

学 位 論 文 の 要 約

三 重 大 学

所 属	三重大学大学院生物資源学研究科 共生環境学専攻	氏 名	山 崎 充
-----	----------------------------	-----	-------

学位論文の題名

グラウンドアンカー維持管理におけるアンカー緊張力の利用に関する研究

(Studies on the Use of Anchor Tensile Load in Ground Anchor Maintenance)

学位論文の要約

グラウンドアンカー（以下、アンカーという）は、引張り材に緊張力を加えて、その両端を地盤内と地表面で固定し、法面の安定化を図る構造物であるため、アンカーの維持管理においては、荷重計やリフトオフ試験によって計測される残存緊張力を指標にした健全度の評価が行われている。従来、アンカーの緊張力は、施工後初期に地盤のクリープや引張り材のリラクセーションによって徐々に低下した後一定の値に収束するとされている。しかしながら、アンカーの緊張力は、これ以外にもアンカーが施工された背面地盤の地質や地山条件の影響を受け変化することが想定されるものの、地質条件と緊張力低下の関係、あるいは背面の地山変動に伴う緊張力変化について、現在まで適切な評価が行われてきていない。本研究では、背面地盤の地質や風化程度などの地質条件と緊張力低下との関係について検討するとともに、アンカーの背面地盤の地山変位がアンカー緊張力に直接反映されることから、アンカーが法面の変動を捉えるセンサーとして利用できることについて検討を行った。

研究では、まずアンカーの緊張力低下と地質や風化程度との関係について検討を行った。検討にあたって、荷重計およびリフトオフ試験によって得られた残存緊張力とアンカー自由長部に分布する地盤の岩種および岩級区分の関係について評価を行い、以下の事項を明らかにした。

- (1) アンカーの緊張力低下は、初期的にも長期的にも、アンカーが施工された背面の岩級区分に関係し、 C_H , $C_H \sim C_M$, C_M , $C_M \sim C_L$, C_L , $C_L \sim D$, D 級、土砂へと地質条件が悪くなるにしたがって大きくなり、施工から 30 日程度以内の初期的な期間よりも、それ以降の長期的な期間において大きい。
- (2) 施工から 30 日後の初期的な期間の緊張力低下は、火成岩の D 級、堆積岩の D 級および土砂、変成岩の $C_L \sim D$ 級および土砂で大きく、 R_{pt} が 90% を下回るアンカーが出現するとともにばらつきが大きくなる。このような傾向は、変成岩で顕著である。
- (3) 長期的な緊張力低下については、施工から 20 年後においても、火成岩、堆積岩、変成岩ともに、 C_H , $C_H \sim C_M$, C_M 級では、平均 R_{pt} でおおむね 90% 以上の健全な状態が保持される。
- (4) 火成岩の D 級および土砂、堆積岩および $C_L \sim D$, D 級および土砂は、施工から 10 年～20 年後には R_{pt} が 50% を下回り、残存緊張力とアンカー健全度の目安において「対策を実施」と評価されるアンカーが出現する。このような傾向は、火成岩に比べて堆積岩、変成岩で顕著である。
- (5) 地質条件が $C_L \sim D$, D 級および土砂のような風化が進んだ法面では、緊張力低下は施工から 5 年後以降の 10 年、20 年後も継続し、 R_{pt} のばらつきは大きくなっていく傾向が見られる。
- (6) 地下水の有無と緊張力低下の関係について検討した結果、地質条件が $C_M \sim C_L$, C_L , $C_L \sim D$, D 級および土砂の法面において地下水が存在する場合には、地下水が存在しない場合に比べて、 R_{pt} のばらつきが大きくなる傾向が見られる。

次に、アンカーの緊張力が背面地盤の変位を捉えるセンサーとして機能することに関する検討を行った。検討にあたって、アンカーに設置した荷重計による緊張力の変化と従来から用いられる各種変位観測機器との関係について評価し、以下の事項を明らかにした。

- (1) 各種変位観測機器の変化とアンカーに設置した荷重計の変化には、高い相関が認められ、両者は一回帰式で近似できる。また、変位観測機器の変化量が小さい場合でも高い相関が見られ、アンカーは変位観測機器と同等に地盤変動を捉えるセンサーとしての機能を有する。
- (2) 各種変位観測機器とアンカーに設置した荷重計の変化は、変位方向とアンカー打設方向のなす角

が 40 度程度まで斜交しても高い相関を示す。

最後に、維持管理におけるアンカー緊張力の利用について、緊張力低下と地質条件の関係、およびアンカー緊張力がセンサーとして有効利用できる結果を基に、緊張力が低下しやすい地質条件におけるアンカーの建設段階における上げ越し量、および供用段階における再緊張の有効性の提案を実際の法面を対象に行うとともに、効率的な緊張力計測配置や追加調査の方法を考慮した維持管理の流れについて検討を行い、以下の提案を行った。

- (1) 緊張力低下が大きい地質条件のアンカーへの対応として、上げ越しによる方法を検討した結果、建設段階において定着時緊張力の 10%の上げ越しを行うことにより、10 年～15 年後に出現する R_{pt} が 50%を下回るアンカー数が減少することが想定された。しかしながら、上げ越しのみでは十分かつ効果的な対応を行うことができない可能性があるため、建設段階においては、再緊張を行いやすい構造のアンカーを採用しておく必要があると考えられる。
- (2) 緊張力低下が大きいアンカーへの供用段階の対応方法としては、 R_{pt} が 50%を下回っても直ちに「対策を実施」と評価せず、アンカー機能の健全性調査を行ったうえで、再緊張の実施を検討することが妥当であると考えられる。また、再緊張は緊張力低下および R_{pt} のばらつきの解消に効果がある。
- (3) 緊張力を計測する際の配置と追加調査について、施工全数に対して 5～10%のアンカーを対象に荷重計やリフトオフ試験による計測を行い、その後の追加調査は緊張力の状況を考慮した上で、上下左右もしくは左右のアンカーを対象に追加調査を行うことで、全数調査をせずとも効率的に緊張力の増減範囲を特定できる。

これら一連の研究では、高速道路法面だけでも 120,000 本ある国内に膨大な量が施工されているアンカーの維持管理において、これまでアンカー緊張力変化の原因が不明確なため、経験に基づく定性的な評価のみで、緊張力が変化している場合一律に法面に問題があると判定されていたことに対し、法面が健全な場合であっても、アンカーの緊張力は、背面地山の地質や風化程度の影響を受けて大きく低下することを明らかにするとともに、緊張力が低下しやすい地質条件における建設段階の適切な上げ越し量や、維持管理段階の緊張力低下アンカーに対する適切な再緊張の時期に関する提案を新たに行ったものである。また、地山変状が見られる法面に施工されたアンカーの緊張力は、従来から使用されてきた各種計測機器と同様に、のり面の変位を捉えるセンサーとして機能を有することを明確にし、これらの成果を基に国土強靱化に資するアンカーの緊張力変化を基にした新たな法面の維持管理手法についての提案を行ったものである。