

東宗龍夫 正岡 今野健司

1. おえがき

この実験は砂礫地盤に大口径場所打ちぐいならびにアンカーを設け、これらで鉄塔基礎特有の引揚力を支持しようとする一連の研究である。送電用鉄塔基礎は一般に引揚力によって設計が決まる場合が多く、また上部構造物(鉄塔)は他種構造物とくらべ、不同変位に対する程度が小さいことから、引揚耐力の解明と合せ、支持力と変位との関係を究明することが重要な課題となっている。砂礫地盤の場合、これらの引抜支持力に不明な点が多く、従来の算式から求める支持力と比較するため今回実験規模で引抜耐力実験を実施した。主として砂礫層(I)の実験結果について述べるが、地盤性状の違いが耐力に及ぼす影響を調査するため、アンカーにつくっては2種類の砂礫層で実験したのでこれについても簡単に触れる。なお、これらの適用区分として、場所打ちぐいは玉石分が少く、ベント工法で掘進が可能な礫層に、アンカーは前者の施工が困難な玉石分の多い締った礫層に用いるものである。

2. 実験概要

(1). 地質概要: 地質図は図-1に示す。

(a). 砂礫層(I): 惣怒川右岸に発達する田舎台地と呼ばれる洪積台地に堆積したもので、人頭大の巨礫を伴い、N値20程度の上部層と50以上の下部層から構成され、粘性土はほとんど含まない。図-2に示すように粒度分布のよい、契形的な河床礫層であり、透水性は上部で特に大きく、また非常に崩れやすいなどの特徴を有する。単位体積重量は $1.95 \sim 2.09 \text{ g/cm}^3$ 、比重は $2.61 \sim 2.68$ である。なお礫層の工学的性質を知るのに現状では困難であるため、今後の研究に期待されるが、ここではG. Leesの提案する方法(1964)によって図-3に示す礫の形状係数を求めた。この図から礫の形状はほぼ球形に近いことがわかる。

(b). 砂礫層(II): 入間川左岸に位置し、地質分類では武蔵野砂礫層(洪積層)に沖積の砂礫層(深さ $1 \sim 1.5 \text{ m}$ 、細礫主体)が上部にある。地質構成は礫径 $20 \sim 40 \text{ mm}$ の角礫、亜角礫を主体とした粘土混りの礫層である。

(2). 実験内容: 砂礫層(I)では、場所打ちぐいならびにアンカーの各3本、砂礫層(II)ではアンカー(モルタル、加圧および無圧注入)8本の

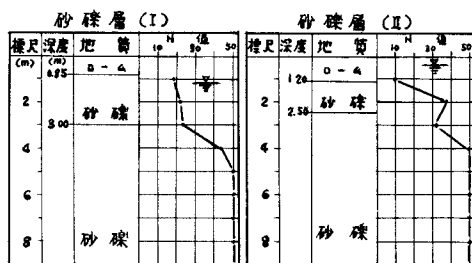


図-1 地質図

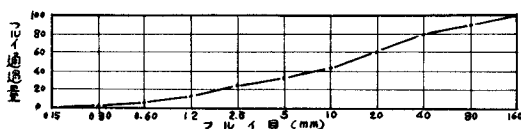


図-2 粒度分布図

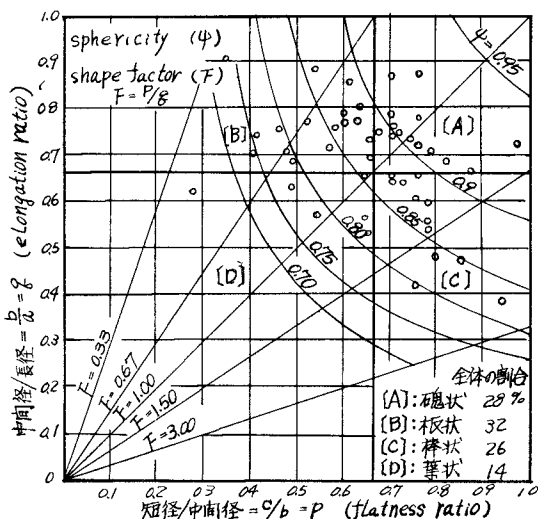


図-3 G. Leesの形状係数

引板実験を実施したが、このうち同条件のものについて記す。各試験体の設置状況は図-4に示す。載荷はコンクリート投与4週間後に定荷重方式により所定の変位量に達したら除荷する3~4サイクル制であった。

3. 実験結果 実験値を表-1に、最大測定データーの1例を図-5, 6に示す。

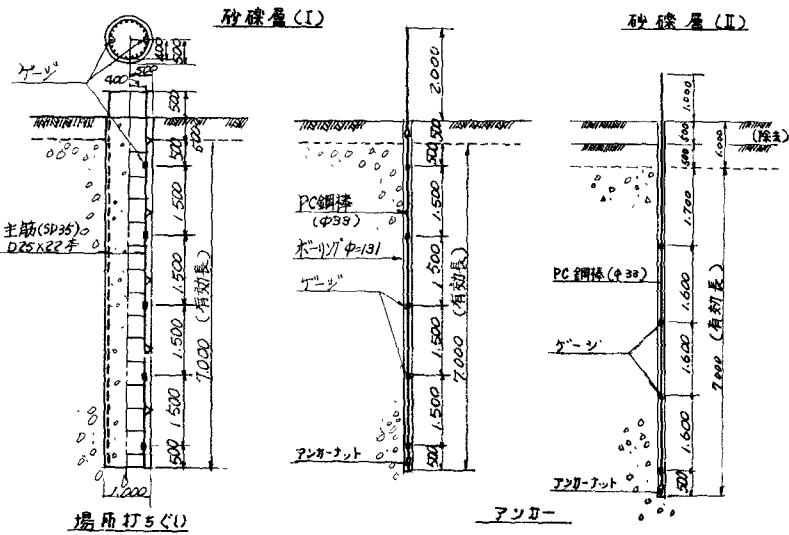


図-4. 試験体設置状況

表-1 実験値一覧表

地質 区分	種別	記号	寸法	位 置	極 限 値				除 荷 後 の 測 定 値				備 考
					支持力 (t)	変位量 (mm)	平均周面 変位量 (mm)	平均周面 変位率 (%)	1サイクル (t)	2サイクル (t)	3サイクル (t)	4サイクル (t)	
砂 礫 層	場 所 打 さ ぐ い	A-1	φ100	ヤマト工法により掘削	230	21.18	9.20	15.0	165	5.60	140	195	227
		A-2	φ100	コンクリートパイプ管で 打設した。(投与4週間)	330	21.09	14.22	15.0	105	3.07	0.66	165	216
		A-3	φ100	同上	330	26.65	11.91	15.0	105	3.13	0.77	180	220
(I)	ア ン カ ー	B-1	φ100	スチールパイプ管に コンクリートを注入し て打設した。	75	31.30	—	26.0	20	4.24	0.74	20	7.87
		B-2	φ100	同上	80	32.57	—	27.8	15	2.70	1.00	25	7.25
		B-3	φ100	同上	85	37.45	—	28.5	20	3.18	0.20	35	7.61
砂 礫 層 (II)	ア ン カ ー	C-1	φ110	全土機を同時稼働 させて掘削した。	48	22.17	—	19.8	24	5.00	0.98	42	12.84
		C-2	φ110	同上	52	24.50	—	21.5	27	4.67	1.10	42	11.76
		C-3	φ110	同上	64	36.80	—	26.4	24	5.00	0.66	40	11.12

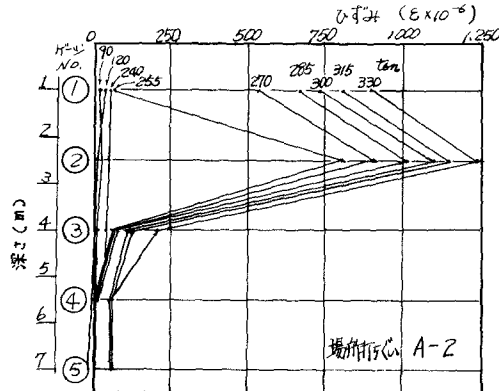


図-5. 軸方向ひずみ分布図

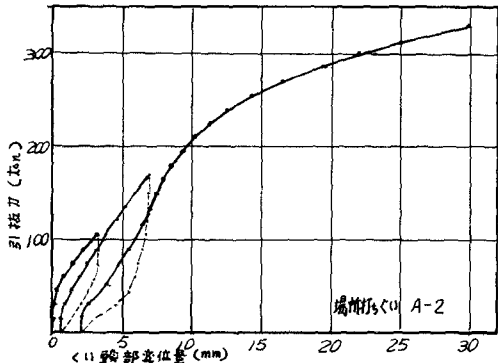


図-6. 荷重-変位曲線

4. 実験結果の検討.

(1). 場所打ちぐい: 降伏支持力は荷重変位履歴曲線, $\log P - \log S$ 曲線, $S - \log t$ 曲線, $\Delta S / \Delta \log t$ 曲線などから求めると $200 \sim 270$ ｔ/本 あり, 変位量は $13 \sim 18$ mm である. 設計用 K は 200 ｔを採用する. この時の平均せん断摩擦係力は 9.1 t/m^2 (降伏値) となる. また在来算定式 (Mayerhof, Terzaghi, 西典式) で求める支持力値の約 $2 \sim 3$ 倍の耐力が確認された. 図-5, 7 は各ひずみ計の挙動を示したもので約 $100 \sim 120$ マイクロを越すと急激な動きを生ずる. この現象は深さに関係なく約 100 マイクロ以下の領域ではコンクリートと鉄筋は変位しているが上部より次第に剥離し, 深部へと進行しているのが読みとれる. この時のコンクリート付着強度は $14 \sim 17 \text{ kg/cm}^2$ である.

場所打ちぐいの周囲摩擦力は荷重の推移とともに漸次変化してゆく. これをぐいの変位と周囲摩擦力の関係で表わすと図-8 のようになる. ぐいを試場調査するとき周囲に大礫が付着し, 凹凸の面を形成している. このためぐいが変位を生ずると新々にせん断抵抗が増し, 面形状により抵抗の仕方がまちまちである. 図-8 では変位が小さい領域では①と③区間がより抵抗しているが, せん断摩擦係力が約 $18 \sim 20 \text{ t/m}^2$ に達すると降伏が始まり, 約 6 t/m^2 以下に低下する. 次の段階として②の区間がより抵抗しだして約 25 t/m^2 で降伏を始める. このようぐいの面形状の変化により抵抗するパターンは様々であるためあらかじめ支持力計算に考慮するのは困難である. せん断摩擦係力は局部的 K は極限で $20 \sim 25 \text{ t/m}^2$ となるが平均的 K は 15 t/m^2 と考えられる. なお本試験は完全抜上げりすまで載荷できなかったこともあり深部の支持力は確認されていない.

(2). アンカー〔砂礫層(Ⅱ)〕: 降伏値は上記方法で求めると, $55 \sim 65 \text{ t/本}$ とより極限値は $75 \sim 95 \text{ t/本}$ である. 設計用 K は最小値の 55 ｔ/本〔平均せん断摩擦係力 17.4 t/m^2 (降伏値)〕を採用する. アンカーの挙動を分析すると図-9 のように比較的小さな荷重領域からアンカー深部までほとんどの荷重が伝達されている. 最深部に取り付けたアンカープレートが, モルタル柱体底部を押し上げるような動きを示したもので, また図-10 のように 5 mm 以下深部削孔時に拡大され, 一見底部アンカーの形状にばらけるといわれる動きを示したものもある.

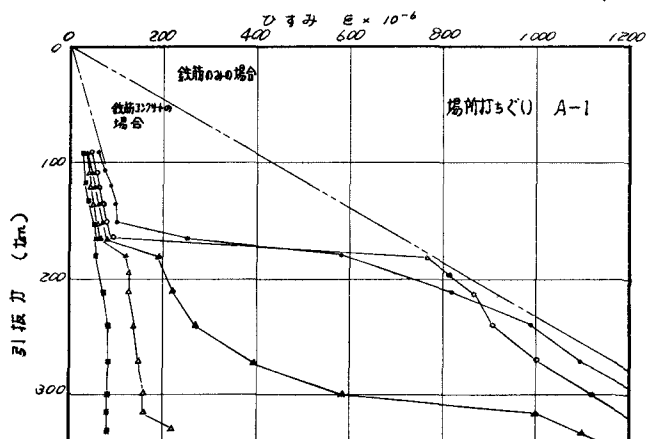


図-7 荷重-ひずみ曲線

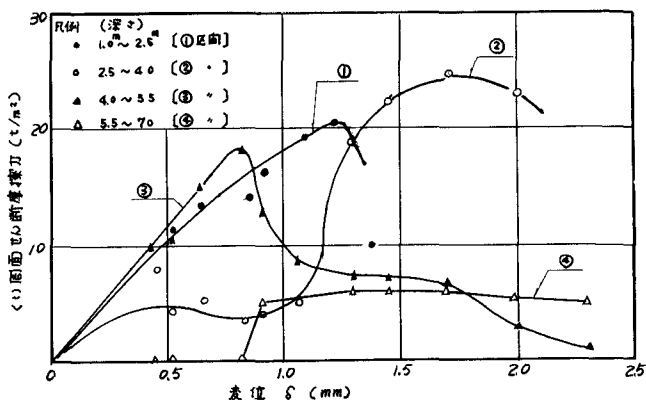


図-8. ぐいの周囲せん断摩擦係力

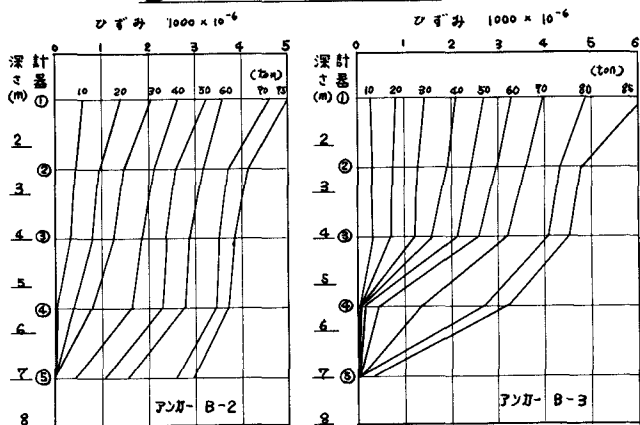


図-9 荷重-軸方向ひずみ曲線

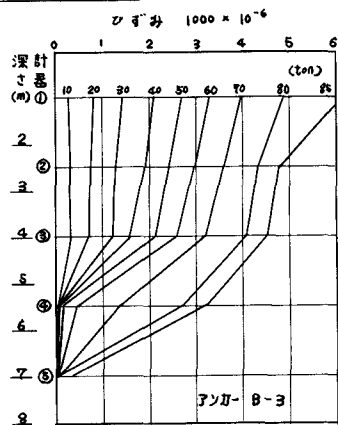


図-10 荷重-軸方向ひずみ曲線

すなわち深部 K 取付けたゲージが 60 と K 違ふので、
 わずかしが動かし、底部は 0.8mm の変位しか生じてい
 ないところから推察できよう。

アンカーの場合もひずみ量が約 $100\sim 120$ マイクロ（付
 着応力度 $14\sim 17\text{kg/cm}^2$ ）の頃から鋼棒とモルタルとの剥
 離がみられる。

アンカーの同面摩擦力は、場所打さぐいと多少趣を
 を要し、図-11に示すような傾向を示した。この例は
 先にも述べたように、底部から押し上げられた関係上
 最深部④が最も大きく抵抗した後、次々に変位しな
 がら上部に大きなせん断摩擦力が働き出している。すな
 わちせん断摩擦力は深部が最大で、 0.5cm を越した後、降
 伏している。これに対しB-3は前述のよう、底部の動きを
 止めているが、これを無視して平均せん断摩擦力を求
 めると、 $62\sim 70\text{kg/cm}^2$ となる。このことから、底部アン
 ーの的であることが想像される。

(3). アンカー〔砂礫層(II)〕： この地盤は全般的に粘性土が
 礫間に介在していた関係で、削孔時 K 崩落がみられる。孔
 径は $110\sim 120\text{mm}$ の一樣な仕上がりとなっている。図-12
 に、前記のよう、局部的抵抗したという現象は全く見られ
 なかった。降伏荷重は $36\sim 38$ とで、平均せん断摩擦力は、 15
 kg/cm^2 となる。粘性土の相違についで理論的に結論づけが
 ないが、砂礫層(II)のよう、細礫で粘性土ある地盤の方が
 小さい支持力値となることか、実験で確認された。

5. 結論

平均せん断摩擦力を推定するに、削り口径の差を考慮する必
 要がある。大口径の場合、 9.1kg/cm^2 であるものがアン
 ーでは約2倍の 17.4kg/cm^2 となっている。これは大礫の付着
 によるものかどうかは不明であるが、いずれにこの影響が
 大きくならなれば、小径のものほどその割合が大きいとい
 うと考えられる。また、地盤の相違についで今後の研究に
 待つものであるが、アンカーの実験値から比較すると図-13
 のようになる。今後の課題としては、くり径、地盤性状、
 くり長さ、くり返し荷重、截荷方向などの影響の解明が待
 たれる。また、施工法として、特にアンカーの削孔問題
 がある。スデニク社タウンカーホルドリル（バーカッ
 ション式）とゲーシングの働きをかねたII-タリー
 ホーリングと同時 K 稼働させる方式を採用した
 砂礫層(II)では、 $2\sim 3$ 分/本であったが、砂礫層(II)
 ではII-タリー式の外釜のみを大きくして、ため
 削孔能力は極端に低下し、数倍の時間を要した。

逆垂用鉄塔基礎としては、工学的および経済性からも大口
 径場所打さぐいの方がアンカーより有利である。

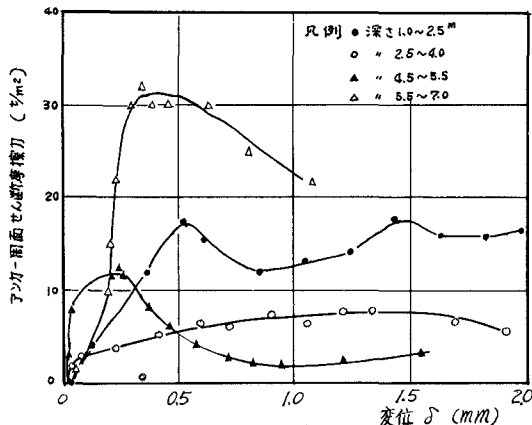


図-11. アンカーのせん断摩擦力

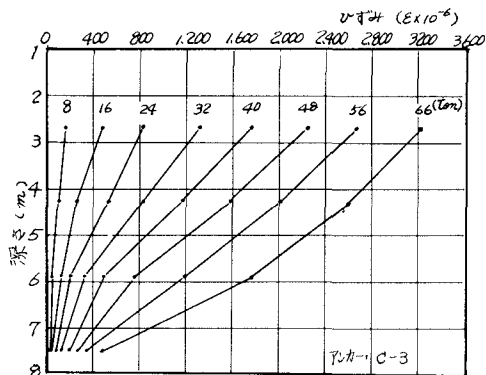


図-12. 荷重-軸方向のひずみ曲線

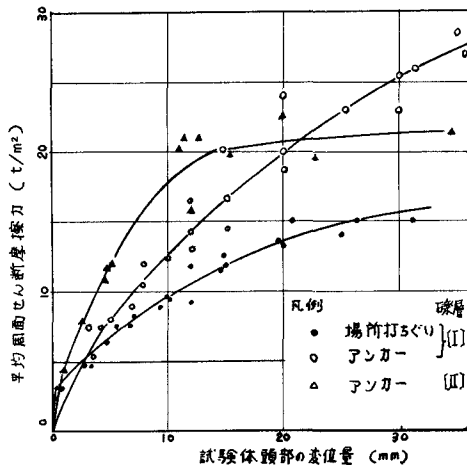


図-13. 平均せん断摩擦力