

能登半島地震における被災道路盛土を対象とした 1G 場振動台実験

金沢大学大学院 唐沢 格
 金沢大学理工研究域 正会員 村田 晶
 金沢大学理工研究域 正会員 宮島昌克

1. 研究の背景

日本は有数の地震大国で、地震により土木構造物の被災が相次いでいる。その中でも、道路盛土は長距離にわたる構造物で、その区間が被災した場合、復旧に時間がかかり、社会基盤としての機能が損なわれることになる。人々の生活に様々な影響が及ぶ二次災害の発生へとつながる。また都市部と山間部とのアクセスも寸断されることとなり、山間部での集落の孤立などが起こり、高齢者が多くを占める地域だとさらに深刻な問題となる。

2007年3月に発生した能登半島地震では、海岸沿いの斜面や、能登有料道路などの道路盛土が多数崩壊した。道路は、起伏の激しい山あいを通るルートで計画されたため、地形に合わせて道路を造ろうとすると急カーブや急坂になってしまうことから、谷間を土砂で埋める盛土工法により、カーブや傾斜を緩やかにしている。土砂が崩落した11カ所は、すべてこの盛土をしていた箇所であった。今後の適切な対応のためにも盛土崩壊のメカニズムを知る必要があることから、本研究では能登半島地震による能登有料道路盛土被害の原因を実験的に解明するために、1G場による振動台実験を行う。

2. 実験概要

地震によって崩壊した能登有料道路の1地点（図-1に示す縦-6地点¹⁾）を参考に盛土を作成し、振動を加え、盛土の挙動を測定、観測する。ただし実際のスケールで実験をすることができないので、土槽のサイズに合うように盛土を合わせる必要がある。土槽のサイズは長さ1,800mm、幅1,000mm、高さ600mmのものを使用する。今回の実験は水位線の有無と含水比の違いに着目して行う。模型地盤材料に用いた土は縦-6地点から採集したものをを用い、含水比 $\omega = 18\%$ 、土の密度 $\rho_s = 2.85\text{g/cm}^3$ である。また、粒度試験によって求めた成分含有率は、礫分:29.0%、砂分:66.4%、細粒分:4.6%である。

盛土模型の作成については、縦-6地点の断面図¹⁾を参考にし、高さ100mmおきに人力で締め固める。盛土の勾配は1:1.5で、加速度計 $\times 10$ (2G)を水平方向、マーカースも同時に設置する（図-2参照）。次にスリーブ試験を行い、盛土の固有振動数を求める。その後貯水槽に水を貯め、盛土側に浸透させる。水位線の条件を既往の研究²⁾を参考に数パターン設定し、条件を満たし次第、貯水槽からの水の流れを止め、スリーブ試験で求めた振動数で振動実験を開始する。加速度を段階的に増やしていき、クラック、崩壊が生じた場合は記録する。また盛土崩壊後の観測を行う。

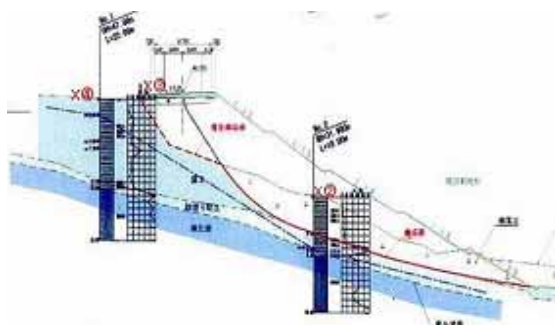


図-1 縦-6地点側面図

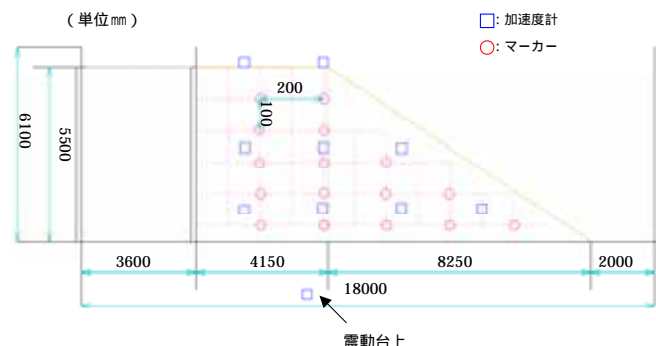


図-2 模型側面図および計測器配置図

3. 実験結果および考察

本稿では紙面の都合上、実験結果のうち3パターンを示す。実験のパラメーターは表-1に示す。図-3は貯水槽高さを300mmにしたときの水位線位置を示したものである。また、図-4は加振後の模型盛土のクラック部・崩壊部分と崩壊後の盛土線を示したもので、図-5はそれぞれcase1, case2, case3の盛土崩壊時の加振後におけるマーカーの変位を矢印で示したものである。

加振した結果、case1の場合斜面上の土が流れていくさまが観測され、case2ではcase1よりも全体的に大きく土が流れていく様子が観測された。ただし、case1, case2とも大きなクラックや崩壊はみられなかった。case3ではcase2の移動と同じような移動がより顕著にみられ、クラックが多数観測された。またcase1では盛土の変位は法肩部分以外ほとんど変位しておらず、case2では天端部分は沈下し、法肩部分は水平方向に移動、斜面部分は斜面に沿って沈下している。case3ではcase2と同じ移動がより顕著になっている。

4. まとめ

能登半島地震で崩壊した盛土地形の特徴として、谷筋を含む傾斜した集水地形のため盛土内地下水位が上昇し、地山と盛土の境界が地下水の流路となり土質強度が低下しすべり面が発生したと考えられている³⁾。今回の実験では、含水比が高く、また水位線がある場合で、より大きく盛土が崩壊することが観測された。過去の豪雨で、盛土が数カ所崩壊した際、復旧工事として十分な水処理がなされ、今回の地震でそれらの箇所はほとんど崩壊していなかった。このことから、盛土の耐震性を高めるためには地下水の排水処理を十分に行うことが一番の方法であると考えられる。

参考文献

- 1) 石川県道路公社, 能登有料道路の被災及び復旧状況, 2007.
- 2) 池村太伸, 大規模道路盛土の安定解析と動的応答解析 - 2007年能登半島地震における能登有料道路を対象として -, 平成20年度金沢大学大学院修士論文, 2009.
- 3) 土木学会・地盤工学会, 2007年能登半島地震被害調査報告書, 2007.

表-1 各 case におけるパラメーター

	水位線	含水比	水位線より下の含水比	固有振動数	盛土崩壊時の入力加速度
case1	なし	18%		15Hz	270gal
case2	300mm	18%	50%	17Hz	250gal
case3	300mm	39%	55%	24Hz	150gal

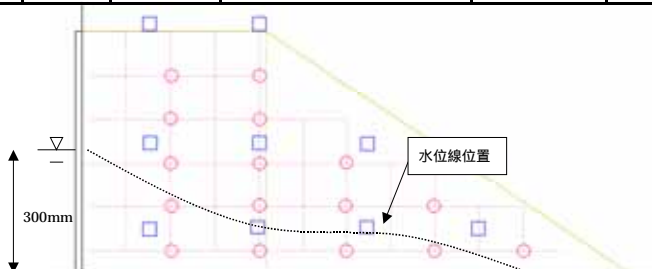


図-3 加振直前の水位線

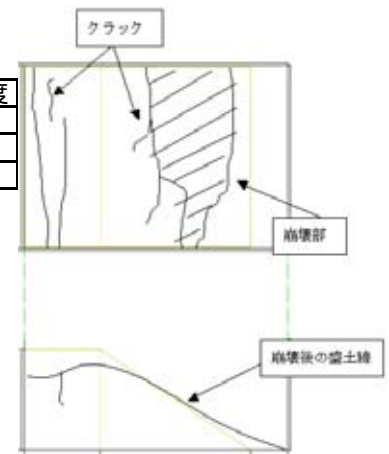


図-4 クラック・崩壊部および盛土線

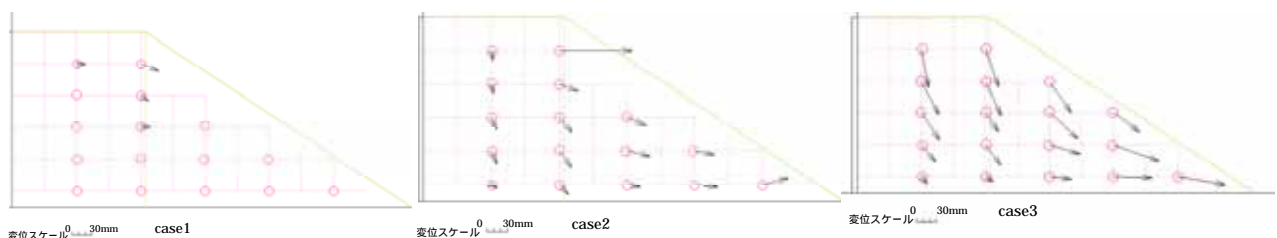


図-5 case1, case2, case3 におけるマーカーの変位