

地震時の有限斜面のクラックを考慮した運動に関する実験的研究

鳥取大学工学部 正会員 榎 明潔
鳥取大学工学部 学生会員 ○富永 誠

1. はじめに

地震による斜面崩壊の原因は、地震によって発生する慣性力が土塊に作用するためであると考えられる。地震による斜面崩壊では、地盤が大きく崩壊した箇所だけでなく、その周辺にもテンションクラックと呼ばれる亀裂が生じる。そこで、本研究では地震時の有限斜面にテンションクラックがどのような条件で発生するか、またテンションクラックが存在する場合としない場合で応答加速度にどのような影響が出るかに着目し、地震時の斜面崩壊を解明していく。

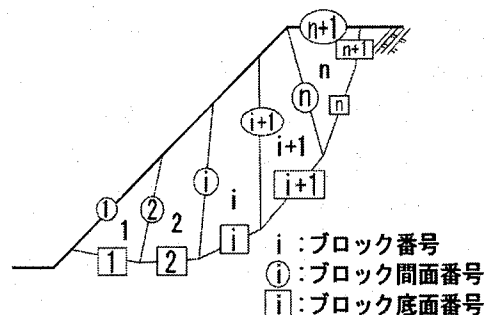
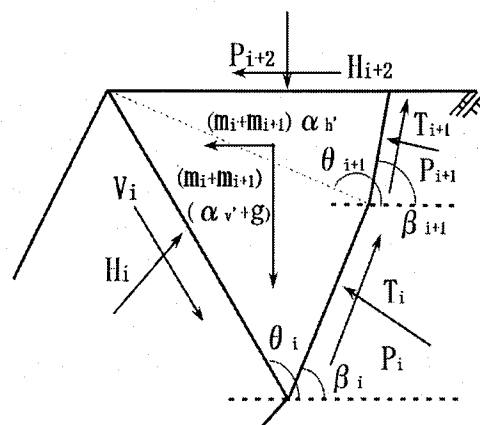


図.1 すべり面で囲まれるブロック

2. 地震時の有限斜面の解析方法

榎らによって考案された静的な塑性問題を解析するための GLEM（一般化された極限平衡法）に、加速度の連続条件とダランベールの原理を用いることにより、動的な塑性問題を解析できる GLEM を用いる。

クラックが存在する場合は、図.1 に示す第 n ブロック（最終ブロック）にテンションクラックが存在すると考え、最終ブロックに関しては、図.2 に示すブロックについて定式化を行い解析する。

図.2 第 n ブロックにかかる力

3. 見かけの粘着力の算出方法

本研究では見かけの粘着力を求めるために、図.3 に示すような主動土圧問題を考え実験を行った。実験試料の飽和度を変化させることにより、テンションクラック深さから見かけの粘着力を求めた。

$$z_c = \frac{(1 + \sin \phi) \sigma_t}{(1 - \sin \phi) \gamma} + \frac{2 \cos \phi}{(1 - \sin \phi) \gamma} c$$

4. 実験方法及び実験条件

実験装置の概略は図.4 に示す。実験試料には豊浦標準砂を用いた。実験の条件を表 1 に示す。加速度計を用いることで、基盤（破壊しない地盤）とすべり土塊（破壊する地盤）の加速度を測定し、さらにテンションクラックの深さも測定する。

表.1 実験条件

飽和度 (%)	粘着力 (N/m ²)	斜面傾斜角 (°)	内部摩擦角 (°)
6.6	424.1	45.0	36.6
9.9	499.8	45.0	36.6
13.2	539.0	45.0	36.6

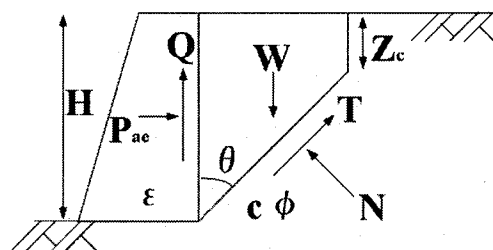
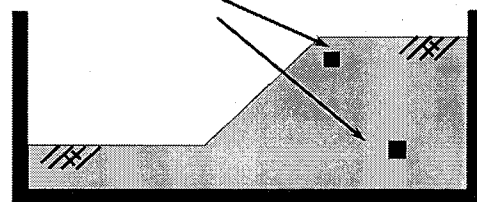
図.3 主動土圧擁壁モデル
加速度計

図.4 実験装置概略図

5. 数値解析による解析

本研究では、GLEM を用いたプログラムに、入力値として基盤の加速度の時刻暦、強度定数、幾何条件を入力し、数値解析的に計算させることにより、テンションクラックが発生する場合にはすべり出し加速度とテンションクラック深さを、テンションクラックが発生しない場合にはすべり出し加速度のみを出力させ解析を行っている。図.5 を見比べてわかるように、飽和度が低い方が粘着力は小さく、さらにすべり出し加速度も粘着力が低い方が小さくなる。これは、地盤の強度が粘着力の増加と共に強くなっているからだと考えられる。また図.6 に示す粘着力とテンションクラック深さの関係については、粘着力がテンションクラック深さに大きく依存しているため、粘着力の上昇と共にテンションクラックの深さが深くなっていると考えられる。

6. 実験結果と解析値との比較考察

実験結果を図.5 に示した。すべり出し加速度は実験①で約 170gal、実験②で約 600gal、実験③で約 650gal となった。解析結果は実験①で 544gal、実験②で 617gal、実験③で 657gal となった。両結果共に粘着力が低い方がすべり出し加速度は小さくなっている。また、図 6 の結果から、粘着力の上昇と共にテンションクラックの深さは深くなっており、両者は定性的に一致していた。

7. まとめ

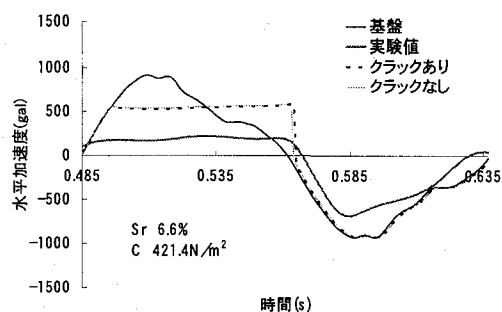
粘着力の増加に伴いテンションクラック深さが深くなっていくことが確認できた。テンションクラックが存在する場合、すべり出し加速度に対するテンションクラックの影響は、存在しない場合に比べ、すべり出しは早く発生する。つまり、テンションクラックの存在により崩壊が早く発生することがわかった。

8. 課題

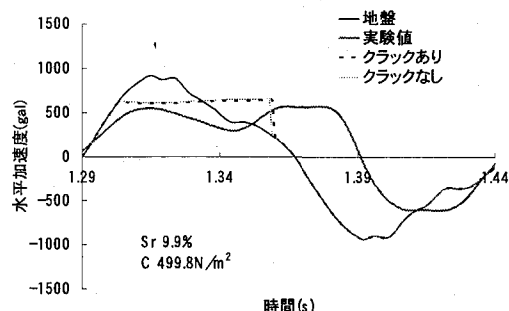
本研究では、テンションクラックに大きな影響をもつ、見かけの粘着力の決定を擁壁モデルを用いて算出したが、その決定方法はクラック深さから逆算して算定するものであり、より改良が必要である。また、本研究ではテンションクラックが斜面最上部の平坦部にのみ発生すると仮定して解析を行ったが、斜面部にも発生する場合の解析は行っておらず今後の課題である。

参考文献

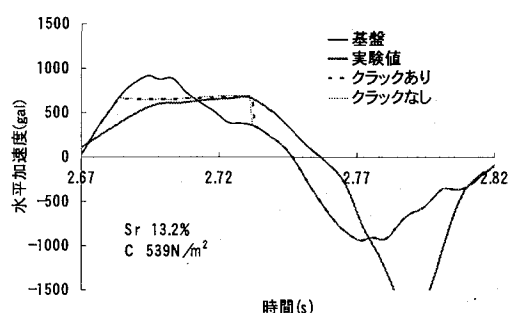
榎 明潔：地震時の斜面災害の特徴 2000 年 10 月鳥取県西部地震による災害に関する調査研究 pp155・pp164, 2000



実験結果①



実験結果②



実験結果③

図.5 実験結果及び解析結果

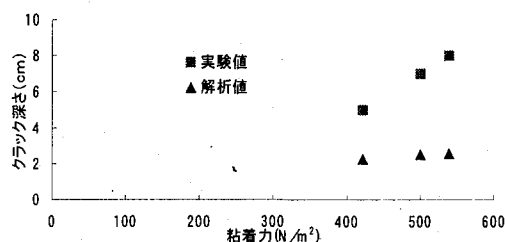


図.6 粘着力とクラック深さの関係