

古典的なモデルを用いた 谷埋め盛土の地震時危険度評価

☒ 東京工業大学

日下 寛彦

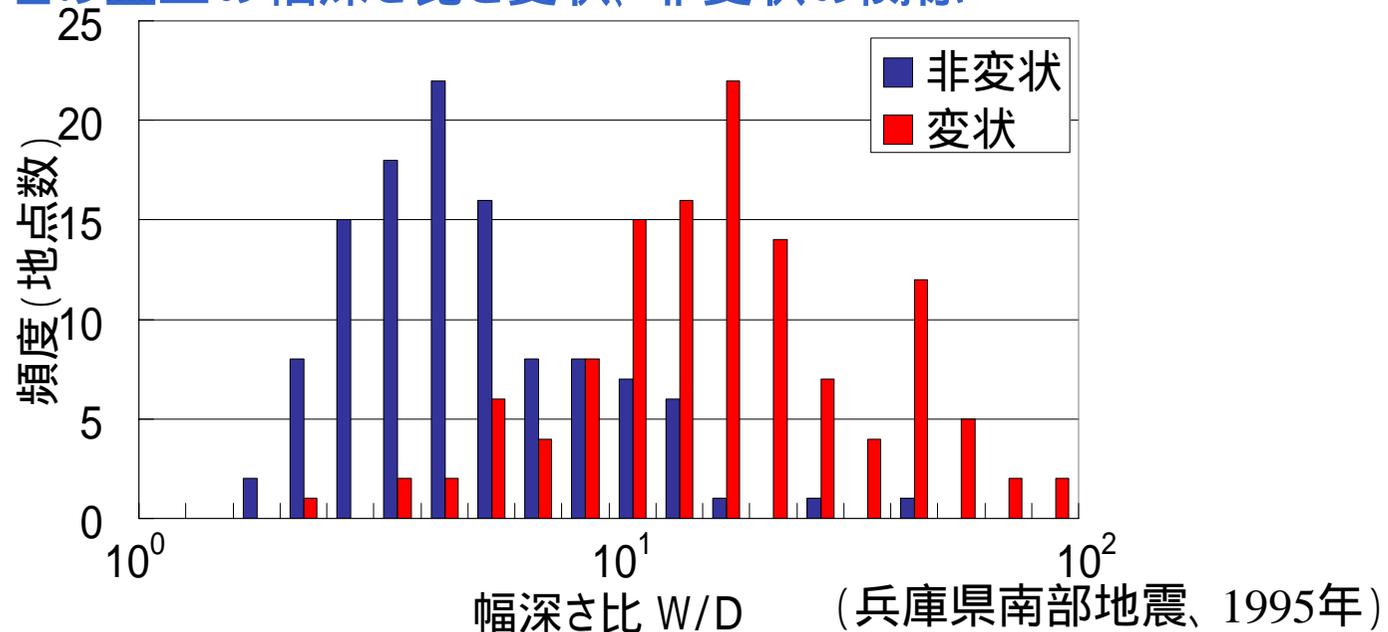
☒ 東京工業大学

太田 秀樹

1.はじめに

- 近年、地震時の都市内部での斜面災害として、谷埋め盛土の被害が多く報告されている。
- 幅と深さが関係すること等が挙げられているが不明確な点が多く、発生メカニズムの解明、災害発生予測が課題。

・谷埋め盛土の幅深さ比と変状、非変状の関係



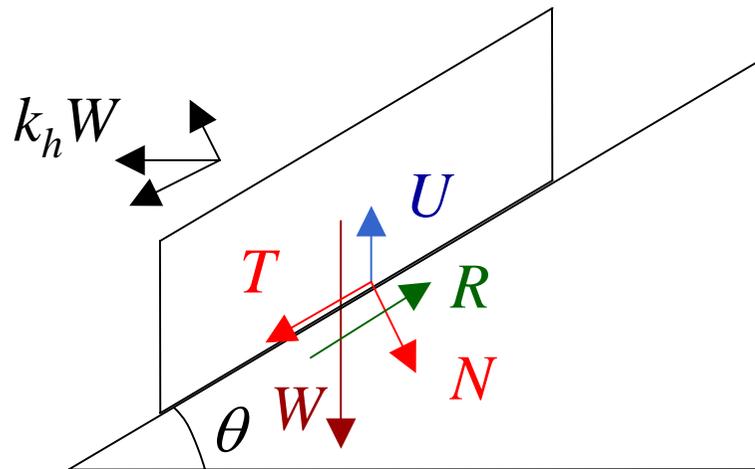
1995年の兵庫県南部地震を例として、古典的な釣合い式をあてはめてそれぞれ検討を行った。

2. 谷埋め盛土のモデル化

■ 古典的なモデル

$$F_s = \frac{R_c + R_\phi}{T}$$

$$F_s = \frac{Ac + (W \cos \theta - k_h W \sin \theta - U) \tan \phi}{W \sin \theta + k_h W \cos \theta}$$



T : 滑動力

F_s : 安全率

R_c : 粘着力による抵抗力

R_ϕ : 摩擦角による抵抗力

N : 斜面に対する垂直抗力

A : 滑動面の面積

W : 盛土重量

U : 水圧による浮力

c : 粘着力

ϕ : 摩擦角

θ : 傾斜角

k_h : 水平震度

(1) モデル1

- 水位 $f(\theta)$ は推定式(釜井・守随)を使用。
- 単純な長方形断面の6面体を仮定。

$$f(\theta) = 0.1394\theta + 1.3046 \quad (\text{m})$$

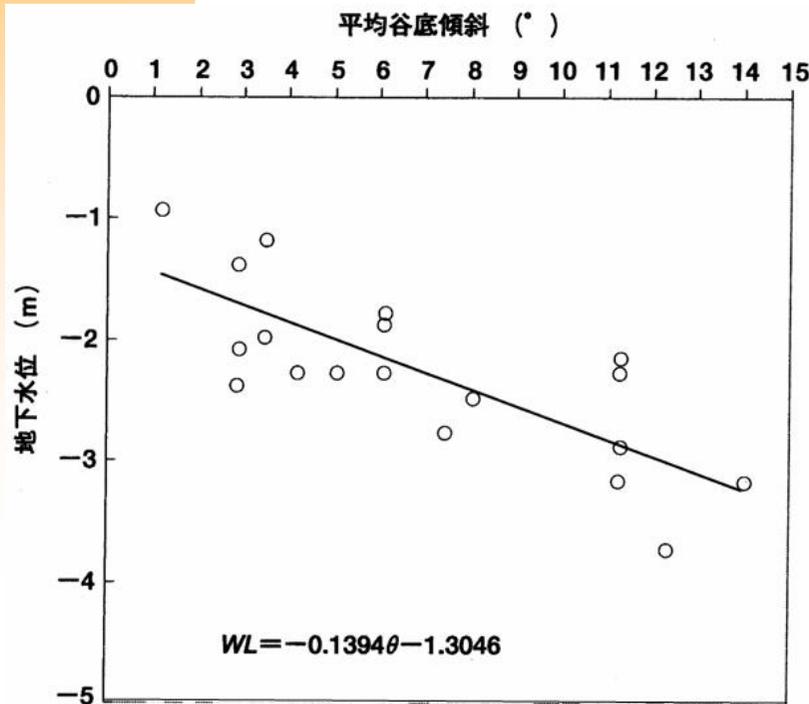
D : 盛土深さ

W : 盛土幅

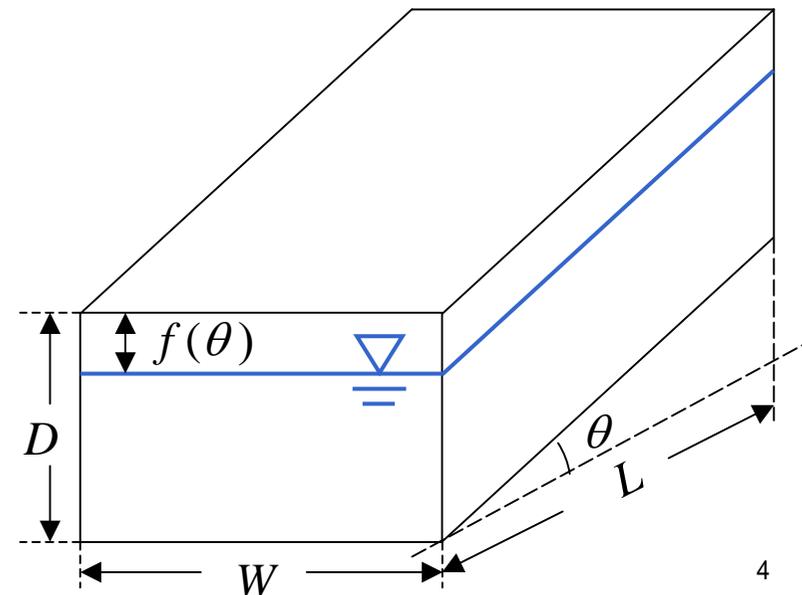
L : 盛土長さ

V : 盛土体積

$$V = LDW$$



- 谷埋め盛土中の地下水位と盛土底面の平均傾斜の関係(釜井・守随、2002)



(1) モデル1

- 整理すると、

γ_t : 湿潤単位重量

γ_w : 水の単位体積重量

$$F_s = \frac{R_c + R_\phi}{T}$$

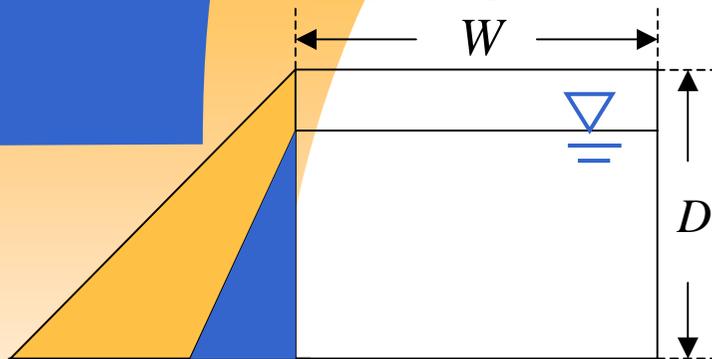
$$F_s = \frac{\left(\frac{1}{D \cos \theta} + \frac{2}{W} \right) c + \left\{ \gamma_t (\cos \theta - k_h \sin \theta) - \gamma_w \left(1 - \frac{f(\theta)}{D} \right) \cos \theta \right\} \tan \phi}{\gamma_t (\sin \theta + k_h \cos \theta)}$$

上式より、

- 深さD,幅Wがそれぞれ大きくなれば、 F_s は小さくなる。
- 傾斜角 θ が大きくなれば、 F_s は小さくなる。

(2) モデル2 (土圧による側方抵抗を考慮)

■ 盛土断面

土圧による抵抗力(K :土圧係数)

$$R_{\phi s} = KL \left\{ \frac{1}{2} \gamma_t D^2 - \frac{1}{2} \gamma_w (D - f(\theta))^2 \right\} \tan \phi$$

■ 整理すると、

$$F_s = \frac{R_c + R_\phi}{T}$$

$$F_s = \frac{\left(\frac{1}{D \cos \theta} + \frac{2}{W} \right) c + \left[\gamma_t (\cos \theta - k_h \sin \theta) - \gamma_w \left(1 - \frac{f(\theta)}{D} \right) \cos \theta + K \left(\frac{D}{W} \right) \left\{ \gamma_t - \gamma_w \left(1 - \frac{f(\theta)}{D} \right)^2 \right\} \right] \tan \phi}{\gamma_t (\sin \theta + k_h \cos \theta)}$$

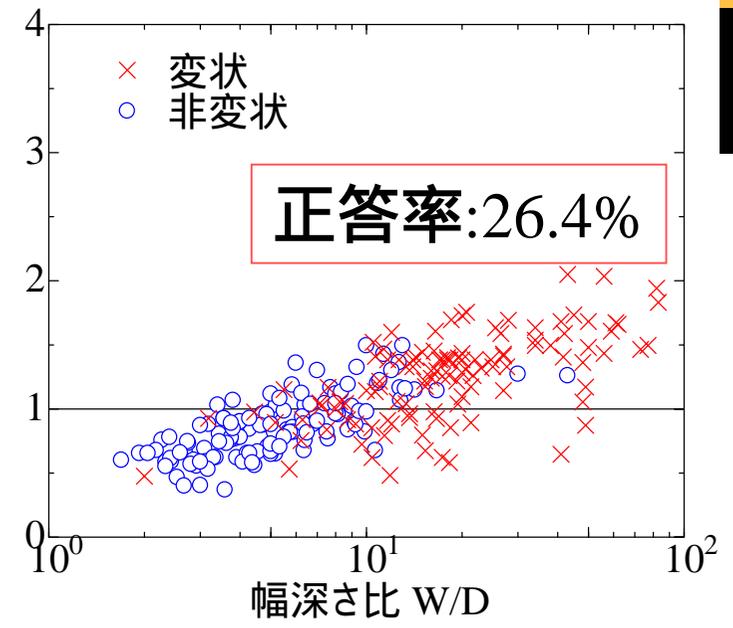
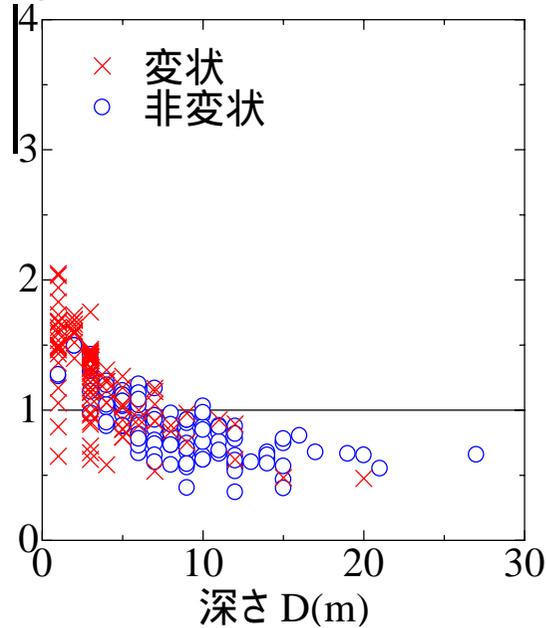
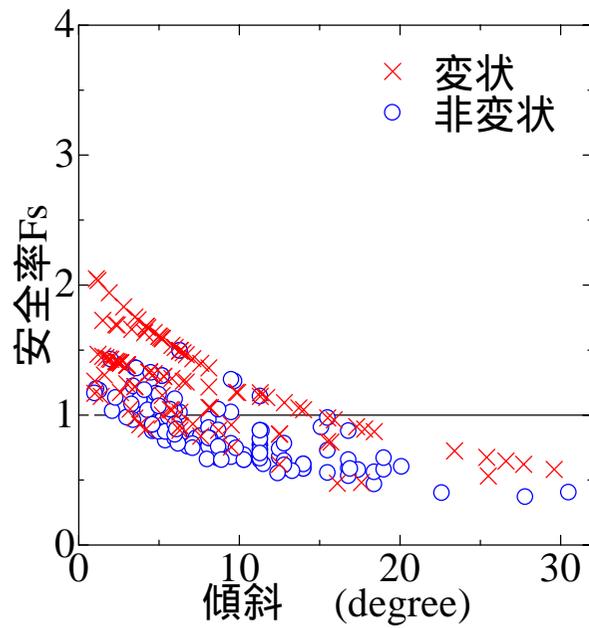
■ D/W に比例する項目が加わる。

3. 実現象との比較

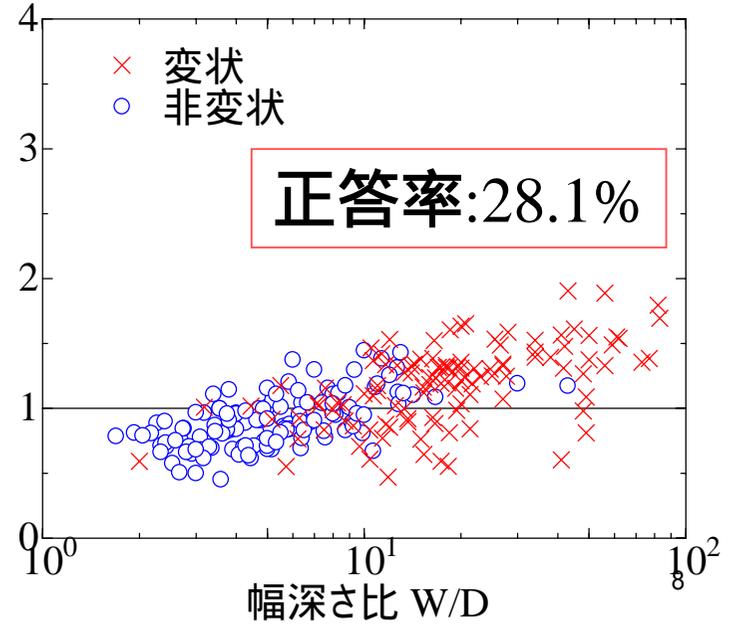
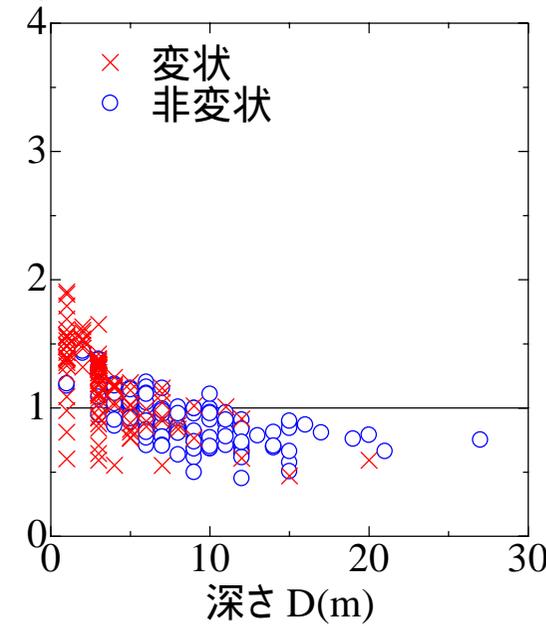
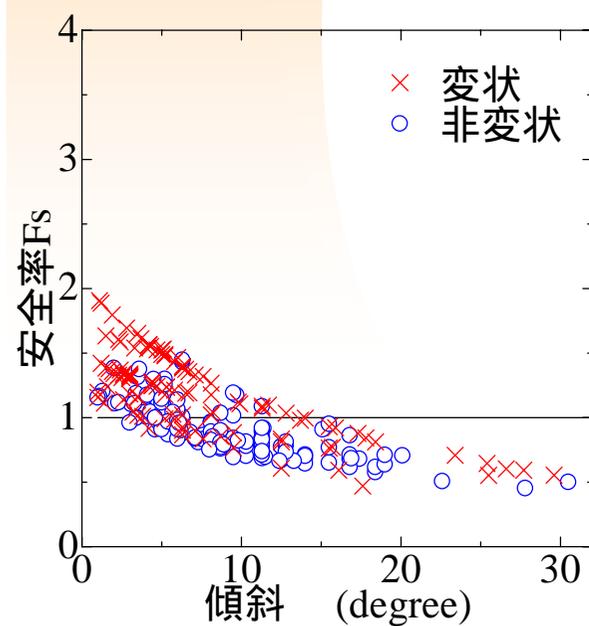
- 対象：兵庫県南部地震の谷埋め盛土データ(変状群114ヶ所, 非変状群129ヶ所)
安定性(変状・非変状)、幅、深さ、長さ、傾斜角
- 変状群の正答率 非変状群の正答率となるような c, ϕ の組み合わせを選ぶ。
- 計算上規定するパラメータ
 - $k_h=0.25$
 - $\gamma_t=18.0\text{kN/m}^3$
 - $\gamma_w=9.8\text{kN/m}^3$
 - $K=0.5$ (モデル2で使用)

■ モデル1($c=0$ kPa, $\phi=29^\circ$)

3.実現象との比較



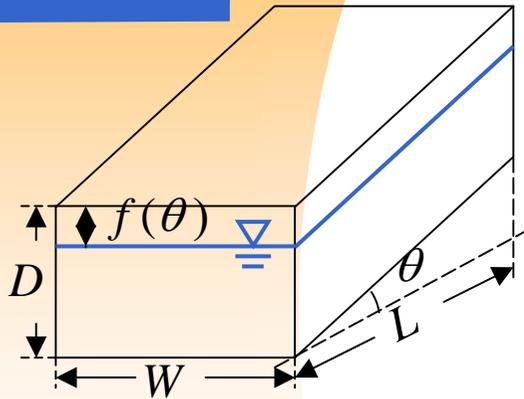
■ モデル2($c=0$ kPa, $\phi=27^\circ$)



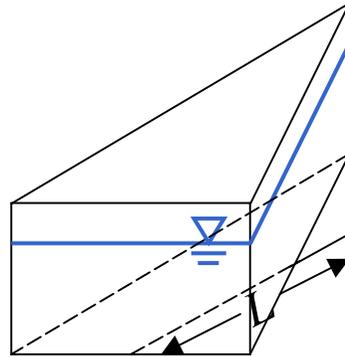
4. 各要素の検討 (形状・水圧・地震力)

(1) 形状

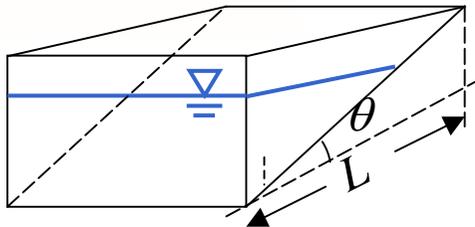
- モデルA



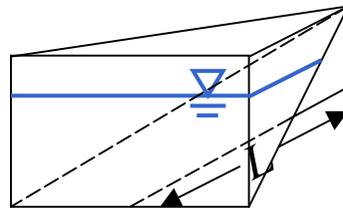
- モデルB



- モデルC



- モデルD

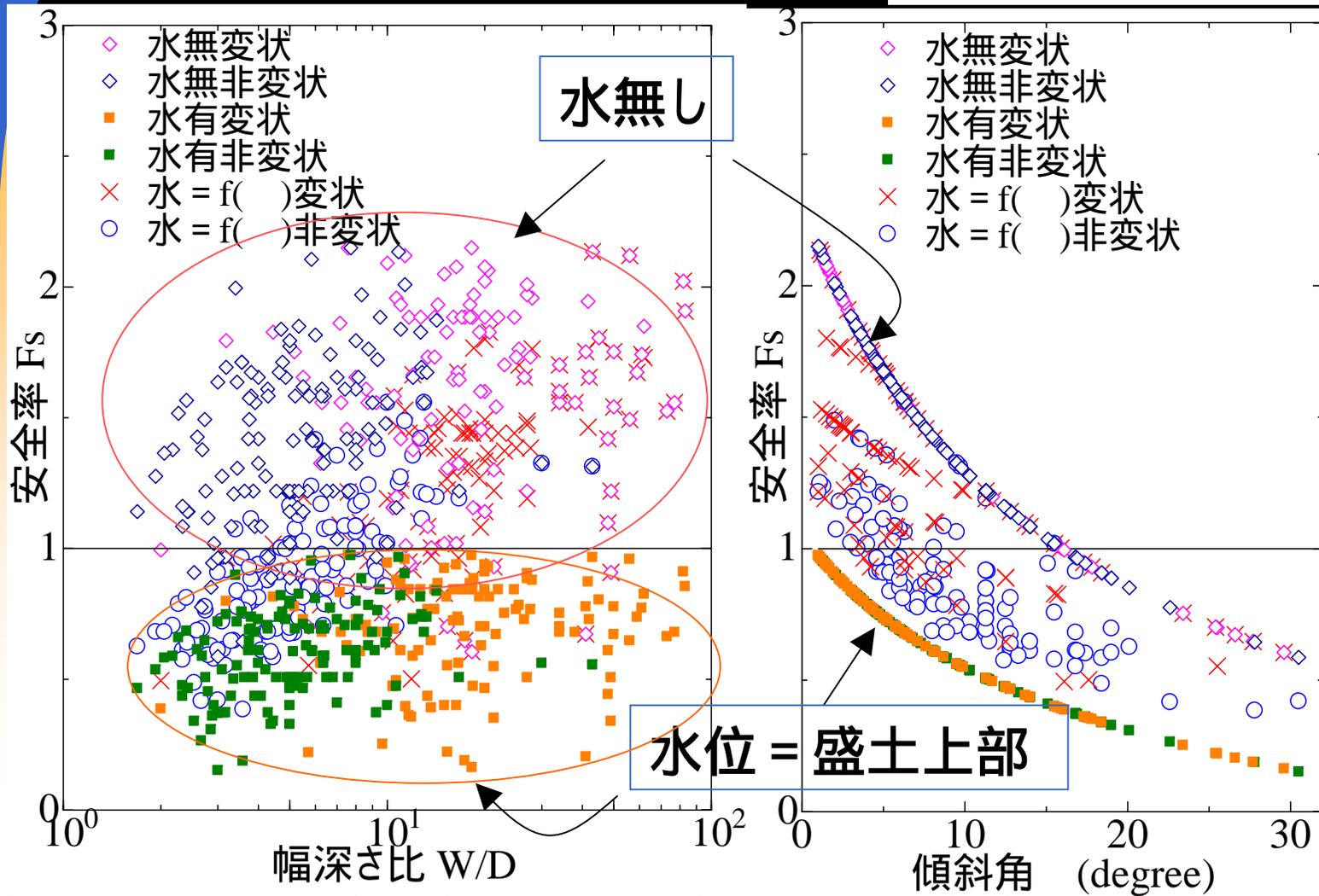


- それぞれのモデルの正答率

	モデル1	モデル2 (側方抵抗有)
モデルA	26.4%	28.1%
モデルB	27.0%	27.4%
モデルC	28.9%	30.2%
モデルD	29.9%	30.3%

- 大差はなく、今回考えた形状の違いによる影響は小さい。

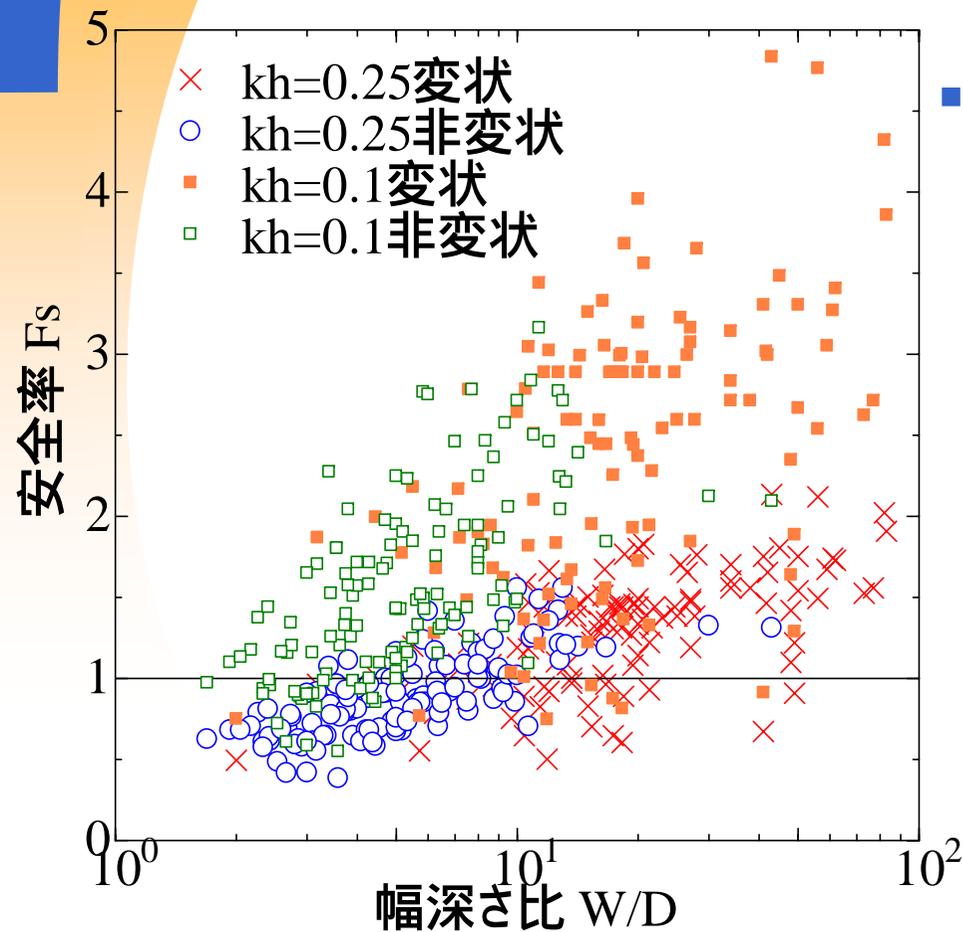
(2)水圧

■ $c=0$ kPa, $\phi=30^\circ$ 

- 粘着力が0の場合、水位と傾斜角によって安全率は決まる。
- 水位によって安全率は大きく変化する。

(3)地震力

■ $c=0$ kPa, $\phi=30^\circ$



■ 盛土の方向や、断層、震源との距離等によって地震力は大きく異なると考えられるが、それによって、安全率も変化する。

5. 結論

- 現在考えている古典的なモデルでは、実際とは異なり幅深さ比が大きいほど安全という結果となった。よって、このモデルを用いて予測を行うことはできない。
- また今回の検証では、多数の地点で計測することが難しい水位や、地震力の影響が大きいという結果となっており、現在のデータから破壊のメカニズムを解明することは困難である。