

# 地震に強い道路モデルの作製

井上 綾乃 大久保 柚 吉原 夢乃

## 【概要】

地震によって崩れる道路は、誰にとっても不利益をもたらすものだと思った。そこで、地震が発生した際に揺れに耐えることができる道路が作製できれば良いのではないかと考えた。砂を中心として盛り土タイプの道路モデルを作製し、独自の振動装置を用い、強度を比較した。振動回数は各モデル 30 回とし、振動を与えた。重ねた実験から、全く崩れない道路モデルを作製するのは難しいことがわかった。そこで思考を変え、車の走行に関係しない部分に、地震の揺れによる崩れをあえて誘発させ、走行部分の安全性を高める研究に取り組んだ。

We thought that the roads damaged by earthquakes have bad influences with everybody. Then we supposed that we may make the road which was damaged by earthquakes. We made the road model and test their strength by shaking 30 times with vibration table. Considering test result, now, we thought that it is hard to make the road without breakdowns. Thereupon, we changed thought. We worked on a study with causing collapse by earthquake to the part which is unrelated in traveling of cars.

## 【研究動機・目的】

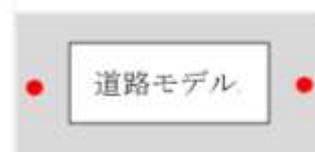
私たちは、応用数理科の一員として課題研究を行うにあたり、人々の生活に役立つような研究がしたいと考えた。そこで私たちは、地震というテーマに着目した。私たちの暮らす日本では、地震が頻発している。その中には、2011 年の東日本大震災や、2016 年の熊本地震など、各地に甚大な被害をもたらしたものもある。その度に、壊れた家財で散らかった家屋や、大きくひび割れた道路の様子などが報道されていた。報道を目にしたとき、この課題研究を用いて、私たち自身で対策をすることはできないかと思った。このことについて考えるうちに、私たちが最も衝撃を受けた道路の崩壊について、対策を試みたいと思うようになった。地震発生時の道路の崩壊はさまざまな問題を生む。例えば、避難経路が制限されたり、救援物資の運搬が遅れたり、道路の再建そのものに時間がかかったりすることなどである。従来とは違った道路構造を見つけ出し、地震の揺れに耐え、発生するさまざまな問題を解決するような強度の道路を作製することができれば、人々の生活に役立つのではないかと考えた。またこの研究を通して、私た

ち自身の防災・減災に対する意識そのものの向上にもつながると思い、この研究を行うことに決めた。

## 【実験準備】

(振動装置の作製)

道路モデルに乗せたバットが載る大きさの木板の四隅に、金具とねじで滑車を固定する。木板の両端に、ペットボトルで作製した 200 グラムのおもりを取り付ける (場所は下図の赤部分)。



【予備実験】クラッシャーランと砂の強度比較  
 〔実験方法〕共に 3,000 グラムのクラッシャーランと砂それぞれに水 200 グラムをまぜ、二種の盛り土型モデルをつくる。装置で 10 回ずつ水平方向に振動を与え強度を比較する。なお、予備実験以降の実験はこの結果から明らかになった強度の高い土を使用する。

〔仮説〕クラッシャーランには砂よりも比較的大きな粒子と小さな粒子も含まれているためクラッシャーランが砂よりも強い。



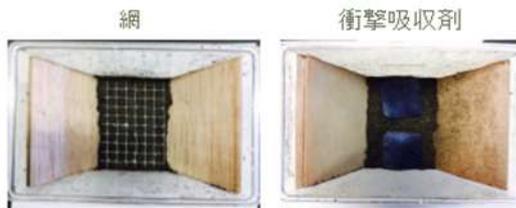
〔結果〕砂はクラッシャーランより強いため、以後の実験では砂を用いることとする。

【研究方法】

(実験 1) 水平方向の網・衝撃吸収剤による強化

〔実験方法〕砂 3,000 グラムに水 200 グラムを混ぜ、型に入れる。砂中 水平方向に網・衝撃吸収剤を組み込む。組み込む位置はモデルを水平方向に 3 等分する位置二箇所とする。モデルに 30 回水平方向の振動を与え、強度を比較する。

〔仮説〕衝撃吸収剤が網より強いだろうと考えた。

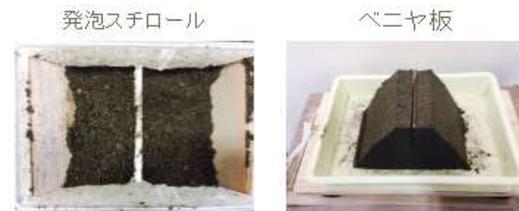


(実験 2) 鉛直方向の発泡スチロール・ベニヤ板による強化

〔実験方法〕砂 3,000 グラムに水 200 グラムを

混ぜ、型に入れる。砂中 鉛直方向に発泡スチロール・ベニヤ板を組み込む。組み込む位置はモデルを鉛直方向に二等分する位置とする。モデルに 30 回水平方向の振動を与え、強度を比較する。

〔仮説〕発泡スチロールの方が、ベニヤ板より密度が小さいため強いだろうと考えた。



(実験 3) 水平方向の発泡スチロール・ベニヤ板による強化

〔実験方法〕砂 3,000 グラムに水 200 グラムを混ぜ、型に入れる。砂中 水平方向に発泡スチロール・ベニヤ板を組み込む。組み込む位置はモデルを水平方向に 3 等分する位置二箇所とする。モデルに 30 回水平方向の振動を与え、強度を比較する。

〔仮説〕発泡スチロールの方が、ベニヤ板より密度が小さいため強いだろうと考えた。



【結果】

① 衝撃吸収剤より砂を組み込んだほうが、強度が高い。衝撃吸収剤に衝撃吸収の能力は見られない。



- ② どちらのモデルも崩れ、強度が低い。



地震の規模によっては、これらの実験結果が成立しない可能性があるため、さらに検証を重ねることが必要である。

- ③ 発泡スチロールを水平方向に組み込んだほうが、強度が高いが、どちらも走行部分は崩れなかった。



#### 【考察】

各実験より、道路モデルに網と発泡スチロールを組み込んだ箇所から崩れることがわかった。鉛直方向に網と発泡スチロールを組み込んだ場合は走行部分の崩れが大きかったが、水平方向に網と発泡スチロールを組み込んだ場合は走行部分が崩れなかった。

土台付近が崩れることによって、走行部分の揺れが軽減されたためと考えられる。

#### 【結論】

今後は水平方向に崩れを誘発させ、走行部分の崩れを減少させる実験を行う。

今回の実験では、水平方向の振動のみをモデルに与え強度を比較したが、地震には鉛直方向の揺れもあるため鉛直方向の振動を与えられる振動装置の開発を考える。

また、私たちが作製した道路モデルは実際の道路の大きさよりもとても小さいため何分の1スケールかを調べる必要がある。