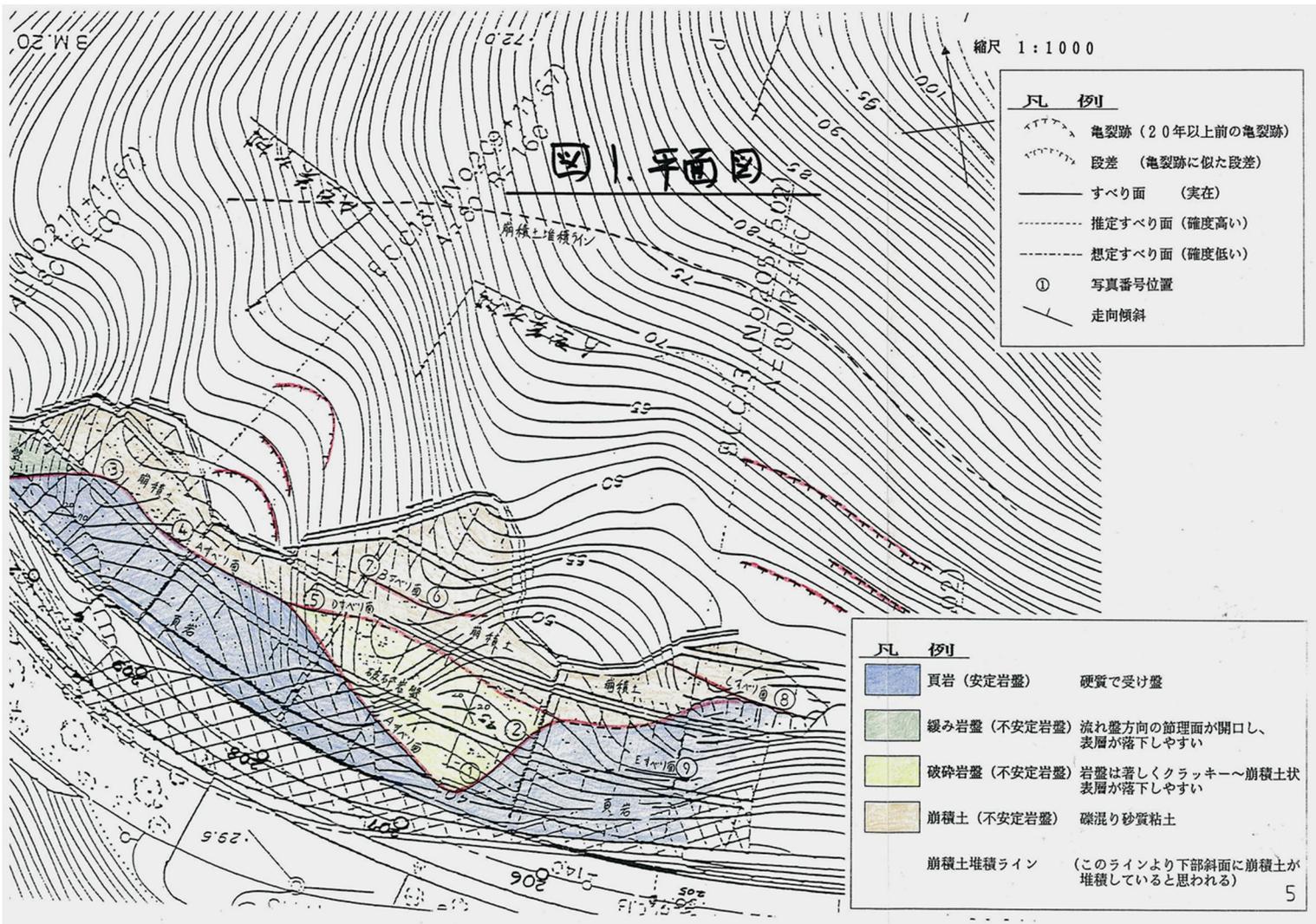
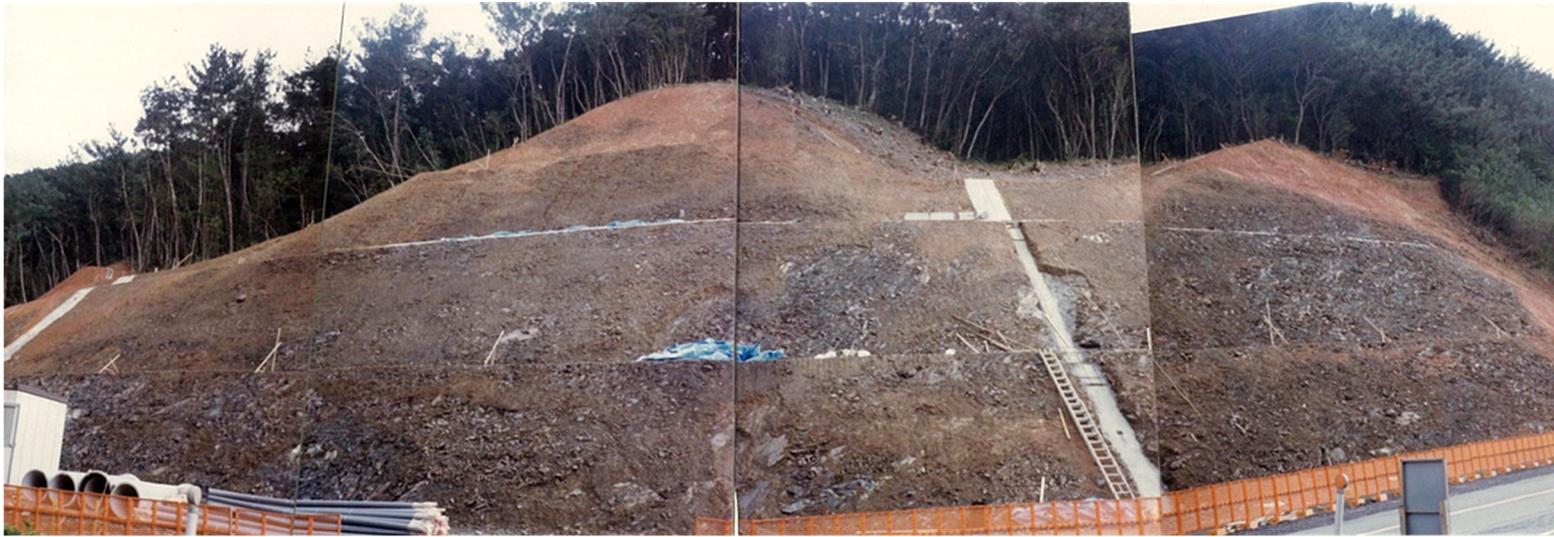


4枚のすべり面を持つ法面の26年後の状況

1993年に法面に新旧4枚のすべり面が確認されました。調査と対策工の検討を提案いたしました。切土後1カ月間経過しても変動が無いので、右の縦溝付近にのみ補強土を施工することにしたようです。17年間は変状も無かったのですが、2010年の豪雨で崩壊しました。崩壊部分は崩積土部分で、含水比が高いすべり面を有していた部分です。含水比が低いすべり面では崩壊しなかったと診ています。



すべり面が新旧4枚とすべり面になりかけたEすべり面 番号は写真撮影箇所

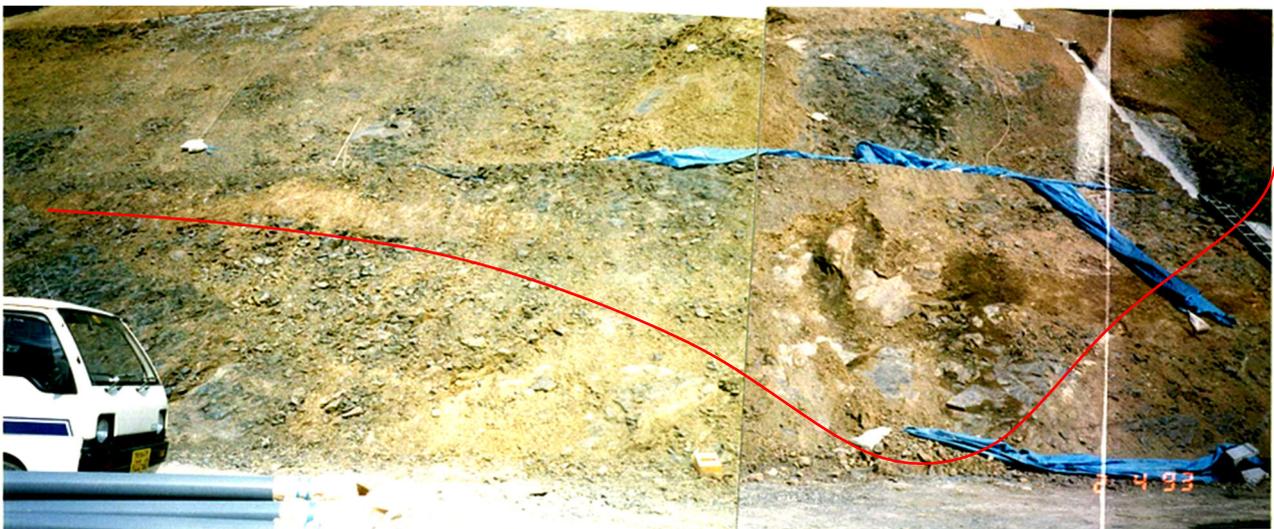
最下部のすべり面 写真①



すべり面含有粘土は低含水比



上記と同じ個所
基盤の上面は平滑
岩盤地すべり（移動岩塊）



最下部のすべり面 写真③～④



下は岩盤
上は崩積土
2010年には、崩積土が崩壊した模様（全てかは不明）



写真③
下位の硬質な岩盤は砥石の様な平坦面を持つ



写真④
やや含水比が少ないすべり面含有粘土（この部分が2010年に崩壊したかは不明）

最下部のすべり面 写真⑤



写真⑤

濡れたすべり面があり、この部分は
2010年には崩壊した。



上記写真の拡大



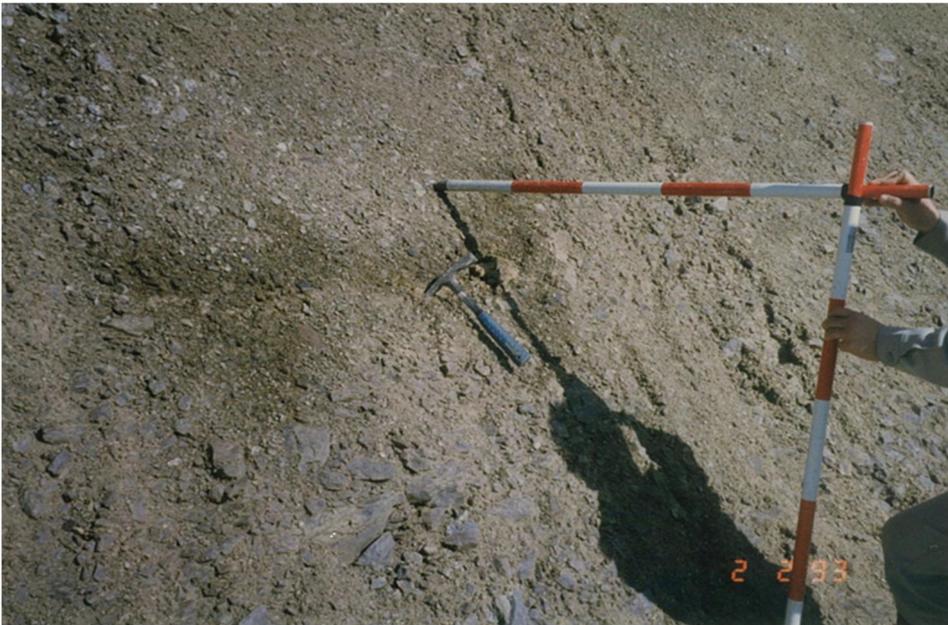
上記写真の拡大

崩積土内のすべり面 写真⑥



写真⑥

断続的に湧水箇所がある



湧水箇所には高含水比の粘土がある。条線を有するすべり面は確認不能であるが、粘土薄層があったため、すべり面と推定した。



上記写真箇所の拡大

崩積土内のすべり面 写真⑧



この部分も2010年の豪雨で崩壊しました。



この部分では、下は岩盤です。



上記箇所の拡大
条線を有するすべり面

すべり面にならなかったせん断ゾーン 写真⑨



この箇所は 2010 年の豪雨
でも崩壊しなかった



上記箇所の一部拡大

被災直後



この部分にのみ補強土工が施工されていた



破壊された法枠と補強土





地中で錆びていた補強土

セメントミルク注入後の孔壁崩壊や穴曲がりなどで、補強材が地盤と接触している箇所が多いと見られます。著しく腐食した割合が全体の約40%にも達します。現在の基準は、メッキすることになっているので、25年程度は腐食の進行が遅れると考えられます（土壌中のメッキの耐用年数25年程度 日本溶融亜鉛メッキ協会）。



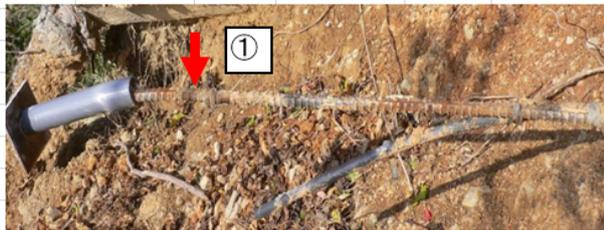
ロックボルトの腐食状況

斜面変動により地中から引き抜かれた地山補強土工の補強材の腐食状況です。確認できた全長653cmのうち40%に「著しく赤く錆びた区間ないし断面欠損」が認められました。補強土工は施工平成5年に施工され、この時点の規準は無塗装鉄筋でも使用可能でした。（なお、平成13年からはメッキしたロックボルトに指針は改訂されています。）

| 補強材名 | 全長(cm) | 頭部側からと推定される腐食区間(cm) | | | | 腐食区間の長さ(cm) | 著しく腐食した区間の長さ(cm) | 著しく腐食した区間の割合(%) |
|------|--------|---------------------|-------|---------|-------|-------------|------------------|-----------------|
| | | 腐食区間① | 腐食区間② | 腐食区間③ | 腐食区間④ | | | |
| ① | 152 | 0～38 | 38 | 140～198 | 58 | - | 96 | 63 |
| ② | 204 | 20～28 | 8 | 60～65 | 5 | 122～204 | 82 | 40 |
| ③ | 70 | 0～30 | 30 | - | - | - | 30 | 0 |
| ④ | 227 | 0～65 | 65 | 94～109 | 15 | 207～227 | 20 | 35 |
| 計 | 653 | - | 141 | - | 78 | - | 102 | 40 |

| |
|-------------------|
| 赤く錆た区間 |
| 著しく赤く錆びた区間ないし断面欠損 |

調査した補強材は、下記の写真の①～④の4本です。



2019年5月の現場状況

2010年の豪雨では、主に崩積土の部分が滑落し、岩盤部分は残っていた模様である。



教訓

- ① すべり面があっても、豪雨があるまで17年間は健全であった。
- ② 濡れたすべり面がある場所は2010年の豪雨で崩壊した。
- ③ 乾いたすべり面粘土があった部分は、2010年の豪雨でも崩壊しなかった。
- ④ 法枠の一部は、建設後17年後には完全に錆びている部分があり、その箇所破断した。
- ⑤ 補強材（旧規格）の著しい錆び発生区間は、全長653cmの40%であった。
（メッキした補強材の場合も、土壌中での耐用年数は25年程度なので、25年経過後は補強材の40%の区間で腐食が進行することになる。）したがって、施工法と防食法は重要であると考えられる。