

## 重力式擁壁模型の水平加振実験を対象とした地震時滑動・転倒変位量の簡易計算

東京大学 正会員 ○古関 潤一  
特許庁 加藤 範久

鉄道総合技術研究所 正会員 渡辺健治, 舘山勝

### 1. はじめに

重力式擁壁模型の水平加振実験結果に基づいて、背面地盤にすべり面が発生する前は支持地盤のせん断変形によって擁壁が変位し、すべり面発生後は擁壁底部と支持地盤の間での滑りによって擁壁が変位していると考えて、擁壁変位を簡易的に計算する手法を提案した<sup>1)</sup>。ここでは、支持地盤条件と加振条件が異なる実験に提案手法を適用し、実測値と比較した結果を報告する。

### 2. 計算手法の概要

以下の手順で計算を行った。計算条件の詳細については文献<sup>2)</sup>を参照されたい。

(1) 支持地盤の繰返し変形特性を実験結果に基づいて設定する。これに累積損傷度理論を適用して支持地盤に累積するせん断ひずみを算定し、その上の擁壁の水平変位を求める。その際に初期载荷によって生じるせん断ひずみも別途算定して考慮する。

(2) 上記と同様な手法で支持地盤の変形に起因する擁壁の傾斜角を求め、これらに基づいて算定される背面地盤のせん断ひずみが限界値に到達した時点ですべり面が生じると判定する。

(3) すべり面が生じた後は、安定解析にニューマーク法を適用して擁壁の滑動・転倒計算を行う。

### 3. 実験の概要とステップ加振時を対象とした比較

実物の擁壁の約1/10の縮尺比で高さ53cm、奥行き60cmの重力式擁壁模型を作成し、厚さ5cmの水平地盤上に設置した場合と、最大厚さ50cmで、擁壁つま先より前を3cm

あけて勾配1/2の斜面にした地盤上に設置した場合（図-1参照）の2種類について、周波数5Hzの正弦波20波を加振波形として、加速度振幅を約50galずつ増加させるステップ加振を行った<sup>3)</sup>。また、図-1aと同様な水平地盤でその厚さが20cmの場合について、不規則な加振波形（図-3a参照）の最大加速度振幅 $a_{max}$ を約100galずつ増加させるステップ加振を行った<sup>4)</sup>。支持地盤と擁壁背面の裏込め地盤は、相対密度90%の気乾豊浦砂である。

以上の3種類のステップ加振実験を対象とした擁壁変位量の実測値と計算値の比較を図-2に示す。いずれの場合も、提案手法により実測値を良好に再現することができた。また、背面地盤にすべり面が発生したタイミングも、表-1に示すように計算値が実測値と比較的よく一致した。

### 4. 大振幅不規則波加振時を対象とした比較

厚さ20cmの水平地盤上に擁壁を設置して、最初から大振幅（ $a_{max}=980gal$ ）の不規則波加振を行った場合<sup>5)</sup>の擁壁変位量の実測値と計算値の比較を図-3,4に示す。図-3より、擁壁滑動量の計算値は実測値とほぼ整合した。

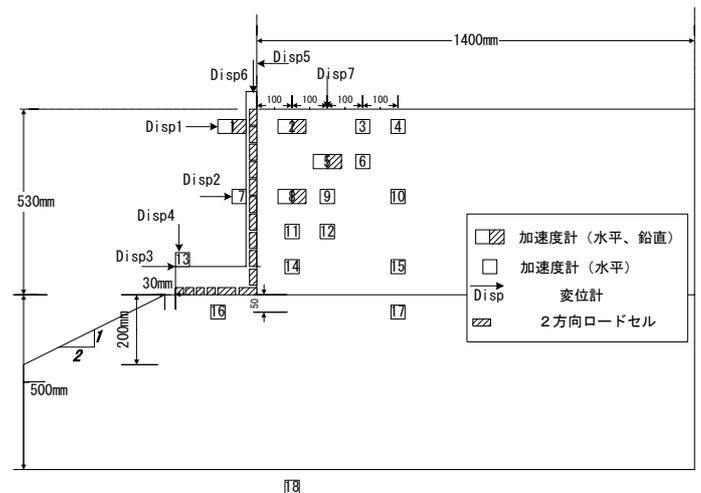


図-1 検討対象とした実験模型の例（斜面上に設置した場合）

表-1 ステップ加振時のすべり面発生タイミングの比較

支持地盤と加振波形の条件	実測値	計算値
厚さ5cm(水平), 正弦波	350gal レベル加振時の第3波	350gal レベル加振時の第12波
厚さ50cm(斜面), 正弦波	200gal レベル加振時の第2波	250gal レベル加振時の第10波
厚さ20cm(水平), 不規則波	500gal レベル加振時の第5波	500gal レベル加振時の第5波

キーワード 重力式擁壁, 耐震設計, 地震時変位量, ニューマーク法, 累積損傷度理論

連絡先 〒153-8505 目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 (Tel. 03-5452-6421, Fax. 03-5452-6423)

一方、転倒角度については、ニューマーク法で用いる限界モーメント  $M_{thres}$  をステップ加振時と同一の値として設定した結果を図-4に計算値1として示すが、実測値を大きく上回った。

このような転倒角度に関する不整合の理由として、ステップ加振では擁壁のロッキング振動の

影響で支持地盤の上面が徐々に凸状に変形していったと考えられるのに対して、

最初から大振幅で加振した場合にはこのような支持地盤の変形がなかったために、実際の  $M_{thres}$  がステップ加振の場合よりも大きかった可能性が考えられる。

そこで、 $M_{thres}$  の設定値を試行的に変えた計算結果を図-4に計算値2および3として示す。計算値3は、地盤反力の作用位置が常に擁壁のつま先位置にあり、擁壁

の自重だけがモーメントに対して抵抗すると仮定した極端な設定であるが、それでも実測値よりも大きかった。この点について今後も検討を続ける必要がある。

5. まとめ

提案手法による計算結果は、重力式擁壁モデルのステップ加振時の結果を良好に再現することができた。ただし、最初から大振幅の不規則波加振を行った場合の転倒角度については計算値と実測値の間に不整合が生じた。なお、補強土擁壁を対象に同様な手法を適用した計算を行い、実測値と比較した結果を文献6)で報告している。

参考文献

- 1) 加藤ら：重力式擁壁の地震時滑動・転倒変位量の簡易計算手法，第38回地盤工学研究発表会，2003.
- 2) 古関ら：支持地盤のせん断変形と背面地盤におけるすべり面発生を考慮した擁壁の地震時変位計算，港湾・臨海部都市機能の耐震性向上に関するシンポジウム発表論文集，地盤工学会，2003.
- 3) 加藤ら：擁壁変位モードに及ぼす支持地盤の影響，第37回地盤工学研究発表会，2002.
- 4) 渡辺ら：擁壁モデルの振動・傾斜実験による滑り面角度と物部岡部式の比較，第34回地盤工学研究発表会，1999.
- 5) 渡辺ら：裏込め地盤の応答加速度を考慮した地震時擁壁土圧に関する模型振動実験，第11回日本地震工学シンポジウム，2002.
- 6) 古関ら：補強土擁壁と重力式擁壁の地震時変位量の簡易計算手法，ジオシンセティックス論文集，18巻，IGS日本支部，2003.

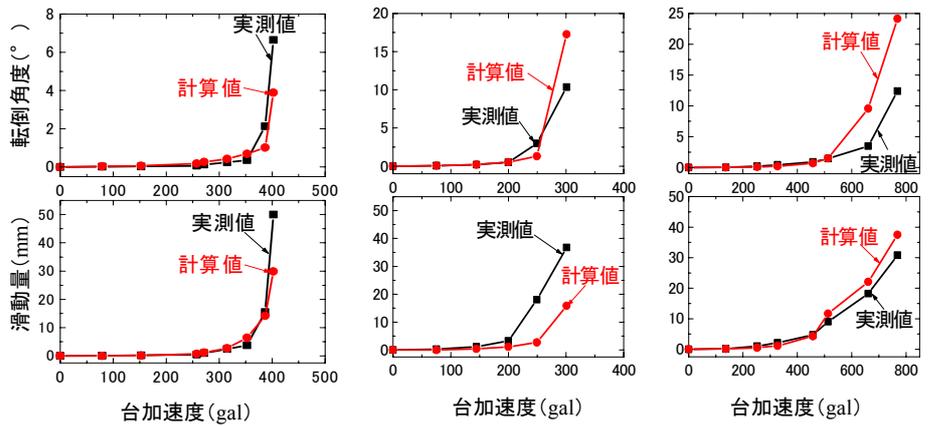


図-2 ステップ加振時の擁壁変位量の実測値と計算値の比較 a) 支持層厚さ5cm(水平)正弦波; b) 支持層厚さ50cm(斜面)正弦波; c) 支持層厚さ20cm(水平)不規則波

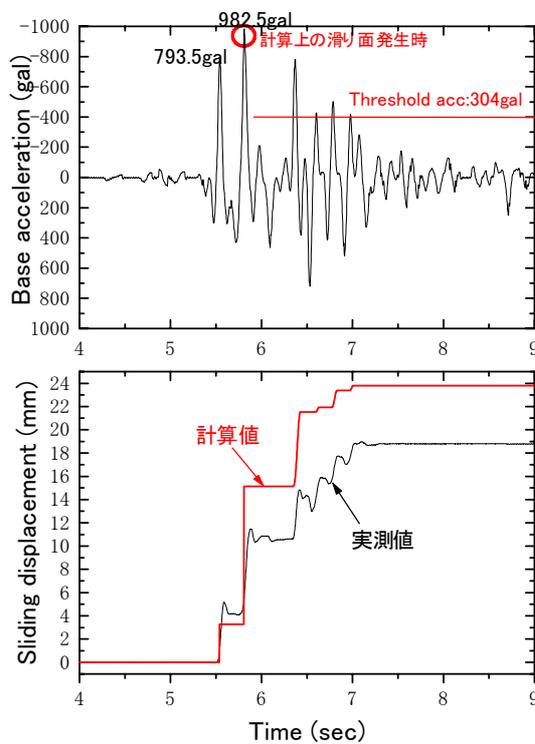


図-3 大振幅不規則波加振時の滑動量の比較

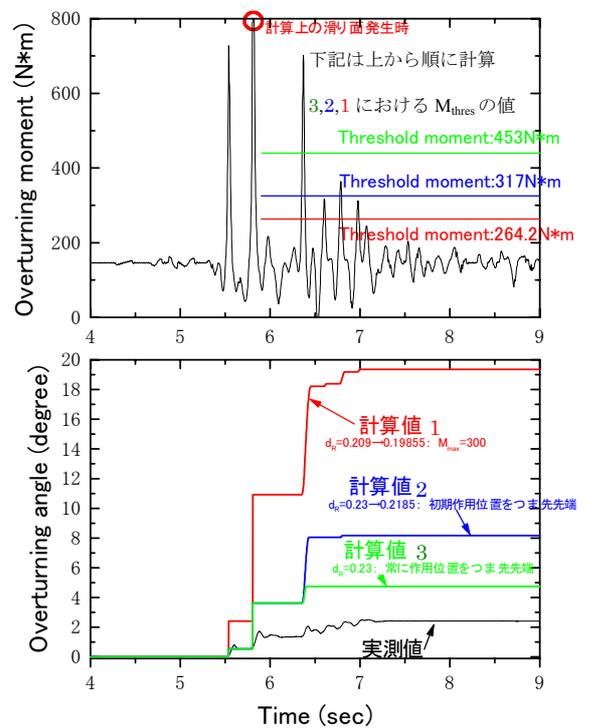


図-4 大振幅不規則波加振時の転倒角度の比較