

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震は国内観測史上最大の $M_w9.0$ を記録し、東北地方から関東地方にかけての広い範囲で甚大な被害をもたらした。被害のうち地盤災害に着目すると宮城県仙台市や福島県内陸部で生じた造成地盤の変状、千葉県浦安市などで生じた液状化により多数の住宅被害が生じていた。造成地盤の変状のうち、写真-1 に示す隣接する国道 4 号線を崩壊土砂で完全に閉塞する大規模な崩壊が生じた福島県の内陸北部に位置する福島市あさひ台団地に着目する。

この崩壊は、沢部を埋め立てた造成地にて生じた。ここでは、その被災原因を究明するため、崩壊地の地歴や地盤材料特性などの調査を実施するとともに、崩壊地周辺での本震時の地震動を推測するため余震観測を実施した。それらに基づいて、崩壊挙動へ及ぼす地盤材料特性、地震動の特性の影響を定量的に把握するため、弾性挙動から不連続な崩壊挙動に至るシームレスな挙動の解析が可能な粒子法 (MPM) を用いたシミュレーションを実施する。

2. 福島市あさひ台団地の被害概要

あさひ台団地の崩壊した造成盛土部は図-1 に示すように国道 4 号線に沿う西側斜面であり、昭和 40 年代に丘陵地に造成された。図-2 と図-3 に示す造成以前と最近の航空写真および地形図の比較より、崩壊した地点は沢部に盛土を行った谷埋め盛土であることが分かる。小規模な崩壊を起こした南側斜面は大規模崩壊が生じた西側斜面と同様に沢を埋め立てた谷埋め盛土部である。崩壊は旧地形の沢部に沿って生じ、崩壊面の規模はおおよそ幅 90m、長さ 110m である。盛土は礫混じり粘性土で茶褐色を呈しローム質で粘性が強く、その N 値は 0~7 程度と小さい。



写真-1 あさひ台団地の造成盛土の崩壊状況



図-1 崩壊地の平面図



(a) 1947 年撮影



(b) 2007 年撮影

図-2 あさひ台団地の地形変化 (航空写真)



(a) 1952 年測量



(b) 2007 年測量

図-3 あさひ台団地の地形変化 (地形図)

3. 崩壊機構の解析

3. 1 解析手法

大規模な崩壊の生じた盛土斜面の崩壊挙動の解析には MPM (Material Point Method) を用いる。従来、崩壊挙動の解析に用いられる DEM などの離散体の手法は地盤物性の評価に課題があり、有限要素法 (FEM) や有限差分法 (FDM) などの解析では大規模な変形の評価が困難であるという課題を有している。MPM は地盤物性を有限要素法と同様に弾性および非線形に関するモデルにより評価できるという利点を有しているため、ここで用いた。MPM は図-4 に示す様に物性値を輸送する粒子を配置して有限要素法と同様に背面の格子の変形を計算し、この際格子の変形に合わせて粒子を移動させ、粒子を残して背面の格子だけを元に戻す。これを繰り返すことによって大規模な変形解析を行う。

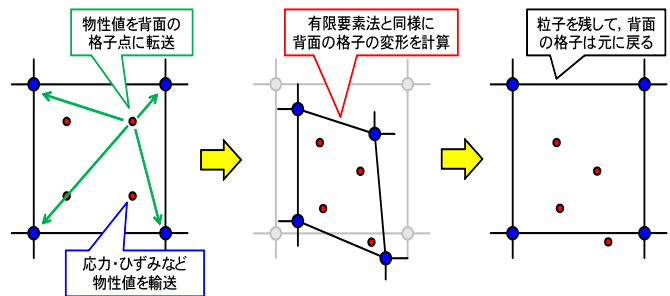


図-4 MPM の計算概要



図-5 解析断面の構造モデル

3. 2 崩壊斜面のモデル化

解析には大規模崩壊の背後地から 4 号線にかけての測線 160m 区間を対象とした 2 次元地盤モデルを用い、その地盤構造は表面波探査結果を踏まえ図-5 に示す様に表層を 2 層および基盤層の 3 層構造にてモデル化した。ここで、表層の上層部、表層の下層部および基盤層のせん断波速度 (V_s) をそれぞれ 0.15km/s、0.24km/s、0.33km/s とした。また背面格子のメッシュ間隔を 1m、1 格子内の粒子数を水平、鉛直方向にそれぞれ 2 個ずつとした。

3. 3 検討用入力地震動

この種の再現解析では、近傍の既存強震観測点における本震観測記録を解析に用いがちであるが、サイト特性の影響により距離が近くても地震動の特性が大幅に異なる場合があり適切ではない。このため、解析には崩壊地近傍で推定される地震動を入力地震動として用いるため、図-6 に示すように崩壊地点の近傍にて余震観測を実施した。得られた余震記録を用いてサイト特性置換法により推定した本震記録を図-7 に示す。



図-6 余震観測地点

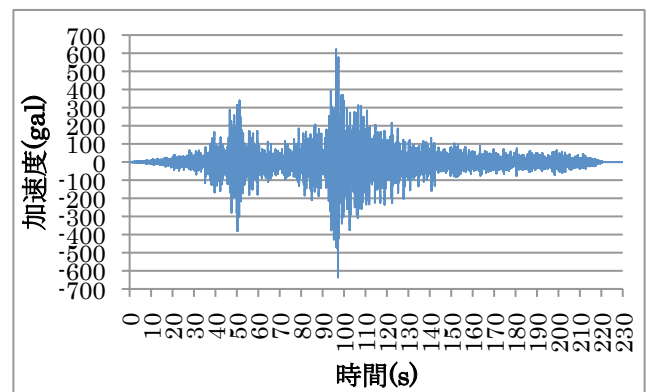


図-7 サイト特性置換法による推定地震動

4. 解析結果およびまとめ

解析結果は当日報告する予定である。

参考文献

- 1) 中村晋・仙頭紀明・梅村順・大塚悟・豊田浩史 (2011) : 福島県中通りおよびいわき地域における地盤災害, 地盤工学ジャーナル(投稿中)
- 2) 秦吉弥・中村晋・野津厚 (2011) : 地盤非線形応答時のサイト増幅特性の評価, 地盤工学ジャーナル(印刷中)