

石積壁の地震時安定性の簡易評価手法

鉄道総研○(正)太田直之 (フェロー)杉山友康 (正)布川 修

国土館大学 (フェロー)岡田勝也

大林組 (正)山田祐樹 (正)山本 彰 (正)鳥井原誠

1. はじめに

筆者らは、模型石積壁を用いた振動台実験で明らかにした石積壁の地震時変形メカニズム¹⁾を基にして、石積壁の挙動を再現するための簡易な解析モデルを作成し、提案する解析手法の実物石積壁への適用性を検証してきた²⁾。本報告では、この解析モデルを用いた石積壁の地震時安定性の簡易評価手法について述べる。

2. 解析方法の概要

提案する石積壁の解析モデルは、図-1に示すような梁およびばね要素で構成した単純な2次元モデルである。既報²⁾では、この解析モデルを用いた静的解析によって、正弦波が入力された場合に石積壁に生じる累積変形量を再現できることを述べた。一方、実際の設計では地震波を対象とするため、不規則波を用いた計算を行わなければならない。そこで、不規則波に対しても、正弦波を用いた解析と同様の方法で地震波を入力した。すなわち、設計用地震動から図-2(a)の加速度①～④のようにピーク毎の加速度を求めて、この加速度と間知石の質量から慣性力を算定し、図-2(b)のように石積壁に作用させた。このとき、慣性力①に対する変位を算定しこの変位を初期値として慣性力②を作用させて残留変位を算定した。このような静的な計算を繰り返して、逐次求めた変位を累積した。ここで、石積壁の固有値を大幅に超える高周波については、実際には石積壁の挙動に影響を及ぼさないものと考えられるが、ここでは設計用地震動に含まれる全てのピーク値を外力として入力した。

3. 解析結果の一例

上述の解析方法を用いて、石積壁に L2 地震動スペクトルⅡ適合波が作用した場合の残留変位を算定した。解析対象とした石積壁は、高さ 15m、勾配 1:0.1, 1:0.2, 1:0.3, 1:0.4 の4種類であり、堅剛な基礎地盤上に構築された空積みによる石積壁である。

解析結果を図-3に示す。勾配 1:0.1 および 1:0.2 の石積壁には 1m 以上の変位が現れており、現実には崩壊状態にあるといえる。

キーワード 石積壁, 地震, 解析, 設計法

連絡先

〒185-8540 東京都国分寺市光町 42-8-38 TEL 042-573-7263

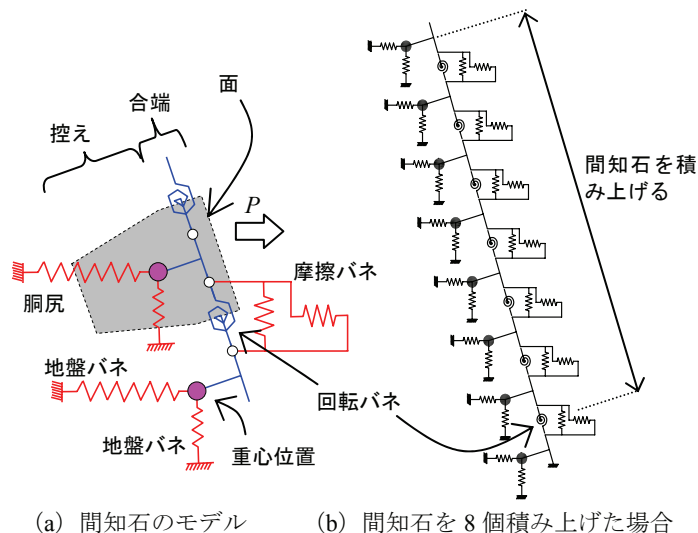


図-1 提案する石積壁の解析モデル

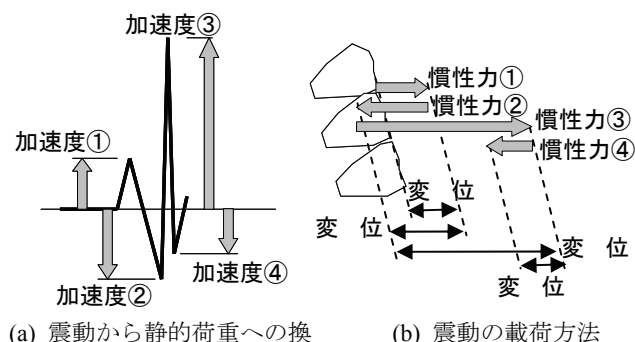


図-2 地震動の入力方法

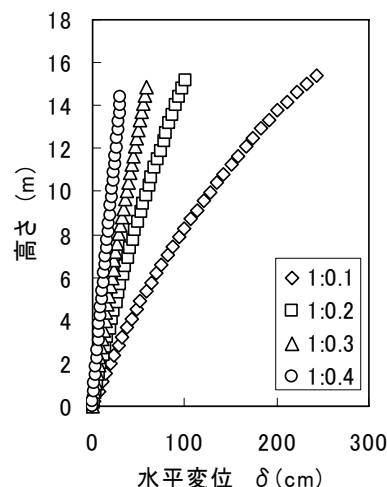


図-3 実物石積壁の挙動解析結果 (L2 スペクトルⅡ地震動の場合)

勾配 1:0.3 の石積壁の最大変位は 58cm であり、壁面は 1:0.26 と急勾配化している。また勾配 1:0.4 の石積壁の最大変位は 31cm であり、勾配は 1:0.38 と若干急勾配化する程度である。

4. 評価方法

安定度の評価指標としては、間知石の最大水平変位が考えられる。しかし、様々な高さの石積壁について一定基準での安定度評価を想定すると、最大水平変位を指標とした場合には壁高が低い石積壁の安定度を過大に評価してしまうと考えられる。そこで、高さによらず石積壁の全体的な残留変位から安定度を評価する指標として、壁面の変状によって生じる断面積の増加量を適用することとした。

堅固な基礎地盤上に構築された石積壁の場合、変位が生じ始める段階の石積壁は、下端を回転の中心とした転倒モードの変形を示す¹⁾。このとき変形前後の石積壁断面の様子を示すと図-4 のようになり、網掛け部分の変状面積 ΔA を変形前後の差異、すなわち変状量と捉えることができる。ここで、変状面積を安定性の評価基準とする場合、石積壁の具体的な損傷度と変状面積との関係を考慮しなければならない。そこで、石積壁の変状面積 ΔA から図-5 のように裏グリ石の沈下量 S を求めて、これを石積壁の変状程度を示す指標として用いることとした。裏グリ石が沈下することで間知石は裏グリ石による拘束を失い、壁体は不安定化すると考えられ、間知石の大きさと裏グリ石の沈下量との関係から安定度を照査することが可能になると考えた。

石積壁の高さと勾配をパラメータとし、提案する解析方法を用いたケーススタディを行い、解析結果から求めた変状面積を基にして各ケースにおける沈下量を算定し図-6 のようなノモグラムを作成した。設計用地震動としては、L2 地震動スペクトルⅡ適合波を用いている。このノモグラムによれば、1:0.3 の勾配で高さ 3m の石積壁の場合、裏グリ石の沈下は 100mm 以下と算定されるが、同じ勾配でも 6m の石積壁では裏グリ石は 500mm 以上沈下することがわかる。間知石 1 個の高さ(面の対角線の長さ)は約 420mm である³⁾ことから、勾配 1:0.3、高さ 3m の石積壁の場合、最上段の間知石は地震後も裏グリ石に支持されるが、高さ 6m の石積壁の場合には、最上段の間知石は裏グリ石の拘束が無くなることを意味している。

5. おわりに

上述のノモグラムを用いることで、地震による石積壁の変形量の概略値を求めることができ、要求性能を考慮した、石積壁の簡易的な安定度評価が可能になると考える。同様のノモグラムを入力地震動の種類に応じて作成し、これらを取りまとめて石積壁の地震時安定度評価手法を提案する予定である。

【参考文献】

- 1) 太田直之, 杉山友康, 岡田勝也, 鳥井原誠, 山本彰, 山田祐樹: 間知石による石積壁の地震時変形メカニズムに関する実験的研究, 土木学会論文誌 Vol.62, No.2, 2006.
- 2) 太田直之, 杉山友康, 布川 修, 岡田勝也, 鳥井原誠, 山本彰, 山田祐樹: 石積壁の地震時挙動解析に用いる簡易モデルの検討, 第 62 回土木学会年次学術講演会講演概要集, 2007.
- 3) 太田直之, 杉山友康, 村石尚, 斎藤善樹: 鉄道沿線の石積壁の実態調査, 鉄道総研報告, Vol.17, No.8, pp. 49-52, 2003.

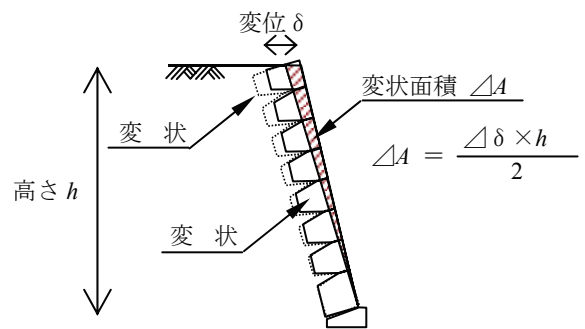


図-4 変状面積の定義

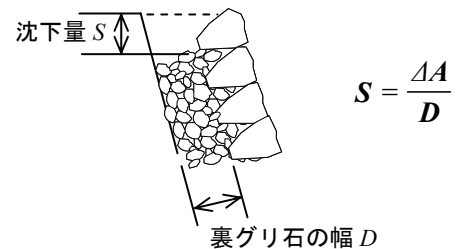


図-5 裏グリ石の沈下量

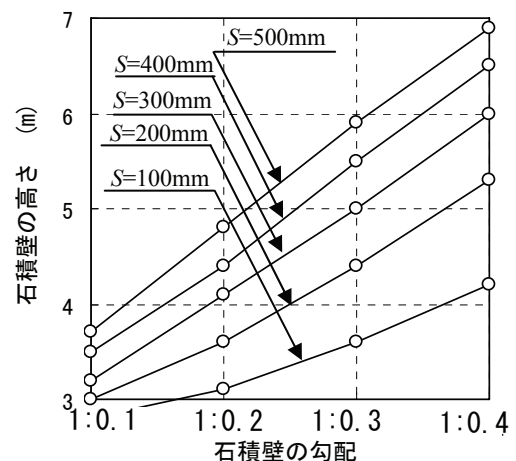


図-6 安定度評価ノモグラム
(L2 地震動スペクトルⅡの場合)