

## 旧河道の液状化が盛土の安定性に及ぼす影響に関する模型振動実験

日本大学 工学部 学生会員 ○福田 智弘 非会員 中嶋 倅輝  
 (株)ネクスコ・エンジニアリング東北 正会員 村山 暢  
 日本大学 工学部 正会員 仙頭 紀明

## 1. 目的

近年地震の影響で高速道路盛土がすべり崩壊する被害が発生している。特徴的な被害として基礎地盤に旧河道が存在する道路盛土の法肩に段差や法面の滑り、基礎地盤の沈下や隆起がみられた。具体的には、東日本大震災において東北地方の高速道路では、道路路肩が1m 陥没し(写真-1)、路肩の外側法面にも変状が生じている<sup>1)</sup>。このように、旧河道がある場合には、基礎地盤を含む盛土の変状が発生する恐れがあるものの、詳しい発生メカニズムはわかっていない。そこで本研究では、旧河道の有無、規模及びその位置に着目した3つのケースの模型振動実験を実施して、地震時の盛土崩壊メカニズムに及ぼす旧河道の影響について考察した。

写真-1 道路盛土の被災状況<sup>1)</sup>

## 2. 実験概要

実験には、高さ0.6m×幅1.8m×奥行0.40mのアクリル製土槽を用いた。図-1、2に実験の概要を示す。盛土の法面勾配は1:1.8とし、締固め度は85%で作製した。なお基礎の締固め度は90%とした。締固め度は、地盤作製時にカッターリング法により測定し、目標締固め度の±3%以内であることを確認した。地盤材料は飯豊珪砂6号を用いた。試料の物理特性は $\rho_s=2.631\text{g/cm}^3$ 、 $e_{\max}=0.830$ 、 $e_{\min}=0.510$ である。地盤作製は含水比を2%に調整し、基礎を4層、盛土を7層に分け、1層あたり5cmの厚さにな

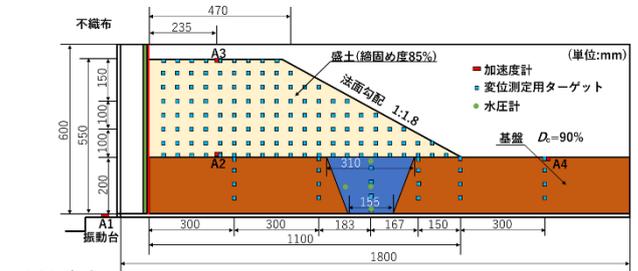


図-1 盛土概要図(ケース2)

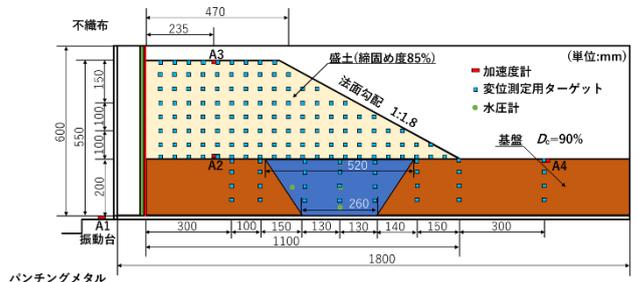


図-2 盛土概要図(ケース3)

るように転圧して作製した。基礎作製後、旧河道の部分を掘削し、止水のために厚さ0.06mmの塩化ビニルシートを敷設した。旧河道は、相対密度が45%となるように水中落下法により作製した。その上部には盛土に水が浸潤しないように上記のビニルシートで蓋をした。加振は2次元永久磁石地震波振動台を使用して行った。入力波はsin波2Hz、継続時間は12秒間とし、加速度振幅は、旧河道無しの場合(ケース1)では、100galから100galずつ段階的に振幅を上げて800galまで加振した。旧河道有のケース2、3は400、600、800galで加振した。測定項目は、加速度、変位、間隙水圧とし、図-1、2に示す位置で測定した。変位の測定には黒色のターゲット(プラスチック製10mm×10mm×10mm)を用いた。

## 3. 実験結果と考察

図-3にケース2、図-4にケース3の800gal加振時における斜面崩壊過程を示す。図では、クラックを青線で示し、変位ベクトルを赤の矢印で示した。なおケース1では800galで5回加振したが斜面崩壊はみられなかったため、ここでは考察を省略する。盛土の崩壊に旧河道の液状化が影響しているかを確認するため、過剰間隙水圧の等時曲線を図-5に示した。

キーワード 旧河道, 盛土, 地震, 液状化, 模型実験

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1, 電話 024-956-8710

ケース2では、加振開始 3.4s(b)で示すように、法肩側(左側)の旧河道側面延長線上の盛土天端付近にクラックが発生し、土塊の法尻方向への移動がみられた。旧河道では全層にわたって過剰間隙水圧が有効上載圧と同等かそれ以上となり、この時点で液状化の影響によってクラックが発生したと考える。次に、加振開始 3.9s(c)ですべり土塊がさらに滑動することで土塊の頭部が沈下し、盛土天端の段差が生じた。この段差は、写真-1で見られた段差に対応していると考えられる。一方、盛土法尻部分では押し出しによる隆起が見られた。この変状は液状化による旧河道部の強度低下によって発生しており、その際のすべり線はクラックと変位ベクトルから判断すると、旧河道上部を通っていることがわかった。また、すべり土塊の下方への移動に伴い、旧河道では有効上載圧を超えて過剰間隙水圧が上昇している。加振開始 4.4s(d)では土塊頭部が大きく沈下し、押し出された法尻部分にもクラックが発生した。旧河道上部の変位ターゲットがわずかに下がっていることから、すべり土塊が旧河道に沈み込むようにして円弧状すべりが発生していることがわかる。

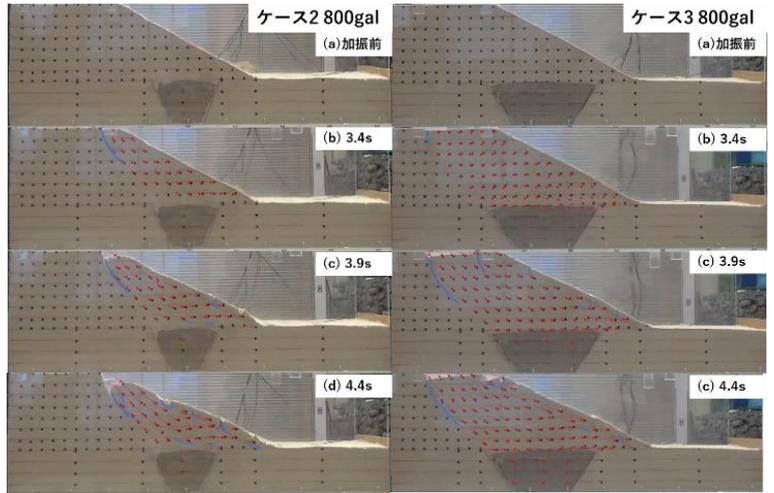


図-3 加振時の状況(ケース2)

図-4 加振時の状況(ケース3)

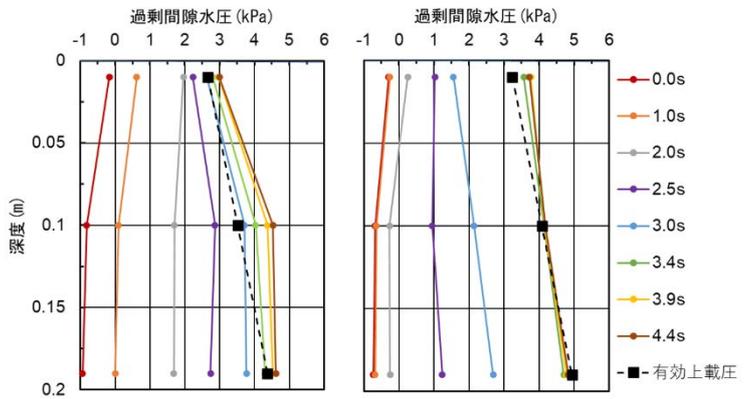


図-5 過剰間隙水圧の等時曲線(左ケース2, 右ケース3)

ケース3では、加振開始 3.4s(b)で示すようにケース2と同様に、盛土天端にクラックが発生したが、ケース2と比べると移動土塊の体積が増加した。旧河道では全層にわたり過剰間隙水圧は、初期有効上載圧の95%を超えており液状化している。次に、加振開始 3.9s(c)でケース2と同様に段差が生じるとともに、土塊の内部に副次的なクラックが発生した。旧河道上部はわずかに沈下し、法尻部分では押し出しによる隆起が見られた。これらの変状からケース2と同様に旧河道上部を通るようなすべり線が発達しているものと考えられる。加振開始 4.4s(d)では、土塊の頭部がさらに沈下し、副次的なクラックの位置でも段差が生じ、法尻部分では隆起が進行した。なお、旧河道内部では、上部のみならず下部も沈下し、法尻方向にわずかに変形した。ケース2と同様、旧河道に沈み込むように土塊は円弧状のすべりが生じた。

#### 4. まとめ

盛土直下の基礎地盤に旧河道として緩い飽和砂層を設置した盛土の模型振動実験で、以下のことがわかった。

- 1) 旧河道がある場合の崩壊形態は、旧河道の液状化に起因して、まず法肩側(左側)にある旧河道の側面の延長線上の盛土にクラックが生じ、土塊のすべり線が液状化した旧河道の上部を通り、法尻側に抜けるような円弧状のすべりを示した。
- 2) 旧河道の幅が大きくなると、崩壊形態は共通するものの、移動土塊の体積が増加し、さらに、土塊内部では、副次的なクラックが発生した。
- 3) 盛土崩壊時には旧河道内部の全層にわたり、液状化が発生し、土塊の下方の移動に伴って初期有効上載圧よりも高い過剰間隙水圧が発生した。

#### 5. 参考文献

日下寛彦・藤岡一頼・池田一成・安部哲生・眞野基大・中村雅範 (2013):東北地方太平洋沖地震における地形的要因に起因する盛土被害について, 第48回地盤工学研究発表会, pp.1109-1110.