

斜面の地震時安定性評価におけるアンカー工定着部の評価（その1）

ーモデル斜面を対象とした評価事例ー

ニュージェック 正会員 ○森 聡 西村昇

電力中央研究所 正会員 小早川博亮 石丸真

関西電力 正会員 小澤和弘

1. はじめに

重要施設周辺の斜面の地震時安定性評価では、すべり安全率による評価が行われてきた。アンカーを考慮する斜面に対しては、すべり安全率の評価とともに、アンカー力（軸力）、極限アンカー力（引抜き力）の照査に加えて、アンカー定着部周辺岩盤の健全性を確認することとなっており、定着部に隣接する岩盤に少しでも引張・せん断破壊が生じる箇所が発生した場合、そのアンカーの効果は全く期待していない。しかし、実際には、アンカーの引抜きに対して、定着部の一部だけが破壊する場合や残留アンカー力も期待できることから定着部周辺岩盤の一部に破壊が生じてもアンカーの効果は全くなくなるものではないと考えられる。近年では、基準地震動が従来よりもかなり大きくなる状況にあり、アンカー照査においても従来の手法では必ずしも合理的な評価になっているとは言えない。そこで、本検討では、まず、モデル斜面を対象に、アンカー定着部周辺岩盤の健全性の考え方の違いが、評価に与える影響を例示するとともに後編においてアンカーの定着部における周辺岩盤の健全性と極限アンカー力の関連性について実験的に検討する。

2. 地震時の斜面安定性評価

地震時の斜面安定性評価におけるフロー(案)¹⁾を図1に示す。本評価フロー(案)には、アンカー力のみをモデル化したモデル1とアンカーのストランドを精緻にモデル化したモデル2を適用する場合が示されている。フローでは、いずれのモデルを用いる場合にも、アンカーの照査が必要となり、

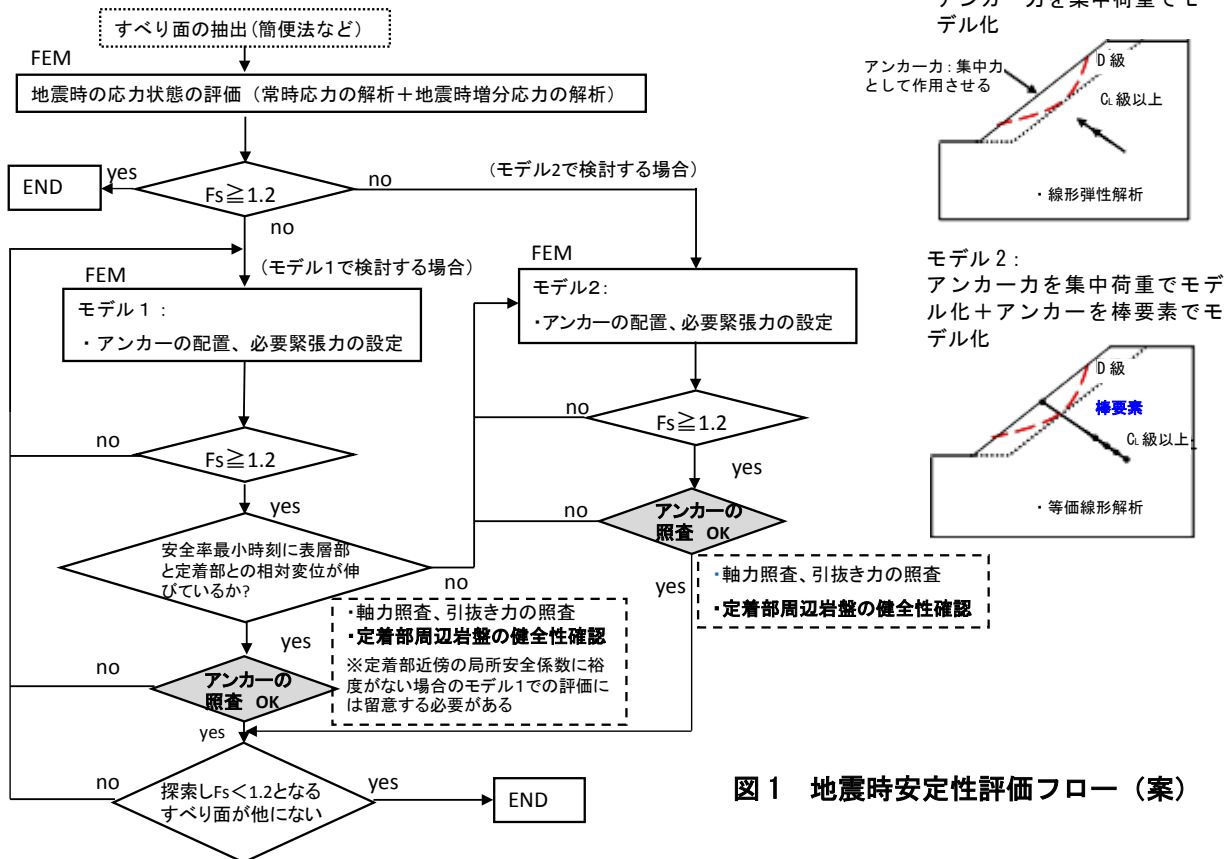


図1 地震時安定性評価フロー(案)

キーワード 原子力発電所背後斜面, 対策工, アンカー工

連絡先 〒531-0074 大阪市北区本庄東 2-3-20 株式会社 ニュージェック E-mail: morist@newje.co.jp

照査項目として、アンカー力照査、極限アンカー力（引抜き力）の照査に加えて、定着部周辺岩盤の健全性確認を実施する流れとなっている。具体的には、すべり安全率が最小となる時刻においてアンカー定着部周辺の岩盤に引張応力が発生しないこと、せん断破壊が発生していないことを確認するものである。

3. モデル斜面における定着部周辺岩盤の評価とすべり安全率の例示

モデル斜面を図2に示す。モデル斜面は、D級、C_L級、C_M級、C_H級の岩盤で構成されている。また、D級岩盤内、C_L級岩盤内、C_M級岩盤内にすべり線（No1～No3）を想定している。地震時の安定性は、入力時最大加速度が6.0m/s²の場合、アンカーなしの状態ではD級岩盤内のすべり線No1ですべり安全率は1.07、アンカー施工時（アンカー一本当たりの緊張力を12500kN）のすべり安全率は、1.51となるモデルである。入力時の最大加速度が6.0m/s²におけるすべり線No1のすべり安全率最小時刻の局所安全係数分布を図3に示す。斜面表層部以外では、引張応力やせん断破壊が発生する領域は見られず、アンカーの

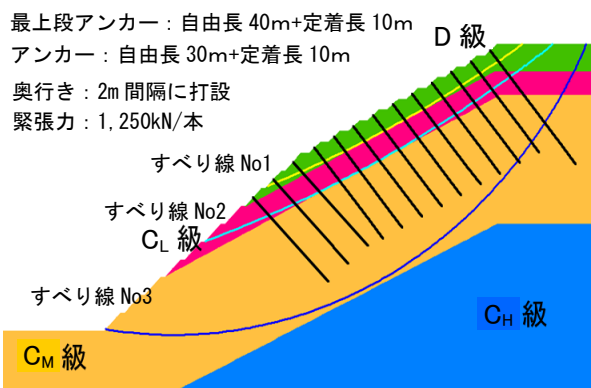


図2 モデル斜面（アンカーあり）

定着部周辺岩盤も健全である。次に、地震動の増大を考慮して最大加速度を8.0m/s²として評価した場合の局所安全係数分布を図4に示す。局所安全係数分布では、斜面上部のD級岩盤の下層付近に引張応力が発生する領域が見られる。この領域は、最上段のアンカー定着部にまで広がっている。このような場合、先述のフロー（案）では、最上段アンカーの定着部の健全性は確認できないこととなり、最上段のアンカー力は期待できない。しかしながら、このような場合においても必ずしもアンカー力を直ちにゼロまで低減させる必要がないと考え、すべり安全率

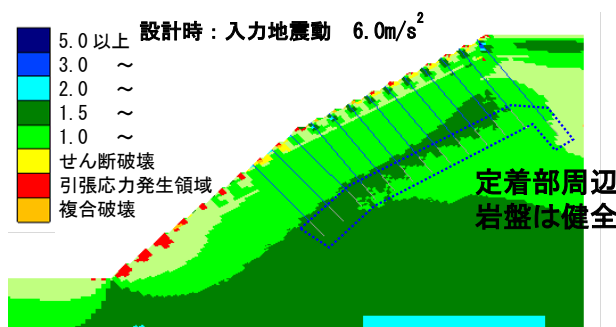


図3 すべり安全率最小時刻における局所安全係数分布（6.0m/s²）

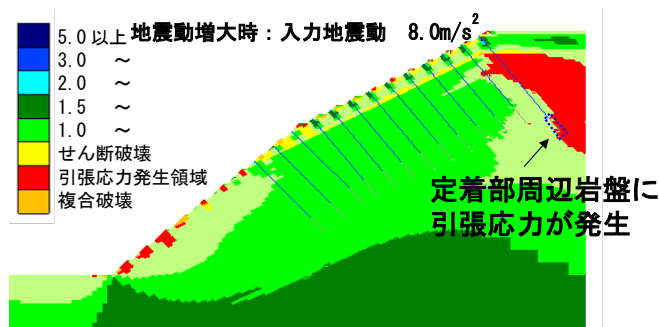


図4 すべり安全率最小時刻における局所安全係数分布（8.0m/s²）

の評価はより合理的になる可能性がある。表1に本ケースにおける定着部周辺岩盤の健全性の考え方の違いによるすべり安全率の差異を示す。本ケースでは、極限アンカー力をゼロに低減する場合、評価基準が満たされないが、極限アンカー力を低減させない場合、評価基準は満たされる結果となっている。後編の実験では、極限アンカー力は、定着部付近の岩盤がある程度健全に保たれていれば維持されること、さらに、極限アンカー力を超えたアンカー力が作用した場合でも残留アンカー力程度は維持されることが示唆されており、これらの知見を反映できれば、アンカーの定着部の評価がより合理的になる可能性があると考えられる。

謝辞：本論文は電力9社、日本原子力発電（株）、

電源開発（株）、日本原燃（株）による原子力リスクセンター共通研究（平成29年度）によって得られた成果である。

参考文献 1) 西村昇，森聡，平川芳明，小早川博亮，原口和靖：アンカー工を有する斜面の地震時安定性評価，第52回地すべり学会研究発表会講演集，pp124-125。

表1 すべり安全率の差異

評価基準値：すべり安全率1.2

対象すべり線	最大加速度 8.0(m/s ²) (斜面安定性評価フロー案の場合)				最大加速度 8.0(m/s ²) (極限アンカー力を低減させない場合)			
	No.	抵抗力 (kN)	滑動力 (kN)	最小すべり安全率	発生時刻 (秒)	抵抗力 (kN)	滑動力 (kN)	最小すべり安全率
1 (D級内)	1	15196	12736	1.19	12.41	15418	12658	1.21
2 (CL級内)	2	55804	36238	1.53	12.41	57999	36164	1.60
3 (CH級内)	3	328965	137257	2.39	12.41	332358	137409	2.41