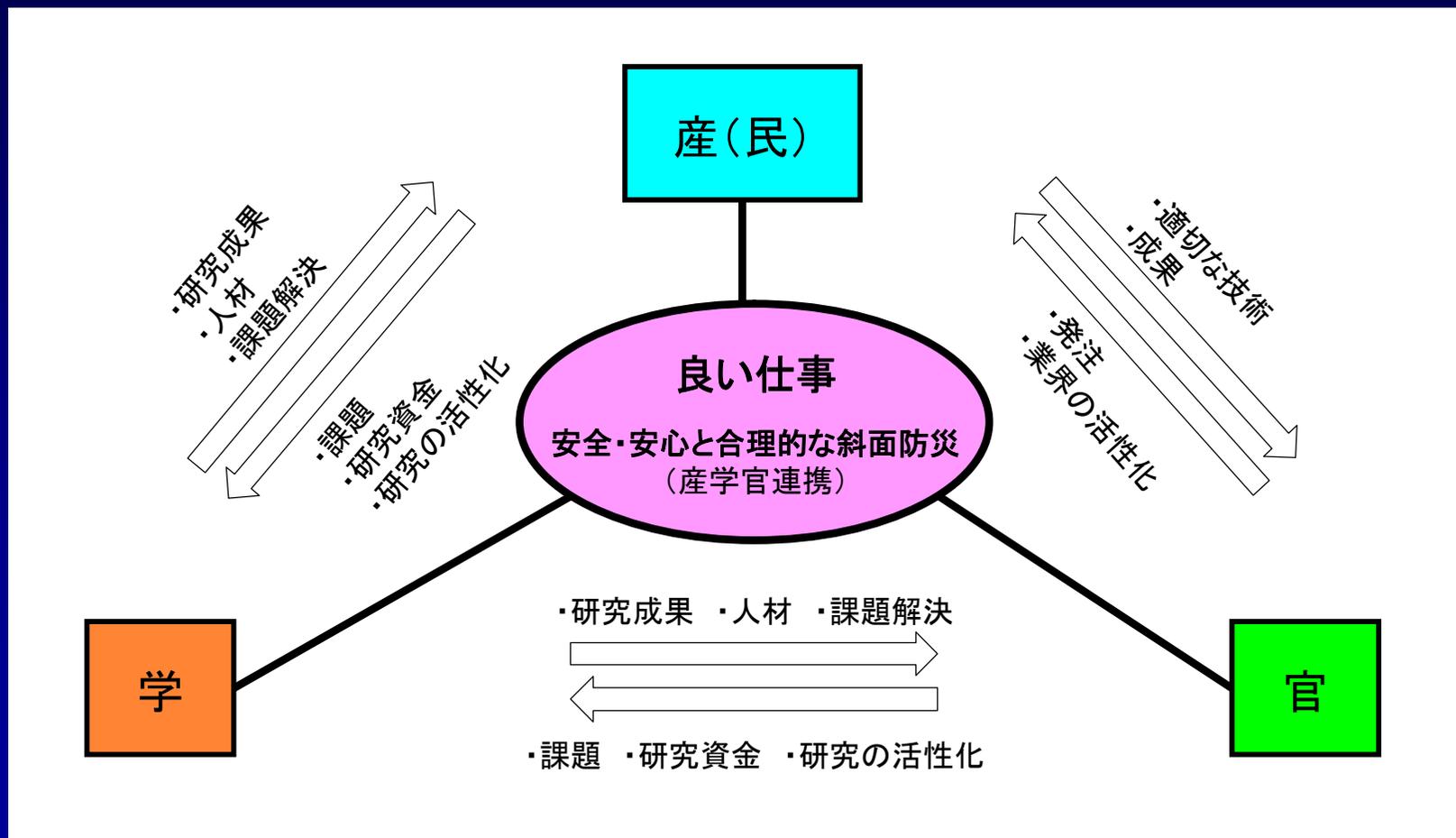


斜面防災と産学官連携

放送大学沖縄学習センター所長
宜保清一



復旧型対策から予防型対策への推進

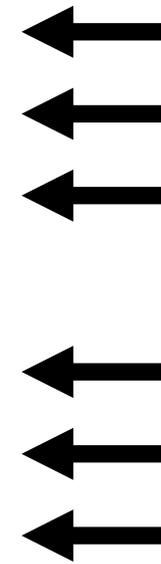
「災害が起きてから対応する」復旧型対策から
「災害が起きることを想定して整備する」予防型対策へ！

○地すべりの防止

- ・ 適切な調査と解析
- ・ 地すべりに関与する強度の分析
- ・ 合理的な設計に基づく防止対策工

○予知による減災

- ・ 地すべり発生場の特定
- ・ 潜在すべり面位置と関与強度の把握・推測
- ・ 斜面安定度診断



質の高い研究成果の反映

本講演では、沖縄島、島尻層群泥岩分布地域での研究成果とその実用化を例として、
斜面防災研究とその実用化および産学官の連携に向けた取り組み
に対する理解と意識向上について共に考えることを目的とする。

●地すべりの類型区分とそれらの特徴

沖縄，島尻層群泥岩分布地域

- ・ 豪雨により地すべりが多発（例えば，中村ら，2011）
- ・ 様々なタイプの地すべりが発生（陳ら，2007；宜保ら，2009）

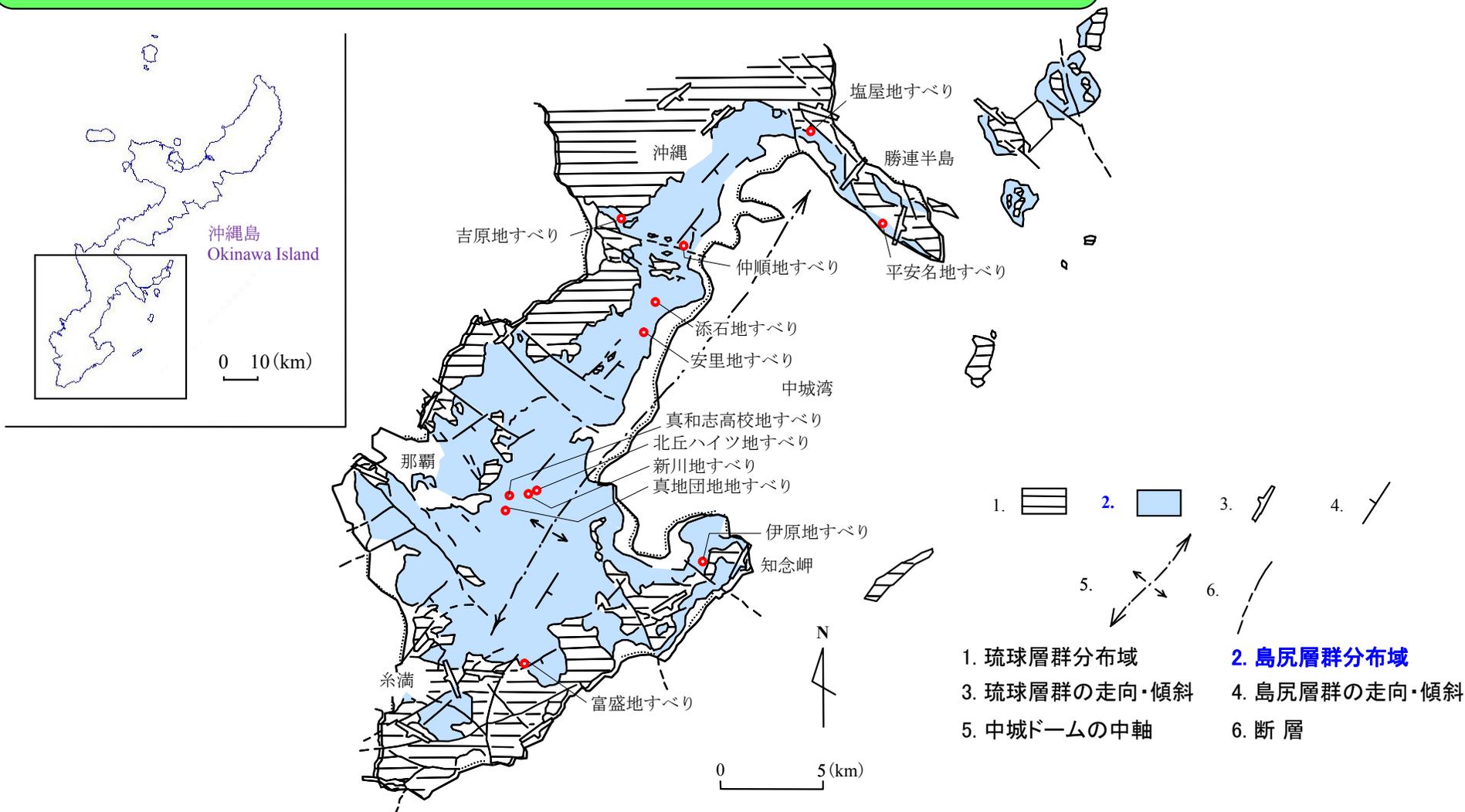


図 地質分布と地すべりの位置（佐々木ら（1990）に加筆）

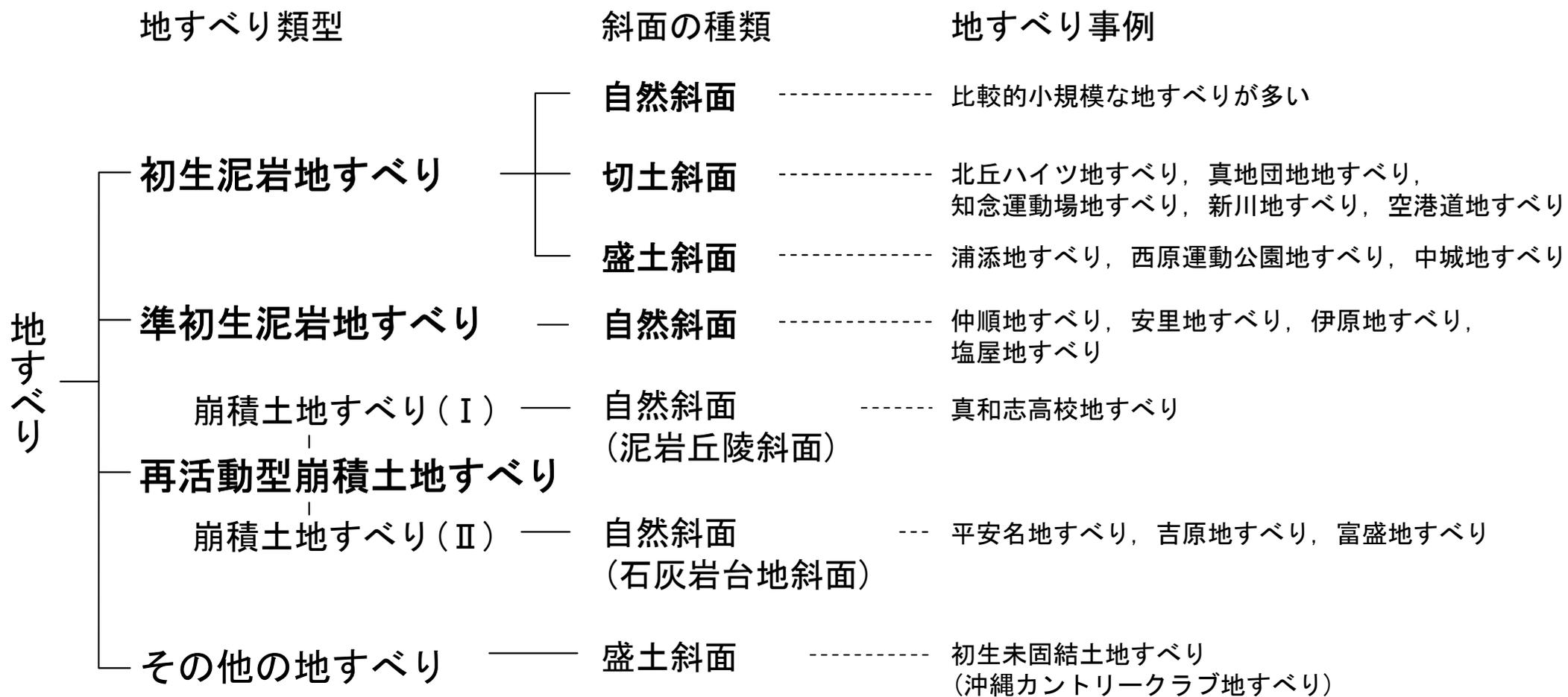
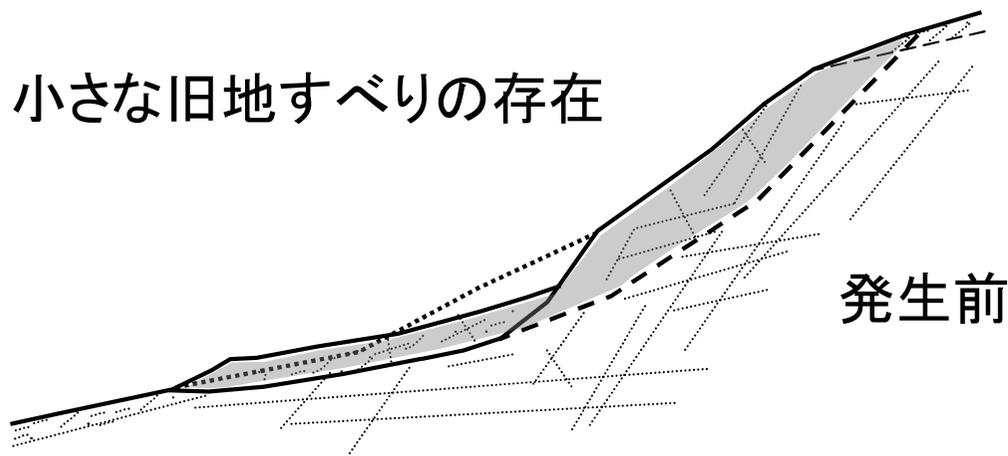


図 島尻層群泥岩分布地域における地すべりの類型区分 (宜保ら, 2009に加筆)

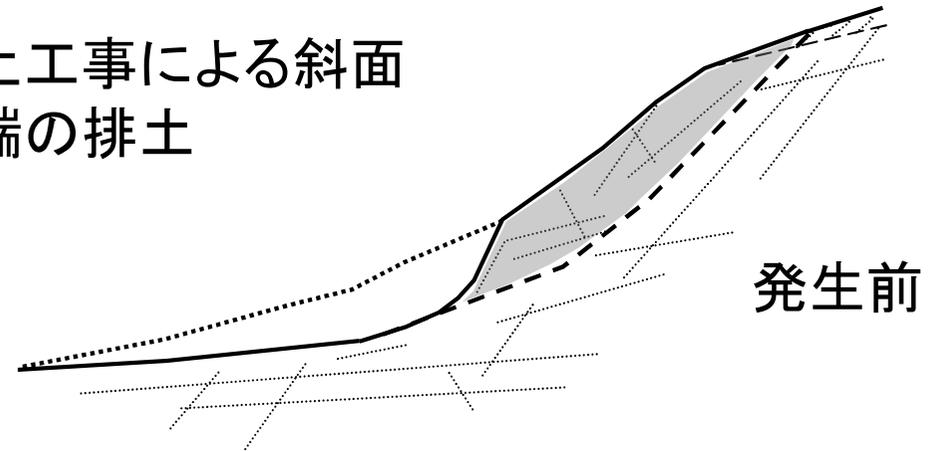
初生型地すべり（初生地すべり，準初生地すべり）



小さな旧地すべりの存在



切土工事による斜面
末端の排土



- 基礎調査マニュアルにより評価不可（発生場の特定が困難）
- 甚大な被害をもたらす可能性高い

発生要因

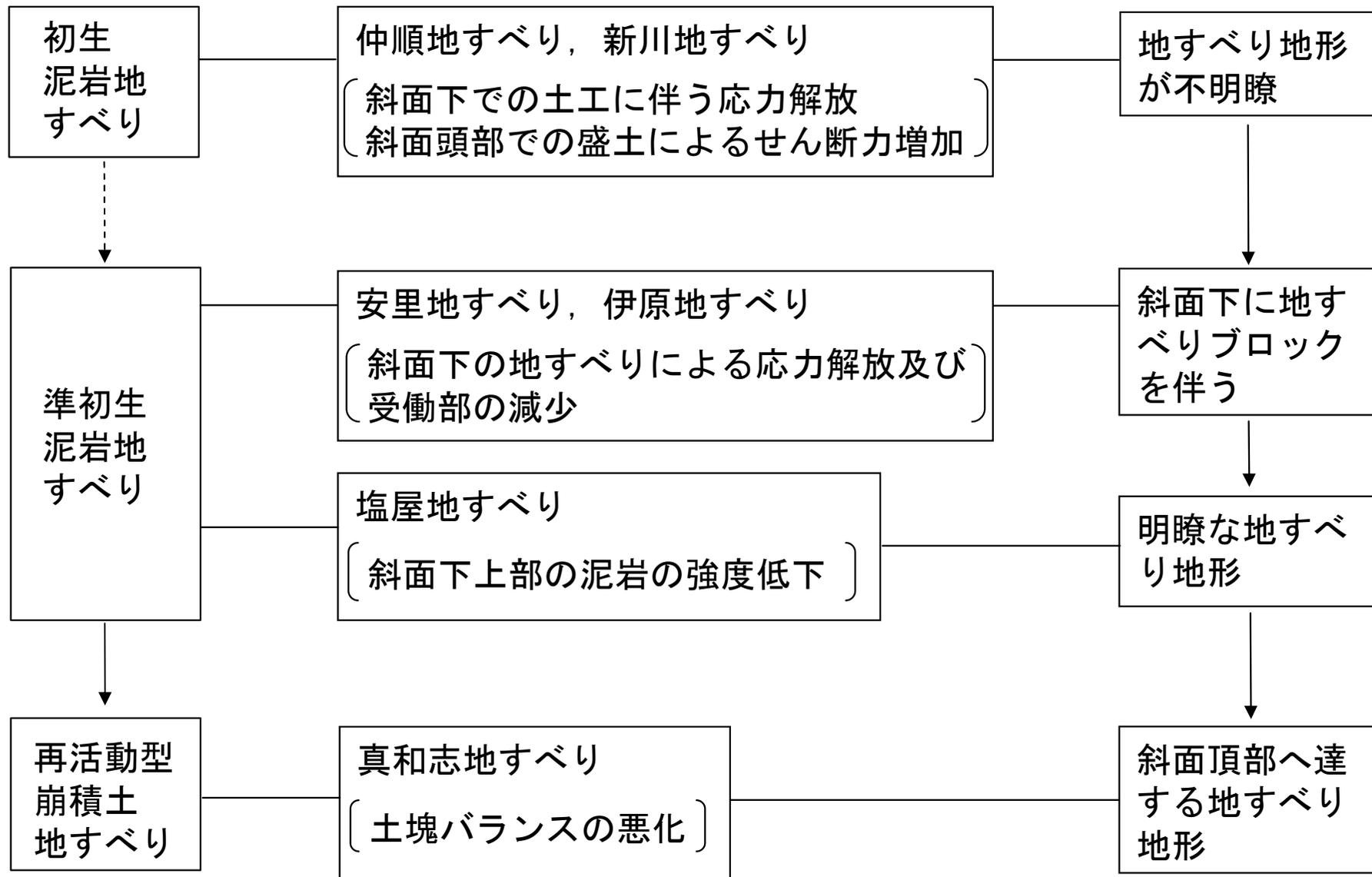
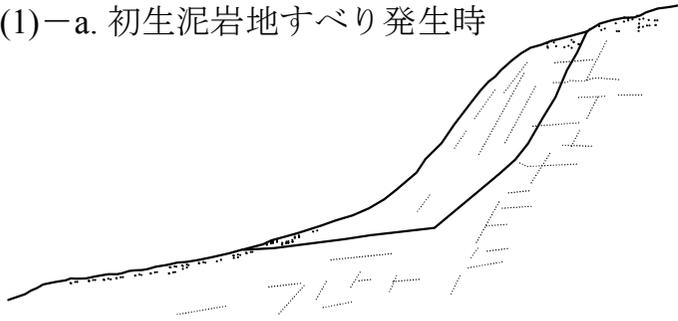
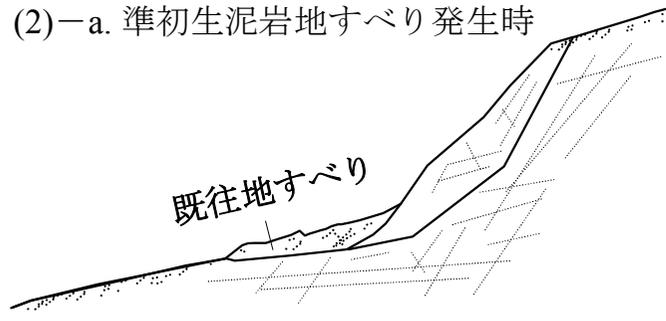


図 島尻層群泥岩分布地域における地すべりの地形と発生要因

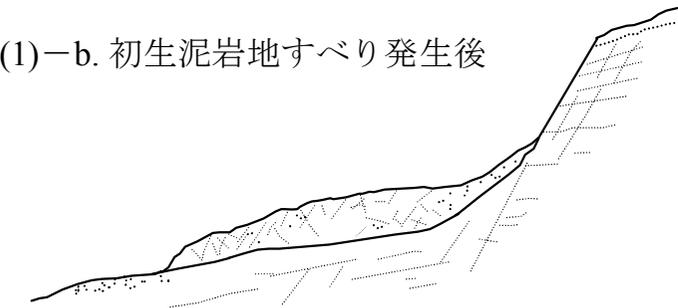
(1)-a. 初生泥岩地すべり発生時



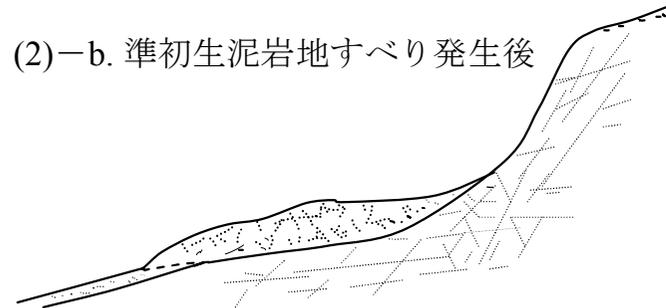
(2)-a. 準初生泥岩地すべり発生時



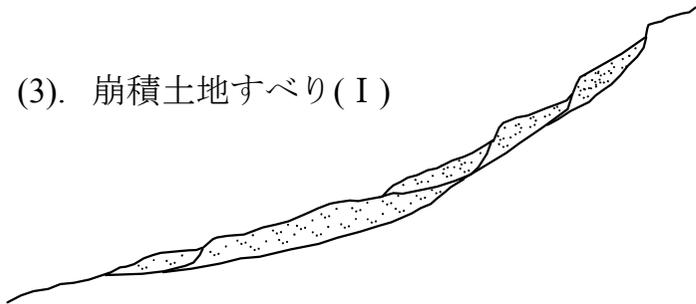
(1)-b. 初生泥岩地すべり発生後



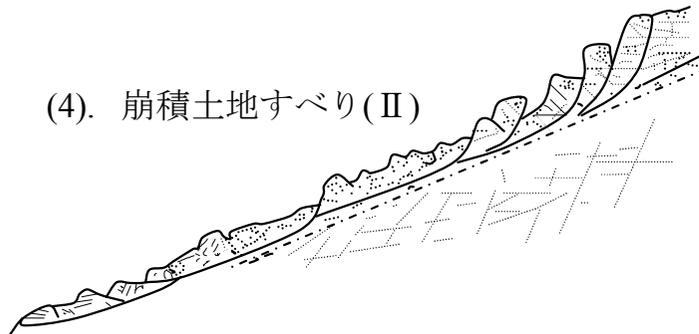
(2)-b. 準初生泥岩地すべり発生後



(3). 崩積土地すべり(I)



(4). 崩積土地すべり(II)



(1)-a. 泥岩内に発生する小断層や層理に規制され、すべり面強度は、破碎泥岩のピーク強度と断層鏡肌の残留強度が動員される。

(1)-b. 移動体は岩屑化して岩盤構造を失い、スレーキング等により急速に粘性土化する。すべり面強度は残留強度付近まで低下する。

(2)-a. 既往すべり面の残留強度、破碎泥岩のピーク強度、断層鏡肌の残留強度が動員される。

(2)-b. 移動体は岩屑化して岩盤構造を失い、スレーキング等を受け急速に粘性土化する。すべり面強度は残留強度付近まで低下する。

(3). 斜面全体が地すべり地形であるが、地すべりはいくつかのユニットに分かれる。すべり面強度は主に残留強度が動員される。

(4). メサ状斜面で発生する(3)と類似の地すべり。石灰岩塊が地すべりの形状を規制する。主に残留強度が動員される。

図 島尻層群泥岩分布地域における地すべり類型の示す地形断面とすべり面に動員される土質強度

●地すべりに関与する強度

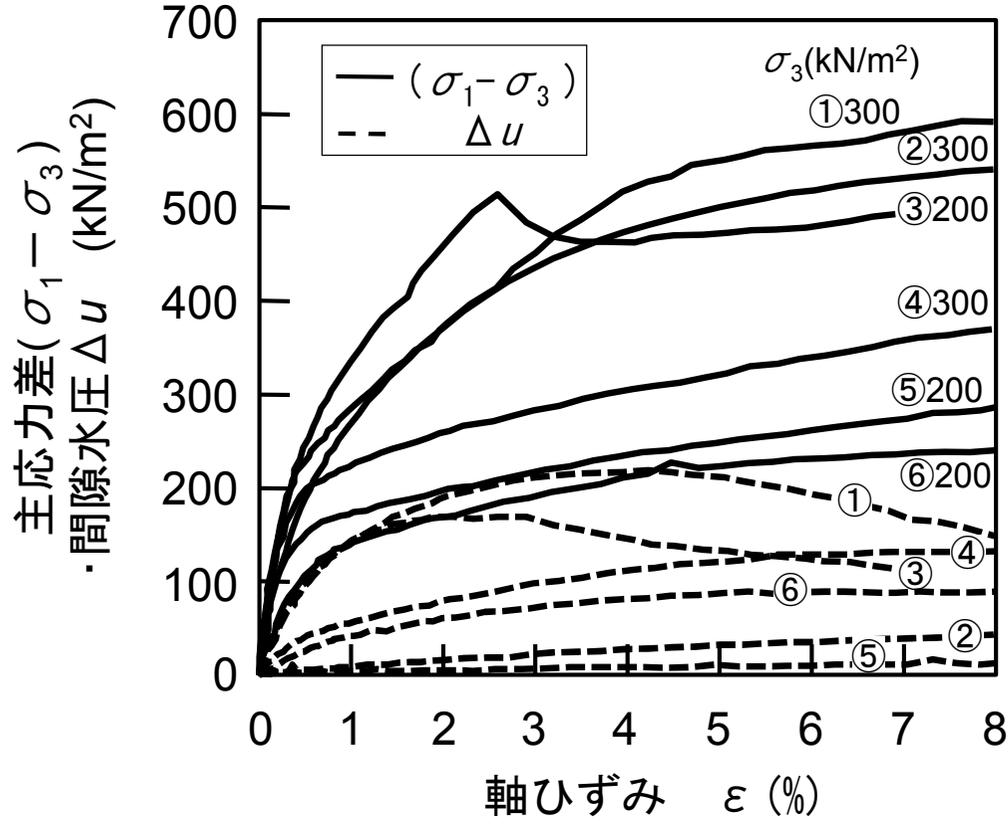


図 破碎泥岩不攪乱試料の三軸圧縮試験結果

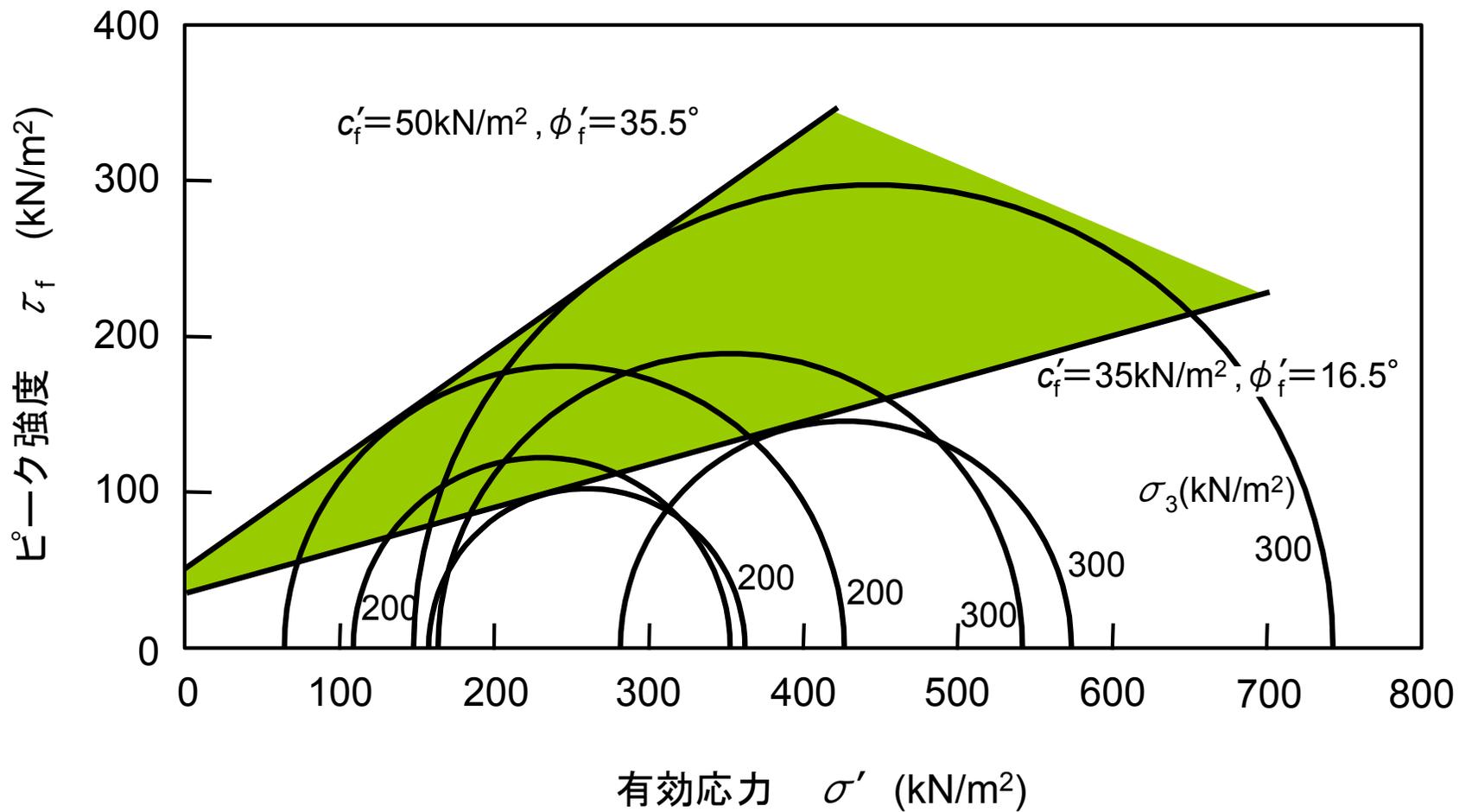


図 破碎泥岩のピーク強度定数(三軸圧縮試験)

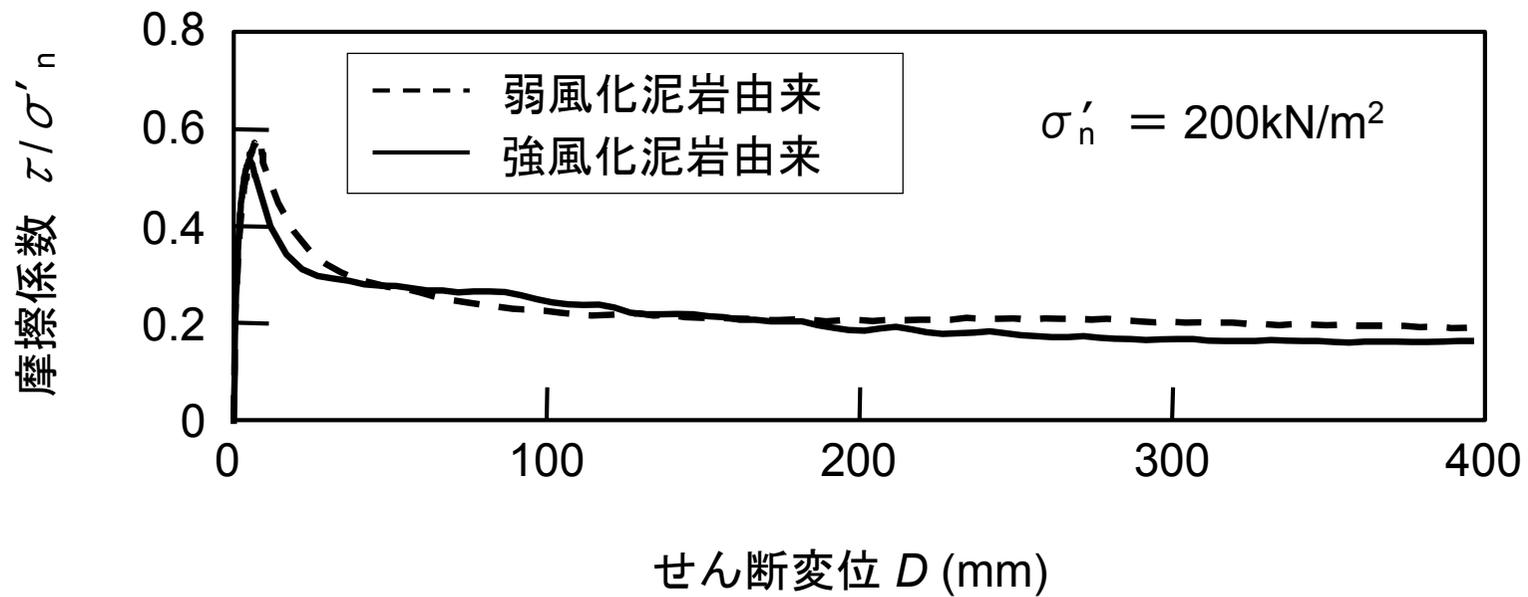
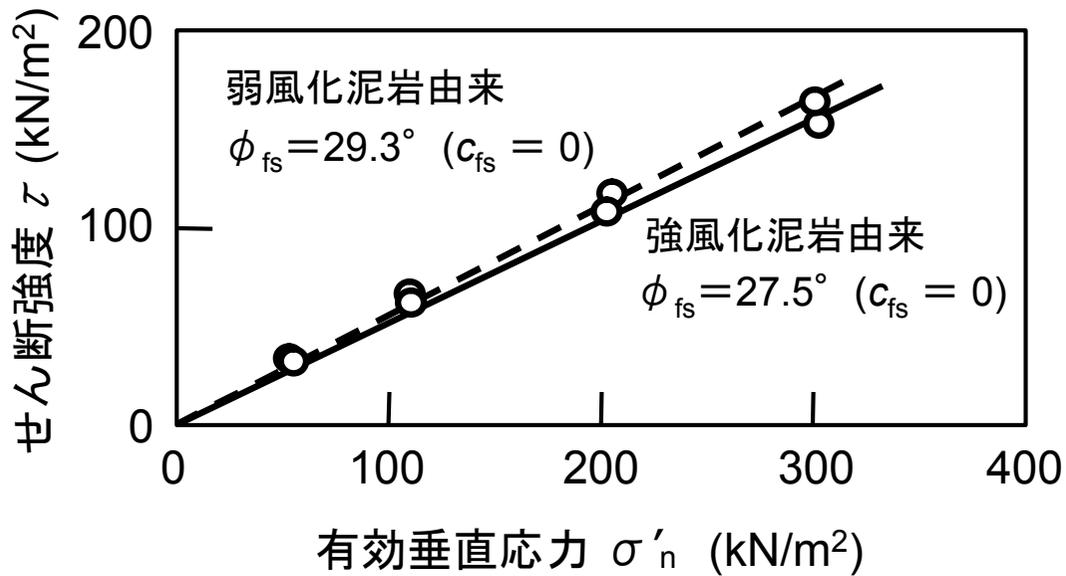
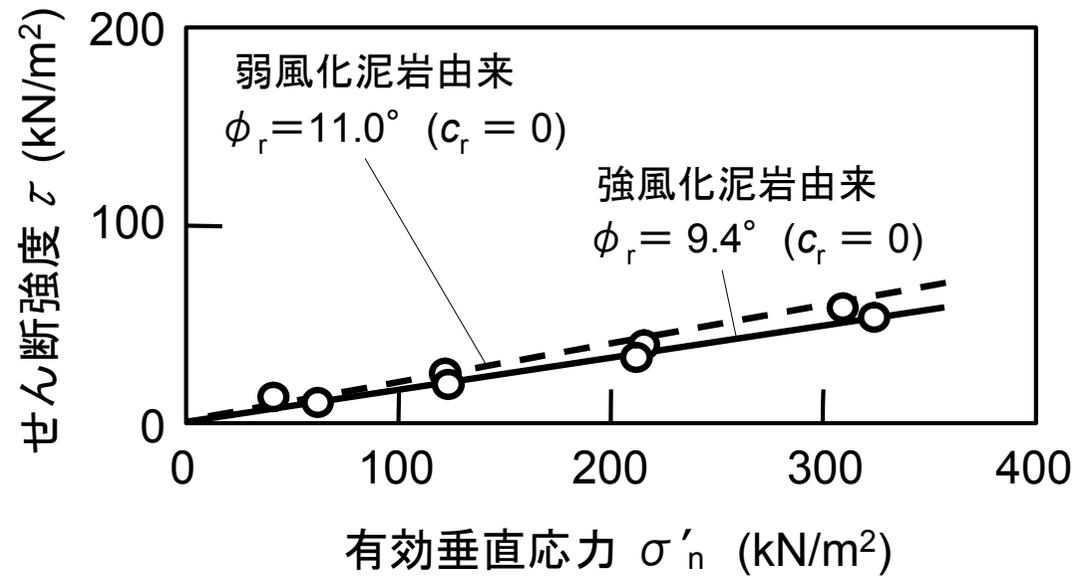


図 再調整正規圧密状態試料のリングせん断試験で得られた応力～変位曲線



a) 完全軟化強度



b) 残留強度

図 完全軟化強度および残留強度(リングせん断試験)

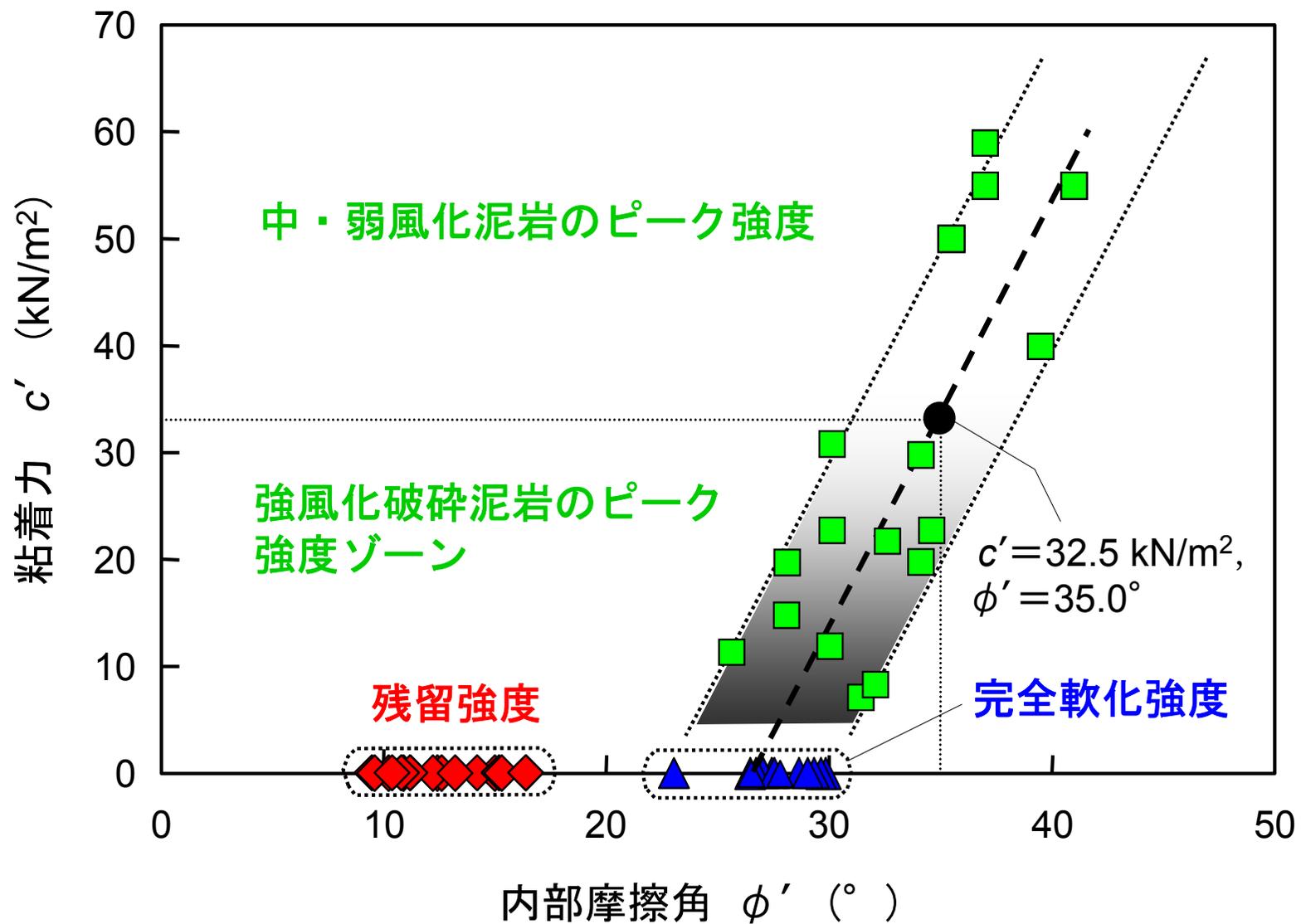
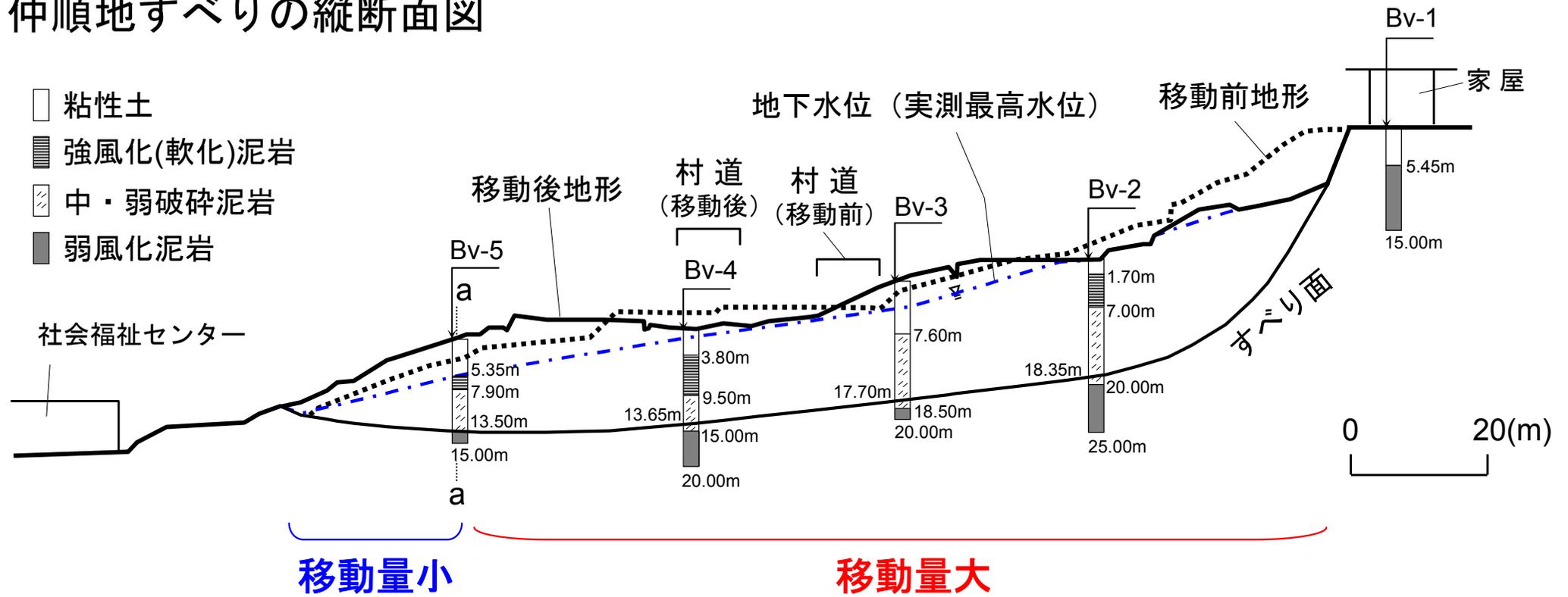


図 島尻層群泥岩の強度図 (宜保ら, 2003 ; 中村ら, 2005)

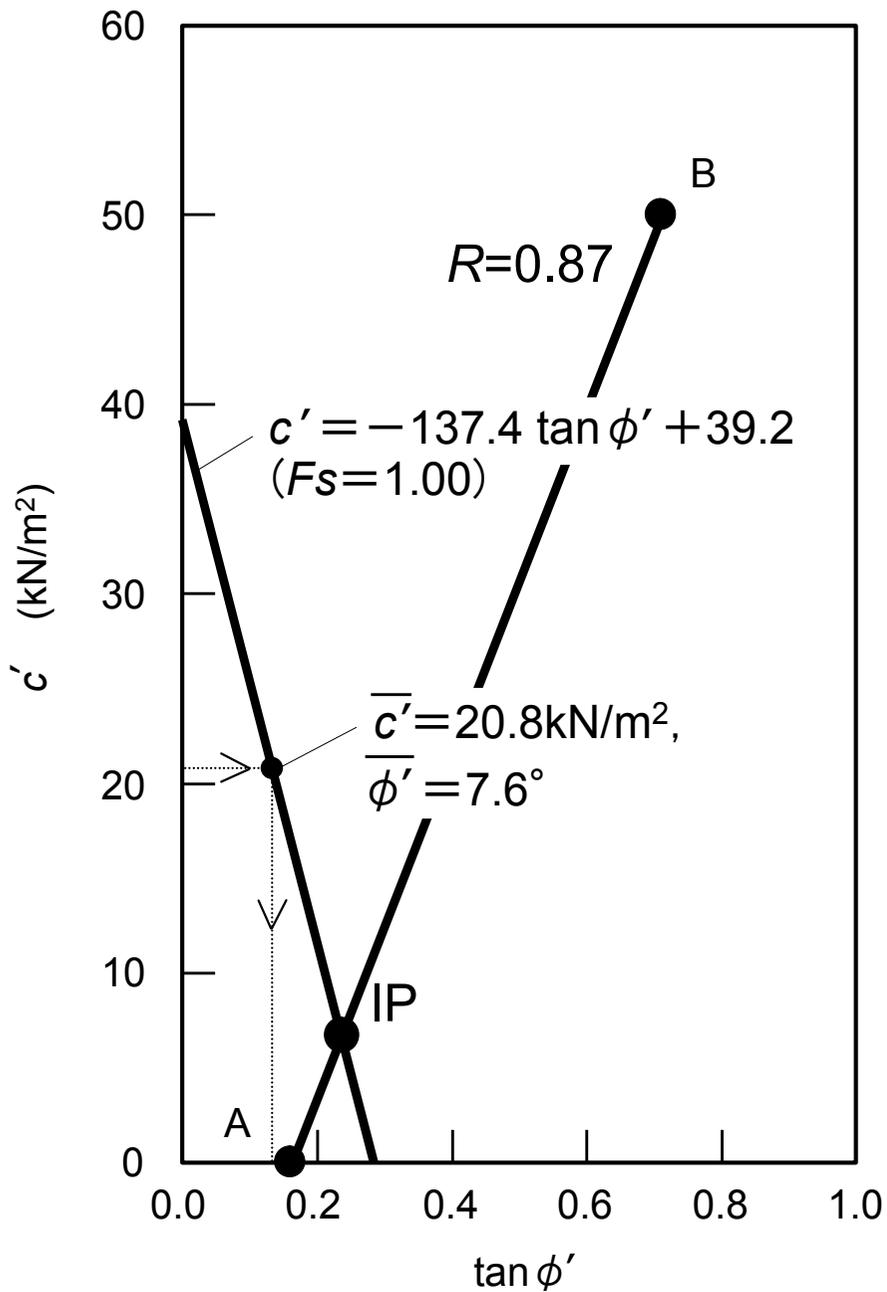
仲順地すべりの縦断面図



破碎状態泥岩

鏡肌面





A : 残留強度
($\tan 9.3^\circ$, 0.0)

B : 破砕ピーク強度
($\tan 35.5^\circ$, 50.0)

IP : すべり面平均強度定数
($\tan 13.3^\circ$, 6.7)

破砕泥岩のピーク強度
($c'_f = 50.0 \text{ kN/m}^2$, $\phi'_f = 35.5^\circ$)と
残留強度 ($\phi_r = 9.3^\circ$) が関与

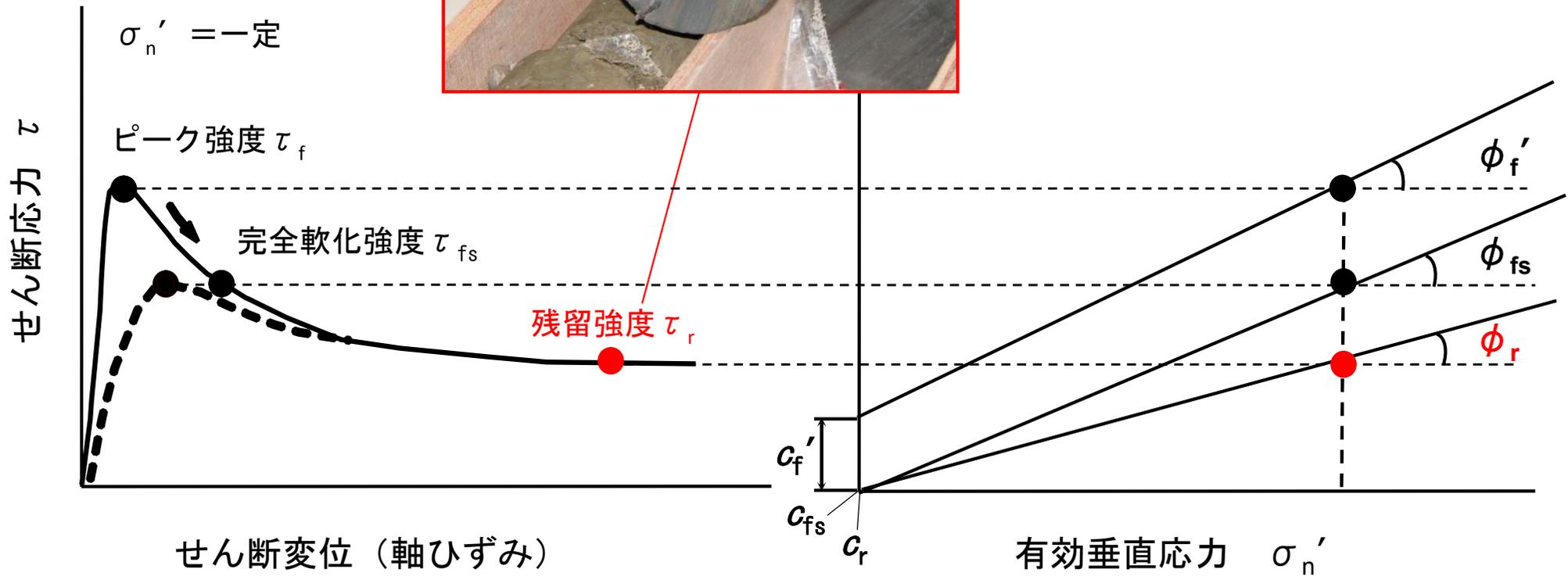


$R = 0.87$

$\bar{c}' = 6.7 \text{ kN/m}^2$, $\bar{\phi}' = 13.3^\circ$

図 仲順地すべりの $c' - \tan \phi'$ 図およびすべり面平均強度定数 (中村ら, 2011)

●せん断強度特性



a) せん断応力～変位(軸ひずみ)

b) 破壊規準線

図 土の強度((社)農業土木学会, 1989)

開発したリングせん断試験機



SOIL MARUI TESTING EQUIPMENT

COMPACT TABLE TOP TYPE
RING SHEAR TEST FOR MEASURING
RESIDUAL STRENGTHS
簡易卓上型 土の残留強度測定用
定体積リングせん断試験機
MIS-233-1-65型

定体積リングせん断
土の残留強度の測定が
短時間で個人差なく可能

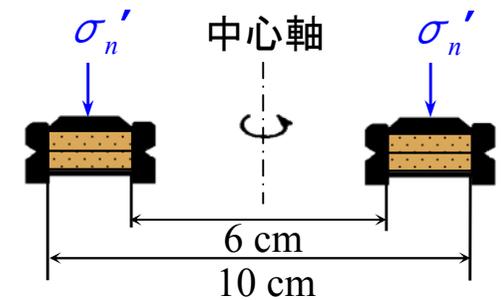
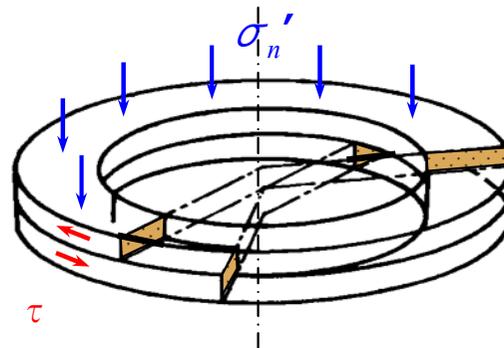
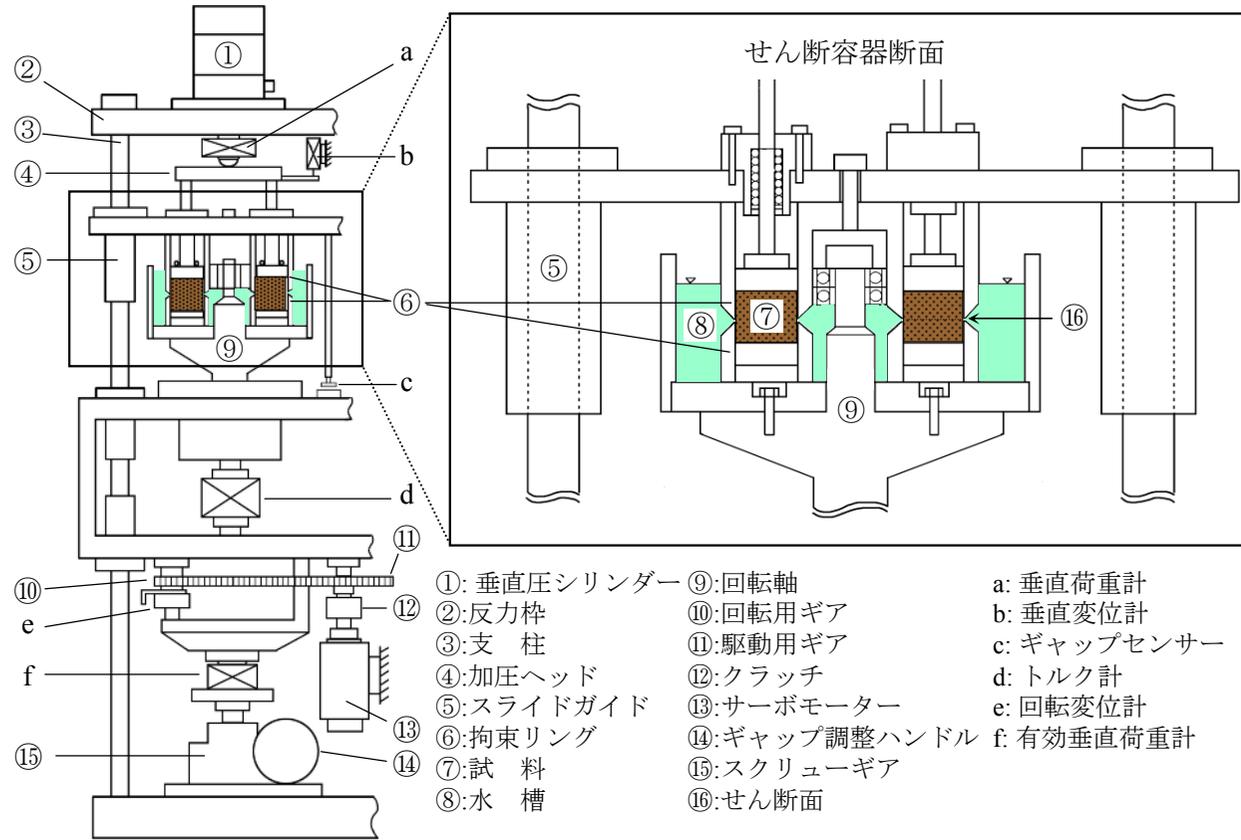
Mstars
省力化・省熟練化装置

室内で地すべり・斜面崩壊を再現
土の残留強度を高精度で測定可能

- *定体積・定圧力兼用型の多機能化
- *定体積せん断で残留強度測定が可能
- *シンプルな機構で操作簡便化
- *実験者の熟練度による測定誤差がない
- *回転軸と回転盤一体化構造のため測定精度が向上

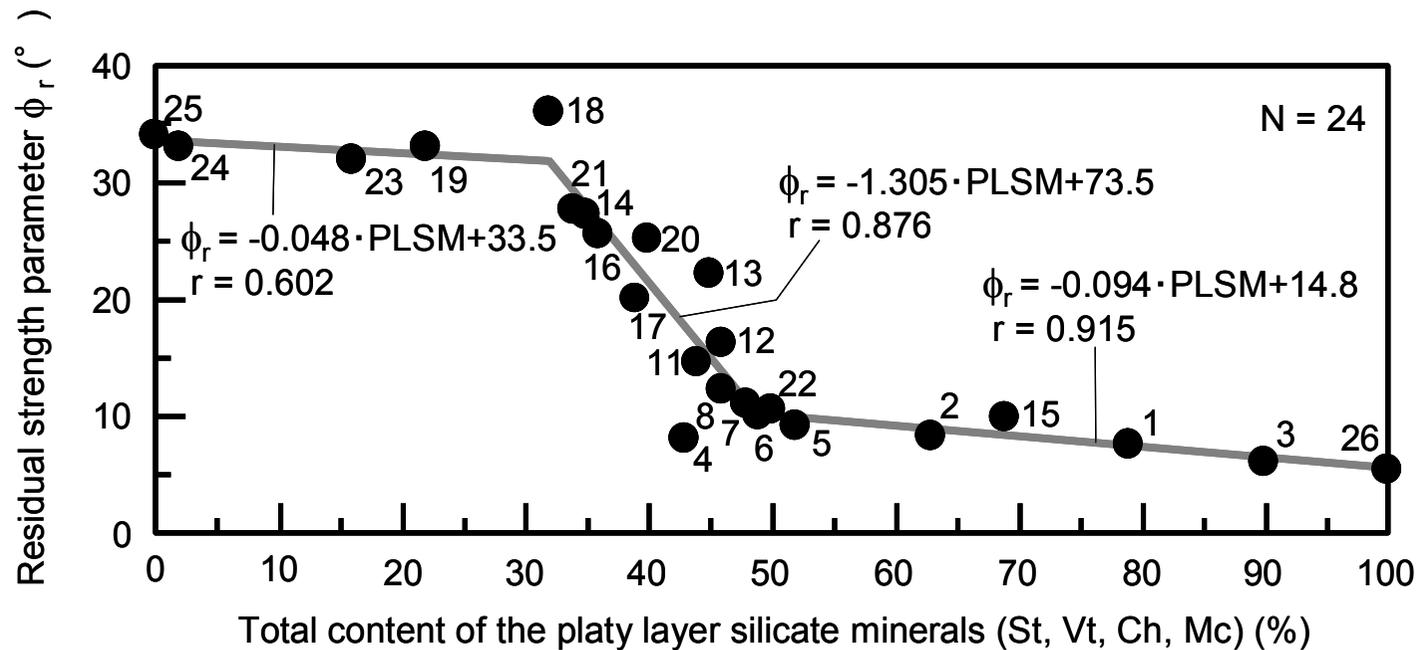
特許申請中 MODEL MIS-233-1-65型 [土の残留強度測定に特化]

MARUI & CO., LTD.



宜保, 1994

残留強度と配向性粘土鉱物との関係



Variation in the residual strength parameter ϕ_r as a function of total content of layer silicate minerals prone to preferred orientation in the sub-425- μ m soil fraction. The relationship between ϕ_r and the total content of these minerals allows all soils examined in this study to be plotted near the regression line of the chair-shaped curve (Nakamura et al., 2010)

●初生型地すべり発生場の特徴と危険度評価

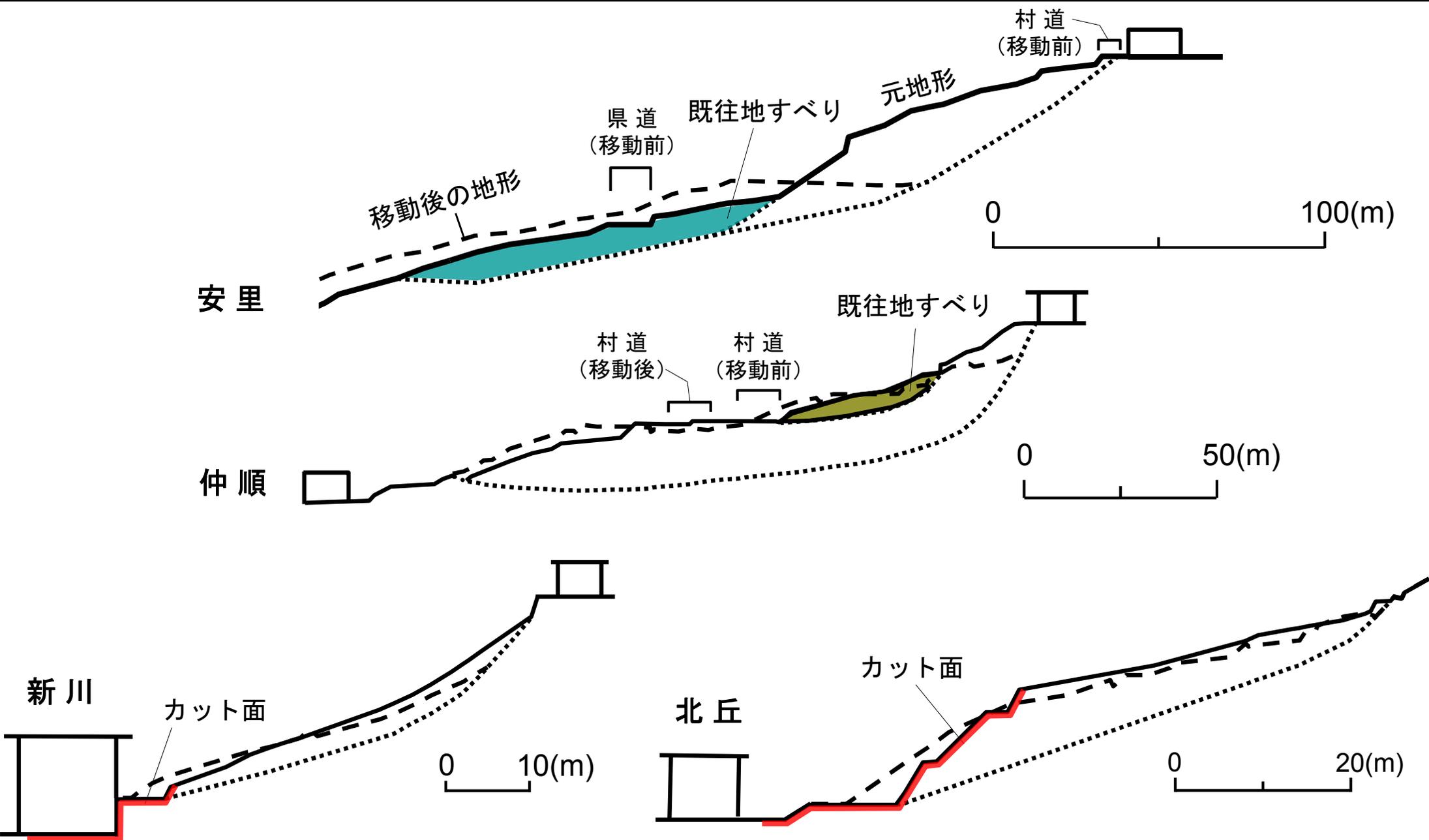


図 安里地すべり等の移動前の不安定斜面

類別	地形条件	地質条件	土質条件等	
			残留強度関与域	破碎ピーク強度関与域
初生型泥岩地すべり 準初生 初生	斜面下方部に 既往地すべりが存在	既往すべり面の存在 走向が斜面と一致する 地質弱面の存在	既往すべり面 →すべり面へ転化	滑落による土圧減少(応力解放) に伴う泥岩層の緩み
	斜面中腹部に 既往地すべりが存在	走向が斜面と一致する 地質弱面の存在	広がりのある連続的 地質弱面 →すべり面へ転化	
	末端切土	走向が斜面と一致する 地質弱面の存在		土圧除去(応力解放) に伴う泥岩層の緩み
弱化した破碎風化泥岩 →すべり面へ転化				
危険度評価	一次評価	二次評価	(三次評価)	
調査・分析	地形・地すべり特性の評価 変状・履歴の評価	斜面地表変状の把握・計測 地中変動の計測 地質弱面の把握	試料採取と土質試験等 (残留強度および破碎ピーク強度の測定 物理的・鉱物学的性質の分析, 安定解析)	

図 島尻層群泥岩分布地域における初生型地すべりの類別と評価

地形，地質，土質条件に留意して調査を実施することで初生型地すべりの適切な危険度評価が可能になる

最後に、

提言「斜面防災の関係者は、最近の厳しい政治経済社会情勢の下、組織の現状維持困難の警鐘に耳を傾けて危機意識を持ち、今できることから変革に取り組み、他分野に先駆けて産(民)学官連携による成功事例を多く作り出し、斜面防災技術の進展に貢献することです」。