

# 地表地震断層の出現位置と変状量の予測に関する研究

早稲田大学理工学部

フェロー会員 濱田政則

早稲田大学大学院理工学研究科

学生会員 ○後藤俊幸

早稲田大学大学院理工学研究科

岩永領一

## 1. はじめに

1999年に発生したトルコ・コジャエリ地震および台湾・集集地震では、地表に現れた断層変位によって、その直上に存在した橋梁・ダム・ライフライン施設などに甚大な被害が発生した。数mに及ぶ断層変位に対して破壊しないような構造物を設計・建設することは現実的ではないが、断層による被害を受ける危険性のある区域を特定することが可能となれば、ライフラインなどにおいて代替性の高めるネットワークの構築、あるいは復旧・復興が容易な構造系やシステムを採用することは可能と考えられる。

本研究では、このような断層による被害を予測する第一段階として、「地下深部の活断層の変位に伴ってその上部の地盤がどのように破壊し、破壊がどのように伝播するのか？」を解明することを目的として、模型実験および数値解析を行う。

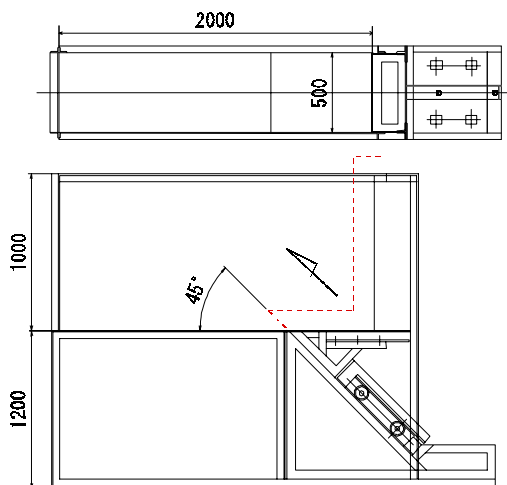


図1 土槽設計図

## 2. 模型実験

実験装置の土槽部の大きさは長さ2m、高さ1m、奥行き0.5mである（図1）。観察面のみアクリル板になっており、その他は鉄製である。底盤が左右2つに分かれており、片方がジャッキによって、ある

一定の角度で斜めに可動し断層変位を模擬する。可動部は側壁と一体構造になっている。

本報告での底盤の断層傾斜角は $45^{\circ}$ であるが、底盤部分を取り替えることにより、傾斜角の変更が可能である。底盤を上げると逆断層を、下げると正断層を模擬することができる。

なお、同様の実験として、Cole と Lade (1984) や上田と谷 (1999) などがある。

## 3. 実験結果

### (1) 実験ケース

底盤の断層傾斜角： $45^{\circ}$ 、断層タイプ：逆断層、地盤材料：遠州灘浜砂（乾燥砂）、密度：約 $1.40\text{g/cm}^3$ （相対密度：39.1%）の条件のもとで、層厚(H)を15cm、25cm、40cmと変化させて実験を行った。

### (2) せん断層の形状

底盤の上昇とともに、砂層中にせん断層が発達していく。このせん断層は、底盤の断層面から一本の連続したせん断層とはならず、雁行状に地表面へ到達した。図2にせん断層伝播の様子の一例を示すが、このせん断層は、水平および鉛直に作成した地盤メッシュのずれから読み取ったものである。



図2 せん断層の形状  
(H=15cm、d=20mm 時点)

キーワード：断層変位 地表地震断層 活断層 模型実験 せん断層

連絡先：〒169-0072 新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部 濱田研究室 TEL03-3208-0349

(3) 実験データ

各々の実験において、底盤断層の鉛直線上からせん断層が地表面に到達した位置までの水平距離(W)、最初にせん断層が地表面に到達した時に要した底盤の鉛直変位量(D)を測定した(図3)。せん断層が地表面に到達した位置(W)については、壁面の摩擦の影響が見られたため、壁面側と中央部の両方について測定した。

表1にW/H、D/Hの値を示し、図4に層厚Hとこれらの値との関係を示す。

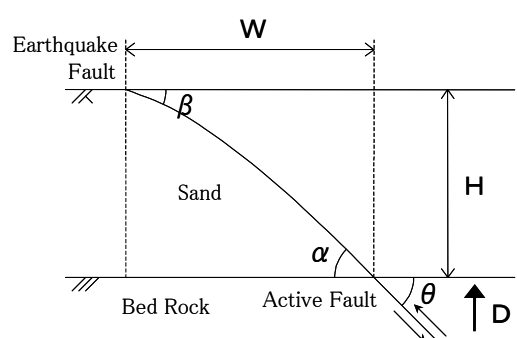


図3 せん断層の到達位置Wと底盤変位量D

表1 W/H、D/Hの値

| 層厚H<br>(cm) | 地表面到達位置W(cm) |      | 底盤の鉛直変位<br>D(mm) | D/H<br>(%) | W/H  |      |
|-------------|--------------|------|------------------|------------|------|------|
|             | 手前壁面         | 土槽中央 |                  |            | 手前壁面 | 土槽中央 |
| 25.0        | —            | —    | 14               | 5.60       | —    | —    |
| 26.6        | 32.5         | 35.8 | 14               | 5.26       | 1.22 | 1.35 |
| 25.5        | 28.1         | 38.3 | —                | —          | 1.10 | 1.50 |
| 24.9        | 31.1         | 33.7 | 15               | 6.02       | 1.25 | 1.35 |
|             |              |      |                  |            |      |      |
| 14.9        | 17.2         | 20.8 | 8                | 5.37       | 1.15 | 1.40 |
| 15.2        | 17.2         | 23.2 | 8                | 5.26       | 1.13 | 1.53 |
|             |              |      |                  |            |      |      |
| 40.0        | 40.0         | 52.7 | 22               | 5.50       | 1.00 | 1.32 |
| 40.2        | 40.0         | 52.7 | 23               | 5.72       | 1.00 | 1.31 |

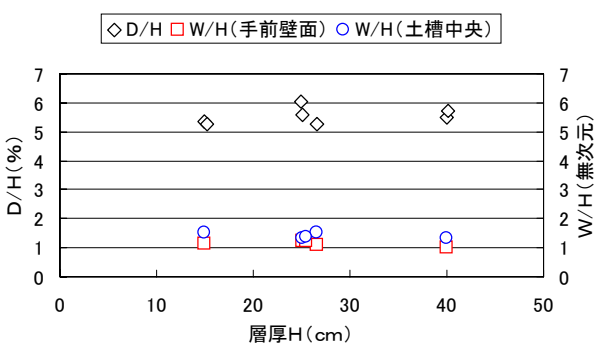


図4 D/HおよびW/Hと層厚Hの関係

図4より、W/Hのデータは層厚Hの変化に対してほとんど変化していないことが分かる。したがって、せん断層の伝播形状は層厚に対してほぼ相似形をとるといえる。

また、D/Hについては、層厚Hのおよそ5～6%の鉛直変位量でせん断層が地表面に到達していることが分かる。

以上より、W/HおよびD/Hの値は、層厚Hのみが変化する場合、ほぼ一定値をとることが分かった。

4. まとめと今後の研究課題

(1) まとめ

せん断層は、一本の線で伝わっていくのではなく、数本の線が雁行状に地表面まで伝播していく。また、層厚が大きくなるほど雁行状の線が増える傾向にあった。

せん断層の出現位置と模型地盤の層厚の比(W/H) およびせん断層の地表面到達時の底盤鉛直変位量と模型地盤の層厚の比(D/H) はほぼ一定値となる。

(2) 今後の研究課題

- ・ 模型地盤中のせん断層の発達過程および模型地盤の変形過程をアクリル壁面側よりビデオカメラで記録しており、画像処理することにより地盤中のひずみを求めることが可能である。これは、活断層からどの程度離して構造物を立地させるべきかの目安になるものと思われる。
- ・ 模型実験におけるスケール効果による拘束圧の影響を考慮する。
- ・ 数値解析により断層変位による地盤の破壊過程を検討する。

参考文献

・ David A. Cole, Jr. and Poul V. Lade : 『Influence Zones in Alluvium over Dip-Slip Faults』 Journal of Geotechnical Engineering ASCE Vol.110 No.5 1984 pp599～615

・ 上田圭一・谷和夫 : 『基盤の断層変位に伴う第四紀層及び地表の変形状況の検討(その2)－正断層、逆断層模型実験－』 電力中央研究所研究報告 No. U98048 1999