

市原市の急傾斜地調査データに基づいた斜面の安定解析

木更津高専 学生会員 ○立野聡美
 正 会 員 鬼塚信弘, 金井太一
 市原市役所 赤間壽隆

1. はじめに

千葉県で一番大きい面積を有する市原市は、北部に下総台地、南部に上総丘陵で複雑な地形を多く成しているため急傾斜地が多数存在する。毎年、市原市の斜面の防災点検は実施されているが、避難を促すソフト対策や擁壁などの工事を施すハード対策の実施に備えるためには、斜面の状況を詳細に把握する必要があることが分かった¹⁾。本研究は、地方自治体と地域の地盤工学研究室を有する学校が共に連携しながら急傾斜地の調査地点を決定し、現地踏査、縦断測量、地盤調査、室内土質試験を行った。本報告は数多く行った理論上の斜面安定解析の中で2つの断面を抽出し、その斜面の安定性について解析した結果を中心に述べる。

2. 調査地点の決定

市原市は傾斜度 30° 以上、高さ 5m 以上の急傾斜地崩壊危険箇所を記載した防災マップ²⁾を作成し、それを市民に配布するという方法で周知対策を行っている(図-1)。市原市と調査地点を決定するまでの打ち合わせを4回行い、千葉県防災点検報告書記載中の危険の高い急傾斜地崩壊危険箇所から調査地点候補を3箇所絞り、現地踏査の結果、調査地点を市原市迎田に決定した(写真-1)。迎田は急傾斜地に一部 2m

図-1 市原市防災マップ(一部抜粋)²⁾

写真-1 調査地点(道路右の斜面)

程度のコンクリート擁壁が施されているものの斜面の傾斜が大きく、急傾斜地下端側に民家が数戸あり、大型車両、乗用車共に頻繁に通行する県道に直接面している。この斜面が崩壊した場合、住民および交通に大きな被害が及ぶことが予測され、3箇所中で最も危険性が高い地点と判断したため後述の調査を行うことにした。

3. 現地調査・室内土質試験

3.1 縦断測量および地盤調査

一般に、傾斜がある地点の地形図から谷底型地形で等高線の縞間隔が狭いほど最も危険な所を表す。縦断測量は等高線の縞間隔が狭い図-2のA断面、B断面を抽出し、それぞれに対して行った。この2つの断面で斜面安定解析を行うことにした。縦断測量を実施した結果、急傾斜地の表層がA断面、B断面ともに地形図よりも実測の方がはらみ出している(図-3)。特にB断面中央部では表層のはらみ出しが大きく急傾斜になっている。下端側の県道で土嚢袋が積んで置いてあるなど、表層が崩壊した形跡がみられることから、豪雨や地震などの影響により

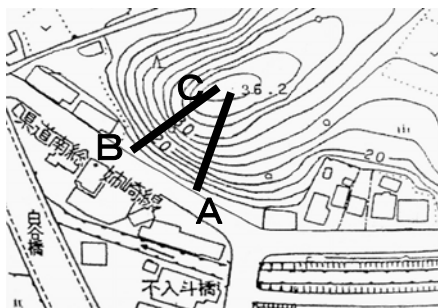


図-2 調査地点とその付近の地形

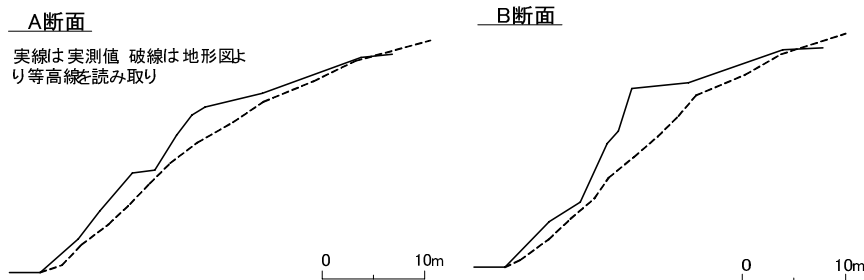


図-3 地形図と実測の等高線の比較

キーワード：急傾斜地，現地調査，室内土質試験，斜面安定解析

連絡先：〒292-0041 木更津市清見台東2-11-1 木更津高専 TEL0438-30-4161 E-mail: onizuka@kisarazu.ac.jp

斜面が変動したことが推察される。また C 地点では、ハンドオーガーボーリングで測定可能な深さ 5.9m までサンプリングし、同時にポータブルコーン貫入試験を実施し、コーン指数 q_c を測定した。ここで得た q_c は地盤定数を決定するために用いる。地盤柱状図の一例として、測定深さと q_c の関係を図-4 に示す。 q_c の強度は深度とともに増加することが分かった。

3.2 粒度試験

ポータブルコーン貫入試験の結果より 5 サンプルを抽出し、JIS A 1204 に従い粒度試験を行った。サンプルの内訳を表-1、試験結果を図-5 に示す。粒経加積曲線より、深さ 0.75m (区分①) までは 0.075mm 以下の粘土分、深さ 0.75m 以下 (区分②~⑤) は 0.075~0.250mm の細砂分が多いことが分かった。調査地点は表土(粘性土)と砂質土(細粒分まじり砂)で構成している。

4. 斜面の安定解析

4.1 地盤定数の決定

斜面安定解析を行うにあたって調査地点の地盤を 3 つの層に分けた。1 層目 (区分①) は深さ 0.75m までの粘性土、2 層目 (区分②~⑤) は実測した深さ 5.9m までの砂質土、3 層目は深さ 5.9m 以深の砂質土とした。それぞれの層について湿潤単位体積重量 γ_t ・粘着力 c ・内部摩擦角 ϕ を決定した。3 層とも γ_t および c は参考文献³⁾により決定した。1・2 層目の ϕ は、得られた q_c より N 値を求め、以下の式に代入し算出した。3 層目の ϕ は、周辺地盤調査資料より地盤柱状図の N 値を用い、同様に算出した。

$$(大崎の式)^3) \quad \phi = \sqrt{20N} + 15^\circ \dots (1)$$

4.2 解析方法

斜面安定解析は F 社ソフトの修正 Fellenius 法を用い、円弧の半径、中心位置を変えた条件で数多くの解析を行った。修正 Fellenius 法は土塊を n 個のスライスに分割して、各スライス剛体と仮定した上で各スライスにおける釣り合い条件と破壊条件ならびに静定条件を用いて安全率を計算する方法である⁴⁾。また、修正 Fellenius 法は我が国の多くの斜面設計計算で多く用いられているため、本解析でも同様に用いることにした。

4.3 解析結果

解析を行った中で、安全率が 1 以下でかつ実際に起こり得る斜面崩壊のケースを抽出したところ、A 断面は表層崩壊、B 断面は地盤に沿った崩壊と表層崩壊になることが分かった (図-6)。A 断面、B 断面ともに円弧の半径を大きくすると土塊の重量が大きくなるため、1 より安全率が大きくなる傾向が見られた。

5. おわりに

抽出した 2 つの断面については斜面崩壊の危険性があることが分かった。本報告はソフトによる理論上の解析を行ったが、実際の斜面では竹林などが生えており、その条件は考慮していない。今後、竹林などの条件を取り入れた斜面の安定解析を行う予定である。

【謝辞】本研究は、市原市土木部河川課職員および総務部防災課職員にご支援をいただいた。また、地盤調査は木更津高専平成 18 年度鬼塚研究室卒業研究生、専攻科特別研究生に尽力していただいた。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】1)鬼塚信弘・立野聡美・金井太一・赤間壽隆：市原市の斜面防災対策の現状と新たな対策の試み、第 42 回地盤工学研究発表会、投稿中、2007 2)市原市総務部防災課：市原市防災マップ、2005 3)右城猛：基本からわかる土質のトラブル回避術、2004. pp.55, 64 4)社団法人 地盤工学会：斜面の安定・変形解析入門、2006. pp.29-32

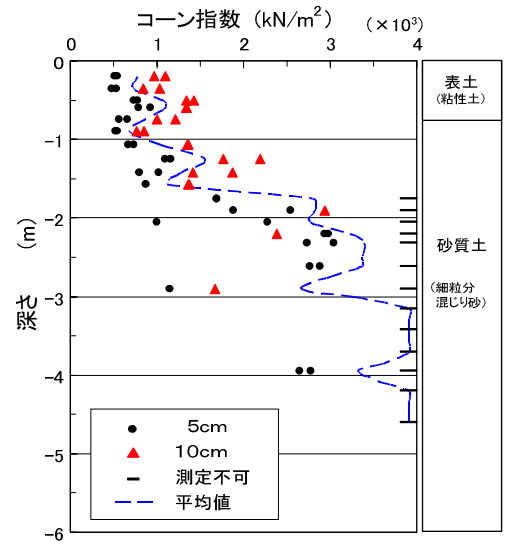


図-4 測定深さとコーン指数の関係

表-1 粒度試験 5 サンプル

区分	①	②	③	④	⑤
深さ (m)	0~0.75	0.75~1.25	1.25~1.57	1.57~2.32	2.32~5.9

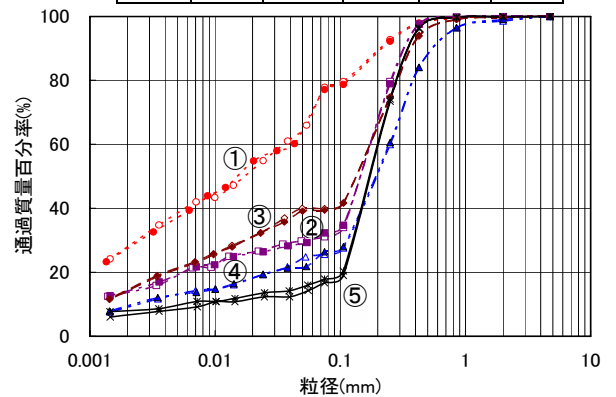


図-5 粒度試験結果

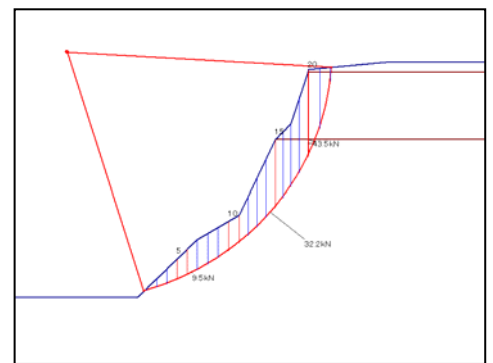


図-6 断面の安定解析例 (B 断面 : 安全率 0.93)