

送電鉄塔基礎補強工用ロックアンカーの原位置繰返し試験結果

九州電力(株) 正会員 ○香月 理, 正会員 金子 和宏
正会員 溝上 建

1 はじめに 当社では、基礎の小型化が可能で工事費の低減を期待できるロックアンカー補強型基礎の開発を行っている。送電鉄塔には台風等による繰返し風荷重が作用することから、繰返し荷重に対して十分に信頼できるロックアンカーの許容引抜き抵抗力を評価することが重要となる。本稿では、引張り型及び圧縮分散型の支持力機構が異なる2工法のアンカー原位置載荷試験を行い、繰返し風荷重に対して信頼性のある許容引抜き抵抗力を決定したのでその結果について報告する。

2 試験概要

ロックアンカーの概要図を図-1に示す。アンカーは引張り型と圧縮分散型の定着型式が異なる2工法を用いて試験を行った。アンカーは定着長3m、掘削孔135mm、引張り材については引張り型は直径36mmのPC鋼棒、圧縮分散型¹⁾は直径15.2mmのPC鋼より線である。アンカーの定着地盤は、 C_L 級の四万十層頁岩層で孔内水平載荷試験による変形係数は100~300Mpaである。試験はロックアンカーを静的に載荷し、アンカーの支持力特性を求める基本試験と、9313台風の風速記録及び既往の台風来襲記録から求めた瞬間最大風速35m/s以上の強風再現頻度の分析結果に基づく3000回の繰返し載荷試験である。基本試験から許容引抜き抵抗力を決定し、3000回の繰返し載荷試験によりその許容引抜き抵抗力の信頼性を実証した。図-2に載荷パターンを示す(①が引張り型, ②が圧縮分散型での荷重値)。基本試験は図中の繰返し載荷がない階段載荷とした。図-3にアンカー体に取り付けたひずみゲージの位置を示す。試験数量について引張り型は、基本試験、繰返し載荷試験ともに3本、圧縮分散型はそれぞれ2本実験を実施した。

3 試験結果

試験結果一覧を表-1に示す。なお、表中の降伏荷重は、両対数表示した荷重～変位関係、荷重～塑性変位関係から判定した値である。

(1) 基本試験結果

定着部頭部の荷重～変位及び荷重～塑性変位(除荷時の残留変位)を図-4, 図-5に示す。引張り型のNo.1試験体

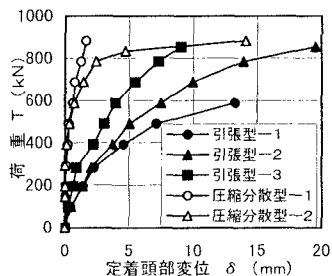


図-4 荷重～定着部頭部変位

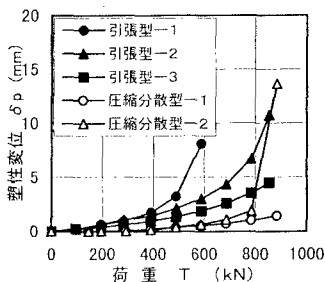


図-5 荷重～塑性変位

概略図	引張り型	圧縮分散型
特徴	・定着部頭部に引張応力が集中的に作用する。(進行性破壊) ・定着部グラウトにクラックが発生しやすい。【繰返し載荷には不利】	・引張材先端に複数設置した耐荷重体により、圧縮応力が定着部全体に分散作用。 ・定着部グラウトにクラックは発生しにくい。【繰返し載荷には有利】

図-1 アンカー体概要図

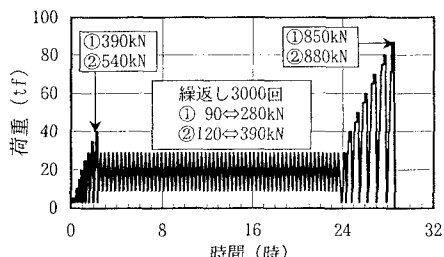


図-2 載荷パターン図

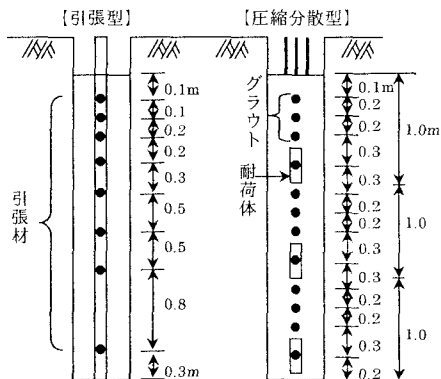


図-3 ひずみゲージ位置

表-1 試験結果一覧

アンカー 工法	基本試験			繰返し载荷試験			
	本数	降伏荷重(kN)	極限荷重(kN)	本数	荷重振幅(kN)	破壊有無	3000回での変位増分(mm)
引張り型	3(本)	490~780	590~850以上	3(本)	90⇔280	無	0.85~1.05
圧縮分散型	2(本)	780~880	880以上	2(本)	120⇔390	無	0.45~0.55

(590kN で破壊)以外の試験体は、試験最大荷重(引張型は850kN, 圧縮分散型は880kN)まで载荷しても破壊しなかった。定着部頭部の挙動を 300~400kN の荷重レベルで载荷時変位量及び塑性変位量を比較すると圧縮分散型の方がともに引張型よりも小さく定着部の剛性が高いことが分かる。

引張型ロックアンカーが進行性破壊を起こさないためには、定着部頭部の破壊荷重以下とする必要がある。図-6 は、定着部頭部から 10~20cm 区間の引張材周面の付着応力と定着部頭部変位の関係を示したものである。この図より、定着部頭部変位が 2mm 前後の時に付着応力は 2~4Mpa 程度のピーク値を示していることが分かる。なお、黒塗りのプロットは引き上げ荷重 280kN 時のデータであるが、引張材周面の付着応力のピークは引揚荷重 280kN 以上の時であることが分かる。以上より、引張型は引揚荷重 280kN を許容引抜き抵抗力とした。一方、圧縮分散型は 490kN までは定着部頭部に塑性変位がほとんど生じていないことから 490kN と評価した。

(2) 繰返し载荷試験結果

図-7 に繰返し回数と変位増分の関係を示す。両アンカーとも繰返し回数が 1000 回程度までは変位増分の増加量は多いが、その後 3000 回までは増加量が小さくなり、3000 回でも疲労破壊は起こらなかった。なお、3000 回繰返しにおける圧縮分散型の変位増分は引張り型の半分程度の値となっている。図-8(1)(2)は各ひずみゲージ設置位置間の付着応力の繰返し载荷中における変化を示したものである。なお、圧縮分散型はグラウトと岩盤の付着応力で表示した。引張型は定着部頭部に最も近い 0.1~0.2m 区間の付着応力が繰返し载荷とともに半分程度まで減少し、その下の部分(0.2~0.6m)が漸増している。繰返し载荷によりアンカー体上部(0~0.2m)には破壊が認められるものの、0.2m 以深の定着部は 3000 回程度の繰返し载荷に対しては健全な状態であることが分かる。一方、圧縮分散型は繰返し载荷に伴う付着応力の変化はほとんどなく 3000 回の繰返し载荷に対しては全く問題ないことが分かる。

4 おわりに

今回、支持力機構が異なる 2 工法のアンカーを用いて基本試験を行い、それぞれの許容引抜き抵抗力を引張型は 280kN 圧縮分散型が 390kN と決定した。そして、許容引抜き抵抗力で繰返し载荷試験を行なった結果、アンカーは破壊せず所定の品質を有することが確認された。

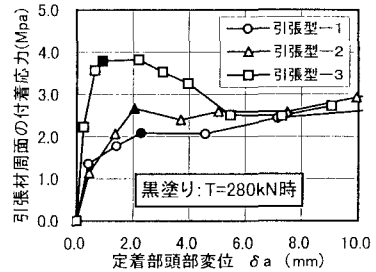


図-6 定着部頭部の付着応力

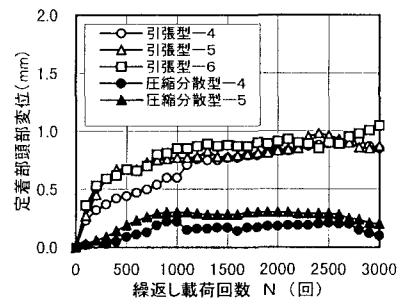


図-7 繰返し载荷時の定着部頭部変位

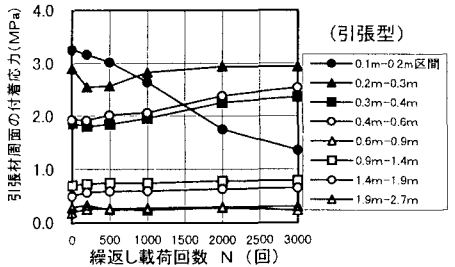


図-8(1) 繰返し载荷時の定着部頭部付着応力

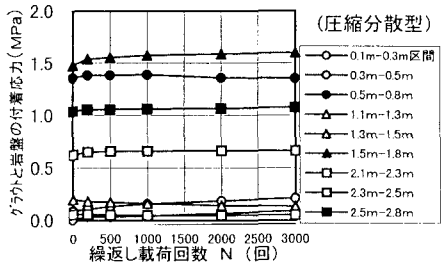


図-8(2) 繰返し载荷時の定着部頭部付着応力
【参考文献】

- 1) 荷重分散型 KTB 永久アンカー工法設計施工指針(案). KTB 協会. 1996. 7.