

曲げ変形を受けた PC 鋼棒の破断時軸荷重について

三重大学 正会員 酒井俊典, 平田晃真, 加藤雅也
 (国研) 土木研究所 正会員 宮武裕昭, 近藤益央, 横山一輝
 (株) 相愛 正会員 常川善弘
 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
 日本地研 (株) 田口浩史
 アジア航測 (株) 正会員 阪口和之
 (株) 愛媛建設コンサルタント 増田信

1. はじめに

のり面の安定性の確保や地すべり等の抑止工として、我が国ではグラウンドアンカー工（以下、アンカー）が導入され、道路のり面、地すべり対策など幅広い分野で使用されてきている。アンカーは、数百 kN 以上の緊張力で定着されており、何らかの要因で破断した場合には飛び出すおそれがあり、場合によっては第三者に被害を与える可能性も考えられる。現在までアンカーの破断に関する評価は、軸方向の引張荷重により引張強度を求めることが一般的で、アンカーに曲げやせん断方向の変位が作用した場合の破断の評価は十分行われていない。本報では、実物大アンカー試験装置を用い、PC 鋼棒を使用したアンカーに対し、種々の荷重で定着させた状態で垂直方向の曲げ変位を与えることでアンカーを破断させ、この時のアンカー軸荷重と垂直変位、垂直荷重の関係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 に本試験で使用した実験装置を示す。装置は図 1 に示すように全長 6000mm、高さは 1150mm で、装置端部から 625mm 離れた位置に幅 350mm の載荷部を設け、この載荷部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でアンカーを支持し曲げ変形させることで破断させた。試験に使用したアンカーは、 $\phi 23\text{mm}$ の PC 鋼棒で、試験時のアンカーの定着荷重は、アンカー材料の引張荷重 (T_{us})、降伏荷重 (T_{ys}) をもとに、 $0.4T_{us}$ 、 $0.6T_{us}$ 、 $0.75T_{ys}$ 、 $0.9T_{ys}$ の 4 種類を目標に設定した。試験はアンカーの破断位置の影響を見るため、載荷部が左右に位置する 2 ケースについて行った。ここでは、図 1 に示す載荷部が右側にある場合を定着側試験、載荷部が左側にある場合を頭部側試験とする。アンカーの定着は、頭部側にジャッキを設置し所定の緊張力を導入することで行った。試験は、各定着荷重で定着を行ったアンカーに対し垂直変位を与え、このときの垂直荷重、およびこれに伴うアンカーの軸荷重を破断に至るまで求めた。なお、垂直荷重、軸荷重の計測には荷重計（東京測器社製 KCE-1MNA）を、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。



(a) 装置全景



(b) 載荷部



(c) 衝撃荷重計部

写真 1 試験装置

キーワード グラウンドアンカー, 軸荷重, 破断, 曲げ変位, 引張り強度, 定着荷重

連絡先 〒514-8507 津市栗真町屋町 1577 三重大学大学院生物資源学研究所 TEL 059-231-9580

3. 計測結果

図2に定着側試験における試験結果の一例を示す。垂直変位に伴う垂直荷重の変化は、定着荷重に関係なくほぼ同じ線形関係を示す。また、垂直変位に伴う軸荷重の変化は、定着荷重が小さい程破断時の垂直変位および増加軸荷重は大きくなる。図3は、定着荷重と破断時の垂直荷重の関係を示したものである。

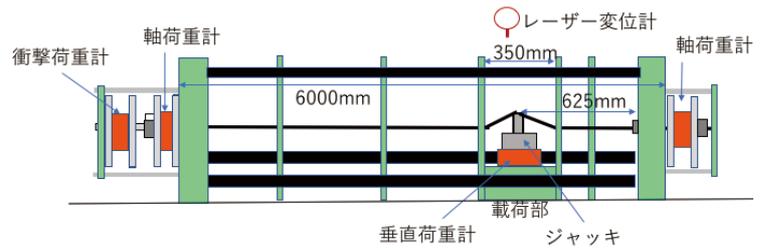
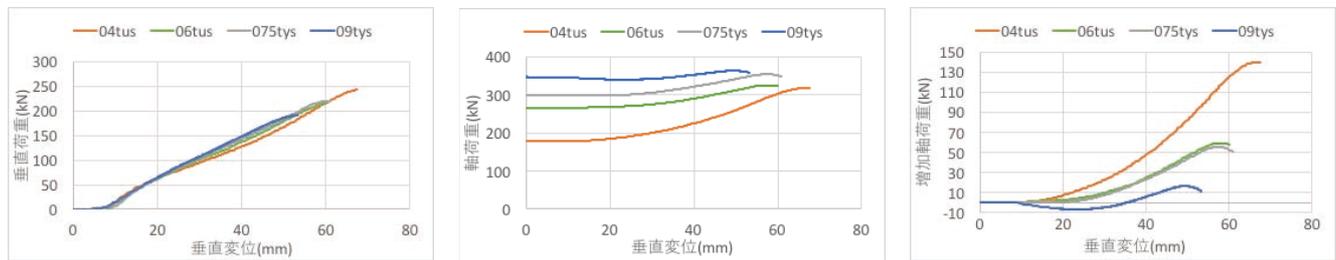


図1 試験装置

定着荷重が大きくなるほど破断時の垂直荷重は小さくなる。図4は、定着荷重と破断時軸荷重の関係を示したものである。アンカーが破断する位置による差は見られず、定着荷重が小さい程破断時軸荷重が小さくなる。また、いずれの定着荷重においても T_{ys} より小さい荷重で破断が発生している。図5は、定着荷重と破断に至るまでの増加軸荷重の関係を示したものである。定着荷重が大きくなる程増加軸荷重は小さくなり、 $0.4T_{us}$ 付近では140kN程度の増加により破断が発生するのにに対し、 $0.9T_{ys}$ 付近では20kN程度の増加で破断が発生する。



(a) 垂直変位-垂直荷重

(b) 垂直変位-軸荷重

(c) 垂直変位-増加軸荷重

図2 定着側試験における試験結果の一例

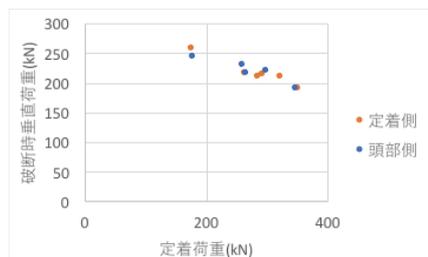


図3 定着荷重と破断時垂直荷重の関係

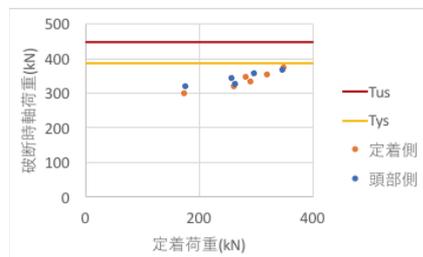


図4 定着荷重と破断時軸荷重の関係

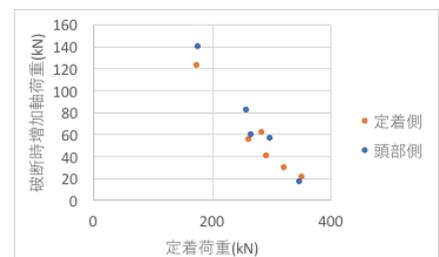


図5 定着荷重と破断までの増加軸荷重の関係

4. おわりに

本試験結果から、PC 鋼棒において定着荷重を変化させ、垂直方向の曲げ変位により破断させた場合、軸荷重は T_{ys} より低い荷重で破断が発生することや、定着荷重が大きい程破断時の垂直荷重が小さくなることが明らかとなった。筆者らはすでに、ナット定着及びくさび定着の頭部定着方式が異なる PC 鋼より線のアンカーを対象に、同試験装置を用いて同様の試験を行い、PC 鋼より線においても軸荷重が T_{us} より低い荷重で破断することや、定着荷重が大きい程破断時の垂直荷重が小さくなることを確認している¹⁾。これらの結果より、アンカーは、曲げ等の軸方向以外の外力を受けた場合、アンカー材料の引張強度以下で破断する可能性があるとともに、定着荷重が大きくなる程外力によるアンカーの破断に対する余裕が小さくなることが考えられる。本試験では曲げ変形について検討を行ったが、今後はせん断変形についても検討を行う予定である。

参考文献

1) 久保直也他：曲げ変形を受けた PC 鋼アンカーにおける破断時の垂直荷重と軸荷重の関係, 2017, 第 52 回地盤工学研究発表会論文集