

## アンカー工の長寿命化に関する検討

日本工営(株) 正会員 ○太田 敬一

**1. 本検討の概要と目的** 地すべり対策工として施工されたアンカー工の荷重は、施工後の地すべり変動などで増加する可能性がある<sup>1)</sup>。「グラウンドアンカー維持管理マニュアル」<sup>2)</sup>では、発生した荷重値に基づいたアンカー工の健全度の目安が示されており、設計アンカー力を超過した場合は、「経過観察により対策の必要性を検討する」、許容アンカー力を超過した場合は、「対策を実施」と示されている。対策の方法は様々であり、その1つにアンカー工の更新として、既設アンカー工の間に新たなアンカー工を打設することが示されている。

新たなアンカー工を打設する目的は、図1に示すように、施工済みである既設アンカー工に作用している荷重を新たに増し打ちしたアンカー工でも受け持たせ、作用している荷重を分散させることで、既設アンカー工の機能維持を期待するものである(図1の「①機能維持」)。また、増し打ちするアンカー工を打設する際に、それまでに既設アンカー工に作用していた荷重を緩めることで、既設アンカー工の機能回復も期待できると考えられる(図1の「②機能回復」)。

このように新たに増し打ちアンカー工を施工することで、既設アンカー工の機能維持と機能回復を見込むことができれば、アンカー工の長寿命化に役立てることができる。そこで本稿では、アンカー工の長寿命化を前提とした増し打ちアンカー工を検討する際の設計条件の目安を得るため、地すべりを模擬した数値解析モデルを用いて、増し打ちアンカー工による既設アンカー工の機能維持と機能回復の効果を検討した。

**2. 解析モデルの設定** 検討に用いた数値解析モデルとして、図2に示す幅150m、長さ120m、深さ30mの円弧状のすべり面を有するモデルを想定した。アンカー工はモデル下方に5段、3m間隔で配置した。この内、偶数段のアンカー工は、奇数段の既設アンカー工に対し、増し打ちアンカー工として千鳥配置した。解析に用いた地盤定数の設定を表1に示す。

表1 地盤定数の設定

項目	変形係数	単位体積重量	ポアソン比	粘着力	内部摩擦角
	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]		[kN/m <sup>2</sup> ]	[°]
移動層	500,000	20.0	0.3	(弾性挙動を示す値を設定)	(弾性挙動を示す値を設定)
基盤	1,000,000				
項目	垂直バネ剛性	せん断バネ剛性	粘着力	内部摩擦角	引張強度
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[°]	[kN/m <sup>2</sup> ]
すべり面	5,000	5,000	20.0	すべり発生前に安全率1.11になるよう逆算	30.0

本稿では先ず、既設アンカー工を配置した後、すべり面に沿うせん断変形により地すべりを発生させ、次に増し打ちアンカー工を配置した後、更に地すべりを発生させた。地すべりの発生方法は、すべり面の強度を低下させることとし、すべり面の強度は、粘着力と内部摩擦角( $\tan \phi$ )をそれぞれ強度低減定数で除して低下させることとした。すべり面の強度は、地すべりを発生させる前に粘着力を20kN/m<sup>2</sup>とした上で、すべり面に作用するせん断力と抵抗力の比から算出される安全率が1.1程度になるように内部摩擦角を逆算で設定した。アンカー工の諸元は、既設アンカー工と増し打ちアンカー工それぞれで同様とした。

**3. 検討結果①** 増し打ちアンカー工の「機能維持」の効果を確認するため、既設アンカー工に初期緊張力を作用させた後、地すべりを発生させ、既設アンカー工に地すべりによる荷重を作用させた。その後、増し打ちアン

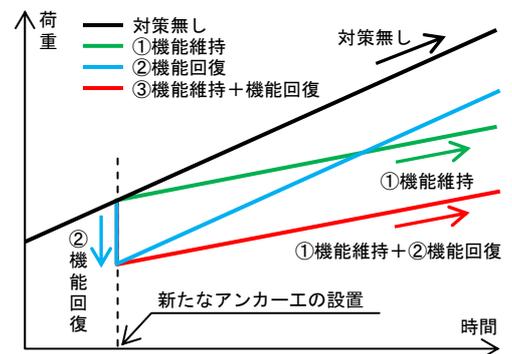


図1 機能維持と回復のイメージ図

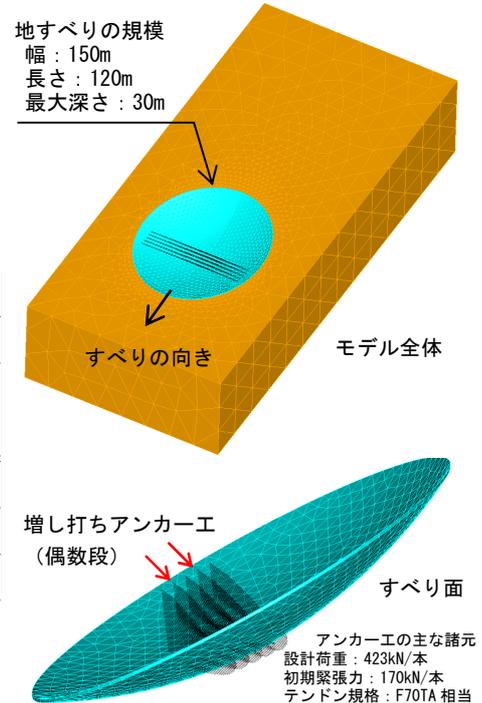


図2 数値解析モデルの設定

カー工を配置せず、更に地すべりを発生させた場合(ケース 1)と、増し打ちアンカー工を配置した後に更に地すべりを発生させた場合(ケース 2)を解析した。増し打ちアンカー工の効果は、モデルのほぼ中央付近の既設アンカー工と増し打ちアンカー工に作用する荷重値を比較し確認した。図 3 にそれらアンカー工

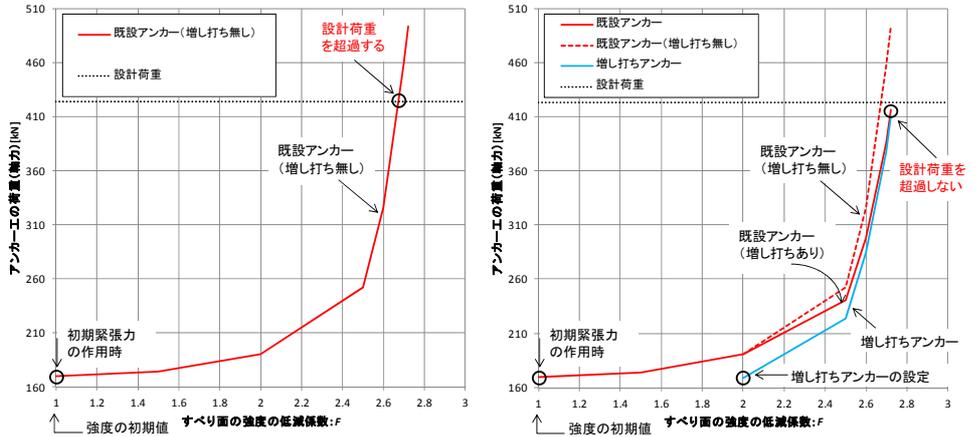


図 3 増し打ちアンカー工の有無の違い(左:無し,右:有り)

の荷重の変化を示す。図 3 左はケース 1 の解析結果で、既設アンカー工の荷重はすべり面の強度低減定数 2.6 を越えた時点で設計荷重を超過している。図 3 右はケース 2 の解析結果で、増し打ちアンカー工を配置したことで、既設アンカー工の荷重はケース 1 より低減している。またすべり面の強度低減定数 2.7 時点での既設アンカー工と増し打ちアンカー工の荷重はほぼ同じ値となり、この時点で設計荷重を超過していない。これらの解析結果から、地すべりの進行に伴い既設アンカー工の荷重が設計荷重を超過する状況に対し、増し打ちアンカー工を配置すれば既設アンカー工の荷重は設計荷重以下になり、それぞれのアンカー工には、ほぼ同じ荷重が作用するなど、増し打ちアンカー工による既設アンカー工の機能維持の効果が得られた。

4. 検討結果② 増し打ちアンカー工の「機能回復」の効果を確認するため、先のケース 2 に対し

ケース 3 として、増し打ちアンカー工の配置と同時に既設アンカー工に作用していた荷重を緩めた後、地すべりを発生させた場合を解析した。

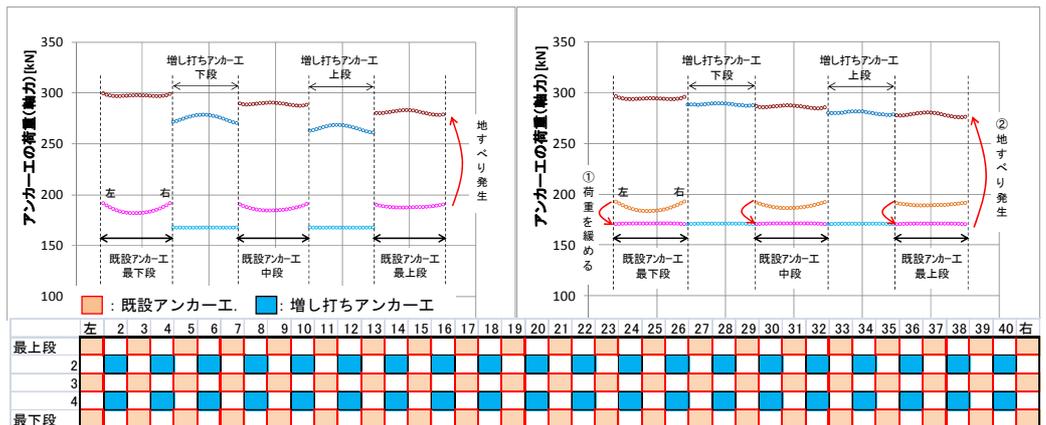


図 4 既設アンカー工の荷重を緩めた場合の結果(左:緩め無し,右:緩めた場合)

図 4 左はケース 2 の各段の全アンカー工の荷重の変化を示したもので、グラフの横軸は段数毎のアンカー工の配置を示し、縦軸は荷重の変化を示している。その結果、増し打ち後の地すべりによる既設アンカー工の荷重は増し打ちアンカー工より大きいこと、既設アンカーと増し打ちアンカー工の荷重のバラツキが示されている。図 4 右は、ケース 3 の各段の全アンカー工の荷重の変化を示したもので、既設アンカー工の荷重を緩めた後の地すべりによる荷重は、ケース 2 に比較すると既設と増し打ちアンカー工でバラツキは小さいこと、また既設アンカー工の荷重は、ケース 2 よりやや小さいが示されている。またケース 2 と 3 のすべり面の沿った地すべり移動層の変位を確認すると、ケース 3 の方がケース 2 より小さい分布となっている。これらの解析結果から、既設アンカー工の荷重を緩めることで、既設アンカー工の荷重の増加の抑制および、地すべりの変位の抑制に効果があり、増し打ちアンカー工による既設アンカー工の機能維持と共に、機能回復の効果も得られることが分かった。

5. まとめと今後の課題

数値解析モデルを用いて増し打ちアンカー工の効果、既設アンカー工の荷重を緩めた際の増し打ちアンカー工の効果から、増し打ちアンカー工による既設アンカー工の長寿命化に繋がる結果を示した。引き続きアンカー工や地盤の条件等を変えた検討を進める予定である。

参考文献

1) 独立行政法人土木研究所(2014):「グラウトアンカーの適正な緊張力計測手法に関する研究共同研究報告書, 第 458 号, 2) 独立行政法人土木研究所, 社団法人日本アンカー協会(2008):「グラウトアンカー維持管理マニュアル