

グラウンドアンカーによる傾斜護岸の耐震補強に関する数値解析

早稲田大学 学生会員 ○大嶋 佑弥
早稲田大学 フェロー 清宮 理

1. はじめに 日本は周囲を海で囲まれているため、護岸によって津波や高潮から沿岸域を守る必要がある。これらの護岸の軟弱な地盤での建設例も多数ありが、地震時に護岸が変形または崩壊して高潮などの災害から守る本来の機能を発揮できなくなる恐れがある。本研究では斜面を安定させる工法の中でも比較的安価で大きな効果が期待できるグラウンドアンカーに注目し、比較的急傾斜な護岸施設にグラウンドアンカーを設置してその円弧すべりの安全率を確保、また地震による斜面の崩壊を防ぐことができるかを有限要素法による数値解析により検証した。計算結果からグラウンドアンカーが護岸の変形を抑制できる可能性を示した。

2. 解析モデル 解析及びモデル化は地震応答解析ソフト Soil Plus を使用した。

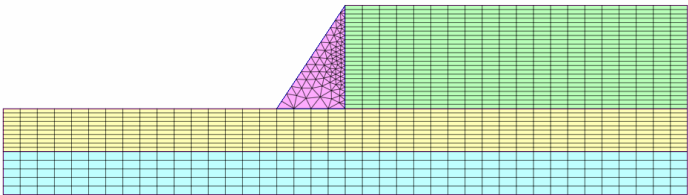


図-1 地盤モデル

図-1 に地盤モデルを示す。表層地盤は埋立土層とN値20程度の砂層から構成され、上層が幅48m、高さ12mの斜面を含む層、下層が幅80m、高さ10mの支持地盤となっている。地盤モデルは1238個の平面ひずみ要素に分割されている。境界条件として底面は固定、水平方向の変位は自由として、水平方向にポートアイランド観測波形

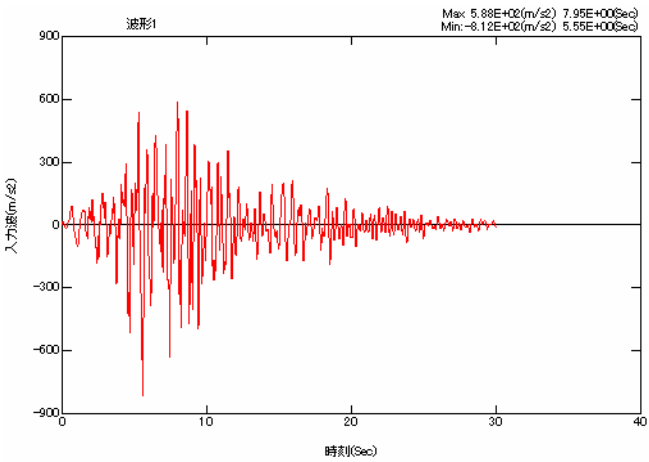


図-2 入力地震波

(1995 兵庫県南部地震)を入力させた。この際、地盤の非線形特性には修正 R-O モデルを使用した。また、今回の解析では液状化を考慮していない。

表-1 地盤条件

	ヤング率	せん断弾性係数	ポアソン比	単位体積重量	内部摩擦角	基準ひずみ
	E	G	ν	γ	ϕ	γ_r
	(kN/m ²)	(kN/m ²)		(kN/m ³)	(deg)	
上層		3.0×10^3	0.49	18	35	0.005
下層		5.0×10^3	0.49	18	40	0.005

3. グラウンドアンカーの設計

グラウンドアンカーを設置するにあたって設置本数と設置位置を決める必要がある。円弧すべり計算を用いて護岸の安全率を求めた。作成したモデルは常時で F.S.=0.76、地震時で F.S.=0.32 と崩壊しやすい護岸である。F.S.=1.20 にするため等間隔に計 8 本のアンカーを設置することにした。アンカーの設置間隔を約 2.8m、直径 0.05m とし、基礎地盤への定着長を 5m とした。

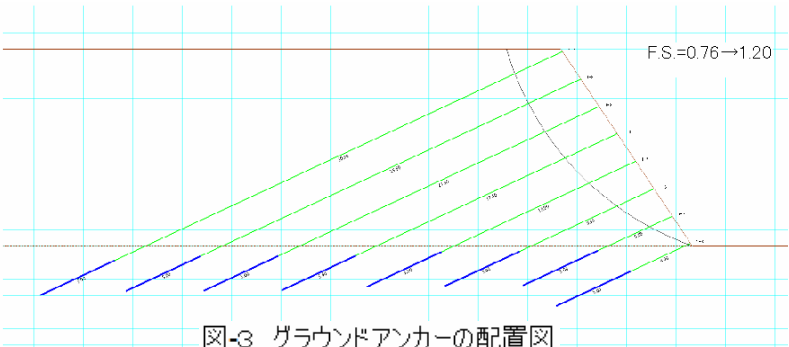


図-3 グラウンドアンカーの配置図

表2. アンカー条件

ヤング率	せん断弾性係数	ポアソン比	単位体積重量	減衰比	直径	断面積
E	G	ν	γ	h	d	A
(kN/m ²)	(kN/m ²)		(kN/m ³)		m	m ²
2.0×10^7	6.7×10^6	0.17	77.03	0.02	0.05	0.001963

キーワード : グラウンドアンカー、円弧すべり計算、

連絡先 : 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学 社会環境工学科 清宮研究室 TEL 03-5286-3852

4. 変形の比較 図-4および図-5にアンカーなし, ありの場合の最大変位の変形状況を示す。

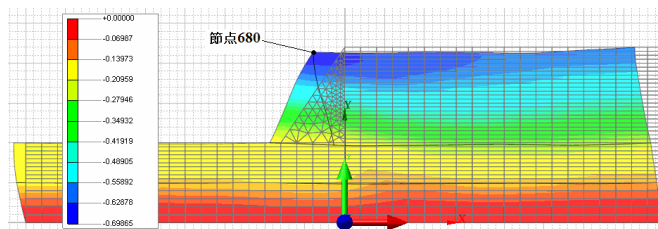


図-4 アンカーなしの場合の変形状況

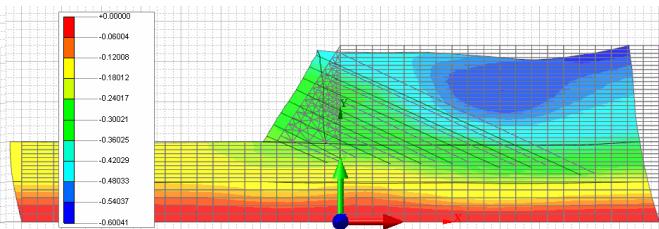


図-5 アンカーありの場合の変形状況

モデル全体の中で変位が最も大きい節点 680 法肩部に着目する。変形図からもわかるように、アンカーを設置することによって水平変位がアンカーなしの場合の 66%程度に抑えられた。護岸の他の点でも同じように変位が抑えられた。そのためアンカーなしの場合では斜面が前面に倒れこむような変形になっていたが、アンカーを設置すると斜面形状を保ったまま斜面が水平に移動した変形状況になった。

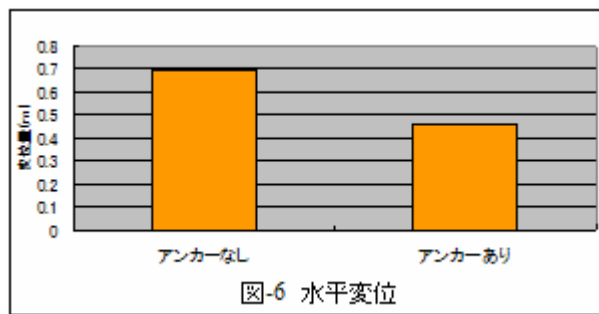


図-6 水平変位

また沈下について斜面頂上部ではほぼ同じ鉛直変位になったが、アンカーありの場合の方が斜面頂上部後方に生じる沈下が大きくなっていることがわかった。

5. せん断応力図-の比較 円弧すべりでの安全率が 1.0 を下回っているが解析では斜面崩壊はみられなかった。数値解析ではアンカーなしの場合、斜面下方のすべり面付近においてせん断応力が集中し、そこから崩壊する可能性があることがわかる。しかしアンカーを設置した場合では破壊する大きさの応力は発生しなかった。

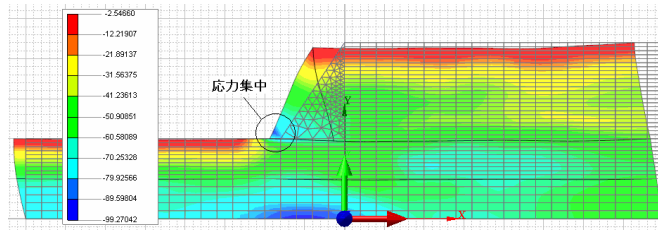


図-7 アンカーなしの場合のせん断応力図-

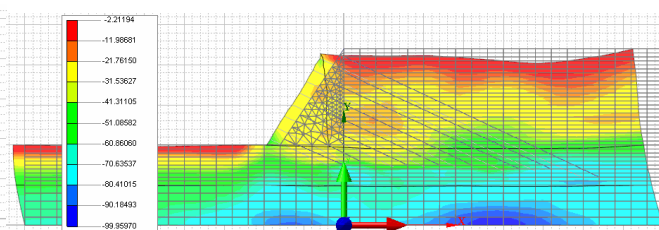


図-8 アンカーありの場合のせん断応力図-

応力が集中していた要素 1158 法尻部のせん断応力とひずみの履歴を比較してみても、図-9 および図-10 示すようにグラウンドアンカーを設置した場合の方が明らかに応力、ひずみが抑えられていることがわかる。グラウンドアンカーが法尻からの円弧すべりの進展を抑えているといえる。

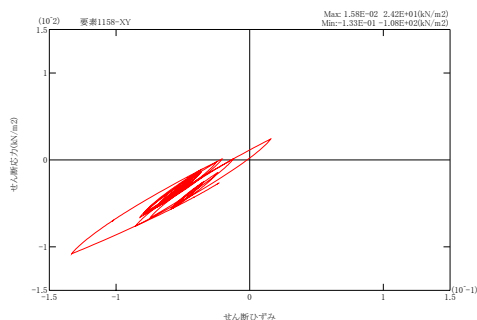


図-9 アンカーなしの場合の履歴

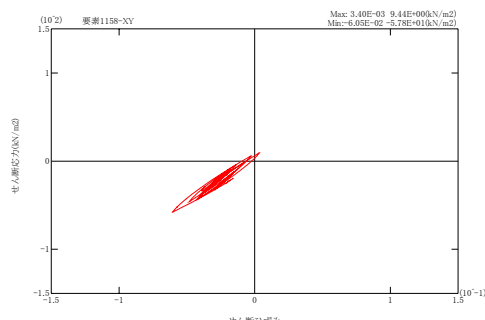


図-10 アンカーありの場合の履歴-

6. 結論 グラウンドアンカーを設置することによって護岸の水平変位, せん断応力共に抑えられることがわかった。護岸を耐震補強するさいグラウンドアンカーが効果を発揮できる可能性があることが明らかになった。

参考文献 1) 社団法人地盤工学会 グラウンドアンカー設計・施工例 2004 2) グラウンドアンカー技術協会 グラウンドアンカー工法設計施工指針 1996