

# 仙台市太白区緑ヶ丘における強震動と都市域斜面災害の関係

Relationship between strong seismic motion and slope disaster at urban residential region in Midorigaoka, Taihaku-ku, Sendai city.

村尾英彦 (村尾地研)\*, 釜井俊孝 (京都大学 防災研究所)

Hidehiko MURAO (Murao Chiken Co., Ltd.), Toshitaka KAMAI (DPRI Kyoto University)

キーワード：強震動，地すべり，斜面災害

key words : strong seismic motion, landslide, slope disaster

## 1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震 ( $M_w$ : 9.0, 震源深さ: 約 24 km,  $PGA$ : 2933cm/s/s) によって, 都市域における造成盛土斜面の地すべりが多数発生した<sup>1)</sup>. 造成盛土地盤上には, 住宅が建てられており, 被害は甚大である. また, ライフラインの破損により, 地すべり周辺においても生活に支障が生じた. 日本国内の都市域には, 多数の造成盛土斜面が存在し, プレート境界, 内陸地殻内地震などの地震発生のメカニズムを問わず, 地震発生時の被害は計り知れない.

造成盛土斜面の変動を支配する, 潜在的な要因としては,

- ・盛土材の土質
- ・地下水状況
- ・盛土造成以前の地形 (地すべり周辺の縁端効果) が挙げられる.

直接的な要因は,

- ・外力として作用する強震動

である. しかし, 造成盛土斜面の地すべりと強震動の関係については, 未だ, 不明なことが多い.

本報は, 造成盛土斜面の地すべりと地震動の関係を明らかにすることの一環として, 2011年東北地方太平洋沖地震における, 仙台市太白区緑ヶ丘地区 (以下, 緑ヶ丘地区と記す) の事例をもとに, 検討を行った結果を報告するものである.

## 2. 緑ヶ丘地区における造成盛土斜面の変動

緑ヶ丘地区は, 1957年から, 周辺丘陵地の地山を切土し, その発生土を盛土材に転用した, 谷埋め型, 腹付け型の盛土によって, 大規模な造成が行われ, 標高 40~90m 間の住宅地として開発された. 1978年宮城県沖地震において, 造成盛土斜面の地すべりが発生し<sup>2)</sup>, 緑ヶ丘 1, 3 丁目の一部は地すべり防止区域に指定されている. 今回の地震では, 緑ヶ丘 2, 3, 4 丁目で造成盛土斜面の地すべりが生じている<sup>3)</sup>. なお, 震央距離は約 170km である.

緑ヶ丘地区の地形および検討対象とした盛土造成地盤の位置を, 図-1 に示す. 今回, 地すべりが生じたのは, 緑ヶ丘 2, 3, 4 丁目である.

緑ヶ丘 2 丁目では, 地震発生直後は, 明瞭な移動体は確認されていない. その後に, 後退的もしくは進行的な破壊によって, 地震発生後, 3 ヶ月程度が経過した時点で, 移動土塊を認識できるようになった. 造成盛土は, 谷埋め型である.

緑ヶ丘 3 丁目では, 谷埋め型の造成盛土斜面で地

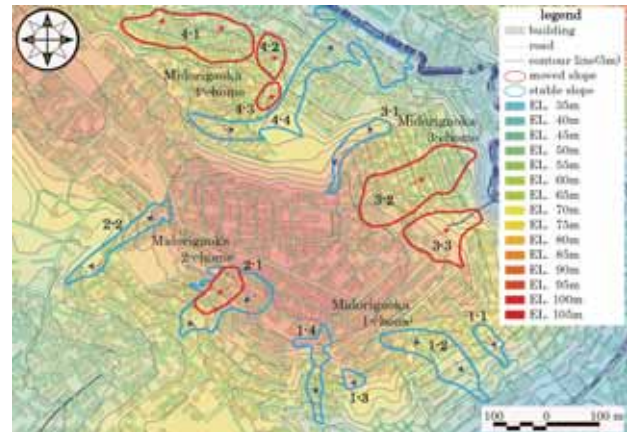


図-1 緑ヶ丘地区における盛土造成地盤

表-1 造成盛土斜面の諸元

slope	max. layer thickness	slope direction	angle of slope	type of slope	buildings	history of movement
1-1	8m	SE	15°	a	6	-
1-2	8m	ESE, SE	8°	a	21	1978
1-3	5m	SSE	14°	b	3	-
1-4	8m	SSE	12°	a	20	-
2-1	8m	SW	12°	a	53	2011
2-2	8m	NW	10°	a, b	19	-
3-1	8m	NW	19°	b	8	-
3-2	10m	NE	8°	a	78	1978, 2011
3-3	8m	NE	16°	a	8	1978, 2011
4-1	8m	NNE	8°	b	80	1978, 2011
4-2	5m	E	7°	b	13	-
4-3	5m	ESE	9°	b	4	-
4-4	8m	E, NE	6°	a	73	-

a: artificial fill, b: widening embankment

すべりが発生した. 1978年には, 今回よりも若干規模の大きいすべりが発生し, 地すべり抑止杭および, 集水井による地すべり対策工事が施工されている. 緑ヶ丘 4 丁目では腹付け型の造成盛土斜面で地すべりが発生した. 1978年にも, 同様の箇所での変動が発生しているが, 対策工は施工されていなかった.

地すべりが生じなかった緑ヶ丘 1 丁目は, 谷埋め型の造成盛土斜面である. 緑ヶ丘 3 丁目と同種類の対策工事が施工されており, 今回の地震では, 被害が発生しなかった.

近接した緑ヶ丘 1~4 丁目では, ほぼ同一の地震動が外力として造成盛土に作用したと考えられる. 筆者らは, 緑ヶ丘 1 丁目で, すべりが発生しなかった原因の一つとして, 地下水排除工によって形成された, S波速度の大きい領域が, 盛土土塊を分断していることを示している<sup>4)</sup>. ただし, 緑ヶ丘地区以外の場所にも多数存在する造成盛土斜面が, 一様に

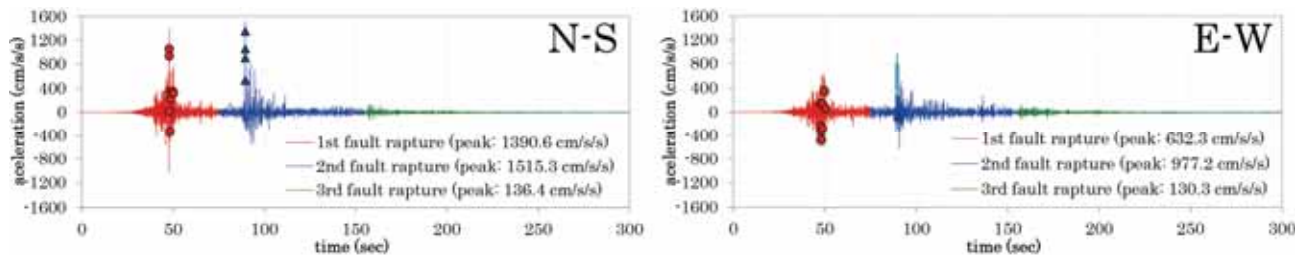


図-2 MYG013 (仙台) における加速度波形

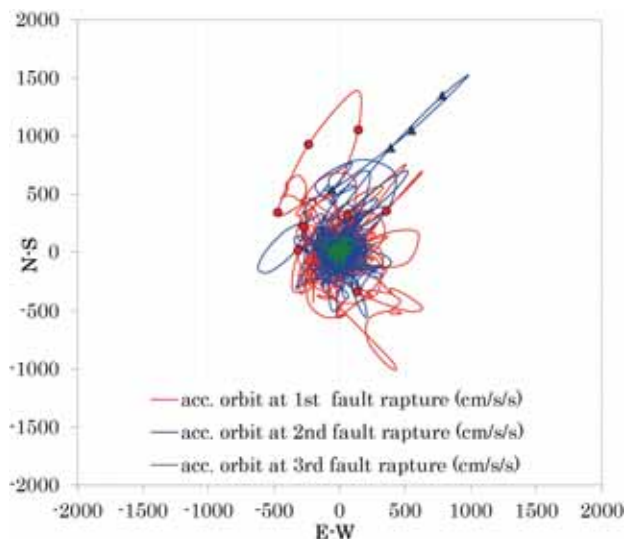


図-3 粒子軌跡 (加速度)

すべったわけではないため、両者間には、潜在的、直接的な、何らかの差異があると考えられる。

### 3. 緑ヶ丘地区における地震動

緑ヶ丘地区から北西方向に、約 6km に離れた、K-NET 観測点 (MYG013 仙台) において観測された加速度波形を図-2 に示す。

図-2 において、最初に、宮城県沖を震央とした地震波 (以下、第 1 波と記す) が到達している。その約 50 秒後に、再び宮城県沖を震央とした、より強い地震波 (以下、第 2 波と記す) が到達している。さらに、その約 80 秒後に、茨城県北部の沖合を震央とする地震波 (以下、第 3 波と記す) が到達している。加速度波形の振幅の大きさから、緑ヶ丘地区の造成盛土斜面が変動したのは、第 1 波もしくは、第 2 波によると考える。図-3 に、加速度の粒子軌跡を、図-4 に 0.01 秒毎に整理した、加速度の方向と大きさの関係を示す。これらより、第 1 波において、パルス状の比較的加速度の大きい波を、約 20°, 200° (北々東-南々西), 約 120° (東南東), 約 180° (南), 約 220° (南西) の方向に確認できる。第 2 波では、約 40°, 220° (北東-南西) 方向に確認できる。緑ヶ丘地区の造成盛土斜面は、主に北西-南東もしくは、北北西-南々東方向に変動していることから、加速度の大きい地震波の方向と、すべりの発生に、何らかの関係がある可能性があると考えられる。

加速度の大きい地震波のみで、盛土土塊がすべる

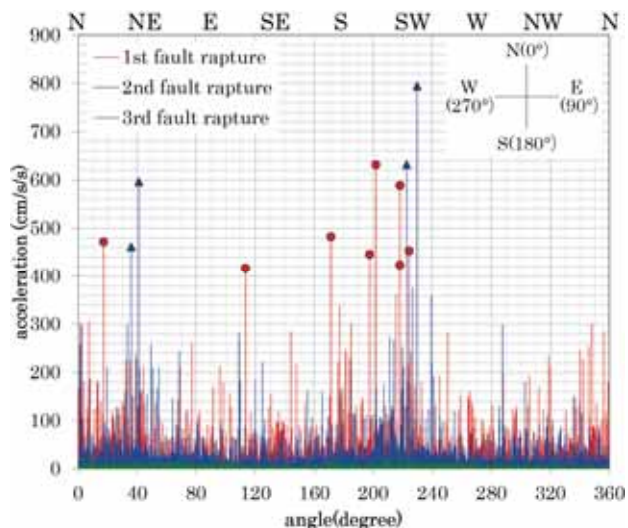


図-4 加速度の方向と大きさ

とは言えないが、大きな加速度、すなわち外力が、すべり発生の要因の一つとなっている可能性は高いと考える。

### 3. まとめ

緑ヶ丘地区において、大きな加速度の作用した方向と、造成前の地形の最大傾斜方向が近い際に、造成盛土斜面がすべりやすい傾向がある可能性が示唆された。ただし、今回の検討は、地域を限定したものであるため、広域的な検討を行った上で、議論を進める必要がある。

### 謝辞

図-1 においては、国土地理院の基盤地図情報 (縮尺レベル 2500, 数値標高モデル) を使用し、オープンソース GIS である Quantum GIS を用いて作成している。また、図-2~4 においては、(独) 防災科学技術研究所 K-NET/KiK-net の地震観測記録を利用させて頂いた。ここに記して、関係者に感謝の意を表す。

### 参考文献

- 1) 村尾英彦, 釜井俊孝, 太田英将 (2013) : 地震による都市域斜面災害 -2011 年東北地方太平洋沖地震を例として-, 応用地質, 第 53 巻, 第 6 号, pp. 292-301
- 2) 東北大学理学部地質古生物学教室 (1979) : 1978 年宮城県沖地震に伴う地盤現象と被害について, 東北大地質古生物研報, No.80, pp.1-97