

九州電力株式会社 総合研究所 正員 赤司六哉
 “ “ 正員 永津忠治
 而日本技術開発株式会社 正員 ○中尾憲治

1. まえがき

ワイの施工は、ワイの大小にかかわらず現場である程度の機械を導入して施工されるのが現状で、とくに、山間地や湿地帯での機械搬入には、種々の問題が少なからず生じている。そこで、送電工事（山から山への点工事）におけるこれらの問題の解決策として、機械力を必要とせず、地点移動のための機動性に富み、しかも工期の短縮が可能な、ハンドオーガー（モルタル打設）に着目してみた。現在、ハンドオーガーによる人力穿孔は10m～12m程度（引揚げ設備を設ければ）可能であるといわれている。

九州電力では、最近大型送電鉄塔（220KV）建設予定があり、そのうちの1つとして、南九州地方に産するシラス地帯を通過するものがある。このシラス地盤の基礎設計には未解決の問題が数多く残っている。鉄塔基礎は、圧縮力のほかに、引揚げ力および水平力の作用を受け、大きな外力に抵抗するものでなければならぬ。現在の鉄塔基礎設計では、引揚げ力とその基礎体が決まるものが大部分を占め、圧縮に対しては、ある程度の余裕がみられる。ここに、引揚げ力をハンドオーガーに持たせ、多少とも基礎設計に合理性を持たせようと考えてみた。そこで今回は、シラス地盤にハンドオーガーを打設して引揚げ実験を行ない、引揚げ抵抗の実験値と計算値との比較検討を実施してみた。また、送電線経過地のうち、シラスの上部にボク層がかなり厚く覆っていたため、これらについての実験も追加した。

2. 実験地盤の土質工学的性状

ハンドオーガーの実験は、宮崎県都城市庄内町で行なった。この付近一帯は、恰良焙岩地帯に属し、シラス地帯特有の台地状をなしている。また、この位置は、シラスの上部にボク（軽石状のもの）およびボクが地形に平行して堆積（2m～5m程度）しており、非常に特殊な地盤構成である。この実験地の土質柱状図を図-1に、表-1に土質試験結果を示す。シラスおよびボク（ローム質）は種々の文献が数多く出版されており、ここでは個々の説明は省略する。

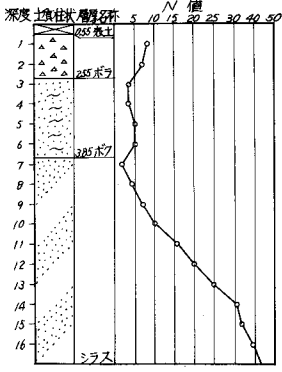


図-1 土質柱状図

試料名	真比重	含水比 (%)	湿潤密度 (g/cm³)	乾燥密度 (g/cm³)	含水率 (%)	飽和度 (%)	塑性指数 (%)	液性限界 (%)	塑性指数 (%)	粒度分析				三軸圧縮試験	
										1mm以下 (%)	2mm以下 (%)	4.75mm以下 (%)	75mm以下 (%)	圧縮力 (kg/cm²)	変位 (mm)
シルス	2.35	21.7	1.403	1.153	10.38	49.1	N. P			11.9	64.0	19.6	4.5	24.1	
ボク	2.62	72.1	1.240	0.721	26.34	11.7	N. P			0	63.9	23.6	10.5	34.1	

表-1 土質試験結果

3. 試験ワイの仕様および載荷装置

引揚げ試験用ワイは、ポストホール型刃先でシラスおよびボク地盤に、各々2本穿孔したが、その形状は、φ20×300mmとした。また、控ワイも同じ形状とし、圧縮ワイとしての耐力の測定も実施した。オーガー孔掘削には、1本あたり約30分～40分を要するが、孔壁の崩壊もなく順調なモルタルの打設が可能である。なお、このワイには、引抜き載荷用と軸力測定用を兼ねたφ23mmのPC鋼棒1本を挿入した。ワイの軸力を測定するため、ストレインゲージを貼付けた（圧縮ワイも同様）。その貼付位置を図-2

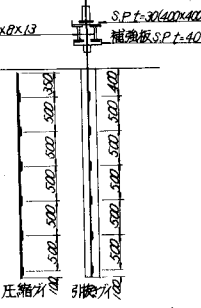


図-2 ストレインゲージ貼付図

に示す。ワイは、モルタル仕上げとし、早強セメントを使用した。図-3に載荷装置を示すが、載荷には20tオイルジャッキ2台を使用し、手動ポンプで作動させた。載荷形式は、多サイフル方式とし、その他、ワイの振上り量、地盤隆起も同時に測定した。

4. 実験結果

実験結果の整理には、ワイ頭部における荷重～変位曲線、時間～荷重曲線および時間～沈下量曲線を作成し、また、引抜き力の降伏値は、 $\log P \sim \log S$ 、 $S \sim \log t$ 、 $\frac{1}{2} \log t \sim P$ 曲線より求め、それらの平均値を採用した。しかし、それらの図は紙面の都合上省略し、結果のみを表-2に示す。この表で、シラスにおける極限値および降伏値を()で示しているが、これは、結果が明確に求められなかったためである。すなわち、荷重が初期の予想をはるかに上回り、ワイ本体が実験途中で破壊し、またPC鋼棒にも限界が生じたためである。しかし、18t(実験最大)までは載荷することができた。

ここで、ワイの引抜き抵抗算定式による検討を行えば、つぎのとおりになる。

$$F = W + \cos \alpha \cdot C \cdot M + \pi \cdot r \cdot L \cdot K \cdot \tan \phi \cdot \cos \alpha \left(\frac{H^2 - 3DH^2 + 3D^2H}{3D} \right)$$

この公式は、さきに筆者らがアースアンカーの引抜き耐力公式として誘導したもので、第6回工質工学研究発表会(昭和46年度)を参照されたい。また、この公式で、Sは地盤の破壊より決定されるものである。ここではシラスおよびボクについて、それぞれ $S = 60$ 、 45 mmとした。図-4に地盤隆起図を、図-5に破壊を示す。

ワイ公式による計算では、シラスで $F = 33.04$ t、ボクで $F = 9.35$ tとなり、ボク

地盤では実験値とほぼ同様な値である。シラス地盤は16tおよび18t以上の形で求まっているが、図-6の軸力図から判断しても、破壊までには十分な余裕がみられ、この公式による値を採用してもさしつかえないものと思われる。

5. 考察

今回実験を行なったハンドオーガーワイは、その主目的であった引揚げ力に対し十分な成果がみられた。また、ワイの支持公式の検討でも実験値と計算値がよく合致し、公式の再確認もできた。

ハンドオーガーは、レキの多い地盤などでは、やや問題点が残るが、シラス、マサ地帯その他軟弱な地盤にも応用範囲は広がるものと思われる。また、このオーガーワイは、斤籠ワイとしても十分な支持力を期待できることが別の実験から判明している。

6. まとめ

ハンドオーガーワイの利点として、1)施工が容易(人力)、2)機動性、経済性に富む、3)初期の支持力が得られる、などが挙げられる。このワイに加えて、現在、ハンドオーガーを利用した拡張ビートルもできあがり、底部を拡張したワイの誘実験を実施中である。

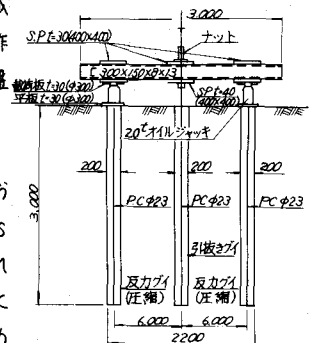


図-3 載荷装置

名称	N値の値	沈下量 (mm)	降伏値 (ton)	降伏値 (cm mm)	極限値 (t)
シラス case 1	50	1,403	(11.8)	0.96	(16.4t)
シラス case 2	50	1,403	(13.8)	1.05	(18.4t)
ボク case 1	4	1,240	7.5	2.40	9.5
ボク case 2	4	1,240	6.9	2.40	9.0

表-2 引抜き実験結果の一覧

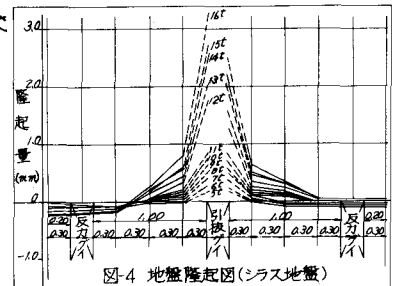


図-4 地盤隆起図(シラス地盤)

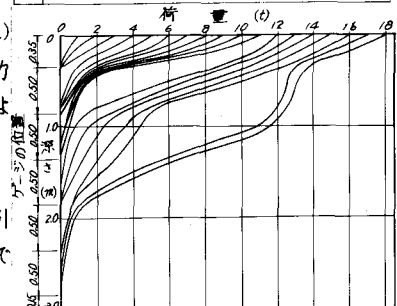


図-6 軸力図(シラス地盤)