

宅地造成地盤の被害

株式会社エイト日本技術開発
 ジオ・エンジニアリング事業部
 東京支社 ジオ・エンジニアリング事業部
 木村隆行、金聲漢、山本裕雄・斎藤正朗

1. はじめに

地震時における谷埋め盛土造成地の崩壊は、1995年兵庫県南部地震、2004年新潟中越地震で被害が多発し、2011年3月の東北地方太平洋沖地震においても多くの谷埋め盛土地盤の崩壊が起きた。仙台市においては、1978年宮城県沖地震にて宅地造成地盤の被害が多発し、調査・対策工が実施された。しかし、今回の地震においても再度被災起きた。その被害の状況を以下に報告する。

2. 「宅地造成等規制法」

2.1 大規模盛土造成地変動予測調査

「宅地造成等規制法」の改正(H18.9.30)により、下図フローに従い、仙台市では第一次スクリーニングを実施し、造成宅地地盤ハザードマップを2010年6月に公表した。

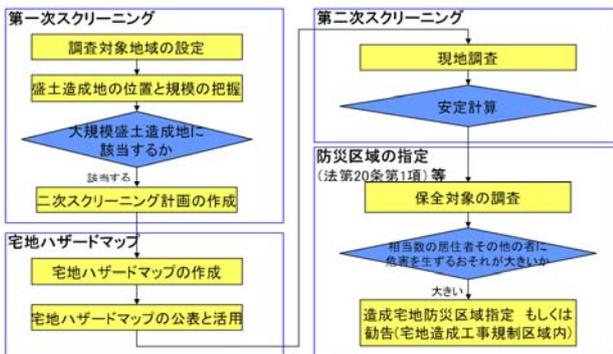


図1 大規模盛土造成地変動予測調査の流れ

2.2 造成宅地地盤ハザードマップ

公表された仙台市「造成宅地地盤図」のうち、今回の地震で被災した主な造成地盤の箇所を図-2に示した。その中で青葉区折立5丁目（対策工未実施）と、太白区緑が丘3丁目（対策工実施済み）の被災状況を次項に示す。

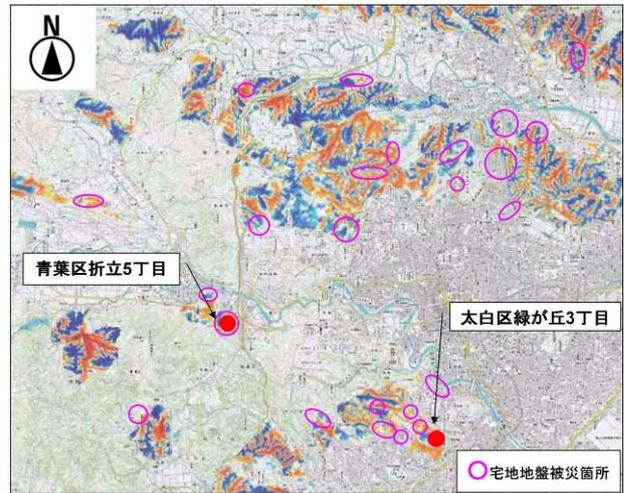


図2 仙台市の主な被災地と調査箇所

3. 被災状況

3.1 折立5丁目の被災状況

青葉区折立地区は1961年に造成されており、1960年の空中写真から折立5丁目付近の地形判読を行い、谷埋め盛土の範囲を推定した。その結果は図3に示すとおりであり、その中で特に変状が大きかったのは、折立小学校南側の谷埋め盛土である。当地の被災状況を写真1に示した。なお、当地はすべり対策工は未実施である。

写真に示すように、盛土全体が谷部下流側に滑動しており、盛土部末端は折立小学校へ向かって滑り出している（写真①）。また、谷部側面の地山と盛土との境界付近では、盛土部のみが変状を起こしていることが確認された（写真②、③）。



図3 折立5丁目の谷埋め盛土範囲



図4 緑ヶ丘3丁目の谷埋め盛土範囲



写真1 未対策造成地盤の被害状況(折立地区)



写真2 対策済造成地盤の被害状況(緑ヶ丘地区)

3.2 緑ヶ丘3丁目の被災状況

太白区緑ヶ丘地区は1965～1972年にかけて造成されており、1961年の空中写真から緑ヶ丘3丁目付近の地形判読を行い、谷埋め盛土の範囲を推定した。その結果は図4に示すとおりであり、当地の被災状況を写真1に示した。なお、当地は1978年宮城県沖地震後にすべり対策工を実施済みである。

写真に示すように、対策工未実施の折立地区のような甚大な被害は見られないものの、盛土全体が北東方向の谷部下流側に変動を起こしていることが確認された。また、盛土頭頂部付近などでは、折立地区同様地山と盛土との境界付近では、盛土部のみが変状を起こしていることが確認された(写真④、⑥)。

また、当地区では対策工として集水井および抑止杭工が成されており、今回の地震によって杭が谷側に押されていると共に、杭頭が地表目に露出していることが確認された(写真⑤)。

4. 危険度評価

一次スクリーニングによって抽出された谷埋め盛土の危険度評価の手法は、主に①点数方式によるものと、②ニューラルネットワークによるものがある。②による手法は、特定の過去の変動実績データを用いて予測モデルを構築するものであり、これに対して①による手法は、表1に示す「ガイドライン」に基づく点数表を基に各箇所の点数を算出し、それを階級区分して図5に示すような変動確率曲線を基に危険度評価を行うものである。

今回は参考に①の点数方式によって被災箇所の点数化を行ってみた。表1に「ガイドライン」に基づく点数表を示した。これを基に折立地区と緑ヶ丘地区の点数を算出すると、表1に示すように被害が甚大な箇所が26点に対して、被害が小～大の箇所は29点となった。

表 1 被災箇所の点数化の例

地区名	盛土厚さ(m)		盛土幅(m)		盛土幅/盛土厚さ		原地盤の勾配(度)		地下水		合計
	区分	点数	区分	点数	区分	点数	区分	点数	区分	点数	
	3以下	21	20以下	0	5以下	1	5以下	5	あり	1	
	3~6	12	20~50	3	5~10	2	5~10	4	なし	0	
	6~12	5	50~120	5	10~15	5	10~15	2			
	12より大きい	0	120より大きい	10	15より大きい	8	15より大きい	0			
折立5丁目(被害大)	5	12	60	5	12	5	9	4	なし	0	26
折立6丁目(被害小)	5	12	90	5	18	8	6	4	なし	0	29
緑ヶ丘3丁目(被害大)	5	12	100	5	20	8	9	4	なし	0	29

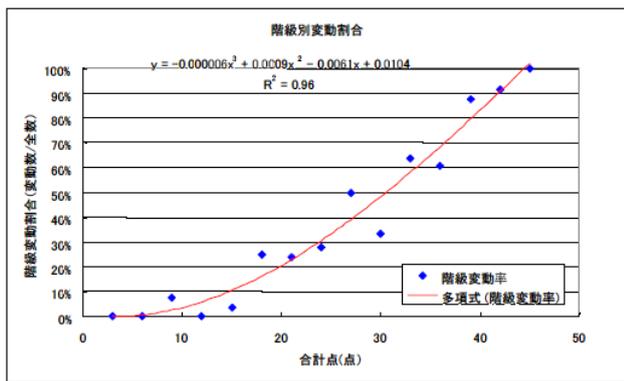


図 5 変動確率曲線の例

5. 解析

「ガイドライン」では、一次スクリーニングにより抽出された危険度の高い谷埋め盛土について、現地調査を行い地震時の安定性検討を行うこととなる。安定検討の手法は、二次元分割法もしくは三次元による解析が基本となる。三次元安定解析では、図6に示すように三次元地形モデルを作成して行うが、谷幅が狭いと側面抵抗による効果が大きくなるため、二次元安定解析よりも安全率が高くなる傾向がある。

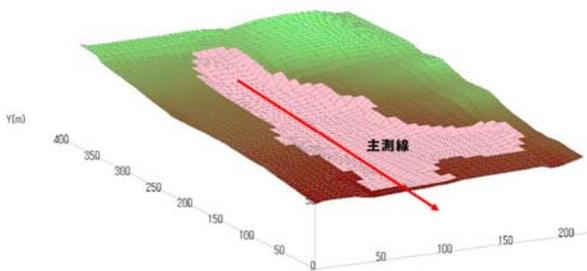


図 6 三次元安定形跡の地形モデルの例

6. 変状原因と今後の課題

6.1 変状原因

地震時の谷埋め盛土の変状要因としては、盛土内の地下水位が高い場合や、施工時の不備による盛土自体の強度不足が考えられる。これら変状要

因を下記に列記する。

- ・ 宅地盛土地盤の耐震設計はされていない
- ・ 盛土内の地下水位が高い
- ・ 造成時の施工の不備
- ・ 旧表土と盛土の境界が弱線となり滑動
- ・ 表層部が弱点となり滑動

etc

6.2 今後の課題

谷埋め盛土の変状予測では、一次スクリーニング時の抽出精度の問題や、抽出された盛土の危険度判定の手法の問題など、机上での検討に関する問題がある。また、実際の盛土被災箇所と危険度判定結果および安定検討結果との検証や、対策工の有効性の検証など、設計・施工に関する問題もある。これら問題点について下記に列記する。

- ・ 大規模盛土抽出の誤差
- ・ 危険度判定点数表の不備
- ・ 安定計算手法
- ・ 全体すべりと表層部すべりの区別対応
- ・ 地盤改良等の造成時の条件整理が困難
- ・ 被災状況の整理と対策工の有効性検証

etc

7. おわりに

上述したように、谷埋め盛土造成地における地震時の危険度評価や対策工検討においては、過去の地震を含めた被災状況から様々な問題点が顕在化している。今後は実施の被災事例を踏まえて、より現実的で精度の高い検討・解析手法を確立させるとともに、有効な対策工の検討も行っていく必要がある。