

深礎基礎周面せん断抵抗力を評価するための原位置岩盤試験の結果について

中部電力(株) 正会員 ○河村精一、上田稔、石川和明
(株)白石 野沢稔治、池田貴之

1. はじめに

岩盤斜面上に大型送電用鉄塔基礎を建設する場合、深礎基礎を採用するが多い。その際、引揚げ支持力の評価が基礎の長さを大きく左右する。現状、この引揚げ支持力は、経験的に決められた基礎周面のせん断抵抗力と基礎自重の和になる。そこで、実基礎とほぼ同径の立坑において、コンクリート製のリングを用いた岩盤せん断試験を行った。本論文では、基礎設計の資料を得ることを念頭に、この岩盤せん断試験の結果について報告する。

2. 試験概要

(1) 試験方法 試験は、図 - 1 に示すように上部が直径約 3.6m、下部が直径約 2.6m の立坑を掘り、下部の立坑壁面に対し長さ 1m のコンクリート製リング（以降、載荷体と呼ぶ）を作成し、これをジャッキ 10 台で押し上げて壁面付近の岩盤をせん断する形をとった。試験部の立坑直径は深礎基礎で用いる径とほぼ同じであり、掘削面は実際の基礎掘削面と同様に凹凸のある状態である。上部と下部の直径が異なるのは、長さ 1m の載荷体で破壊する領域を限定すること及び土被り効果を減らすことで、得られるせん断抵抗が安全側評価となりやすいようにしている。なお、載荷体設置深さは、深礎基礎設計でせん断抵抗を考慮する一般的深度のうち最も浅い位置である。これは、深礎基礎に作用する水平荷重のために地表面近くの岩盤が塑性化することを考慮して定めるものである。また、せん断する岩盤の直交 4 方向に 3 本ずつ、塩ビパイプにゲージを貼り付けたもの（以下、パイプゲージと呼ぶ、図 - 1 参照）を挿入し、応力の伝播状態と破壊の進展状況を確認できるようにした。載荷方法は、地盤工学会基準¹⁾を参考に 1 方向多サイクル方式で行った。

(2) 試験位置の岩盤状況 試験は、送電鉄塔基礎地盤として対象になりやすい風化や亀裂の発達した岩盤と第三紀の堆積軟岩で行った。サイト A は N 値評価が可能なかなりまさ土に近い風化花崗岩、サイト B は第三紀の堆積軟岩（泥岩）で、これらは亀裂のほとんど無い一様な岩盤である。サイト C は非常に亀裂の発達した RQD=0% の D 級チャート、サイト D はサイト C に比べれば亀裂がやや少ない RQD=10% 程度の D 級片麻岩で、どちらも不連続性岩盤である。サイト C 及び D の岩級は、試験面が均一ではなく、一部に破碎帯や C L 級岩盤を含むものの、平均的に評価した結果である。

3. 試験結果と考察

(1) せん断抵抗応力～変位関係と降伏せん断抵抗応力 処女載荷時のせん断抵抗応力～変位関係を図 - 2 に示す。せん断抵抗応力 τ は、載荷体への総荷重をこの載荷体と岩盤の接地面積（岩盤の凹凸を考慮し載荷体の平均外径で算出）で除したもので、変位 δ はこの載荷体の上下面 4 個ずつ計 8 個の変位計で測定したものの平均である。降伏せん断抵抗応力を判定するため、両対数のせん断抵抗応力～変位曲線の折れ点から求めたもの、せん断抵抗応力～変位曲線をワイブル曲線であてはめて求めたもの²⁾、各載荷荷重段階におけるクリープ量の急増より求めたもの³⁾を表 - 1 に示す。この結果より降伏せん断抵抗応力は、亀裂のほとんど無い一様な岩盤の場合、いずれの手法でもほぼ同じであるが、不連続性岩盤ではクリープ量による手法が大き目の値となる。安全側評価の観点から、以降両対数のせん断抵抗応力～変位曲線の折れ点より求めたものを降伏せん断抵抗応力とする。図 - 3 は、せん断抵抗応力を降伏せん断抵抗応力で正規化したものと変位の関係を示している。最大せん断抵抗

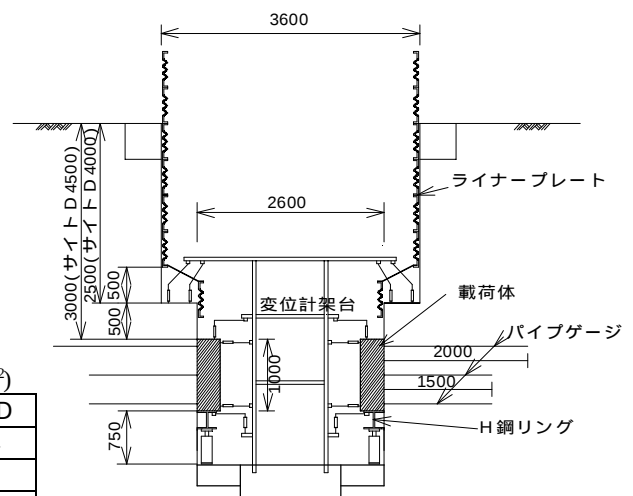


図 - 1 試験方法

表 - 1 せん断抵抗応力一覧 (kN/m²)

		サイトA	サイトB	サイトC	サイトD
降伏せん断抵抗応力	両対数	84.3	156.9	196.1	284.4
	ワイブル	83.4	155.9	179.5	365.8
	クリープ量	81.4	156.9	235.4	392.3
極限せん断抵抗応力		111.8	233.4	278.5	540.3

キーワード：岩盤，原位置試験，支持力，破壊，計測，基礎

連絡先：〒459-8522 愛知県名古屋市緑区大高町字北関山 20-1 TEL.052-621-6101 FAX.052-623-5117

抗応力(極限せん断抵抗応力)は、サイトDを除き降伏せん断抵抗応力の1.3~1.5倍である。サイトDが他と比べて大きいのは、載荷深度が1.5mほど深いことが一要因と考えられる。なお、図-2には示していないが、極限せん断抵抗応力発揮後、残留強度試験を行っており、極限せん断抵抗応力の0.82~1.0倍の残留せん断抵抗応力があることを確認している。

(2)破壊状況 パイプゲージがとらえた載荷中の地中変位の状態例を図-4に示す。また、その地中変位が急増する位置を図-5に、それが発生するせん断抵抗応力レベルを図-6に示す。図-5, 6共に直交4方向のデータを各深度毎に平均している。これらの結果より、せん断破壊とみられる大きな地中変位は、載荷体の下端から試験立坑径の変化する位置に向かって、降伏せん断抵抗応力に達した付近から発生している。載荷体下端付近から発生する傾向にあるが、載荷体中央深度付近より上はほぼ降伏せん断抵抗応力以降である。また、岩盤の違いによるせん断破壊位置の差はあまりなく、全て岩盤内で発生しており、岩盤と載荷体の境界では破壊していないことを、載荷体と試験立坑径の変化する位置の変位計の差がないことから確認している。

4.まとめ 送電鉄塔基礎地盤として対象になりやすい4種類の岩盤について、原位置岩盤試験を行い、降伏及び極限せん断抵抗応力を把握するとともに、破壊形態とその発生時期を知ることができた。今後は、数値解析により試験結果のもつ意味を充分考察し、深礎基礎の引揚げ支持力評価へ展開してゆく。

参考文献 1) 杭の引抜き試験方法・同解説、地盤工学会 2) 宇都、冬木、桜井：杭の載荷試験結果の整理方法、基礎工、1982.9

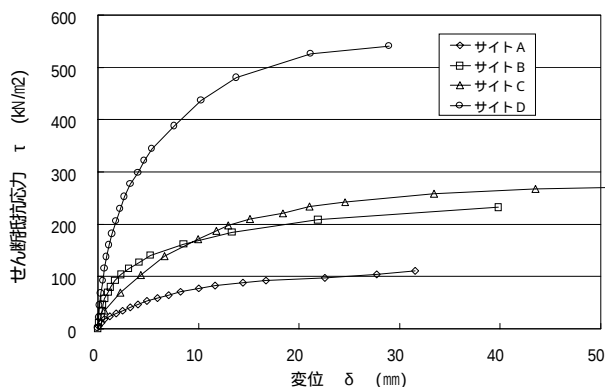


図-2 せん断抵抗応力～変位関係

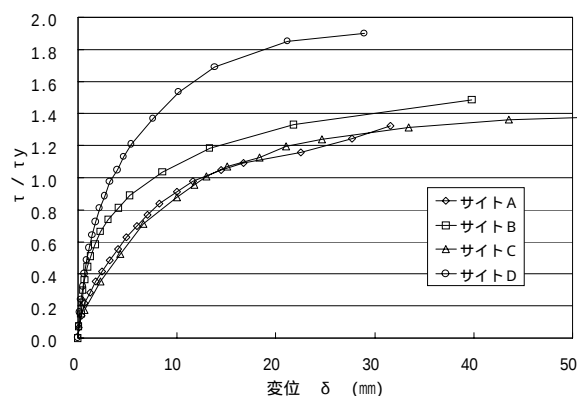


図-3 正規化したせん断抵抗応力～変位関係

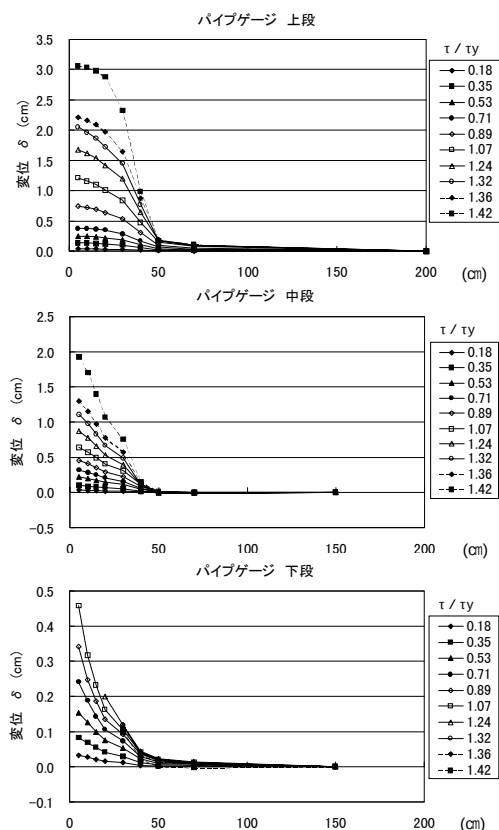


図-4 地中変位の状態(サイトC東断面)

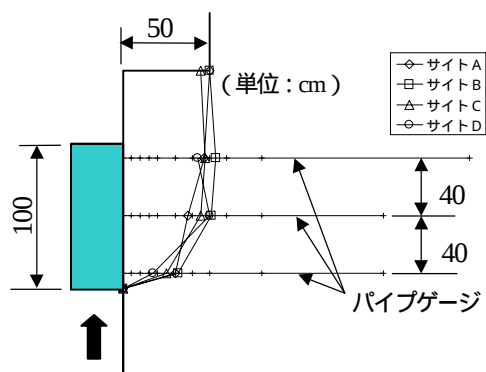


図-5 地中変位の急増位置

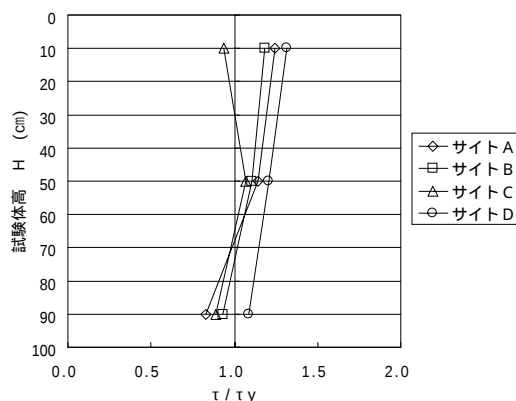


図-6 地中変位急増の発生時期