

2011 年東北地方太平洋沖地震における仙台市造成盛土の被害に関する研究

東北学院大学 学生会員 大宮 悠雅、佐々木 愛
正会員 吉田 望

1 はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震では、大きな津波が発生し、多大な被害を出した。これに比べれば目立たないが、仙台市においては、地盤変状に伴い、2000 戸程度の住宅が被害を受けている。10 戸以上の被害が出ている地域を一つの単位と考えると、実に 65 の地点で被害が発生している。これらの地点はいずれも造成地盤である¹⁾。

仙台市では 1978 年宮城県沖地震の際にも 13 の地区で造成地の被害が発生している。2011 年の地震でもこれらのサイトの大部分で被害が発生している²⁾。

この地震の前には宮城県では平均周期 37.1 年で宮城県沖を震源とする地震が発生しており、今後 30 年以内に地震が発生する確率は 99%以上といわれていた。2011 年東北地方太平洋沖地震の震源はこの地震とは別の断層が動いたものと考えられるが、その一部に想定されていた宮城県沖地震の断層が含まれていたこと³⁾、また、4 月 7 日の余震で想定されていた宮城県沖地震と同じ断層が滑ったことから、想定されていた地震は発生したといえる。

これらから考えると、次の宮城県沖地震も 40 年以内に発生する可能性が高いといえる。1981 年の新耐震設計法の施行以来、建築物の強度は飛躍的に上昇

し、この地震でも宮城県では被害はほとんど発生していない。しかし、造成盛土の被害は再発していることから、次の地震でも被害が発生する可能性は高い。

このような被害を防ぐためには、造成盛土が次の地震では崩壊しないようにする必要がある。ところで、地盤の補強に要するコストは高いため、すべての造成地盤に対策工を施すことは合理的ではない。実際、この地震での被害を受けている造成地がある一方、被害を受けていない造成地も多い。従って、被害が予想される造成地を精度よく予測し、それらに対して集中的に投資をするような方法が望まれる。

造成盛土の被害を精度よく評価するためには、地盤の強度と作用する地震動の二つを精度よく評価することが必須である。造成地盤の様に滑り破壊を基準とする方法では後者は設計震度と言い換えてもよい。しかし、これら二つを精度よく予測する手法は確立されているとは言い難い状況にある。

本論では、1978 年宮城県沖地震、2011 年宮城県沖地震と二度の地震で被害を受けた仙台市太白区緑ヶ丘 4 丁目を対象とし、被害解析を通して、これらを合理的に求める方法を検討する。

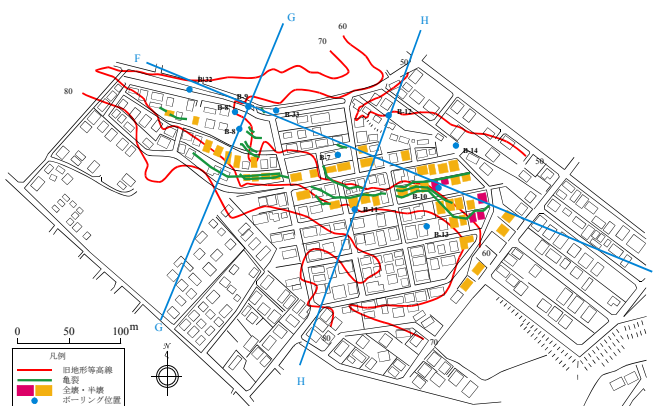


図 1 1978 年宮城県沖地震の被害

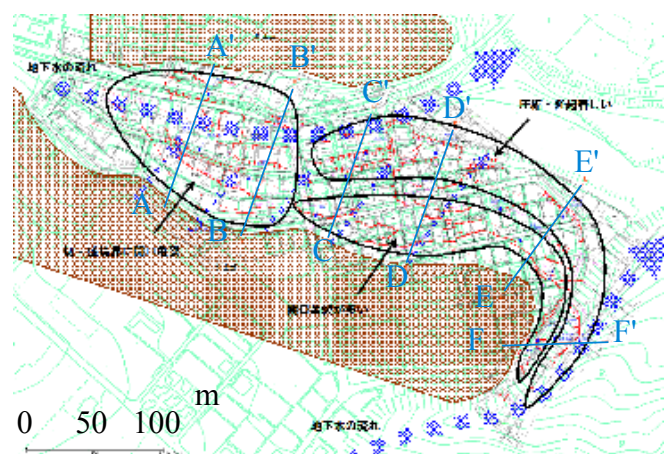


図 2 2011 年東北地方太平洋沖地震の被害

2 1978 年宮城県沖地震の被害

図 1 に 1978 年宮城県沖地震における緑ヶ丘 4 丁目の被害を示す⁴⁾。ここは沢を埋め立てて造成された宅地で、旧沢筋に沿って亀裂が発生し、家屋の被害が発生している。この地震の後、同様に被害が発生した 1 丁目、3 丁目は対策工が施されたが、4 丁目は旧地形の勾配が緩いため災害の危険性はきわめて小さいと判断され、対策工は行われなかった。ただ、地下水位が高いことから、仙台市下水局により、地下水位低下を目的とした暗渠が施工されている⁴⁾。

3 2011 年の被害

図 2 に 2011 年東北地方太平洋沖地震の被害を示す¹⁾。旧沢筋に沿って亀裂が発生している状況は 1978 年と同じであるが、被害範囲は広い。全般的に見ると、西側では南北が高くなっているの、旧谷筋では図の上下から押されたような変状なのに対して、東側では東北方向に開けていることから、北側方向の変位も生じている。

4 解析方法と解析結果

図 2 に示される A～F の断面で安定解析を行う。図 3 に解析断面の例を示す。その他の断面も含め、盛土の厚さはおおよそ 5～8m、また N 値は 0～4 に分布している。図 4 には想定される滑り面が示されているが、この滑り面で解析を行う。安定計算は分割法で行う。このような解析では、滑り面に沿った土の強度と滑りが発生する震度との間には密接な関係がある。そこで、適当な内部摩擦角を設定し、これに対応する震度を求めるという方法で検討を進めた。

内部摩擦角は旧道路橋示方書に示される N 値より決められる設計定数 $15 + \sqrt{15N}$ で求めた。まず、常時荷重による安全率 F_s を求めたところ、すべての断面で常時では安全という結論が得られたが、A-right、A-left2、B-2、B-3、D-3、E 断面では安全率はほとんど 1 であり、崩壊する設計震度は 0.018 となった。

そこで、この断面に着目することにし、設計震度 0.2 で安全率が 1 となる内部摩擦角を試行錯誤で求めたところ、内部摩擦角は 17 度となった。なお、各断面の通常時および地震時の安定計算結果は表 1 にま

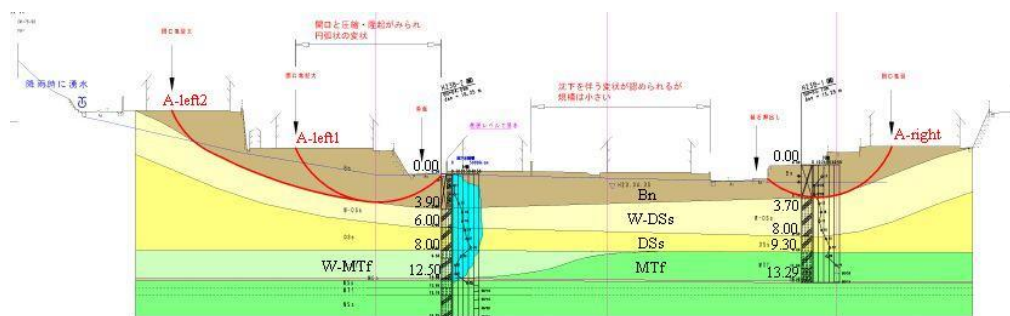


図 3 解析断面の例 (A-A 断面 S=1:400)

とめた。

5 まとめと考察

緑ヶ丘 4 丁目の造成盛土の被害について安定解析を行った。設計震度を 0.2 とすれば内部摩擦角は 17 度以上が必要であった。

今後、さらに詳細に解析を行い、妥当な安定解析の方法を見つけたいと考えている。

表 1 安定計算結果 (安全率 F_s)

断面	常時	震度 $k=0.2$
A-right	0.60	1.00
A-left1	0.69	1.56
A-left2	0.60	1.00
B-1	0.65	1.13
B-2	0.60	1.00
B-3	0.60	1.00
C-1	0.68	1.23
C-2	0.68	1.23
C-3	0.68	1.23
D-1	0.65	1.14
D-2	0.65	1.14
D-3	0.60	1.00
D-4	0.68	1.23
E	0.60	1.00
F	0.75	1.49

参考文献

- 1) 仙台市住宅保全審査会、技術委員会資料
- 2) 森友宏：調査で明らかになった造成宅地被害～2011 年 東北地方太平洋沖地震より～、地盤工学会東北支部 地盤工学講座、2011
- 3) 三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価（第二版）について、地震調査研究推進本部、地震調査委員会、2011.11.25、http://www.jishin.go.jp/main/chousa/11nov_sanriku/sanriku_boso_3_hyoka.pdf
- 4) 若松加寿江、吉田望、清田隆（2011）：造成地の被害、土木学会東日本大震災被害調査団緊急地震被害調査報告書、pp. 6-1～6-46