

## 断層上の建物と盛土の挙動に関する模型実験

東京電機大学理工学部 フェロー会員 安田 進  
 東京電機大学理工学部 学生会員 ○沼田 大介  
 東京電機大学理工学部 非会員 黛 峻亮

### 1. はじめに

1999年9月21日、台湾中部をマグニチュード7.5～7.7という大きさの大地震が襲った。震源地の地名をとって「台湾集集地震」と名づけられたこの地震では、学校や道路などに大規模な断層が出現し、断層によって多種多様な土木構造物が被災した。この地震で見られたように、断層上の構造物は断層変位によって傾いたり変形する。ただし、断層変位量や地盤の堅さ、構造物の重さ、構造物の位置と断層の位置などによって、被害の程度が異なってくると考えられる。そこで、逆断層を発生させる模型実験装置を用いて、①建物の模型を用いた断層が与える影響に関する実験、②盛土の模型(堤防や道路、鉄道盛土)を用いた断層が与える影響に関する実験を行って考察した。

### 2. 実験装置および実験方法

図1に示すような縦500mm、横1900mm、高さ400mmの土槽を用いて実験を行った。土槽は中央部付近で鉛直30°方向に切断されており、片方の土槽を固定し、もう一方の土槽を側面に付随しているウィンチで引っ張ることによって、鉛直30°の逆断層を再現する仕組みとなっている。そのために土槽側面の切断面に沿ってガイドと3つの車輪がついており、ウィンチで引っ張る際に、鉛直30°方向に一定に土槽を引っ張れるような仕組みとなっている。試料は、千葉県産の山砂(最大乾燥密度 $\rho_{dmax}=1.716\text{g/cm}^3$ 、最適含水比 $\omega_{opt}=13.5\%$ )を用いた。模型地盤の作製方法は最適含水比になるように試料の含水比を調整し、締固め度 $D_c=85\%$ 、95%になるように締固めた。その上に建物や盛土の模型を置き、土槽を変位させる速度をなるべく一定の速度になるようにしながら手動でウィンチを用い土槽を10cm変位させた。①の建物の実験では、縦234mm、横234mm、高さ120mmの建物の模型を用いた。

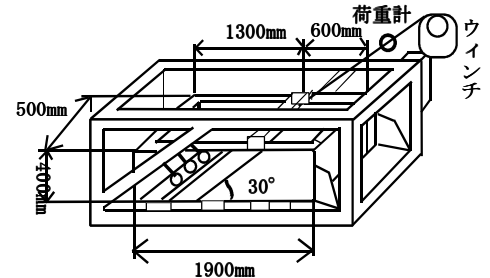


図1 逆断層実験装置

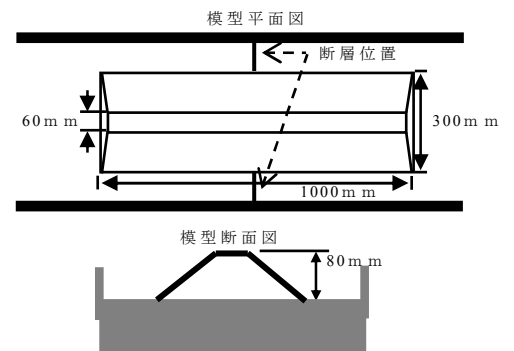


図2 盛土模型の形状

$D_c=95\%$ 、模型質量=30.64 kg で、位置を模型の1/4の長さ(58.5 mm)ほど前方や後方にずらして実験を行った。模型の変位量は巻取り式変位計、引き上げ量は棒変位計、模型の傾きは加速度計により測定をした。②の盛土の模型実験では、盛土の模型を図2に示すように天端幅60mm、のり尻幅300mm、高さ80mm、長さ1000mmとした。そして盛土の $D_c=90\%$ 、95%、地盤の $D_c=85\%$ 、95%と変え、合計5ケースの実験を行った。

### 3. 実験結果

#### (1)建物の模型実験

断層変位を与えると模型は鉛直・水平方向に動き、また、傾いていった。模型の位置を変えた場合の変位過程を図3に示す。図3を見ると、断層先端より前(模型の長さの1/4前,+58.5 mm)に模型の中心がある場合、模型の底面と背面によって断層先端は破壊され、模型は鉛直方向に変位しな

かった。そして、模型底面は地盤と接しているため、摩擦力が大きく働き、水平方向にもほとんど変位しなかった。これに対し、断層先端より後（模型の長さの1/4 後ろ、-58.5 mm）に模型の中心があり地盤の締固度が大きい場合、模型は断層に乗ったまま断層の変位と同じように模型も変位した。

## (2)盛土の模型実験

盛土が地盤より密な場合、図 4 に示すように盛土に生じる断層の線は、地盤に生じる断層の線を延長した場所より後側に出た。そして盛土  $D_c$  が大きいほど後側にでた。これに対し、盛土が地盤より緩い場合、図 5 に示すように盛土に生じる断層の線は、地盤に生じる断層の線を延長した場所と同じような場所に出た。また盛土の断層の線が階段状にでたが、これは層と層（盛土を作る際、四層に分けて作製した）や、盛土底面と地盤上部の間の噛み合わせが弱い部分で滑りが生じ、このようになったのではないかと考えられる。地盤と盛土が同じ密度で、しかも密な場合、盛土は断層の線で破壊せず、盛土が滑って移動した。これも盛土底面と地盤上部の間の噛み合わせが弱い部分で滑りが生じ、このようになったのではないかと考えられる。そこで、盛土先端を固定した実験を行ったところ、盛土の断層線は地盤に生じる断層線を延長した場所に出始めたが断層の線が階段状になり、最終的には断層線を延長した場所より前側になった。

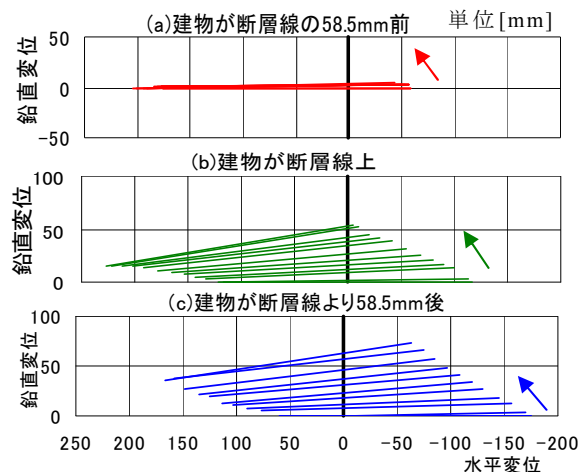


図 3 断層変位にともなう建物位置の移動状況

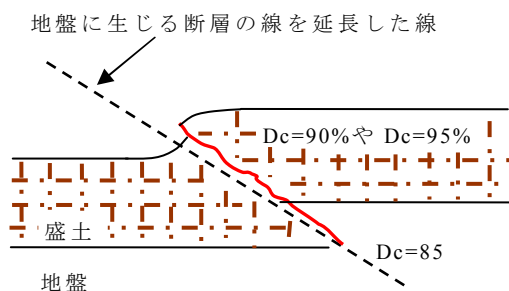


図 4 盛土に生じる断層の線のイメージ  
(地盤  $D_c <$  盛土  $D_c$ )

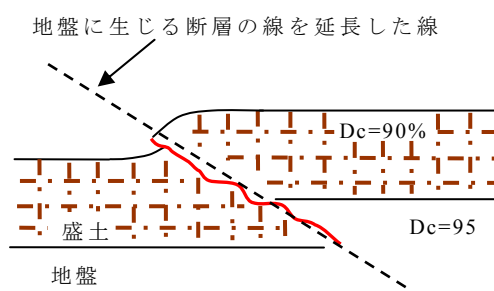


図 5 盛土に生じる断層の線のイメージ  
(地盤  $D_c >$  盛土  $D_c$ )

## 4. まとめ

千葉県産の山砂を用い、逆断層が建物や盛土に与える影響に関する模型実験を行った結果以下のことが分かった。

- (a) 断層の変位に伴って建物は鉛直、水平方向に移動し、また傾く。この変位量は建物が軽いほど、また、地盤が密なほど大きい傾向となった。
- (b) 建物と断層の位置の関係では、断層先端より前に模型がある方が、鉛直変位、水平変位、模型の傾きが小さくなり建物の被害が小さい可能性がある。
- (c) 断層の変位に伴って盛土は盛り上がり、またクラックが入る。このクラックの方向や形状は盛土と地盤の密度により異なる傾向となった。

## 参考文献

- 1) 安田進・黛峻亮,沼田大介:断層上の建物と盛土の挙動に関する模型実験  
第 2 回地盤工学会関東支部研究発表会講演概要集,pp.149-152,2005.