

地震により損傷したアンカー付土留め壁の健全性調査について

グラウンドアンカー 抑止工 地震

(株)相愛 正会員 ○常川 善弘  
 三重大学大学院 国際会員 酒井 俊典  
 (国研)土木研究所 正会員 宮武 裕昭, 近藤 益央, 藤田 智弘, 横山 一輝  
 日本地研(株) 国際会員 田口 浩史  
 アジア航測(株) 正会員 阪口 和之  
 川崎地質(株) 正会員 高梨 俊行  
 北海道士質コンサルタント(株) 非会員 山下 英二  
 (株)エス・ビー・シー 非会員 高田 章徳  
 アジアテック(株) 非会員 横矢 久志  
 (株)エスイー 非会員 早川 道洋

1. はじめに

平成28年4月14日及び16日に発生した熊本地震により、グラウンドアンカー工が施工された道路土留め壁において、アンカーの破断・飛び出しが確認された。本報告では、損傷アンカーの抜き取り調査、リフトオフ試験及び、後付け荷重計の設置を行い、アンカーの健全性評価及び損傷後のアンカーの挙動について報告する。

2. 調査概要

本調査地は、昭和60年頃道路改良工事に伴い施工され、約30年近く経過したアンカー付土留め擁壁である(写真1)。アンカー工は、上段がSEEE F50TA(N=10本)、下段がSEEE F70TA(N=7本)の合計17本が施工され、設計アンカー力及び定着時緊張力、アンカー長等に関する緒元は不明である。

平成28年4月に発生した熊本地震後の点検により、2本のアンカーの破断が確認され、1本はアンカーが約6m飛び出しており(写真2)、他の1本はアンカーの頭部背面での破断が確認された。その他にもアンカーの支圧板の回転(写真3)や、コンクリート擁壁のクラック等の変状も発生しており、平成28年6月には、アンカーの健全性調査が実施されている。図1は、平成28年6月に実施されたリフトオフ試験結果におけるアンカー健全度区分を緊張力分布図に整理したもので、過緊張と緊張力の低下が混在する状態であった。ここで、アンカーの緒元が不明なため、設計アンカー力を許容アンカー力とし、アンカー破断箇所については降伏引張り力の90%(E+評価)と仮定した。

今回の調査では、図1の健全度区分図を基に、地震発生から1年経過したアンカー付土留め擁壁及び変状アンカーの状況確認を目的に、アンカー飛び出し箇所の抜き取り調査を実施するとともに、局所的な荷重低下箇所におけるリフトオフ試験(アンカー耐力確認)に加え再緊張による後付け荷重計によるモニタリング、荷重増加及び低下領域の緊張力の変化を確認するためリフトオフ試験(残存引張り力確認)を実施した。

3. 調査結果

アンカーの飛び出しが見られたNo1-4について、2t用のチェンブロックを用いた抜き取り調査を実施し、アンカー頭部から約14.4mで破断していることを確認し



写真1. 調査地全景



写真2. アンカーの飛び出し



写真3. 支圧板が回転したアンカー

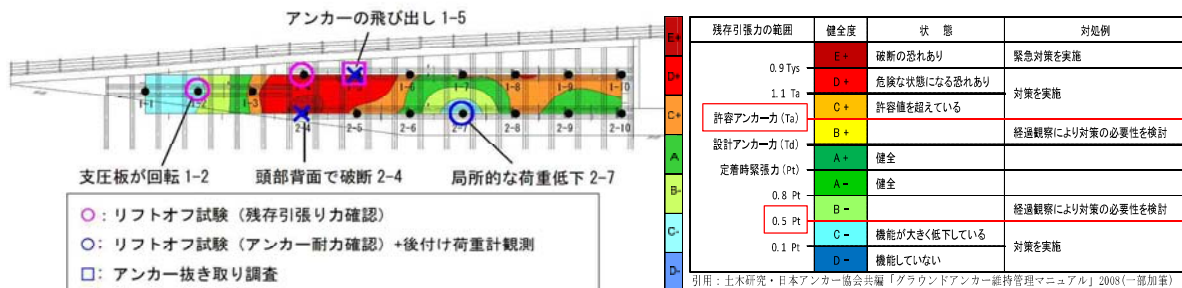


図1. アンカー健全度区分図と試験位置

About the soundness investigation of the earth retaining wall with anchor damaged by the earthquake

Y. Tsunekawa / Soai Co., Ltd T. Sakai, K. Hirata, S. Takahashi / Mie University  
 H. Miyatake, M. Kondoh, T. Fujita, K. Yokoyama / Public Works Research Institute  
 T. Takanashi / Kawasaki Geological Engineering Co., Ltd E. Yamashita / Hokkaido soil consultant Co., Ltd, K. Taguchi/Nihon Chiken Co., Ltd  
 K. Sakaguchi / Asia Air Survey Co., Ltd A. takata/s. b. c Co., Ltd, H. yokoya/Asia tecch Co., Ltd, M. Hayakawa / SE Co., Ltd

た（写真4，写真5）。破断面は，写真6に示すように，カップアンドコーン形状を呈しており，斜面変状による応力破断での飛び出しであることが推察される。



写真4. アンカー抜き取り調査状況



写真5. 破断アンカーL=14.4m



写真6. アンカー破断面

アンカー緊張力の増加領域内で局所的に緊張力が低下しているNo2-7（既存調査結果：残存引張り力  $P_e=30\text{kN}$ ，許容アンカー力比  $R_{ta}=7\%$ ）について，許容アンカー力  $T_a=428.4\text{kN}$  までのアンカー耐力を有するか載荷確認を行った。試験の結果，図2に示すように残存引張り力  $P_e=13\text{kN}$ （許容アンカー力比  $R_{ta}=3\%$ ）に比べさらに緊張力が低下しており，載荷により荷重増加は見られるものの最大試験荷重  $T_t=242\text{kN}$ （許容アンカー力比  $R_{ta}=56\%$ ）付近で緩やかに荷重低下し始め，許容アンカー力までの耐力を有していないことが確認された。また，試験終了時に約  $115\text{mm}$  の残留変位及びアンカー頭部が浮きを確認した。周辺アンカーは許容アンカー力比  $R_{ta}=88\sim 103\%$  での残存引張り力を有していることから，No2-7はアンカー定着部の引抜け等の要因により局所的に緊張力が低下したと推察される。No2-7は，No1-4のアンカー破断と異なり，約  $200\text{kN}$  までは荷重増加が見られることから，再緊張定着を行い，後付け荷重計による緊張力のモニタリングを実施した。その結果，緩やかな緊張力の低下は見られるものの，3ヶ月後において約  $150\text{kN}$  の残存引張り力を有している（図3）。



写真7. アンカー耐力確認及び後付け荷重計設置状況

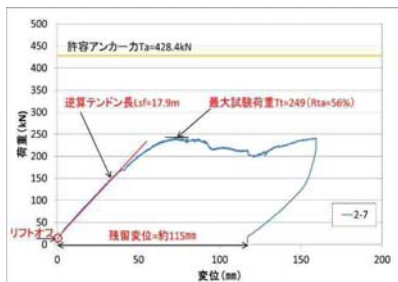


図2. アンカー耐力確認の荷重変位曲線

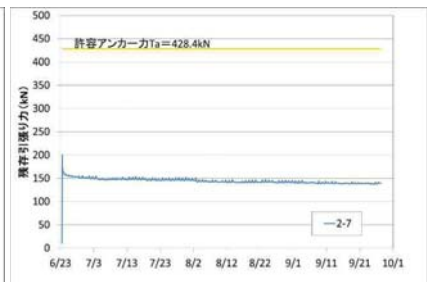


図3. 再緊張後のモニタリング結果

緊張力増加領域のNo1-4（D+判定），支圧板が回転しているNo1-2（C-判定）及び局所的な荷重低下のNo2-7（D-判定）についてリフトオフ試験を実施し，前回調査との比較を行った。No1-4とNo2-7は約  $20\text{kN}$  の低下，No1-2は約  $20\text{kN}$  の増加と顕著な緊張力の変化は見られない（図5）。図6の逆算テンドン長の比較において，抜き取り調査で  $L=14\text{m}$  のアンカー長を確認したNo1-5は，周辺の逆算テンドン長と同程度の長さであることからアンカー体付近で破断している可能性が高いと考えられる。



図5. 残存引張り力の経年比較

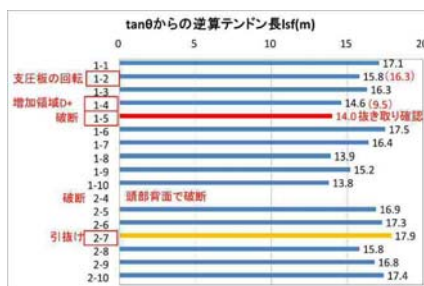


図6. 逆算テンドン長の比較



写真8. アンカー区間の道路状況

#### 4. まとめ

地震によりアンカーの損傷が確認された道路土留め擁壁の調査を行った。その結果，アンカーの損傷について，応力破断（過緊張破断）とアンカー定着部の引抜けと推察される形態が異なるアンカーの損傷が確認された。また，地震後のアンカーの過緊張領域や緊張力低下領域の経年変化について，軽微な緊張力の増減は見られるものの，アンカー対策区間は1年経過した現在も道路補修（オーバーレイ）の必要はなく，道路機能を維持していることが確認された（写真8）。今後も，防災面や維持管理におけるアンカーの損傷形態や抑止対策の粘り強さの評価を含め，保全対象の機能と安全性の確保に向けた取り組みと事例収集を継続していきたい。最後に，ご指導ご協力いただいた関係各位に深謝いたします。

#### 《引用・参考文献》

- 1) 土木研究所・日本アンカー協会共著：グラウンドアンカー維持管理マニュアル，2008年3月