

九州電力株式会社 総合研究所 正員 赤司六哉

〇稲元勝彦

1. まえがき

先に、南九州シラス地盤（特に、一次シラス・ボラ・ボフ）におけるハンドオーガー・グイの現地試験による力学的解明を行なった¹⁾。この工法は、鉄塔基礎合理化対策のひとつとしてすでに採用済みである。今回は、第一次試験の展開として、二次シラス地盤（ローム・シラスの互層）に施工したハンドオーガー・グイの引抜き抵抗を検討するとともに、逆T型基礎の引抜きによる対数ラ線破壊²⁾の限界を求める試験を、ハンドオーガー・幅グイの深さを変化させて実施してみた。

2. 試験地盤の概要

現地試験は、鹿児島県姶良郡霧島市に選定した。この付近一帯は姶良熔岩地帯に属し、シラス地盤特有の谷地状をなしている。一次シラスの上に二次シラスが堆積し、表層部は新期のローム質（ボフ）によって覆われている。表-1は、テストピットにより採取した土の土質工学的性質を室内試験で求めた値を示す。

表-1 土質試験結果表

深層 (m)	層状 (m)	土質 名称	比重	含水 比 (%)	土質 指数	φ (°)
0.0					* 0.8 (*) 0.7	
0.6	0.6	ローム質	2.53	116.1 (1.265)	* 6.3 (5.5)	28-32' (31-08)
1.4	0.8	2次シラス	2.44	72.0 (1.220)	* 1.9 (3.8)	34-16' (29-19)
2.1	0.7	火山灰質 粘性土	2.63	95.5 (1.146)	* 0.5 (0.6)	28-44' (26-19)
3.0	0.9	2次シラス	2.60	39.9 (1.138)	* 0.6 (0.8)	32-12' (30-33)

3. 試験の概要

1) 3mハンドオーガー・グイの引抜き試験

二次シラスに施工するハンドオーガー・グイの引抜き抵抗を現地試験によって求める手段として、図-1に示す普通グイ、幅グイを採用してその引抜き機構を検討した。なお、表-2に示す3種類のモルタル配合により、急硬剤、膨脹剤の効果についても、併せて比較した。

表-2 3mグイの種類

モルタル配合	幅グイ	普通グイ
普通モルタル	2本	2本
急硬剤 混入モルタル	2本	2本
膨脹剤 混入モルタル	2本	2本

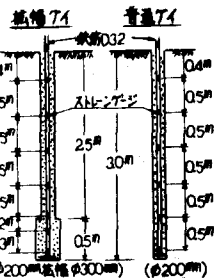


図-1 3mグイの仕様

2) 幅短グイの長さを変えた引抜き試験

逆T型基礎が対数ラ線破壊を示す限界と、基礎の深さと床版幅の比で求め、さらにその破壊機構を解明する手段として、二次シラス層に施工した図-2に示す4種類の幅短グイを採用した。なお、この場合のグイは普通モルタル配合のみとした。

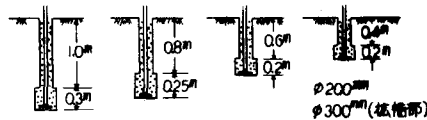


図-2 幅短グイの種類

4. 試験結果とその考察

1) 3mグイの引抜き抵抗

3mグイの引抜き試験終了後、破壊面の実測によれば、表-1の多層地盤のうち、表層のローム質（60cm厚）のみが地盤破壊を示しているのが認められ、第2層以下ではグイ周面破壊を生じている。そこで、第1層の破壊面を図-3に示すような折線と近似させ、それ以下は、グイ周面破壊として引抜き抵抗を求めた。引抜き抵抗算定式のうち、内部摩擦角の項の抵抗式は当研究室で誘導したアースアンカー・グイに対する基本的考え方からつぎのようになる。

$$\text{第1層 (A部)} : F_{0-A} = \tan \phi \cdot \cos \alpha \cdot d_0 \cdot L \cdot \pi \cdot \frac{1}{3} \cdot D_1^2 \cdot (S + 2S_1)$$

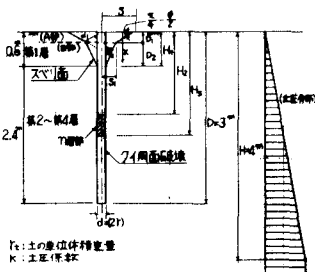


図-3 引抜き抵抗説明図

第1層(B部): $F_{0-B} = \tan \phi \cdot \cos \alpha \cdot \gamma \cdot K \cdot \pi \cdot \frac{1}{3}$
 $\cdot D_2 \cdot \{S_1 \cdot (H_1 + 2D_1) + r \cdot (2H_1 + D_1)\}$

第2～第4層: $F_{0-0} = \tan \phi \cdot \pi \cdot r \cdot K \cdot \gamma \cdot (H_2^2 - H_1^2)$

上式により計算した抵抗値にワイの自重・土の重量および粘着力の項を加えて全引抜き抵抗力を求め、実測値と対比した結果を表-3に示す。これらの結果を要約するとつぎのとおりである。

①表層の粘着力の大きいローム質地層においてのみ地盤破壊が生じ、下部の粘着力の極端に小さい二次シラス層では、ワイ体周囲破壊を示し、土のCおよび $\tan \phi$ は $1/4 \sim 1/2$ に低下している。②セン断強度が極端に低い二次シラスでは、拡張効果はほとんど期待できない。③急硬剤の効果認められる。

2) 拡張短ワイの長さを変えた引抜き試験

軟弱な二次シラスでは、 $\phi 200^{mm}$ のワイの底部を $\phi 300^{mm}$ に拡張した場合、拡張部から発生した地盤の破壊面が対数ラ線形状を示すのは、拡張部端までの土かぶり D が $0.6m$ 程度が限度であることがわかった。すなわち、土かぶり (D) と拡張径 (B) との比: D/B が2以下と浅い位置に施工された場合には、拡張部から対数ラ線に近似した破壊を示し、地表面に放射状と円環状のフラックが発生するが、

D/B が2より大きくなれば、破壊面は地表面に現われず、拡張周辺における局部的なセン断破壊(応力球根)と考えられる現象が生じているのみで、ワイ自体の抜き上げ現象が観察された。

送電用鉄塔設計標準に採用されている松尾忠氏の理論式で、対数ラ線破壊面の作図上の中心角: θ_0 を 60° とし、 ϕ を表-1の上部二次シラス層の値に採って、対数ラ線破壊面を求め、実測値と比較すると図-4のようになり、実測破壊面は土かぶり $0.4m$ ケイで若干外側に入っているが、 $0.6m$ ケイでは両者比較的良好に近似しているようである。また、両ケイを松尾氏の方法によりUU試験とCU試験の土のC・ ϕ を使って引抜き抵抗力を比較計算した結果(表-4参照)、UU試験値によるものの方が実測値に近い。これは、今回実施したワイの引抜き試験のように、比較的低荷速度が遅い場合には、UU試験による強度係数の方が試験条件を良く表現していることを裏付けるものであろう。

(参考文献)

- 1) 赤司ほか: シラス地盤におけるハイドロケータイの引抜き実験 (昭和49年度土木学会西部支部研究発表会)
- 2) 電気書院: 送電用鉄塔設計標準 (1965: Jec 127)
- 3) 赤司ほか: P-スアンケータイの引抜き抵抗について (第6回上質工学研究発表会)

表-3 3m ワイの実測値と計算値の比較 (引抜き抵抗)

タイの種類			破壊荷重 (t)							 第2～第4層タイ周囲破壊によるせん断抵抗低下係数	
タイの長さ	拭巾の有無	モルタル配合名	タイ幅	材令	① 実測値	計 算 値					
						第1層 (プライムコンクリート)		第2～第4層			破壊荷重合計
						② 地面 破壊円	③ 破壊 荷重	④ 折点 破壊円	⑤ 破壊 荷重		
3m	無	普通配合	4	7	50	0.25	5.850	0.18	2.355	4.185	0.49
			12	12	45	-	5.855	-	2.355	4.168	0.29
			平均値	475				4.175			
		急硬剤混入	5	10	55	0.30	4.241	0.205	2.355	6.576	0.54
			11	19	75	0.50	6.218	0.805	2.355	8.558	0.55
			平均値	45				7.564			
		膨張剤混入	6	8	60	0.40	5.176	0.255	2.355	7.511	0.35
			10	19	45	0.25	5.847	0.18	2.355	4.182	0.28
			平均値	525				6.846			
			有	普通配合	1	11	-	-	-	-	-
	7	18			50	0.40	5.207	0.255	5.166	8.578	-
	平均値	50						8.578			
	急硬剤混入	2		9	55	0.30	4.282	0.205	5.166	7.448	0.39
		8		21	70	0.50	6.259	0.305	5.166	9.425	0.23
		平均値		425				8.457			
	膨張剤混入	5		7	49	0.25	5.879	0.18	5.166	7.045	0.32
		9		22	55	0.30	4.287	0.205	5.166	7.453	0.38
	平均値	52				7.248					

(※ ⑤の計算は土のC、 $\tan \phi$ (UU試験) をそのまま使用の場合)

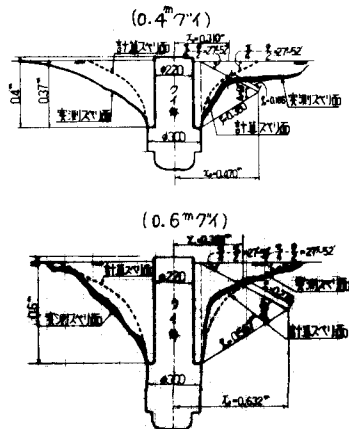


図-4 0.4m, 0.6m ワイ地盤破壊面図

表-4 拡張短ワイの実測値と計算値の比較

拡張までの深さ (m)	破壊荷重 (t)		
	実測値	計算値 (対数ラ線理論式)	
		UUテスト	CUテスト
0.4	0.95	1.19	2.08
0.6	1.0	2.11	3.87