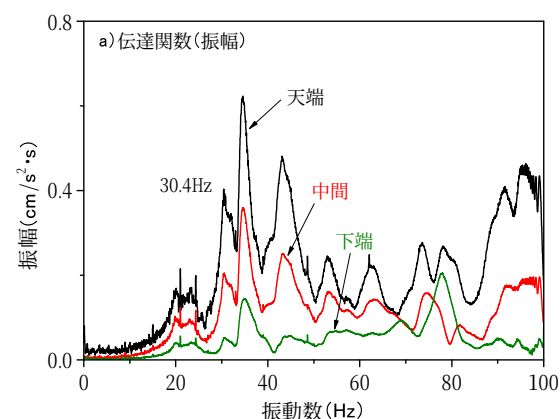


図5 ケース11の伝達関数

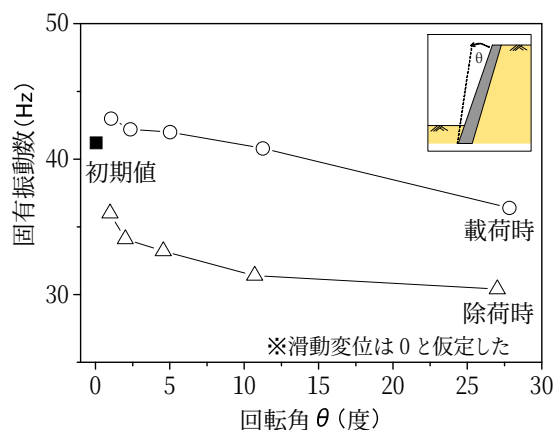


図6 固有振動数と回転角の関係