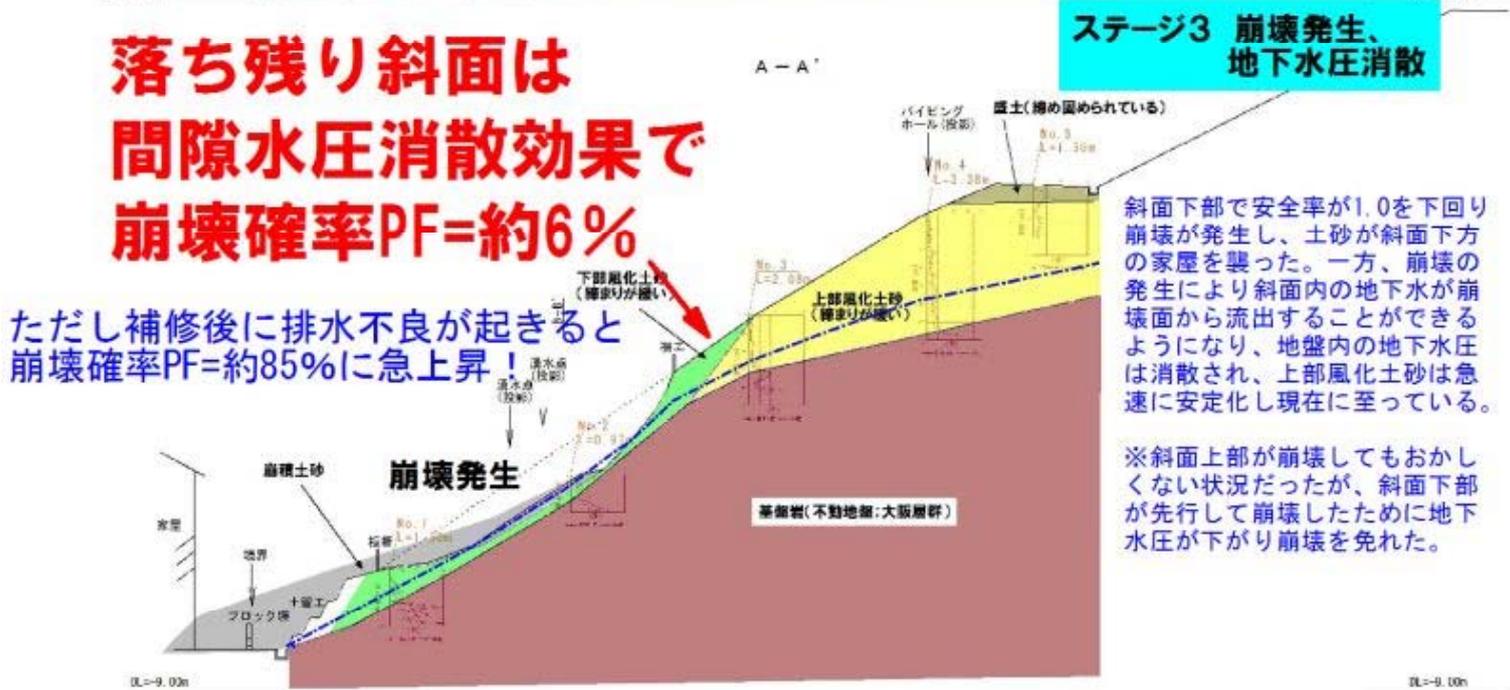
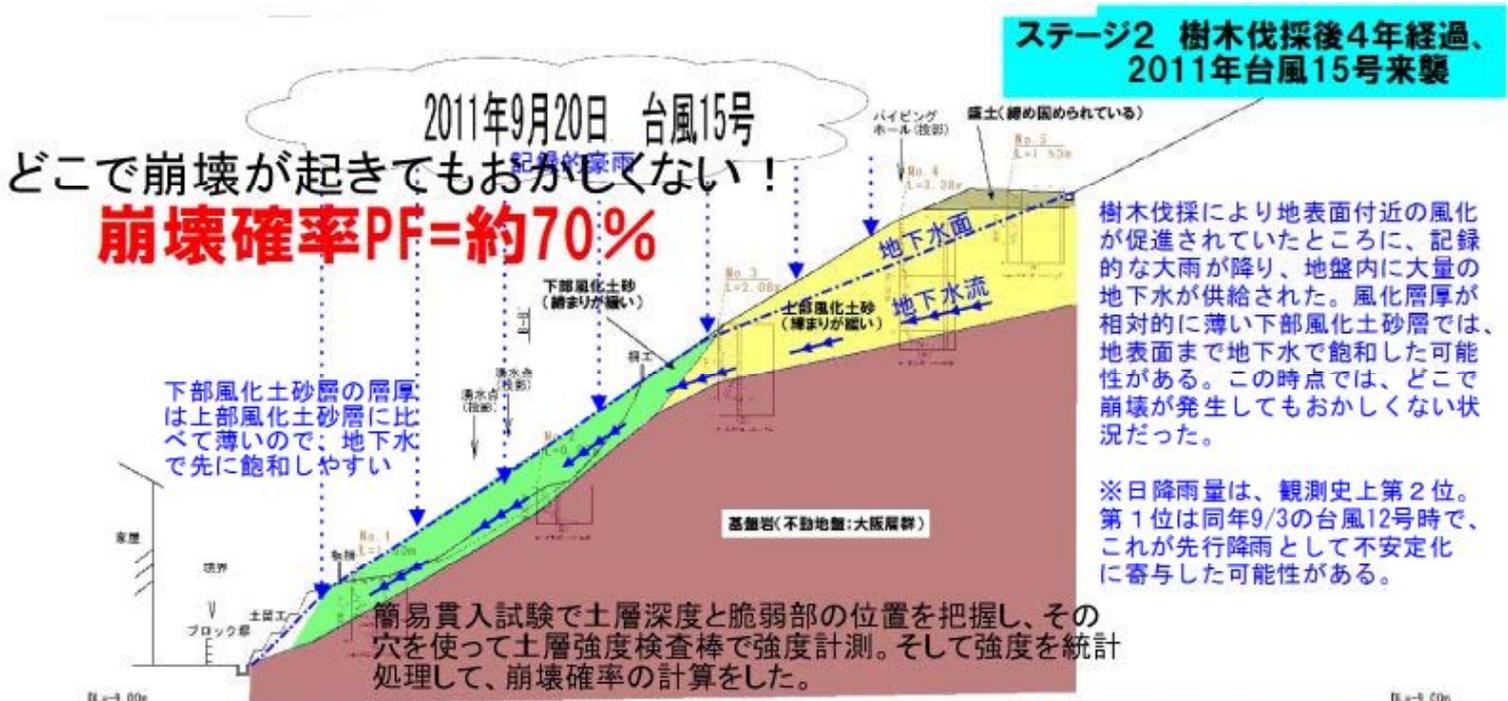


民間（マンションの管理組合）から依頼された斜面崩壊の原因調査および対策工検討・設計の業務例。崩壊確率で説明する方が、非専門家の一般市民にとってはむしろ分かり易い事例。専門家は、安全率という「どのくらいの安全性(危険性)なのか自分でも説明しきれない数値」を使って説明しがちなので、非専門家には伝わらない。



崩壊跡はフトン籠工（透水性が良かったため地中の間隙水圧を上昇させない）
 残存斜面には、排水補強パイプ（人工的なパイプ流の確保および鋼材による補強）

この対策工組み合わせで、フトン籠工と排水補強パイプの機能が維持できる約80年間は、崩壊確率PF=0%とすることができる。

従来の解析方法（民生の安定を最重要視した手法）

（１）崩壊が発生したら、測量とボーリング調査をする。その後、ボーリング工を利用して地下水位観測をする。ボーリング調査からは土層区分とN値による強度区分がわかる。

問題点：N値からは砂質土系の場合内部摩擦角のみ（ $c=0$ ）粘性土系の場合には粘着力 c のみ（ $=0$ ）がN値との関係式から導かれる。 $c \cdot$ 両方を考慮することは無理。

（２）崩壊前地形を再現し、観測最高水位を用いて、崩壊時安全率 F_s を0.98あるいは0.95に仮定して、N値から内部摩擦角を仮定し、崩壊土塊の粘着力 c を逆算する。

問題点：斜面の安全性は「仮定＝見立て」のみで決まる。安定計算で計算しているのは、 $c \cdot$ いずれかの地盤強度なので、安定計算で安定性は評価していない。崩壊時安全率にも崩壊時地下水位にも根拠なし＝たぶん間違い。

（３）崩壊部の背面は実際には「落ちるべきものが落ちてしまっている」ので健全だが、そこが崩壊部と同等まで劣化すると無理矢理仮定し、健全な地盤内に滑り面を創る。その仮想滑り面に対して必要抑止力を算出し、健全な面に地すべり抑止工を設計・施工する。

問題点：崩壊背面の地盤は斜面の中で最も健全で安定性が高い地盤。周辺部の「まだ崩壊していない地盤」にこそ斜面安定性評価の価値があるが、それは行わず、一番健全な斜面に無理くり滑り面を創造して対策をする。崩れたところは一番安全なのだが、一番安全なところに対策するのが現在の方法。崩れた箇所を怖く感じる周辺住民の「民生の安定」対策として意味が無いとは言えないが、豪華すぎる場合が多い。

合理的な解析方法（最少費用を評価軸とした手法）

（１）測量・ボーリング調査（またはサウンディング）および、土層強度検査棒による地盤強度（ $c \cdot$ ）計測、簡易現場透水試験による地盤の透水性把握。土層強度検査棒による試験は、崩壊部だけでなく地形区分可能な周辺部毎に3組以上のデータを取得（平均値と標準偏差を算出）。

（２）崩壊時の降雨データと地盤の透水性から浸透流解析で地下水圧状況の再現。もし、高い水圧が地表に噴出して崩壊した形跡がある場合には、被圧水として水圧を再現（被圧水水頭は踏査から推定）。

（３）崩壊時の地盤モデルを構築。現場から取得された地盤強度（ $c \cdot$ ）水圧（透水係数と浸透流解析の組み合わせなど）を用いて順算で安定計算し、崩壊確率PFを算出。崩壊箇所のみならず、崩壊しなかった箇所のPFも算出。（崩壊箇所はおそらくPFが一番大きいところだっただろうと頭の中で思い、検証する）

（４）崩壊箇所が崩壊してくれたことによって、周辺部の間隙水圧が除圧された状態のPFを算出。（周辺部が崩壊しなかった理由が、崩壊箇所の犠牲＝間隙水圧消散効果によるものであることを確認）

（５）今後起こり得る現象を、地形区分可能な場所ごとに崩壊確率を計算。排水条件が不良となる場合も想定して計算し、その場合の崩壊確率が高くなる場合には、それを回避する対策（人工的な排水対策）を対策工に組み込む。

（６）崩壊が発生した箇所は最も地盤条件が良好である場合が多いので、最小限の対策に留め、崩壊確率が相対的に高い箇所の対策を検討する。

（７）崩壊確率が相対的に高い箇所が、仮に崩壊した場合の被害（直接的な復旧費、社会的損失、営業的損失等）を想定し、どの程度の被害期待値まで許容できるかどうかを施主とともに経済的指標（金額換算）を基に検討する。

ある雪害地斜面における土層強度検査棒を用いた地盤強度計測に基づく安定計算結果例（安全率評価）

安定度の序列

雪害地（根返り）＜崩壊地周辺＜雪害地（折損・幹曲）＜健全斜面＜伐採跡地＜崩壊跡地

安定度一覧表

対象地目	安全率 F_s	雪害地と比べた場合の崩壊ポテンシャル
雪害地（根返り）	1.05	1.00
崩壊地周辺	1.21	1.15
雪害地（折損）	1.66	1.58
健全な斜面	2.16	2.05
伐採跡地	2.27	2.16
崩壊跡地	3.70	3.52

崩壊跡地は、まだ崩壊していない雪害地と比べて 3.5 倍も安定度が高い（崩壊確率 $PF=0$ だろう）。見掛けが悪いという理由でここに手厚い対策をする合理的理由は存在しない。

現地調査結果一覧表

	表土の深さD(m)	内部摩擦角 $\phi(^{\circ})$	粘着力C(t/m ²)	平均値		
				D	ϕ	C
通常斜面	0.80	21.04	0.75	0.84	25.41	1.11
	0.90	21.99	1.20			
	0.90	28.73	1.20			
	0.80	27.00	1.05			
	0.80	28.30	1.35			
雪害地	1.60	14.04	0.60	1.18	17.21	0.60
	1.50	14.55	0.45			
	0.90	16.60	0.60			
	0.90	18.60	0.75			
	1.20	19.58	0.45			
	0.90	19.09	0.60			
	1.20	16.60	0.60			
崩壊地周辺	0.90	14.04	0.65	0.93	14.55	0.70
	0.90	13.52	0.70			
	1.00	16.09	0.75			
伐採跡地	0.80	20.07	1.05	0.65	22.65	0.98
	0.50	25.23	0.90			
崩壊跡地	0.40	30.80	1.20	0.53	28.12	1.40
	0.60	27.87	1.50			
	0.60	25.68	1.50			

このとき（2003 年度）には、安全率評価を実施しており、崩壊確率評価ではなかった。

C- ϕ 関係図

