

比抵抗によるCSG現場密度の面的評価

鹿島建設(株) 正会員 ○小原隆志 坂本諭 米丸佳克
福島陽 松本聡碩 岡本道孝 小林弘明

1. はじめに

台形CSGダム施工時におけるCSGの品質管理項目の一つに現場密度試験(突き砂法またはRI法)がある。その作業はCSGの凝結の進行によって試験孔掘削やRI線源孔の削孔など苦渋作業を伴い、試験には相応の手間と時間を要する。筆者らが提案している比抵抗による現場密度計測法(以下、比抵抗法)¹⁾は、試験孔の削孔作業を必要とせず迅速に現場密度が計測可能であり、施工範囲全面を対象とした全量検査を可能とする技術である。また、計測機をロボット化するなど将来的に無人計測も可能な本技術は、多くの重機が稼働するダム工事の安全性向上、試験作業(現行;概ね2人×1.5Hr/人/日)の省人化などに貢献できる。

本報では、施工中である成瀬ダムのCSG打設面において比抵抗法を試行した結果を述べる。



写真-1 キャパシタ型電極とCSG打設面における比抵抗計測状況

2. CSG現場密度の計測方法

比抵抗計測には写真-1に示すキャパシタ型電極²⁾を使用した。これは、1組(2枚)の平板電極を搭載した誘電体をCSG打設面に2組(送信用、受信用)設置し、一定の離隔(電極間隔)を保持して牽引しながら連続的に比抵抗を計測する装置である。この配置は図-1に示す電気探査における四極法³⁾に基づいており、計測深さがCSGの1リフト分(75cm)を包含するよう電極間隔を140cmに設定した。

密度の評価方法は、事前に得たCSGの比抵抗~湿潤密度の検定結果¹⁾にセメント量に応じた比抵抗の変化を考慮した補正検量線(図-2)を作成し、これを用いて計測した比抵抗値から湿潤密度を算出した。

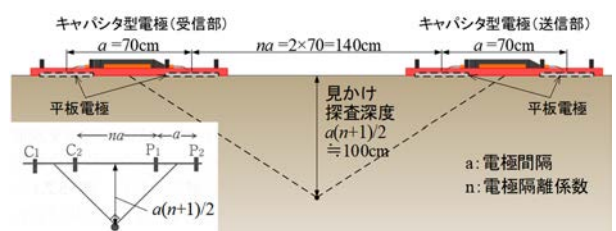


図-1 電極配置と見かけ探査深度³⁾に加筆

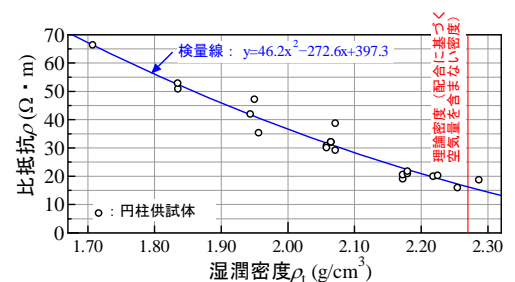


図-2 CSGの検量線

3. 計測条件

計測対象のCSGの配合を表-1に示す。CSG材は安山岩質の破砕材と段丘堆積物の混合材料で、最大粒径が80mmの砂礫~礫質土である。CSGの打設は表-1の配合で製造したCSGをブルドーザにより1層25cm×3層で敷き均して1リフトとし、これを11t級振動ローラで6回転圧する。

図-3にダム堤体上のCSG打設面において比抵抗計測を実施した範囲を示す。ダム軸直交方向の振動ローラの転圧レーンに沿って、ローラ締め幅と同じ2m間隔で8レーンの計測を行った。比抵抗のサンプリング周波数は1Hzとし、1mあたりのデータ数が5点以上得られるよう約0.5km/hの移動速度で計測した。

表-1 CSGの配合

配合 (1m ³)	セメント量 C(kg)	水量 W(kg)	CSG材 (kg)	混和剤 (%)	理論密度 (kg/m ³)	
	110	120	2039.5	2.5	2269.5	
CSG材 粒度 構成	粒径 (mm)	80-40	40-20	20-10	10-5	5-0
	通過率 (%)	36.9	18.3	11.3	7.7	25.9

キーワード 台形CSGダム, 現場密度, 比抵抗, 品質管理

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

4. 計測結果

図-4に1測線分の計測結果を示す。比抵抗法のデータは1m区間の有意値の平均である。打設面で視認できた不陸部において計測値が急変するなど、キャパシタ型電極と打設面の接触不良に起因したばらつきが多く、計測機の改良の余地はあるものの、ポール電極を打設面に挿して別途計測した比抵抗(図-4中の◆)と概ね整合した。また、湿潤密度の評価結果についても、比抵抗法とRI法の計測値(図-4中の■)は整合した。

図-5は面的計測結果の出力評価メッシュサイズに着目した密度マップと度数分布である。メッシュを大きくすると平均化対象のデータ数が増える影響によりばらつきが小さくなる一方、データ群の平均値はメッシュサイズに係わらずほとんど変化しないことが確認できた。比抵抗法の面的計測の結果から品質合否を判定するには、メッシュサイズを適切に設定することが重要である。また、面的計測データに対して、管理基準値を満足しない不合格率の許容値設定といった現行の抜き取り検査にはない課題についても今後検討が必要である。

5. おわりに

CSGを対象にキャパシタ型電極を用いた比抵抗法による密度計測を試行した。その結果、RI法との整合が示され、比抵抗法の適用性を確認できた。また、評価メッシュサイズや不合格率の設定といった面的計測結果の評価方法について今後の課題を確認した。

参考文献

- 1) 米丸佳克ら：土工の工場化に向けた電気特性による盛土の全量品質管理 IV：CSGへの適用事例，土木学会第76回年次学術講演集，III-153，2021年。
- 2) 島裕雅ら：わかりやすい物理探査 電気探査（その4：電気探査の最新動向），物理探査学会，物理探査ニュース，No.48，2020年10月。
- 3) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説，pp.120-131，2013年。

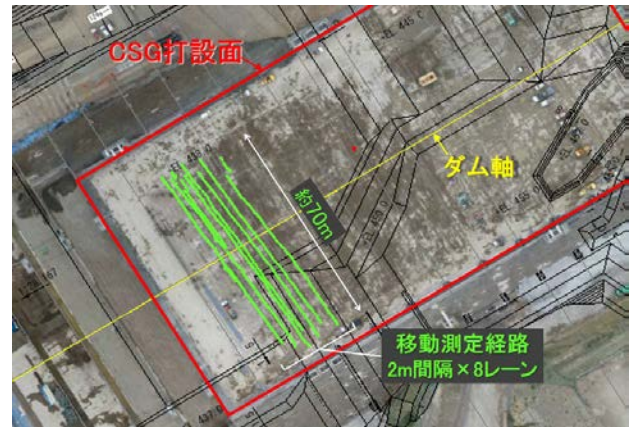


図-3 計測範囲(堤体オルソ画像に計測点を表示)

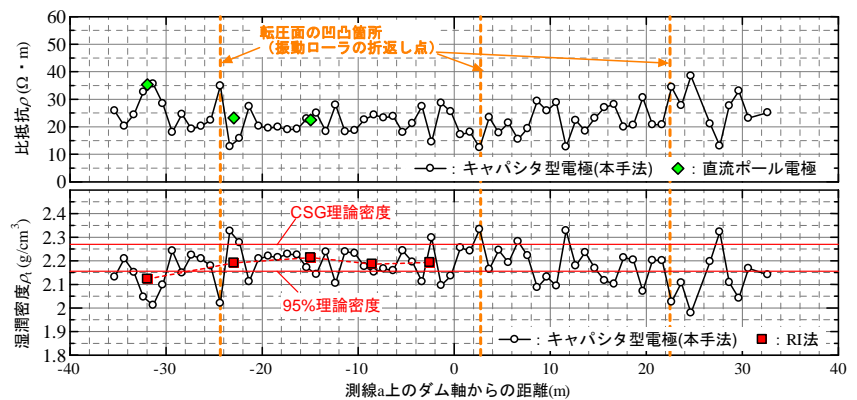


図-4 1測線分の計測結果(1m区間で算出)

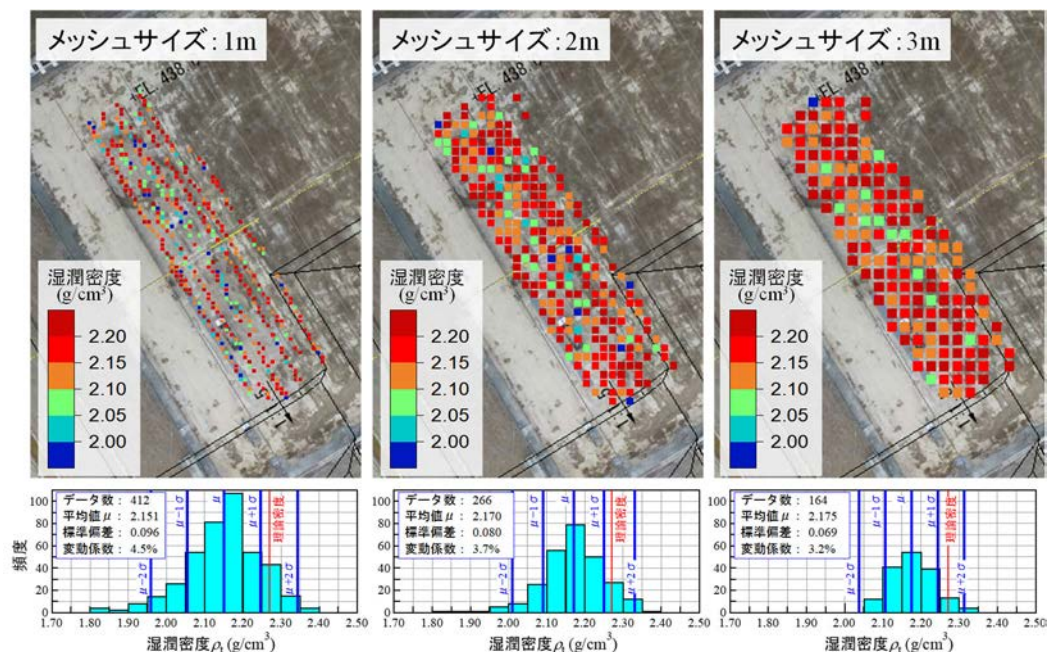


図-5 密度評価メッシュサイズの比較