

曲げ変形を受けたくさび定着方式アンカーのテンドン破壊形態について

グラウンドアンカー アンカー試験装置 破断形状

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・横山一輝三重大学 学生会員 平田晃真・高橋翔太
北海道土質コンサルタント(株) 非会員 山下英二川崎地質(株) 正会員 高梨俊行
(株)相愛 正会員 常川善弘日本地研(株) 国際会員 田口浩史
アジア航測(株) 正会員 阪口和之(株)エスイー 正会員 早川道洋
KTB 協会 正会員 小松晃二

VSL JAPAN(株) 正会員 高原正樹

1. はじめに

アンカーは、豪雨時や地震時の外力に対し大きな抑止効果を発揮できている事例が見られ、斜面やのり面の抑止対策に有効な構造物の一つとなっている。その一方で、適切な維持管理が行われていない場合、発錆、テンドンの引抜け・破断、クサビの損傷、あるいはアンカー頭部の落下やテンドンの飛出しなどの損傷が見られるアンカーも散見されている。アンカーは、数百 kN 以上の緊張力が常時作用しており、外観に問題が見られない場合でも、過緊張等によりテンドンに負荷がかかった場合や、地盤内部のテンドンの腐食等による断面欠損が発生した場合などにおいて、アンカー頭部や受圧板の落下、場合によってはテンドンの飛出しが発生する可能性が考えられる。本報告では実物大試験装置を用い、被覆方式が異なる 2 種類のアンカーを対象に、アンカーに曲げ変位を作用させることで破断させ、その時の破断形態の違いについて検討を行った結果について報告する。

2. 試験方法

写真 1、図 1 に試験装置を示す。装置は全長 6000mm で図中右を定着側、左を頭部側とし、定着側から 625mm 離れた位置に幅 350mm の曲げ変位を与える載荷部を設け、ここに設置した油圧ジャッキにより垂直変位を与え、載荷部両端の支圧板によりアンカーを支持することで曲げ変位を与え、アンカーが破断するまで試験を行った。試験に使用したアンカーは、素線 1 本ごとにコーティングされたアンカー A、および素線 7 本すべてがコーティングされたアンカー B の 2 種類で、両アンカーの引張り強度(T_{us})は 261kN、降伏強度(T_{ys})は 222kN となっている。試験はアンカー両端部の固定にくさび使用し、まず頭部側からジャッキにより載荷を行い、 $0.4T_{us}$ 、 $0.6T_{us}$ 、 $0.9T_{ys}$ 、 T_{ys} の 4 種類の軸荷重を目標に定着を行った後、載荷部のジャッキによる垂直変位により曲げ変形を与え、このときの垂直変位、垂直荷重、頭部側軸荷重を計測するとともに、アンカーの破断状況について観察を行った。また、アンカー破断時の飛出しに伴う衝撃荷重を、写真 2 に示す定着側のアンカー前面約 2mm の位置に鋼板を介して固定した荷重計により計測を行った。垂直荷重、軸荷重、衝撃荷重の計測に使用した荷重計は東京測器社製 KCE-1MNA で、垂直変位の計測にはレーザー変位計 (キーエンス社製、LG-G505A) を使用し、データの収集はキーエンス社製 NR-600+NR-ST04 により行った。



写真 1 試験装置全景

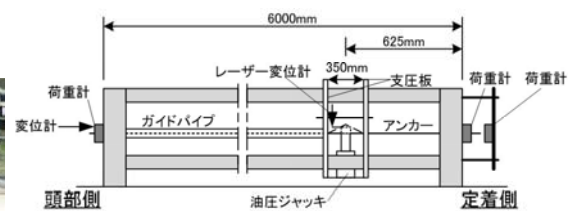


図 1 試験装置の概要

3. 試験結果

図 2 は、各定着荷重におけるアンカー A、アンカー B の垂直変位に伴う軸荷重の変化を示したものである。いずれの定着荷重においても、アンカー A は写真 3 に示すように素線 1 本ずつが順次破断し、素線の破断に伴って軸荷重の低下が見られた。これに対し、アンカー B では写真 4 に示すように素線 7 本全部が一挙に破断した。図 3 は両アンカーの破断ごとの軸荷重を示したものである。初期破断時の



写真 2 衝撃荷重測定

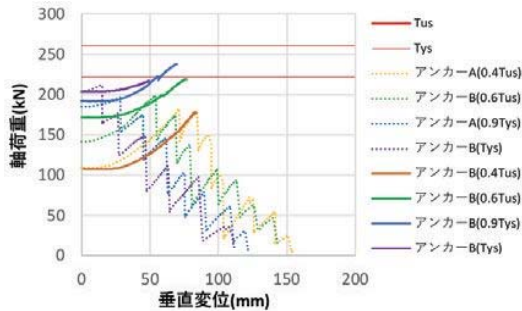


図2 垂直変位と破断による軸荷重



写真3 アンカーAの破断状況



写真4 アンカーBの破断状況

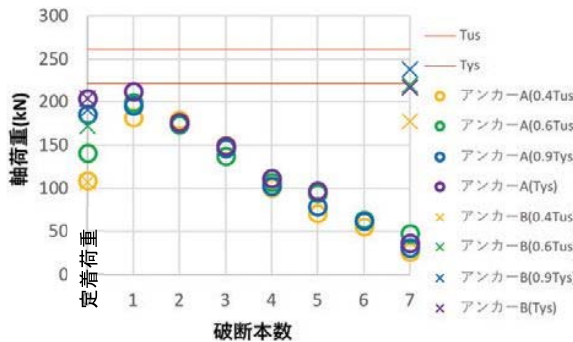


図3 破断本数と軸荷重の関係

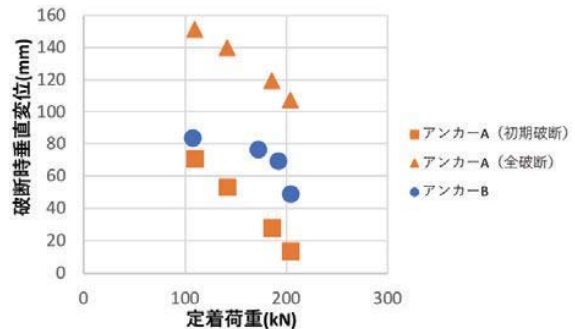


図4 定着荷重ごとの破断時軸荷重変位

軸荷重は、7本の素線が一挙に全破断したアンカーBにおいて高くなる傾向を示すものの、どちらも T_{us} より低い軸荷重で破断し、定着荷重が $0.4T_{us}$ のように低い場合ならびにアンカーAでは T_{ys} 以下の軸荷重で破断が見られた。図4は、初期破断時および全破断時の垂直変位を示したものである。いずれも定着荷重が大きくなるに従い破断時の垂直変位は小さくなり、初期破断時の垂直変位は、素線1本の破断が見られたアンカーAにおいて小さくなった。また、アンカーAは破断が順次進行するため、全破断に至るまでの垂直変位はアンカーBに比べ大きくなった。

写真5、写真6は、破断時のアンカーの飛び出しの状況を示したものである。アンカーAは、素線の破断に伴い素線のよりもどしが明瞭に見られ、写真7に示すようなアンカーが解けた状態が発生し、これがガイドパイプに接触するとともに、アンカー頭部で引っかかるため、飛び出しは見られるもののアンカーの飛翔は確認されなかった。これに対し、アンカーBでは破断が一挙に発生するとともに素線のよりもどしは小さく、破断によりアンカーが飛翔し8.5m付近に設置した厚さ3cmの合板を貫通した。表1に定着側で測定を行ったアンカー破断時の衝撃荷重を示す。衝撃荷重はアンカーAでは素線の破断によって軸荷重が低下することもあり、全破断が見られたアンカーBに比べ小さい値を示した。



写真5 アンカーAの飛び出し状況 写真6 アンカーBの飛翔状況 写真7 アンカーAの解けの状況

表1 破断時の衝撃荷重

	アンカーA	アンカーB
0.4 T_{us}	19.6kN	30.2kN
0.6 T_{ys}	6.1kN	42.8kN
0.9 T_{ys}	12.9kN	68.7kN
T_{ys}	14.2kN	25.2kN

4. おわりに

曲げ変形を与えてアンカーを破断させた場合のアンカーの破断時の形態について、被覆方式が異なる2種類のアンカーを対象に検討を行った。その結果、被覆方式の違いによって破断形態は異なり、素線が1本ずつコーティングされたアンカーでは垂直変位の増加に従い素線1本ずつの破断が見られ、これに伴って素線が解けるとともに、破断に従い軸荷重は順次低下することが確認された。これに対し素線7本全体がコーティングされたアンカーにおいては、素線の解けは小さく破断が一挙に発生し、破断により数mのアンカーの飛翔が確認された。初期破断時の垂直変位は、素線が1本ずつコーティングされたアンカーで小さいものの、全破断に至るまでの変位は素線全体がコーティングされたアンカーにおいて小さくなった。また、定着側で測定を行った破断時の衝撃荷重は、全破断が見られた素線全体がコーティングされたアンカーにおいて大きくなった。