

WG2: 豪雨による斜面災害に関する研究

WG2-2: 落石危険度の評価方法に関する研究



本日の発表内容

1. 研究目的
2. 落石発生源の形態について
3. 懸賞サイト(神戸三田線[有馬口工区]上部斜面)
4. 検討する評価方法
5. 試験体での検証
6. 今後の展望

1. 研究目的

斜面に散在する不安定岩塊の落石危険度の評価手法

- 既存様式で構成される採点法(技術者判断に委ねられる)
- 定量的な指標を基準とする評価方法の検討

施設管理番号 部分記号 様式-7 安定度調査表(落石・崩壊)

点検者 所属機関

〔取組〕(A)

項目	要 因	のり面		自然斜面	
		評点区分	配点	評点区分	配点
地形	G1: 崖面地形	G1に該当する	3	G2の内 複数地形該当	3
	G2: 崩壊跡地	G1に該当せず	0	G2の内 1地形該当	2
	G3: 谷地の裾部、脚部浸食、オーバーハング、集水型割溝、土石流跡地など	G2 G3の内 複数地形該当	3	G1 G3の内 複数地形該当	3
	G4: 崖根先端など凸型割溝、オーバーハング	G2 G3の内 1地形該当	2	G1 G3の内 1地形該当	2
土質・地質・地質・環境	浸食に弱い土質	該当する	8	該当する	2
	水を含むと強度低下しやすい土質	該当する	4	該当する	1
	その他	該当せず	0	該当せず	0
	割れ目や層の密度が高い	該当する	12	該当する	8
表層の状況	浸食に強い軟岩	該当する	8	該当する	4
	風化が強い硬質、その他	該当せず	0	該当せず	0
	流れ盤(層理面、割線)	該当する	8	該当する	2
	不透水性基盤上の土砂	該当せず	0	該当せず	0
表層の状況	上部が硬質、下部が脆弱な岩	該当する	6	該当する	4
	不安定	該当せず	0	該当せず	0
	表土及び浮石・転石の状況	不安定	12	不安定	24
	浮石・転石が不安定～やや不安定	該当する	5	該当する	0
表層の状況	湧水状況	湧水あり	8	湧水あり	4
	しみ出し程度	しみ出し程度	4	しみ出し程度	2
	なし	なし	0	なし	0
	表面の被覆状況	裸地～植生主体	5	裸地～植生(草本)	16
形状	崖高	崖高(草本・木本)	3	崖高(草本・木本)	10
	崖高	崖高(草本・木本)	1	崖高(草本・木本)	6
	勾配(1)、高さ	H>30m	18	H>50m	10
	H30≦H<50m	15	H50≦H<70m	8	
形状	土砂	15≦H<30m	10	15≦H<30m	8
	土砂	15≦H<30m	5	H<15m	4
	崖高	H≦15m	10	H≦15m	4
	H≦15m	10	H≦15m	4	
形状	当該のり面・斜面の変状	複数該当・明瞭なものあり	12	複数該当・明瞭なものあり	10
	あり・不明瞭なものあり	5	あり・不明瞭なものあり	5	
	なし	なし	0	なし	0
	隣接するのり面・斜面の変状	複数該当・明瞭なものあり	5	複数該当・明瞭なものあり	4
形状	あり・不明瞭なものあり	3	あり・不明瞭なものあり	2	
	なし	なし	0	なし	0
	合計	点 (A1)	点 (A2)		

注) () は各項目の満点を示す。
該当する場合は配点欄に○印をつけると共に点数を記入する。
不明な場合は中間的な値を採用する。

〔対策工〕(B)=(A1)+αまたは(A1)×0

既設対策工の効果の程度

点検(α)	評点
想定される落石・崩壊を十分に予防している、もしくは、それが発生したとしても十分に防護し得る。	×0点
想定される落石・崩壊をかなり予防している、もしくは、それが発生した場合かなり防護しているが、万全ではない。	-20点
想定される落石・崩壊を一部予防している、もしくは、それが発生した場合一部を防護しているが、その他の部分に対しては効果がない。	-10点
対策がなされていない、もしくは、なされていても、効果があまり期待できない。	±0点
合計	(B1)のり面 (B2)斜面

〔履歴〕(C)

※最近の対策実施以降、落石・崩壊が当該のり面・斜面等で発生していない場合には、履歴からの評価は実施する必要なし。
→(C)を0点とする。

履歴の履歴・程度区分	配点	評点
最近の対策以降、道路交通への支障が生じたことあり、(対策工の効果なし)	100点	
交通への支障はないが、通行に支障を比較的大きく与える落石・崩壊の履歴あり。	70点	
(対策工が万全ではない)	40点	
のり面・斜面先にとどまる程度の小規模な落石・崩壊の履歴あり、(対策工の効果はあるが、追加対策が必要と思われるもの)	(c)	

(D)=MAX(B,C)

要因からの評点	(B)×MAX(B1,B2)
履歴からの評点	(C)
(B)と(C)の内、大きい方	(D)=MAX(B,C)

〔総合評価〕

対 応	判 定
対策が必要と判断される。	
防災力向上を策定し対応する。	
特に新たな対応を必要としない。	

〔主な点検対象〕

のり面	自然斜面

〔主な災害形態〕

落 石	崩 壊

※総合評価で承った判定がのり面部分、自然斜面のどちらに該当するかを示す。また、想定される主な災害形態が落石か崩壊を示す。

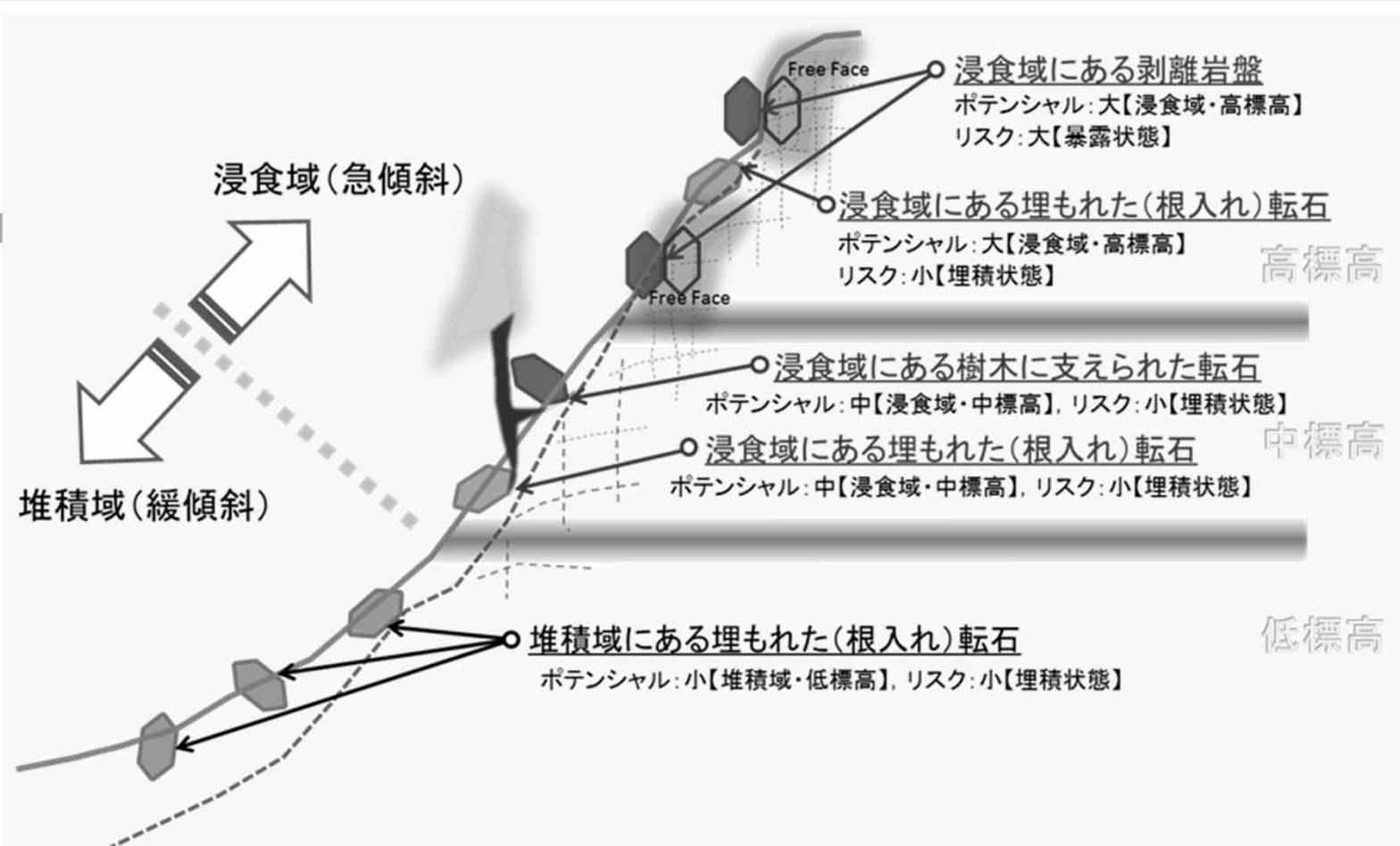
〔地震時の安定性〕

安 定	不安定

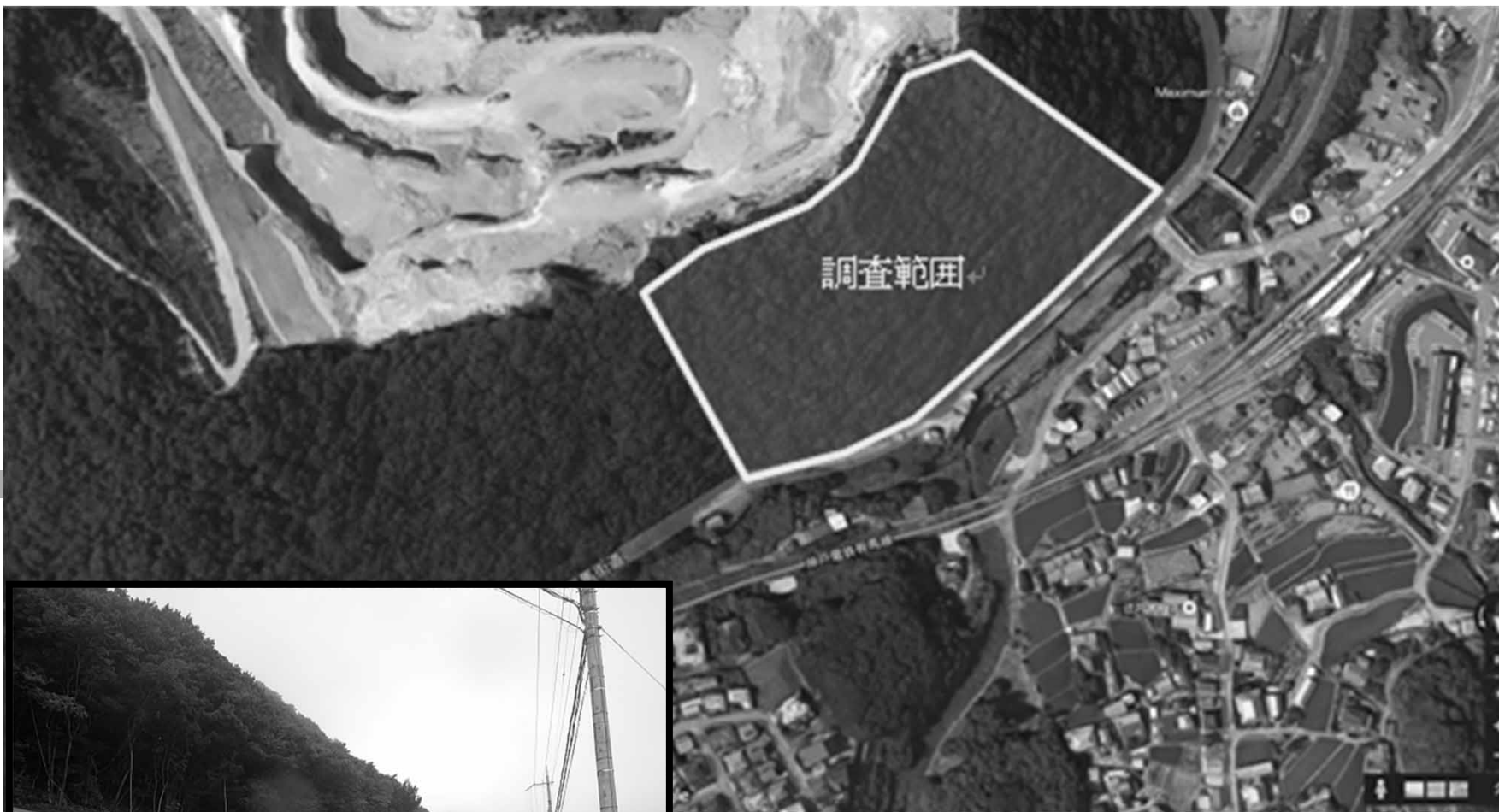
※地形でG4または浮石・転石が不安定な場合は、不安定欄に○印をつける。

2. 落石発生源の形態について

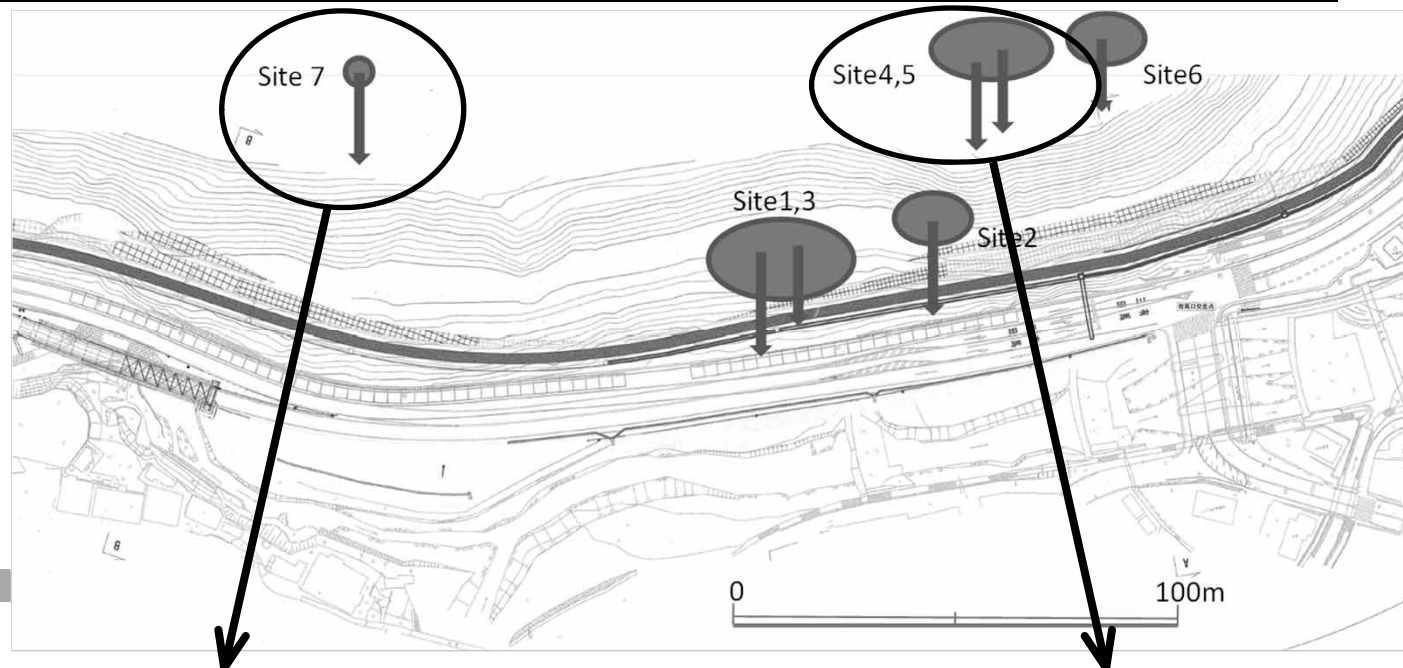
	標高:低	標高:中～高
転石型落石	落石発生源:低	落石発生源:中～高
剥離型落石	落石発生源:低～中	落石発生源:高



3. 検証サイト(神戸三田線[有馬口工区]上部斜面)



3. 検証サイト(神戸三田線[有馬口工区]上部斜面)



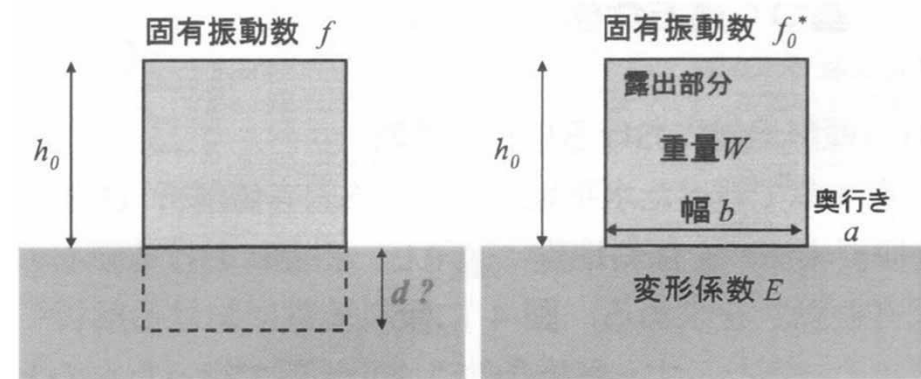
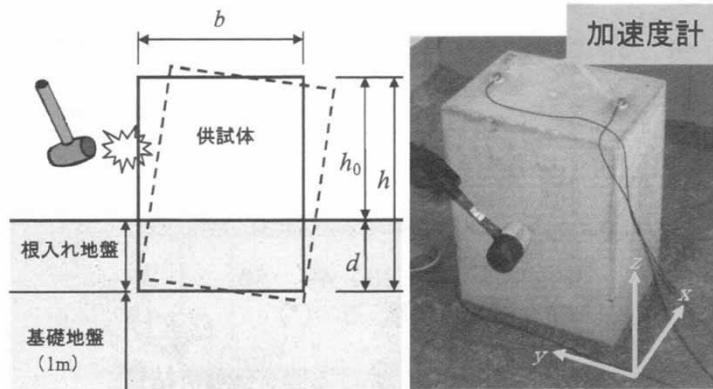
現地では転石型落石のみでなく、剥離型落石も確認される。

4. 検討する評価方法

「振動計測に基づく斜面上転石の落石危険度評価方法の提案」

JR西日本-深田ら (2013)

- ゴムハンマーによる打撃から得られる加速度波形
 - フーリエ変換
 - フーリエスペクトルが最大となる卓越振動数
 - その転石のもつ固有振動数
 - 転石の根入れ深さの推定



4. 検討する評価方法

《根入れ深さの推定》

$$d = 0.396 \frac{f}{f_0^*} - 0.394 \dots \text{式-1}$$

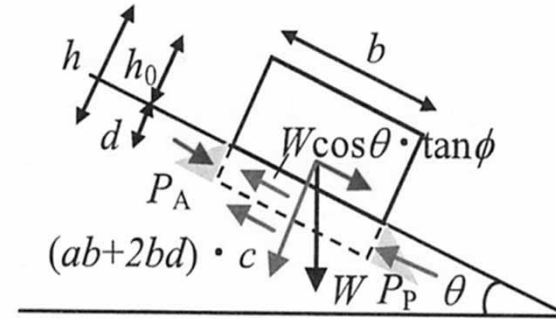
$$f_0^* = 0.719 Q_1 \cdot Q_2 + 0.745 \dots \text{式-2}$$

$$Q_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{EA g}{B(1-\nu^2) I_p W}} \dots \text{式-3}$$

$$Q_2 = \sqrt{\frac{(b/h_0)^2}{(b/h_0)^2 + 1}} \dots \text{式-4}$$

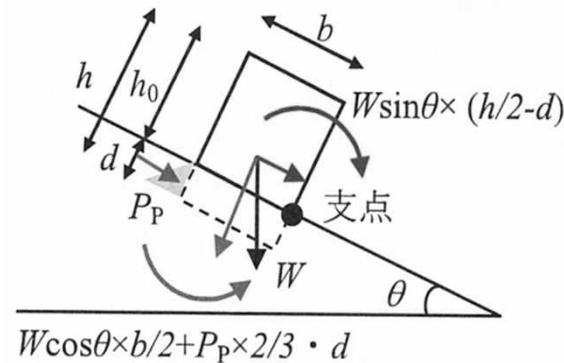
$$\bar{d} = \frac{d_x + d_y}{2} \dots \text{式-5}$$

《滑動に対する検討》



$$F_s = \frac{P_P + W \cos \theta \cdot \tan \phi + (ab + 2bd) \cdot c}{P_A + W \sin \theta} \dots \text{式-6}$$

《転倒に対する検討》



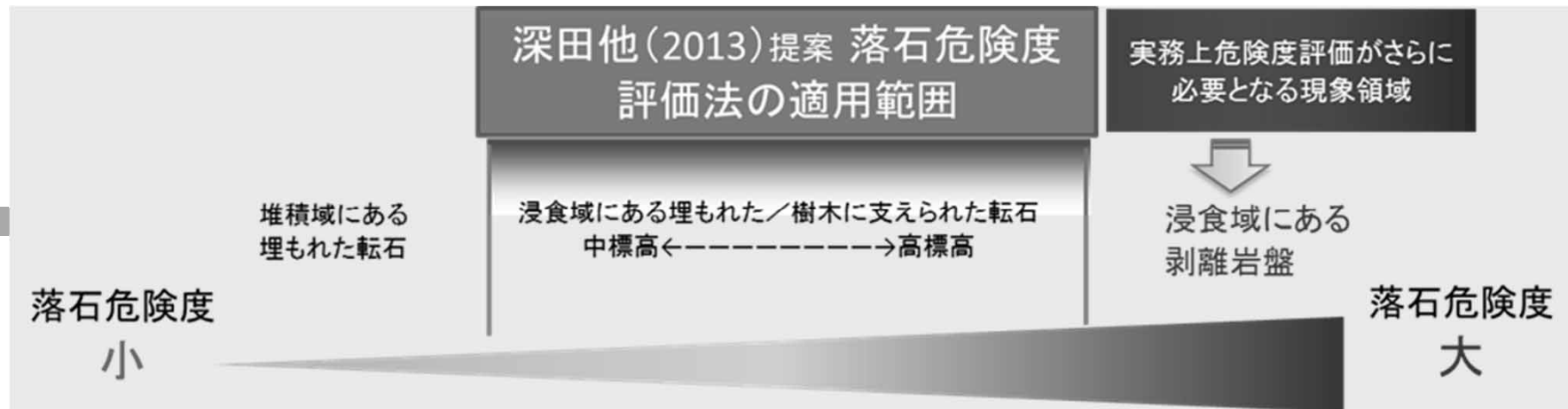
$$F_R = \frac{W \cos \theta \times b/2 + P_P \times 2/3 \cdot d}{W \sin \theta \times (h/2 - d)} \dots \text{式-7}$$

4. 検討する評価方法

「振動計測に基づく斜面上転石の落石危険度評価方法の提案」

JR西日本-深田ら(2013)

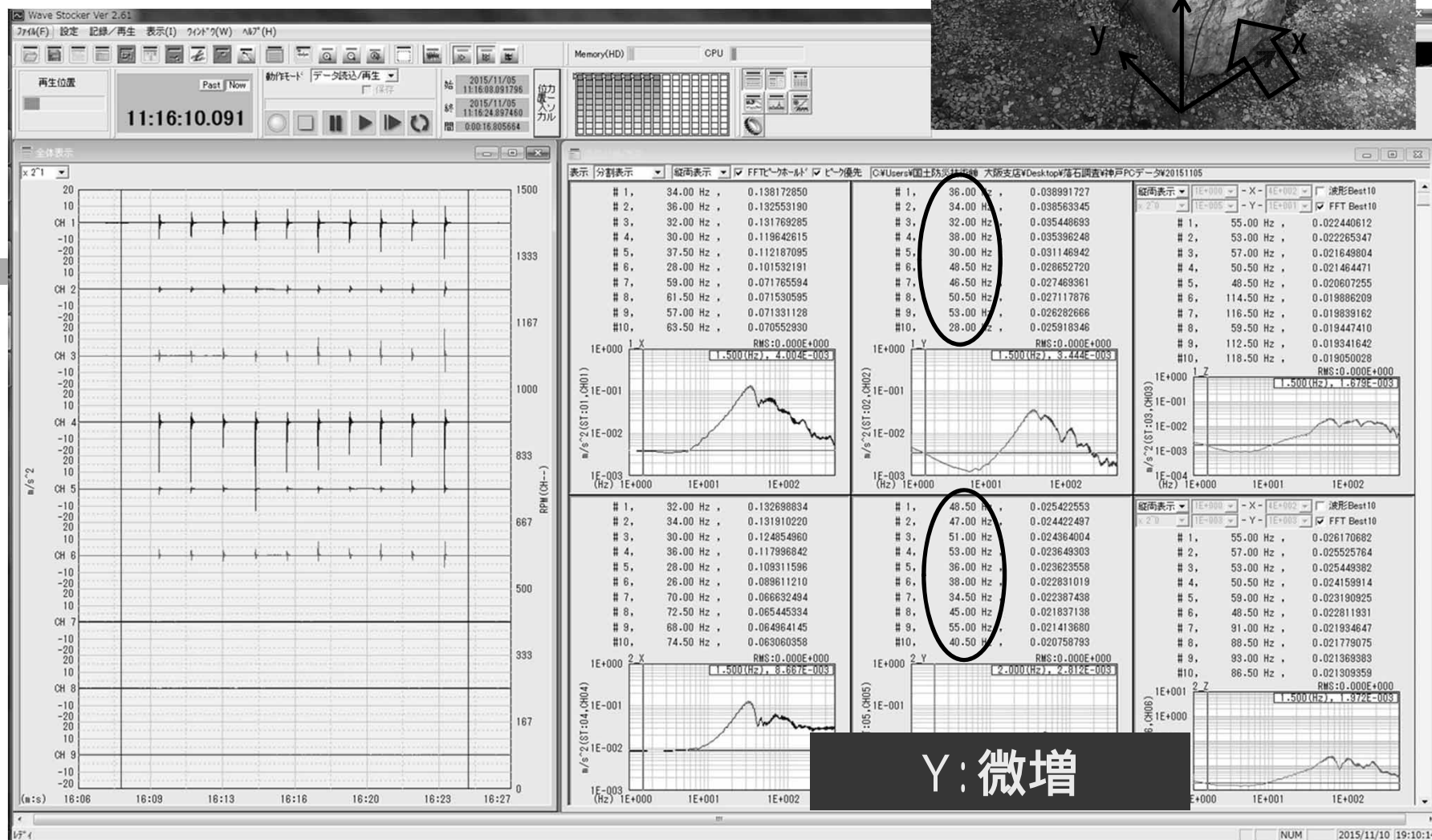
適用対象:「転石型落石」に限る



→ 検証サイトでは「剥離型落石」も確認された。

→ 「剥離型落石」にも適用できないか？

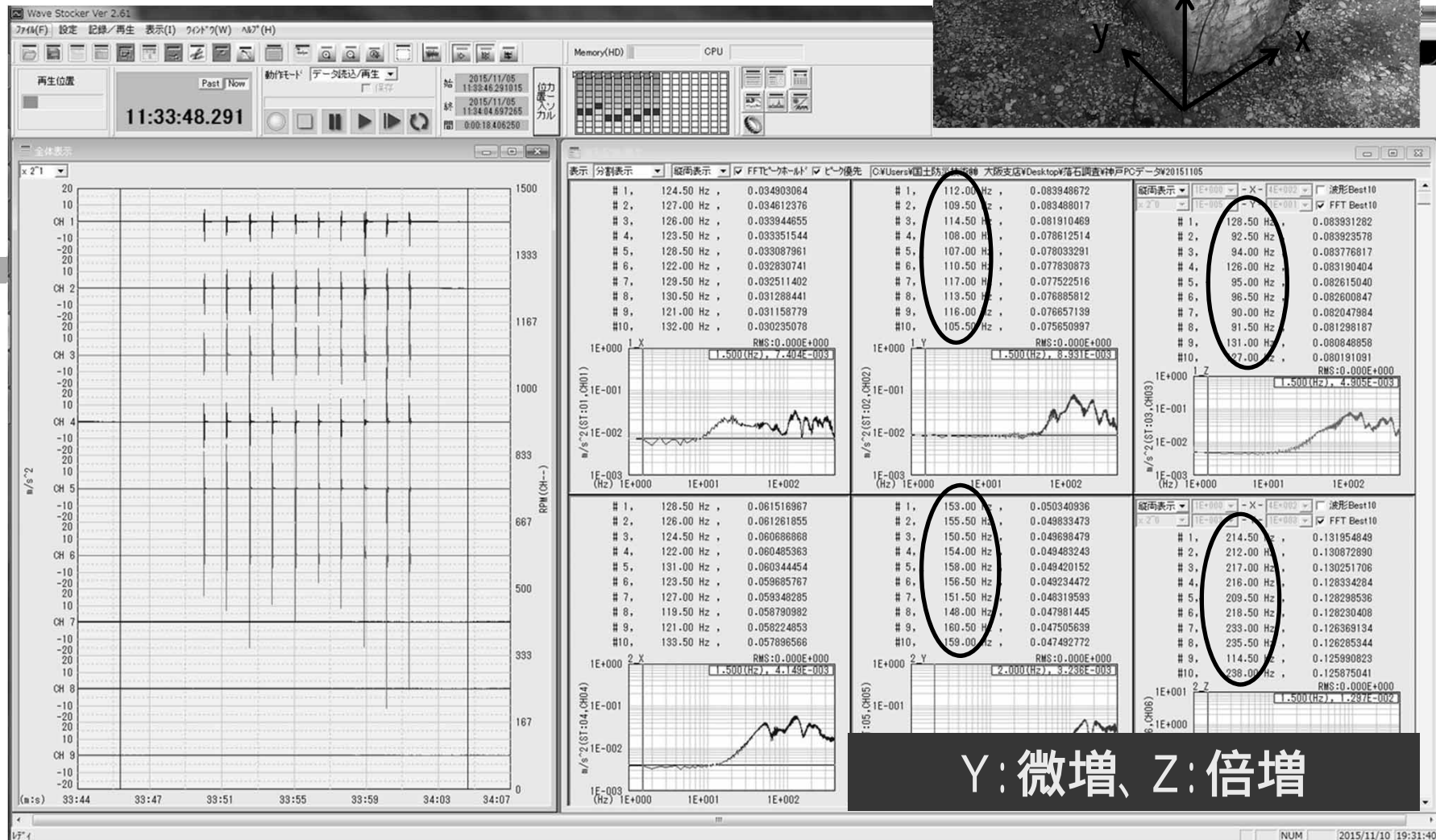
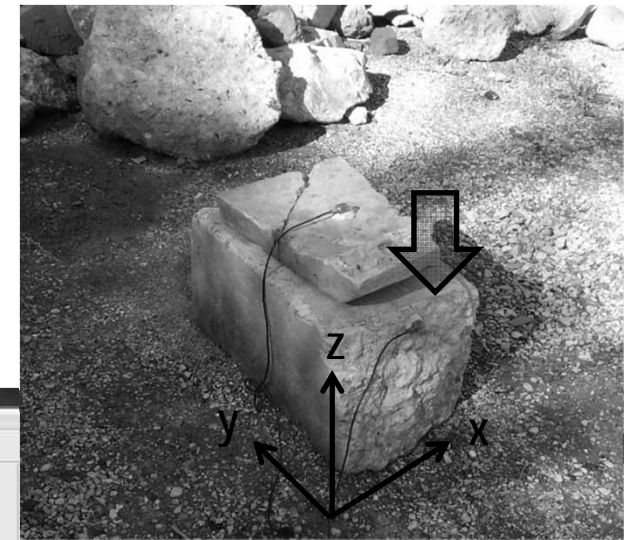
《下部Co塊をy方向へ打撃》



5. 試験体での検証

→ 「剥離型落石」にも適用できないか？

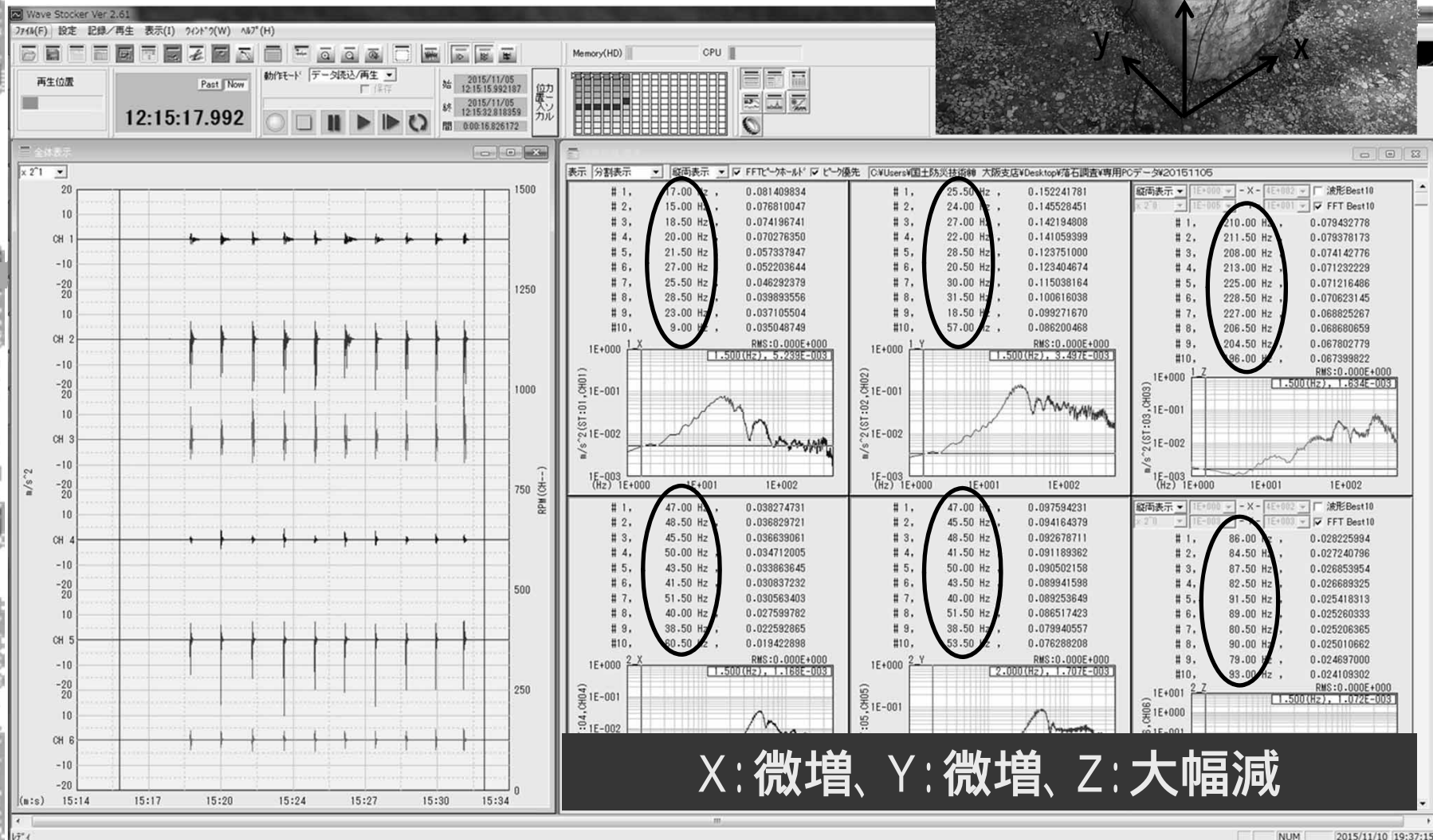
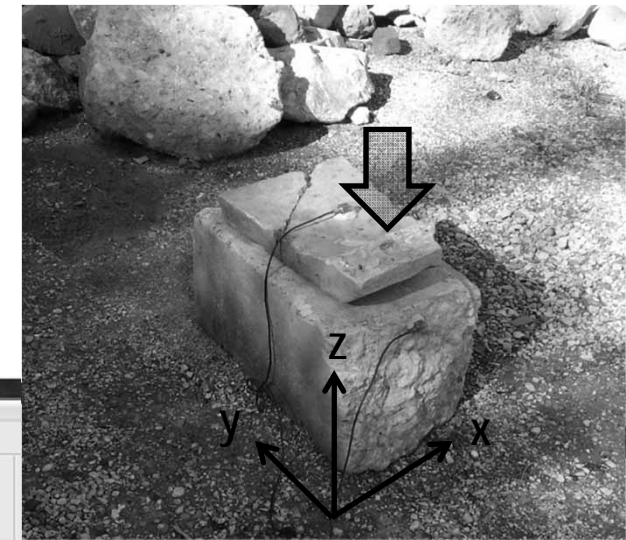
《下部Co塊をz方向へ打撃》



5. 試験体での検証

→ 「剥離型落石」にも適用できないか？

《上部C₀塊をz方向へ打撃》



X:微増、Y:微増、Z:大幅減



6. 今後の展望

検証サイトにおいて、

「転石型落石」には、深田らの評価方法を用いて、

取得できる固有振動数から根入長の推定

→推定根入長の妥当性の検証

→安全率の算出


「剥離型落石」には、深田らの評価方法が適用できるか検証

→ 試験体を用いて各軸方向における振動特性を把握

→ サイトで試験体同様に振動特性を把握できるか検証

試験体の作成方法の検討等

→ 材質、亀裂形状、加速度計設置箇所、計測手順の検討



災害対策セミナー (H28.1.21)

