

グラウンドアンカーによるもたれ式擁壁の耐震補強効果について

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 日本の国土には山岳地帯が多いため、斜面付近に人が生活することや、道路や鉄道が通っている場合が多々ある。こういった構造物付近の斜面には崩壊しやすいものが存在する場合もあり、斜面を保護する必要がある。斜面の保護の方法としては擁壁を設置したり、グラウンドアンカーを設置したり、切土、盛土により斜面勾配を緩める方法などがある。本研究ではもたれ式擁壁により急傾斜で軟弱な斜面安定対策を対象に、グラウンドアンカーを設置することによって、地震時に安定性が得られていない擁壁に耐震補強が確保できるか検討した。

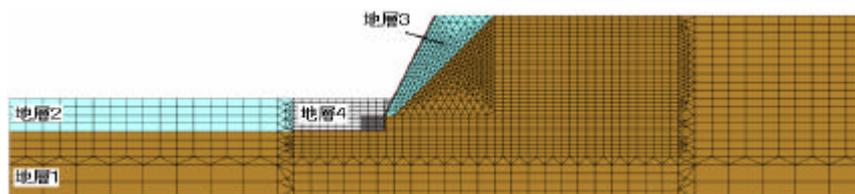


図-1 地盤モデル

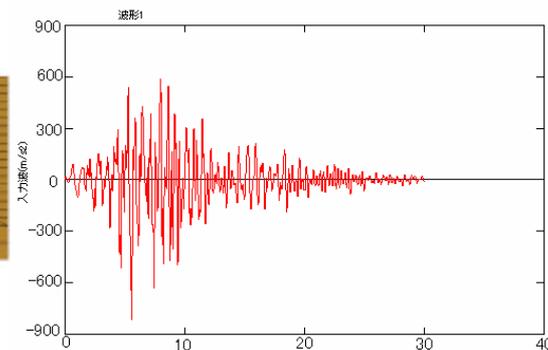


図-2 入力地震波

2.解析モデル 解析は地震応答解析ソフト Soil Plus を使用した。図-1 に地盤モデルを示す。斜面の傾斜角は 60° で底板から地表面までのの高さが 6m とする。また、斜面後方には傾斜角 45° の斜面を含み安定した地山をモデル化した。擁壁の底板は 1m 埋込、底板付近及び裏込め土を軟弱な地盤とする。ポートアイランド観測波形 (1995 兵庫県南部地震) を入力した。地盤の非線形を考慮するために修正 R-O モデルを使用した。

表-1 地盤条件

地層	ポアソン比	せん断弾性係数	単位体積重量	内部摩擦角	基準ひずみ	最大減衰定数
	νd	G (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	γh	h_{max}
1 & 2	0.49	20000	18	30	0.0005	0.240
3 & 4	0.49	2000	18	20	0.001	0.200

3 擁壁及びグラウンドアンカーの設置 斜面の地震による滑動を抑制するために擁壁及びグラウンドアンカーを設置した。擁壁を設置することにより、斜面の崩壊は防げるが大規模な地震動に対して滑動や沈下に対して十分な安全性が得られないため、グラウンドアンカーを設置して滑動や沈下を抑制した。擁壁部は幅 0.5m奥行き 1mの梁要素を使用してモデル化した。長さ 1.5m、厚さ 1.0m のコンクリート製の底板は平面ひずみ要素を使用した。グラウンドアンカーは径 50mm のロッド要素とする。それぞれの計算条件を以下に示す。

表-2 グラウンドアンカーの条件

ポアソン比	ヤング率	単位体積重量	減衰比	直径	断面積
	(kN/m ²)	(kN/m ³)		m	m ²
0.17	2.0×10^7	77.03	0.02	0.05	0.001963

表-3 擁壁の条件

ポアソン比	ヤング率	単位体積重量	断面二次モーメント
ν	E (kN/m ²)	γ (kN/m ³)	I (m ⁴)
0.17	2.35×10^7	24.5	0.08333

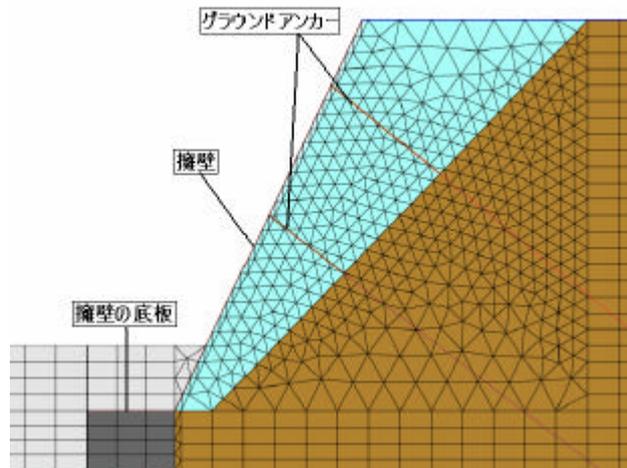


図-3 擁壁及びグラウンドアンカーの配置

キーワード : グラウンドアンカー、もたれ式擁壁、斜面安定、地震応答計算

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

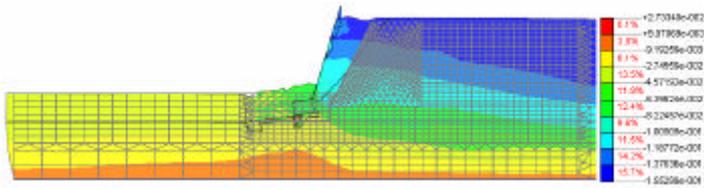


図-3 グラウンドアンカー設置前

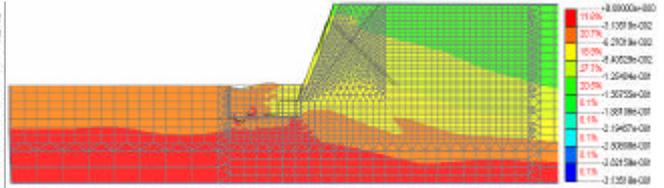


図-4 グラウンドアンカー1本の場合

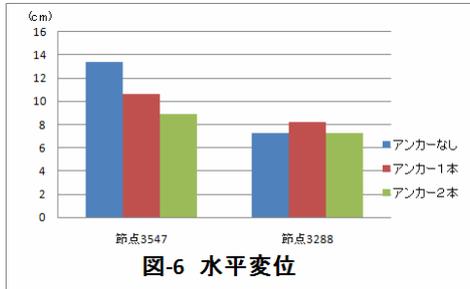


図-6 水平変位

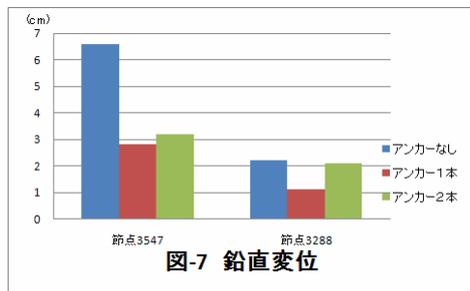


図-7 鉛直変位

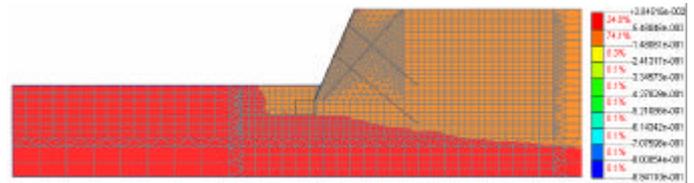


図-5 グラウンドアンカー2本の場合

4 .変形の比較 図-3 から図-5 にグラウンドアンカー設置前とグラウンドアンカーを設置した2ケースの変形図を示す。

グラウンドアンカーを擁壁上部に1本設置した場合と2本設置した場合の2ケースを検討した。図は地震入力後一番水平変位が大きく計算された7.0sの状況を示す。グラウンドアンカーを設置する前では斜面の崩壊により擁壁基礎部が斜面の水平移動とともに浮き上がり、擁壁頂上部がやや上方向に変位するため、裏込め土が大きく沈下する結果となった。擁壁頂上部及び底板頂部のグラウンドアンカー設置前後の水平変位及び鉛直変位を図-5、図-6 に示す。グラウンドアンカーを1本設置した場合、擁壁天端の水平変位は79%程度に、鉛直変位については44%程度に抑制する結果を得た。しかし、底板下端については鉛直変位が50%程度に抑制されるものの、水平変位は大きくなっていった。擁壁上部が抑えられるため擁壁全体が回転して底板部が前方へ押し出されることを示していた。一方、グラウンドアンカーを2本設置すると1本の場合に前方へすべり出した底板の変位が抑えられ、擁壁全体としての滑動が抑制される結果となった。

5 .グラウンドアンカーの軸力 グラウンドアンカーを2本設置した時の軸力の時刻歴波形を図-8 に示す。この図では、引張を負としている。擁壁全体が前方へ変位する7.0秒において、両方のアンカーに引張力が働いていることが分かる。また、下方のアンカーからより大きい引張力が得られた。アンカー2本の場合、1本の場合に見られた底板のすべりが抑制されていたため、下方のアンカーが擁壁と斜面全体の変位を抑える効果を発揮したためより大きな引張力を生じた。

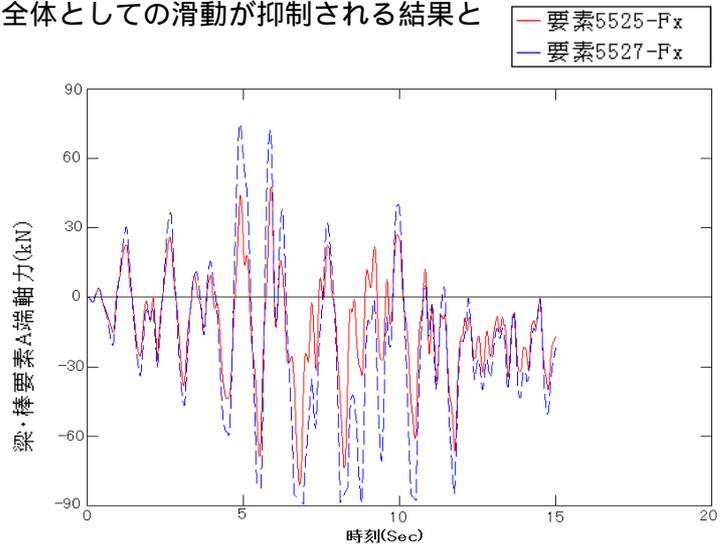


図-8 軸力の時刻歴波形

6 .結論 地震時の安定性が不足しているもたれ式擁壁にグラウンドアンカーを設置することによって斜面及び擁壁の変形が抑制されることが分かった。また擁壁上部に1本は位置するよりも下部にも追加して配置した方が、安定性が増した。ただ基礎がかなり沈下する場合はグラウンドアンカーが擁壁の滑動に有効に働かない場合も計算されたので、擁壁の地震時の変形性状を勘案してグラウンドアンカーを設置する必要がある。

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) 風間徹ほか：山海堂 擁壁・カルバートの設計、平成8年,pp.56-61