

山地における密度検層の高精度化

密度検層測定値の簡易補正方法の提案

Improving Precision of the Density Log in the Mountainous District

Proposal of the Simple Correction Technique for Measurements of the Density Log

(工務技術センター 技術G)

送電鉄塔高上げ工事に於いて、既設基礎を流用する場合、基礎直上の埋戻し土砂の単位体積質量をボーリング等で精査することで引揚耐力を確保することが考えられる。しかし、特に山地でのボーリング調査はコスト面で問題がある。

そこで、山地においても、土砂質量を簡易に評価できる手法として、密度検層に着目し、今回、同手法の高精度化について検証した。

1 背景・目的

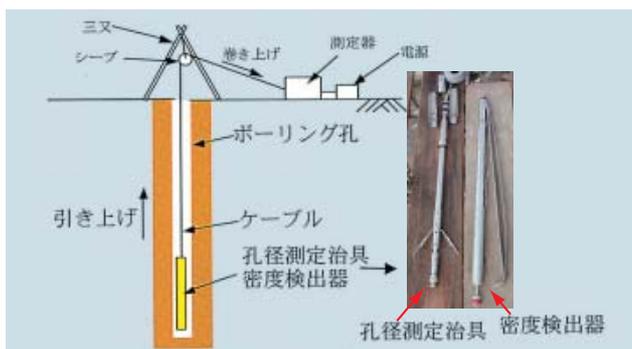
送電鉄塔高上げ工事では、高上げによる基礎への荷重増加に対する既設基礎耐力をチェックし、既設基礎が流用可能であることを確認する。基礎設計では、通常、基礎直上の埋戻し土の質量を安全側に評価するが、引揚耐力が不足する場合は、この質量を精度良く評価できれば、基礎補強を省略することができる。しかしながら、精度良く質量を求めるためには、ボーリング調査が必要で、山地ではコストが高くなり、問題となる。

そこで、既存の土質調査手法のうち、運搬が容易で山地等に適用可能な手法として、今回、密度検層に着目し、同手法による測定精度上の問題点(削孔壁のバラツキ)を改善した密度検層測定治具を開発するとともに、密度検層測定値の簡易補正方法を考案した。

2 密度検層測定治具の開発

(1) 従来測定手法と問題点

密度検層の概要を第1図に示す。この密度検層は、土砂密度が密度検出器で測定される線のカウント数(以下、「CPS」という)に相関関係があるという特性を応用した測定手法であり、地盤地層状況を定性的に把握することを目的に活用されている。しかし、今回のように、土砂の単位体積質量の定量的な評価を行う場合、第



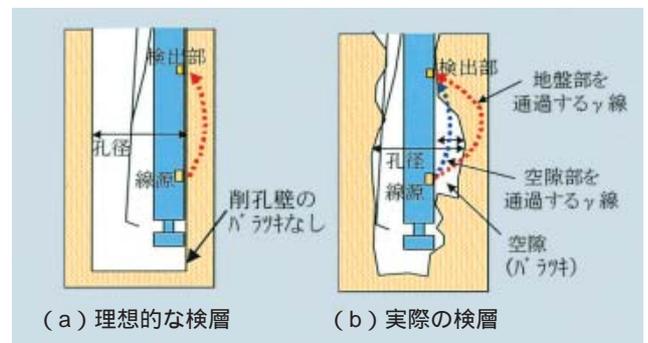
第1図 密度検層(従来)の概要

(Technical Group, Electrical Engineering Technology Center)

We sometimes reuse the existing tower foundation, when the power transmission steel tower is raised higher by the construction work. In this case, the unit volume mass of the backfill earth and sand on the foundation is investigated in detail by the drilling survey etc. As a result, it is possible that we secure the pulling strength of the foundation. However, the drilling survey in the mountainous district especially has a problem on the cost side.

Therefore, we paid attention to the density log as a technique for simply appreciable of the mass of earth and sand in the mountainous district. And, we verified improving precision of this technique this time.

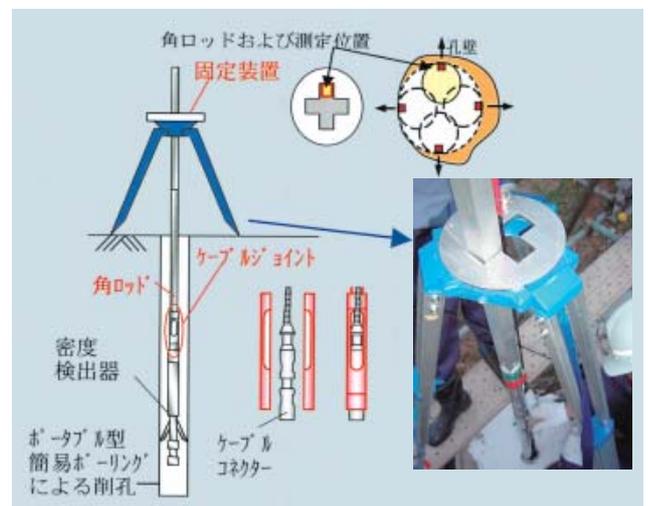
2図に示すように、削孔壁のバラツキがCPSを大きく変化させ、測定精度に影響する問題がある。



第2図 密度検層の線検出概念図

(2) 密度検層手法の改善

空隙によるCPSへの影響を定量的に評価する上で削孔壁のバラツキによる空隙の把握が必要であり、そのためには、検出器の回転を抑制するとともに、垂直に移動させる必要がある。その改善策として、第3図に示す角ロッドと地上固定装置により、密度検出器と孔径の測定方向を一致させることが可能な測定治具を開発した。また、削孔については、山地適用を考慮し、ポータブル型簡易ボーリングを使用することとした。

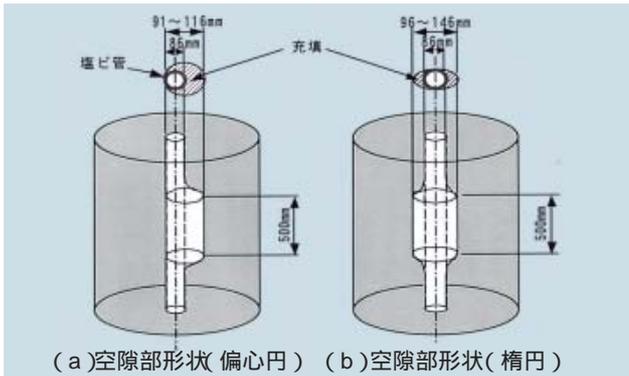


第3図 密度検層(改良測定治具)の概要

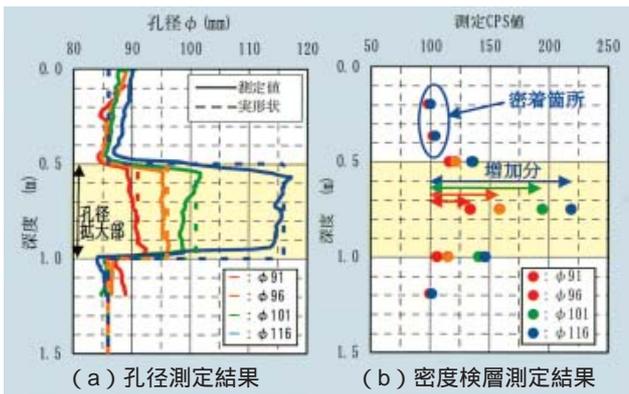
3 既存の密度検層値の高精度化検証

(1) 模擬地盤を用いた検証

密度が既知であるモルタル製模擬地盤供試体(第4図)による密度測定を今回開発した測定器具を用いて行い、空隙とCPSとの相関性の有無について検証した。試験の結果、第5図に示すように、孔壁形状を精度よく測定でき、空隙によってCPSは増加傾向にある(地盤密度が過小評価される)ことを確認した。



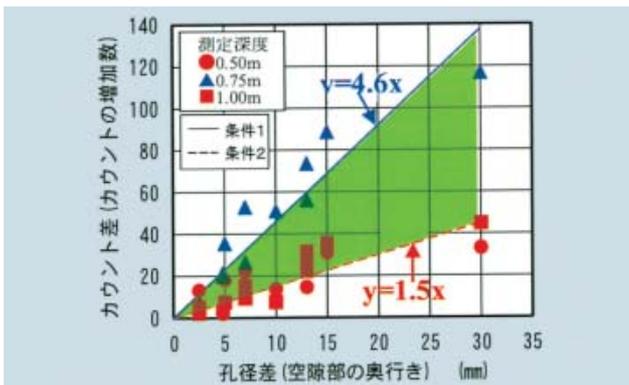
第4図 供試体(模擬地盤)概念図



第5図 模擬地盤検証試験結果の一例(偏心円)

(2) 空隙による補正手法検討

上記(1)の密度検層測定結果より、空隙と空隙によるCPS値増加分(CPS)との関係に着目し、空隙補正について検討した。ここで、増加分とは孔径あるいはCPS測定結果から第5図(b)に示すような密度検出器が孔壁に密着していると考えられる箇所のCPSと各空隙部でのCPSとの差を指す。これを整理した結果を第6図に示す。



第6図 模擬地盤検証試験結果(偏心円)

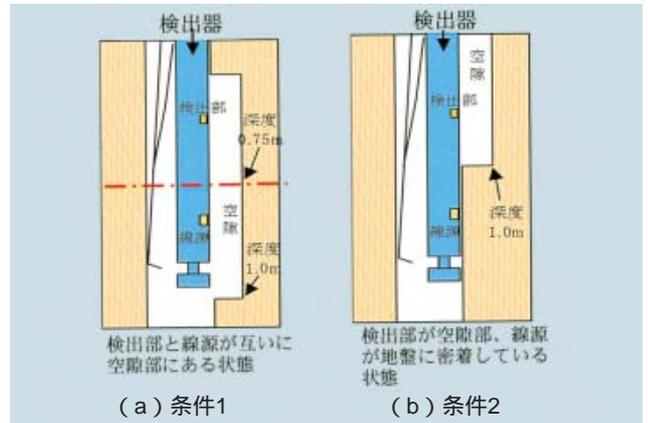
なお、同図におけるプロットは第7図の条件1・2に分けて評価した。

これより、CPSと空隙(奥行き)は、次の関係式で評価できることを確認した。

<条件1> $CPS=4.6 \times L$

<条件2> $CPS=1.5 \times L$

) L: 孔径差[mm] (実孔径[mm] - 理想孔径86[mm])



第7図 測定状態図

実際の削孔壁の状態を考えると、空隙と測定器との位置関係は、条件1と2の2タイプが考えられるが、補正式としては、補正後のCPSが大きくなり、地盤密度を小さく評価できる条件2を適用することで、安全側の評価となる「 $CPS=1.5 \times L$ 」を適用することとした。

4 実フィールド検証

実フィールドでの密度検層結果(例)を第1表に示す。この結果から、開発した測定器具と補正法を適用することで、原地盤の密度(真値)と同等の値が得られ、十分な精度を確保できることを確認した。また、ポータブル型簡易ボーリングも埋戻し土において適用可能であることを併せて確認した。

第1表 実フィールドでの密度検層結果(例)

地盤密度測定単位: t/m³

	測定深度			
	0.5m	1.7m	2.2m	2.9m
測定値(補正なし)	2.1	1.8	1.48	1.8
補正値	2.1	2.0	1.9	1.95
現地盤密度	1.9~2.1			

現地盤密度: 採取した不攪乱試料データ。

5 研究成果および今後の展開

密度検層を用いた既設基礎直上の土砂質量(単位体積質量)を簡易に測定する手法を検討し、密度検層の測定方向固定器具および補正式を適用することで、高精度な土砂質量の評価可能となった。今後は、本手法を用い、様々な地盤での測定データの蓄積を図りたい。



執筆/中中正樹
Nakagami.Masaki@chuden.co.jp