

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

(株)東京ガス・エンジニアリング 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. はじめに

2007年3月に発生した能登半島地震では道路盛土が多数崩壊したが、特に石川県の第1次緊急輸送道路に指定されている能登有料道路が、大規模崩落箇所11箇所を含む180箇所以上の被災を受けた。そのため、仮復旧まで数週間の時間を要し、復旧救援活動に支障を生じたことに加え、地域住民の生活や観光等の産業にも大きな影響を与えた。ここで能登有料道路の特徴としては、能登半島中央部の起伏が激しい山あいを通るルートで計画されたため、地形に合わせるために谷筋を土砂で埋める盛土により、カーブや傾斜を緩やかにしている。そのため、道路が大規模崩落した11カ所は、すべてこの盛土をしていた箇所であった。そこで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と被災発生プロセスの解明を目的に、1G場による振動台実験により実験的に解明する。

2. 振動台実験概要

地震によって大規模崩落した11箇所のうち、本稿では詳細断面図のある1地点を参考に盛土模型を作成したものを示す。作成した盛土模型に対し振動を加え、盛土模型の挙動を観測するとともに、応答加速度と変位量を測定する。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。ここで土槽は長さ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被災地点から採集したものを扱い、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。ただし、含水比については晴天時に採取した試料より求めており、被災当時の状況よりはやや乾燥していると思われる。

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おきに同一人による人力で締め固める。盛土の勾配は1:1.5とし、加速度計×10(2G)を水平方向、マーカーも同時に設置する(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。

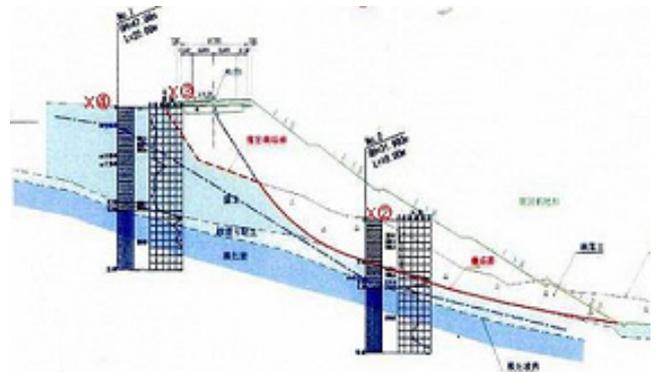


図-1 縦-6地点側面図

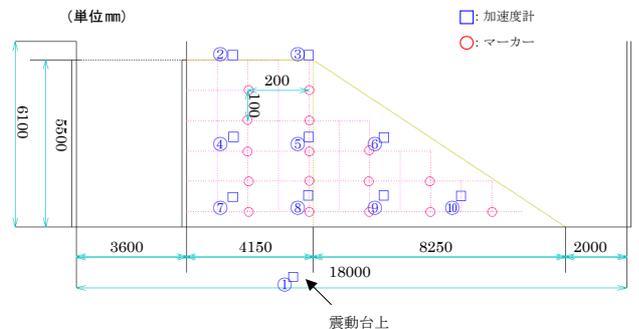


図-2 模型図および計測器配置図

キーワード 道路盛土, 振動台実験, 能登半島地震
 連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学理工研究域 TEL: 076-234-4655

3. 実験結果および考察

本稿では紙面の都合上、実験結果のうち水位と含水率に着目した3ケースについて示す。実験のパラメータは表-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様が観測され、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見られなかった。case3では入力加速度がcase1, case2より十分小さいにもかかわらず、case2の移動と同じような移動がより顕著に見られ、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おり、実際の被災とよく似た破壊パターンとなった。

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明らかとなった。今後は想定された入力地震動を用い、実験を進める予定である。本研究を進めるにあたり、石川県道路公社には実験実施にあたりご協力頂きました。(社)土木学会地震工学委員会性能を考慮した道路盛土の耐震設計・耐震補強に関する研究小委員会委員の皆様には、貴重なご意見を頂きました。記して謝意を表します。

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

	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

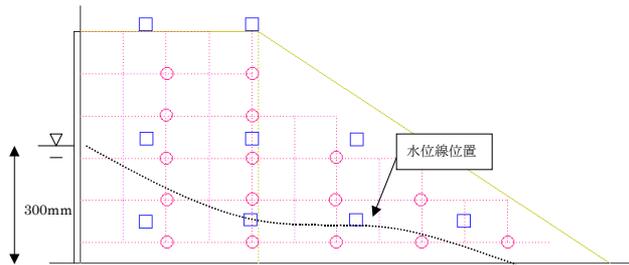


図-3 加振直前の水位線

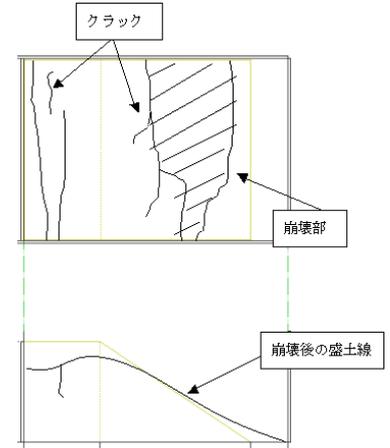


図-4 クラック・崩壊部および盛土線

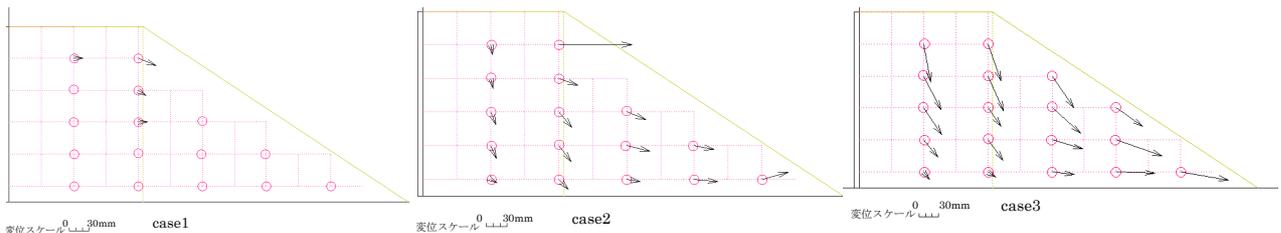


図-5 case1, case2, case3 におけるマーカーの変位