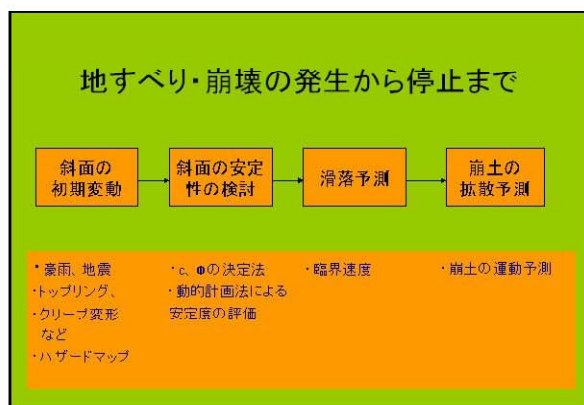
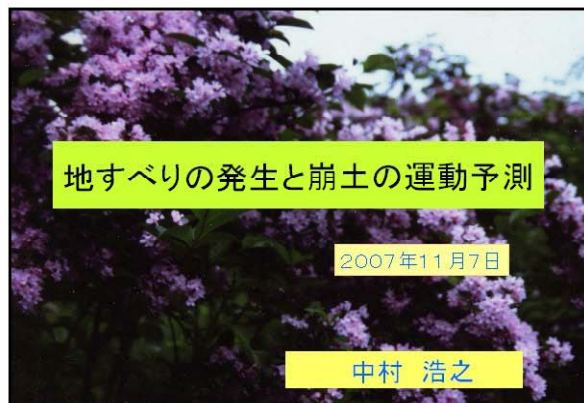




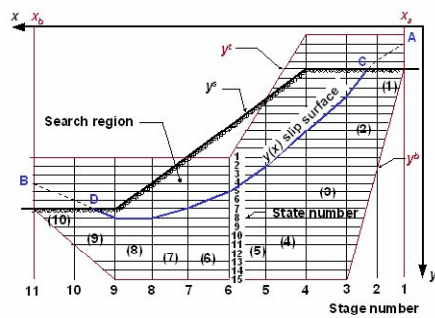


山伏峠付近の多重山稜と崩壊の発生  
(八木浩司)

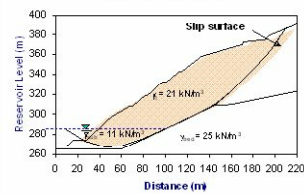


応用地質学会

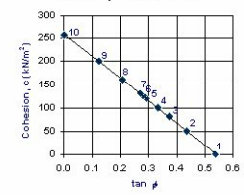
### Discretization scheme



### Initial conditions



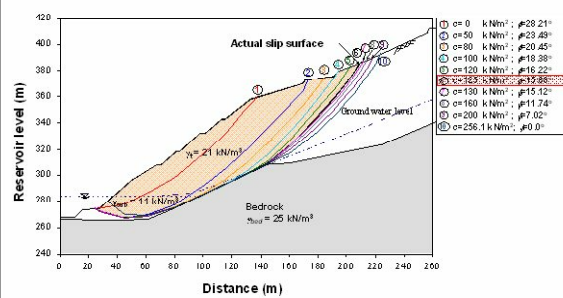
### $c \cdot \tan \phi \rightarrow FS=1.0$



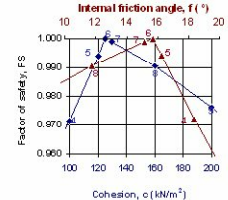
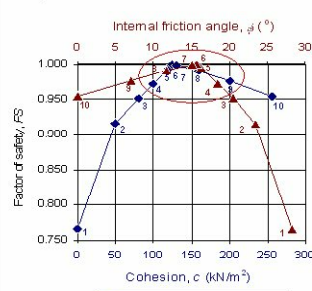
### Set values of $c$ - $\phi$ parameters

|                                                  |                                                   |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| ① $c=0$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=28.21^\circ$   | ⑥ $c=125$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=15.68^\circ$  |
| ② $c=50$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=23.49^\circ$  | ⑦ $c=130$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=15.12^\circ$  |
| ③ $c=80$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=20.45^\circ$  | ⑧ $c=160$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=11.74^\circ$  |
| ④ $c=100$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=18.38^\circ$ | ⑨ $c=200$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=7.02^\circ$   |
| ⑤ $c=120$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=16.22^\circ$ | ⑩ $c=256.1$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=0.00^\circ$ |

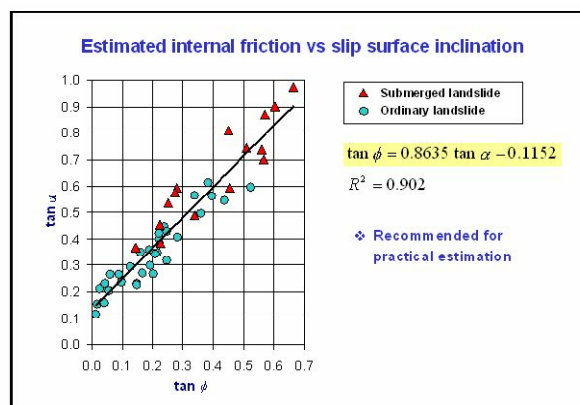
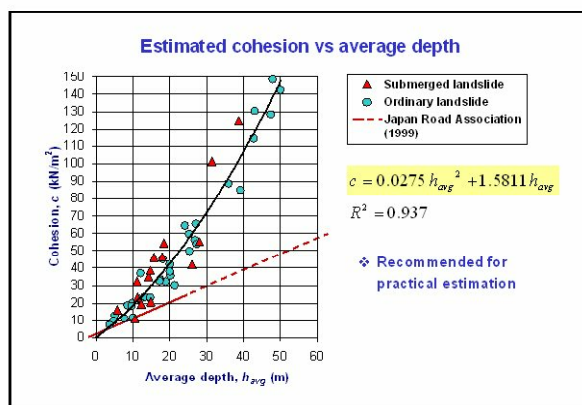
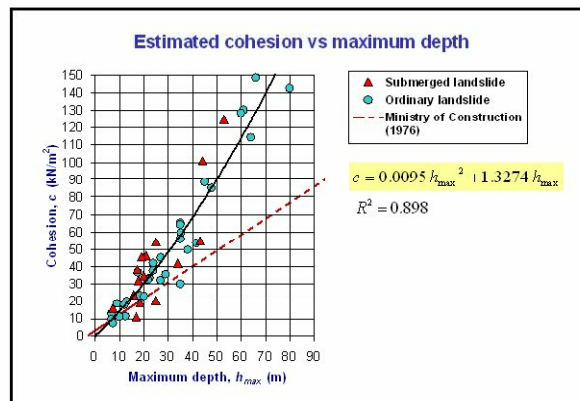
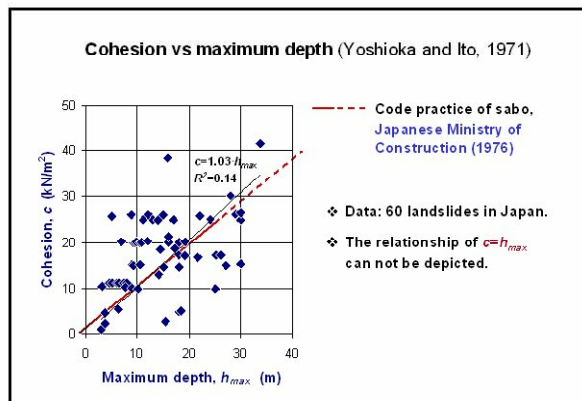
### Critical slip surfaces at B dam reservoir



### Factor of safety vs $c$ - $\phi$ parameters

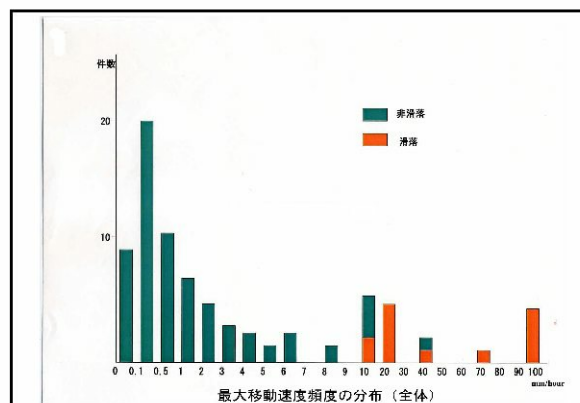


|                                                   |
|---------------------------------------------------|
| ① $c=0$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=28.21^\circ$    |
| ② $c=50$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=23.49^\circ$   |
| ③ $c=80$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=20.45^\circ$   |
| ④ $c=100$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=18.38^\circ$  |
| ⑤ $c=120$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=16.22^\circ$  |
| ⑥ $c=125$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=15.68^\circ$  |
| ⑦ $c=130$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=15.12^\circ$  |
| ⑧ $c=160$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=11.74^\circ$  |
| ⑨ $c=200$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=7.02^\circ$   |
| ⑩ $c=256.1$ kN/m <sup>2</sup> ; $\phi=0.00^\circ$ |



### 安定解析事例

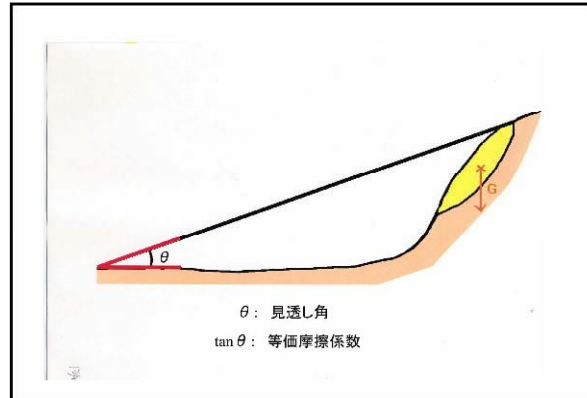
| No. | 場所       | 土質     | 解析方法 | 安全率  | 備考           |
|-----|----------|--------|------|------|--------------|
| 1   | 山形県 1996 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 2   | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 3   | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 4   | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 5   | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 6   | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 7   | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 8   | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 9   | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 10  | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 11  | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 12  | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 13  | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 14  | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 15  | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 16  | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 17  | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 18  | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 19  | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |
| 20  | 山形県 2001 | シルト質粘土 | 2次元  | 1.15 | 地盤改良工法による安定化 |



## 地すべり流動シミュレーション プログラム

### 崩土の運動

- ・内部摩擦角をもつ土粒子で構成された準三次元の非圧縮性粘性流体
- ・連続式とナビエ・ストークスの運動方程式で定式化し差分法により計算



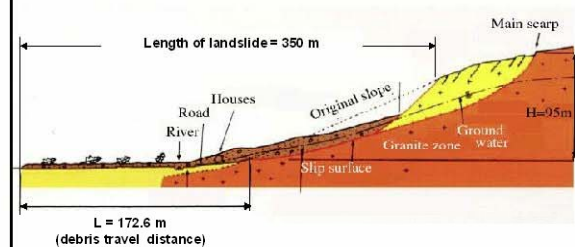
### Bishamon Landslide

- Located in Hiyo-shi-cho, Kagoshima Prefecture
- Length: 350 m
- Width: 150 m
- Area: 6 ha
- Volume:  $1.0 \times 10^5 \text{ m}^3$
- Resulting in 2 deaths, 3 injuries



- Destruction of 2 residential houses, affecting 436 m of roadway and 2.3 ha of cultivated field
- Primary cause of the sliding was a heavy rainfall.

### Cross-section of the Bishamon Landslide

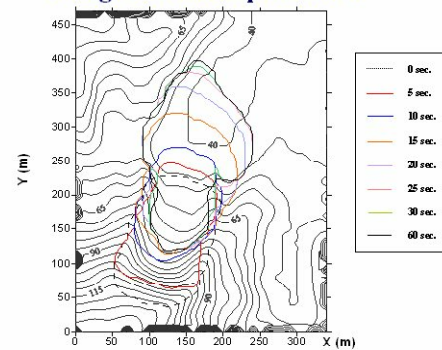


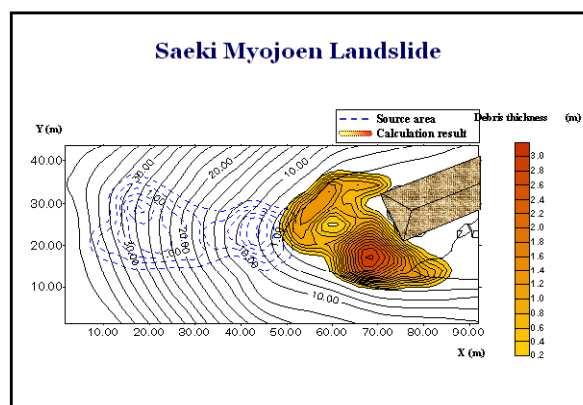
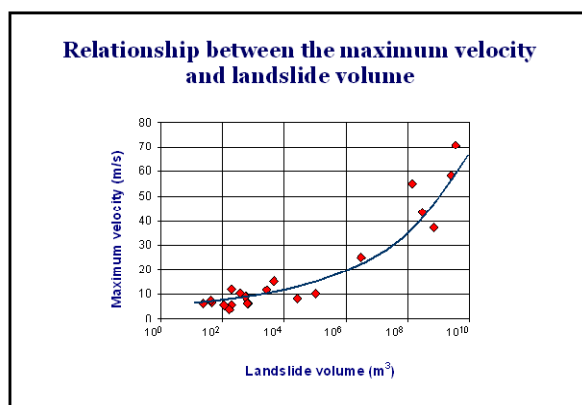
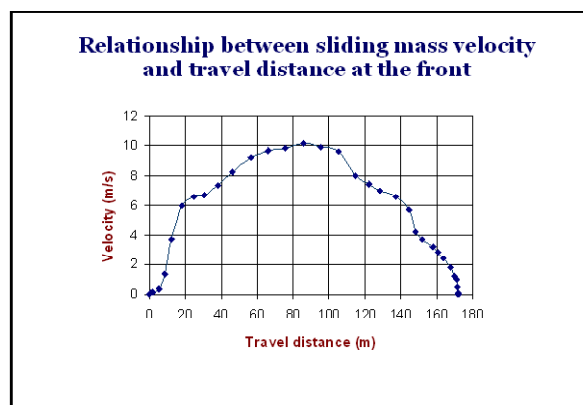
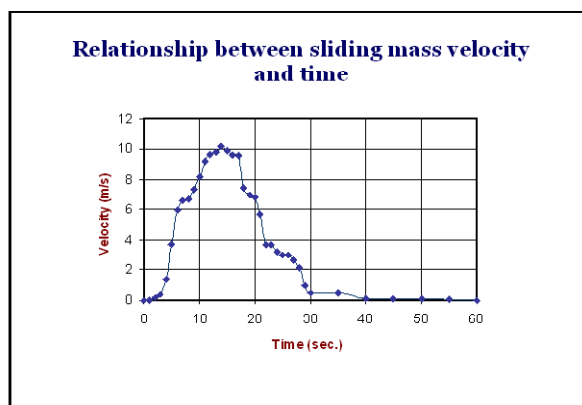
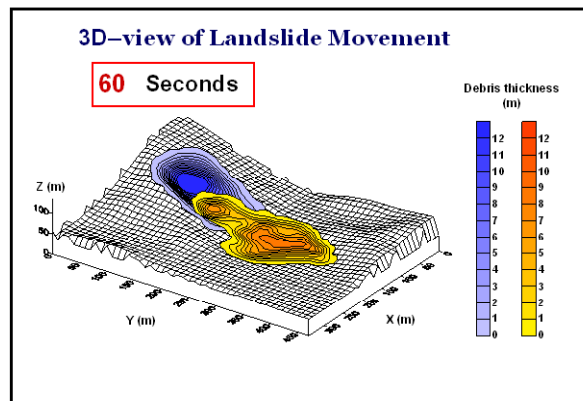
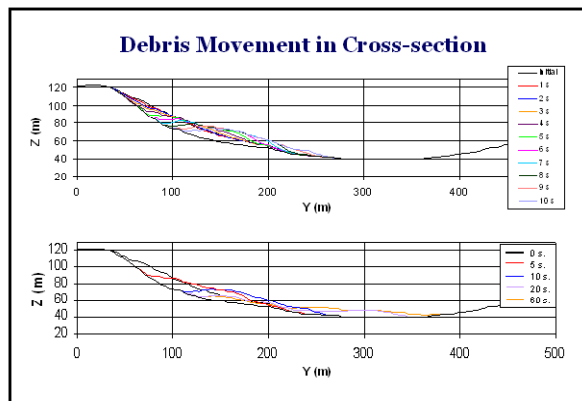
### Results of Calculation of the Bishamon Landslide

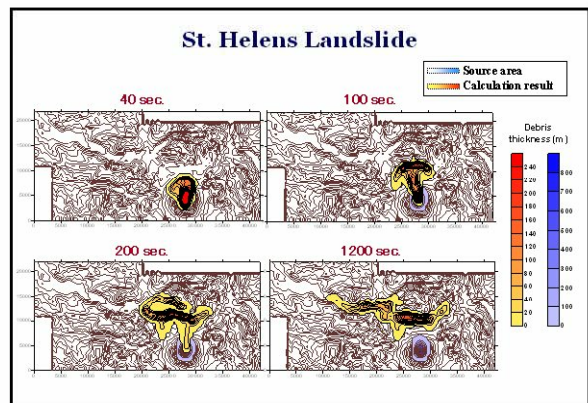
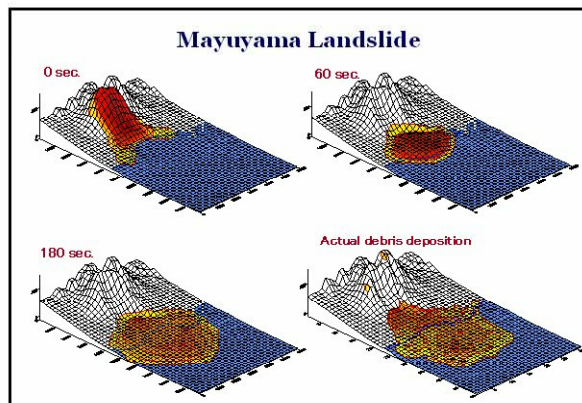
- ◇ Trial calculations were conducted using range value of the geotechnical properties.
- ◇ Based on the actual condition of debris travel distance and debris-covered area of the Bishamon Landslide, mid value of geotechnical properties can be obtained.

| Geological Properties         | Mid value                | Range                               |
|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| $\gamma$                      | 16 (kN/m <sup>3</sup> )  | 12 ~ 22 (kN/m <sup>3</sup> )        |
| $c$                           | 0.1 (kN/m <sup>2</sup> ) | $10^{-6}$ ~ 10 (kN/m <sup>2</sup> ) |
| $\phi_{fs}$ (= $\phi_{int}$ ) | 8.5 (°)                  | 5 ~ 12 (°)                          |
| $v$                           | 0.01 (m <sup>2</sup> /s) | 0.001 ~ 1000 (m <sup>2</sup> /s)    |

### Change of Debris Spread Area







### 人為と土砂災害

- ダム湛水と地すべり
- 掘削と斜面安定
- 灌漑と地すべり
- 土地利用の変化と斜面安定
- 砂漠化と禁牧

