

地震外力を受けたグラウンドアンカーの極限引張り力までの載荷試験

(株)相愛 正会員 ○常川 善弘・弘田朋志・谷崎優也
 (国研)土木研究所 正会員 宮武裕昭・近藤益央・横山一輝
 三重大学大学院 正会員 酒井 俊典
 アジア航測(株) 正会員 阪口 和之
 日本地研(株) 田口浩史・松垣公治
 北海道士質コンサルタント(株) 正会員 山下 英二
 川崎地質(株) 高梨俊行・福井良太
 (株)愛媛建設コンサルタント 増田信・山本温
 KTB 協会 正会員 小松 晃二

1. はじめに

グラウンドアンカー工（以下、アンカー工）は引張り材に導入された緊張力により、のり面の安定性を保持し抑止効果を発揮する構造物である。地震や豪雨等により想定以上の外力がアンカーに作用した場合、アンカーの破断や飛び出しが懸念される。本報では、地震時にアンカーによる抑止効果が確認出来た現場において、アンカー緊張力状況をリフトオフ試験および荷重計によるモニタリングにより確認するとともに、逆算テンドン長が短かったアンカーに対して、極限引張り力 T_{us} まで載荷する試験を実施したので、その結果について報告する。

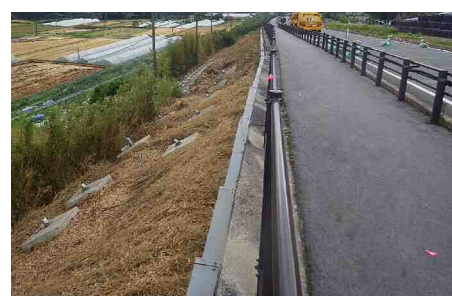


写真1. アンカーのり面状況

2. 試験概要

試験実施場所は、写真1に示す平成28年4月に発生した熊本地震(M7.3)を受けた道路のり面で、アンカー工は平成21年に施工が行われ、Ⅰ～Ⅲ区間にて鉄筋コンクリート製独立受圧板のアンカー工(KTB K6-6, K6-3, K6-5)が、2段で合計119本施工されている。地震後の平成28年6月に、図1に示す45本のリフトオフ試験による残存引張り力の面的調査と5箇所の荷重計設置によるモニタリングを行っている¹⁾。その結果、緊張力の増減は見られるものの、許容アンカー力を超えるアンカーは見られず、アンカー工の健全性を確認している。しかし、残存緊張力は許容アンカー力以内であっても、リフトオフ試験の際に得られた逆算テンドン長が、極端に短い事例があった。そこで本調査では、地震発生から1年経過した平成29年4月に、道路付け替え工事に伴うアンカーの除去区間の荷重計の撤去と合わせて、リフトオフ試験及び載荷試験を実施した。図2に、平成28年6月からの各荷重計の観測結果と近隣アメダスの日雨量、及び調査地周辺における震度3以上の地震の震度階と

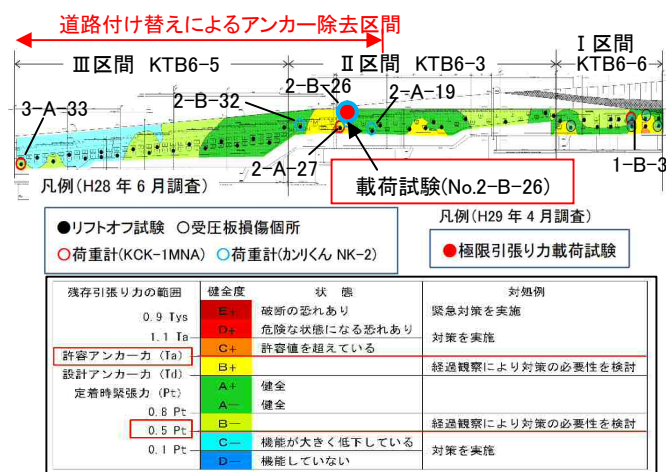


図1. アンカーのり面の試験位置と健全度区分図

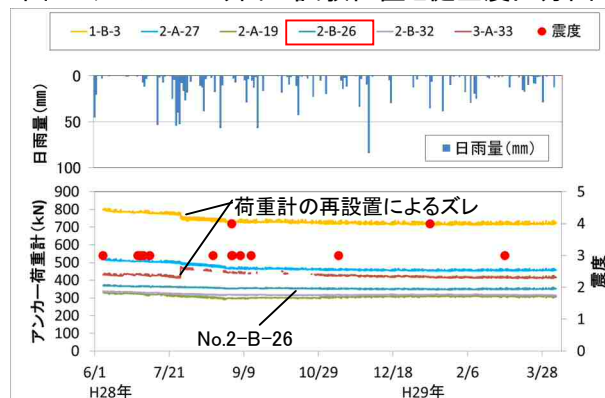


図2. 荷重計によるモニタリング結果

キーワード グラウンドアンカー 現地調査 のり面

連絡先 〒780-0002 高知県高知市重倉 266-2(株) 相愛 TEL088-846-6700

発生時期の関係を示すが、地震及び降雨に対してアンカー荷重の増減は見られず、安定した状態を示している。図 3 に、荷重計 2-B-26 におけるリフトオフ試験結果の荷重-変位曲線を示す。残存引張り力 P_e は、374kN (設計アンカー力比 $R_{td}=95\%$ 、降伏引張り力比 $R_{tys}=56\%$) で、設計テンドン自由長 l_f が 24.4m であるのに対し、リフトオフ後の荷重変位関係の勾配から求めた逆算テンドン自由長 l_f' は、4m と短い結果を示した。この原因として考えられるのは、地震によりアンカー孔が変形もしくは曲がったことにより、テンドンがアンカー孔等と接触することによる拘束の影響が考えられる。そこで、極限引張り力までの単調載荷による載荷試験を実施した (写真 2)。

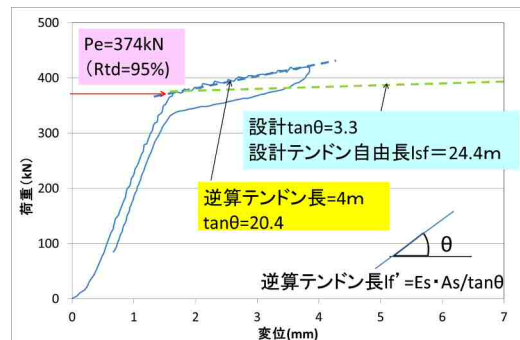


図 3. 荷重-変位曲線(No.2-B-26)



写真 2. 載荷試験状況

図 4 に載荷試験結果を示す。載荷試験では、降伏引張り力 T_{ys} の 91%にあたる 604kN において、3 本の PC 鋼より線のうち 1 本が破断した。その後、載荷を継続したところ、残る 2 本の PC 鋼より線における逆算テンドン自由長は、設計テンドン自由長とほぼ同じ値を示し、換算極限引張り力 ($T_{us}=522\text{kN}$) まで載荷を行ったが、破断には至らなかった。試験では、極限引張り力付近で荷重の増加がなくなり、変位のみが増加した。この原因としては、定着部での抜けだしが発生したと考えられ、試験を中止した。写真 3 に破断時の状況を示すが、破断した PC 鋼より線は、頭部背面で支圧板と接触していたことが確認された。著者らが別途実施したアンカーの室内試験において、アンカーに曲げ変位等が作用した場合、降伏引張り力以下で破断すること²⁾が確認されており、今回の試験における破断は、支圧板との接触による影響で発生したと考えられる。

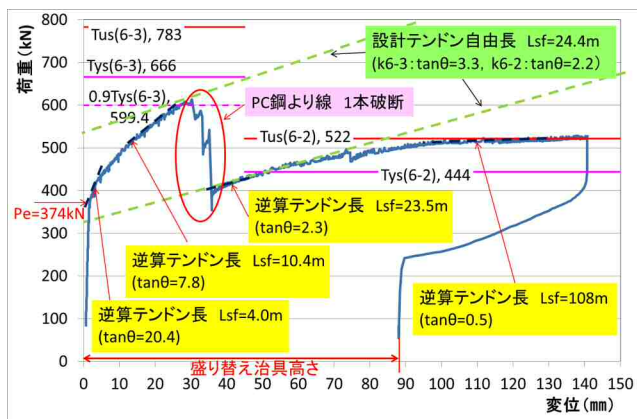


図 4. 載荷試験結果と逆算テンドン長の関係



写真 3. 頭部背面のアンカー破断状況

4. まとめ

地震外力を受けたアンカーのり面において、リフトオフ試験およびアンカー荷重のモニタリングを行った結果、地震後において荷重に大きな変化は見られず、安定した状況であった。逆算テンドン自由長が短いアンカーに対して、極限引張り力までの載荷試験を実施した。その結果、極限引張り力より低い荷重において、3 本の PC 鋼より線のうち 1 本の PC 鋼より線の破断が発生した。その後も載荷試験を継続したが、残った 2 本 PC 鋼より線においては、極限引張り力程度の荷重においても破断は見なかった。

参考文献 1) 酒井俊典, 宮武裕昭, 近藤益央, 横山一輝他: 2016 年熊本地震におけるグラウンドアンカーの健全性調査, 第 53 回地盤工学研究発表会, 2017

2) 高梨俊行, 酒井俊典, 平田晃真, 高橋翔太, 宮武裕昭, 近藤益央, 藤田智弘, 横山一輝他: 曲げを受けた PC 鋼アンカーの引張りによる破断時軸荷重について, 第 54 回地盤工学研究発表会, 2018