

III-19

2003 年宮城県北部地震で発生した砂斜面の崩壊および前震の影響

東北大学工学部土木工学科地盤研究室 ○学生会員 市橋慧

正会員 渦岡良介 風間基樹

1 はじめに

2003 年 7 月 26 日に起きた宮城県北部地震では 87 箇所の斜面崩壊が報告されている。なかでも宮城県河南町西猿田地区で起きた斜面崩壊は、振動終了後数分してから斜面が崩壊したという報告¹⁾がされており特徴的である。本研究では、この西猿田地区の斜面崩壊について、前震の影響について数値解析により考察する。

2 西猿田の崩壊斜面の特徴

この斜面はもともと山林だったものを昭和 30 年代に開田したものであり、崩壊部はもともと沢だった部分に開田により生じた土を重機で押し出して造成したものである。

二次元解析用の解析断面を図-1 に示す。崩壊前の斜面を再現するために、1/10000 地形図を使い等高線から斜面の傾斜を推測した。また、地山の地形は簡易貫入試験結果²⁾から推測した。

また、斜面崩壊当時、先からの降雨によって斜面の地下水位は上昇していたものと思われる。しかし崩壊時の地下水位は不明であり、本研究では崩壊斜面図(図-2)の流水点を基準として地下水面を設定したモデルを解析に用いた。

3 室内試験

本研究では、滑り面下(図-2 の A 部)で不攪乱の試料を採取して、盛土部の砂の物性および力学特性を求めるため、各種物性試験、透水試験、三軸試験を行った。試験より得られた物性等を表-1 に示す。また粒径加積曲線を図-3 に示す。

三軸試験は CD 試験、応力制御繰返し試験、ひずみ制御繰返し試験を行った。供試体は、凍結試料を用い、トリミング法で作成した。また、CO₂を2時間以上流したが、B 値が上がらなかったため、B 値は 0.8 以上として実験した。

4 地震波の特徴

地震波については、近傍の観測記録がないため河南(国総研)³⁾と、田尻(KiK-net)の地震波を検討対象とした。前震は 7 月 26 日 0 時 13 分に、本震は同日

7 時 13 分に発生しており、本研究では前震の影響を考慮するため、本震と前震の両方を検討対象とした。

この二点について検討したところ、田尻は約 24km、河南は約 16km 離れていた。二点それぞれの地震波をそのまま解析に用いることとした。EW 方向の地震波を解析には用いた。河南は GL-77m で観測された地震波を、田尻は GL-0m で観測された地震波を用いた。

5 解析結果

本研究では二相混合体理論に基づいた土-水連成の動的な支配方程式⁴⁾に、砂の繰返し弾塑性モデル⁵⁾を構成式として組み込んだ二次元有効応力解析を用いた。

解析のパラメータは室内試験の結果に基づき決定した。FEM モデルは図-1 を参考に作成した。

前震を用いた動的解析を行った後、7 時間の圧密解析を行った。解析で得られた有効応力減少比($1 - \sigma'_m / \sigma'_m$)の分布図を二つの地震波についてそれぞれ、図-4、図-5 に示す。この部分は図-1 中の破線四角 B 部をモデル上で拡大して示したものである。

いずれの地震波でも比較的大きな間隙水圧の上昇が盛土の上部で見られるが、この結果から前震の段階では大規模な液状化は発生していないと思われる。また前震後 7 時間経過した後も、間隙水圧の消散はあまり認められない。表-1 に示すように、これは当該部の透水係数が低いためだと考えられる。今後はこの状態に本震の地振動を入力して、その挙動を考察する予定である。

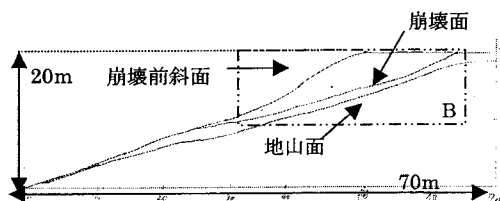


図-1 崩壊斜面の再現図

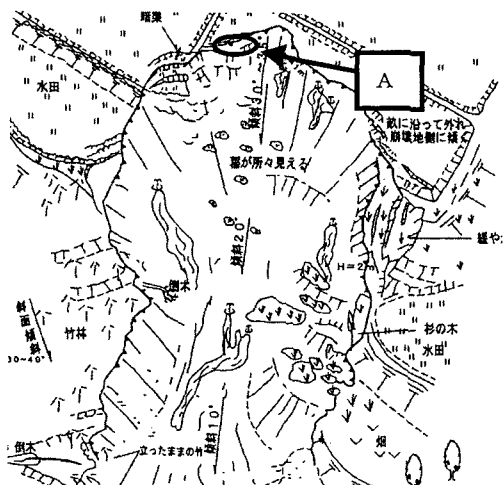


図-2 崩壊直後のスケッチ

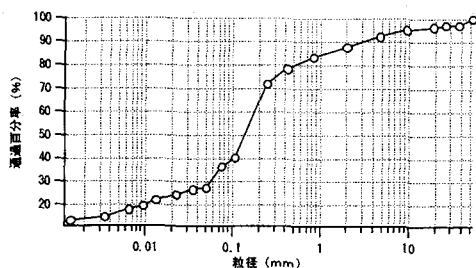


図-3 西猿田砂の粒径加積曲線

表-1 室内試験結果

乾燥密度(g/cm ³)	1.35
湿潤密度(g/cm ³)	1.78
含水比(%)	32.1
土粒子密度(g/cm ³)	2.71
間隙比	1.01
透水係数(cm/s)20℃	9.17×10^{-7}
圧縮指数	1.42×10^{-2}
膨張指数	6.27×10^{-3}
初期せん断弾性係数(kPa)	$7.65 \times 10^{+4}$
内部摩擦角(度)	43.8
変相角(度)	26.0
液状化強度比(20回, DA-5%)	0.34

参考文献

- 1) 地盤工学会：2003年 三陸南地震・宮城県北部地震災害調査報告書，2003。

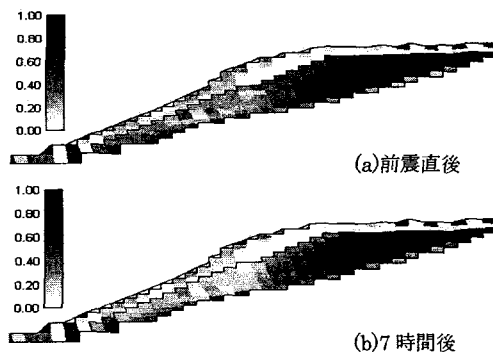


図-4 有効応力減少比(地震波：河南前震)

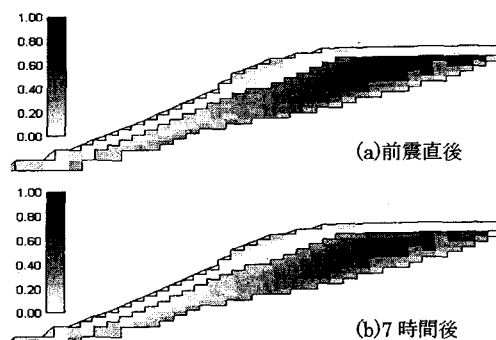


図-5 有効応力減少比(地震波：田尻前震)

- 2) 砂防学会：砂防学会誌，vol.56，No.3，p44-54，2003年7月宮城県北部を震源とする地震による土砂災害(速報)，2003。
- 3) 国土技術政策総合研究所：平成15年7月26日に宮城県北部を震源とする地震で観測された国土交通省東北地方整備局北上下流河川事務所管内河南観測所の強震記録，2003。
- 4) Oka,F., Yashima,A., Shibata,T., Kato,M., and Uzuoka,R. : FEM-FDM coupled liquefaction analysis of a porous soil using an elast-plastic model, Applied Scientific Research, vol.52, pp.209-245, 1994.
- 5) Oka,F., Yashima,A., Tateishi,A., Taguchi,Y. and Yamashita,S. : A cyclic elast-plastic constitutive model for sand considering a plastic strain dependency of the shear modules, Geotechnique, vol.49, No.5, pp.661-680,1999

謝辞

報告書で使用した、河南の強震データは国土技術政策総合研究所、田尻の強震データは防災科学技術研究所で提供いただいたものです。お礼を申し上げます。