

Ⅲ-732

比抵抗法による注入形態モニタリングに関する土槽実験

東日本旅客鉄道（株） 正会員 ○桑原 清
東日本旅客鉄道（株） 正会員 藤沢 一
応用地質（株） 正会員 谷瀬 正寿

1. はじめに

薬液注入工において、地盤内の注入状況を2極法比抵抗法によりリアルタイムでモニタリングする方法を考案した。今回、その手法について室内モデル土槽実験により検証したのでその結果について報告する。

2. 実験概要

模型実験は、図-1に示すように、地盤の一部を6号珪砂により置換して実験土槽を作成し、この土槽内に水ガラス系薬液（ハードライザーL3）を注入し改良体を作成した。実験ケースは、作成する供試体の形状によって、①浸透注入による球形の供試体、②割裂注入を想定した層状の供試体の2ケースとした。なお、割裂注入を想定した層状のケースでは、図-2に示すように、注入口から上下各5cmの位置に油粘土を厚さ3mm程度の板状に延ばして敷き、注入薬液が油粘土面で挟まれた珪砂の層のみに浸透するようにした。

注入管にはVP16（φ21mm）の塩ビ管を用いた。電極は、注入管の周囲に幅5mmの銅板を原則として5cm間隔で1m区間に巻き付け、各電極からは、単芯ケーブルによって各電極から測定器に接続した。注入管の電極間隔は、数値解析により設計改良体直径（今回は約50cm）の1/10程度であれば十分精度が良いと考えられたことから5cmとした。作成した注入管の模式図を図-3に示す。

実際の注入方法は、図-1に示したように薬液を入れたアクリルタンクを地表面から高さ2m程度の位置に釣り上げて、薬液の水頭が一定になるように調整しながら水頭差のみによる定圧注入を行った。

比抵抗の測定では2極法を用い、注入口部に付けた1カ所の電極のみを電流電極とし、他の電極を電位電極とする電極配置とした。測定の際は、20点の電位電極のうち14電極を選んで、1回の通電でこれら14電極の電位を同時に測定し、これを経時的に45分～90分間行なった。また、この時の地盤の水位は、注入管に取り付けた最上部の電極よりは高くなるように調整した。通電の時間間隔は、注入開始直後～10分までが45秒～1分、以後は2分～5分とした。なお、注入前に土槽地盤の見掛け比抵抗値を測定してこれを初期値とし、注入時の測定値との変化の割合を求める際に用いた。また、上記の測定とは別に注入の終了後すべて

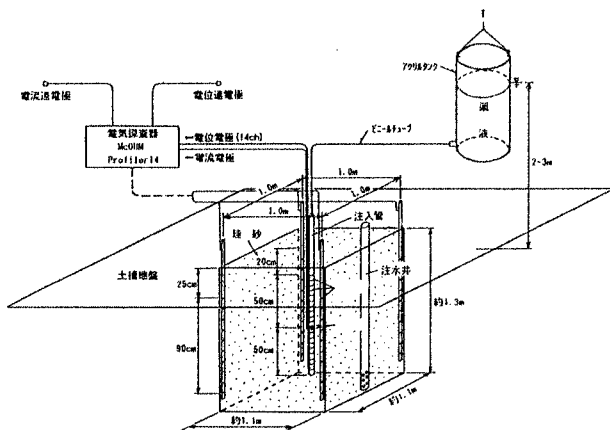


図-1 実験土槽

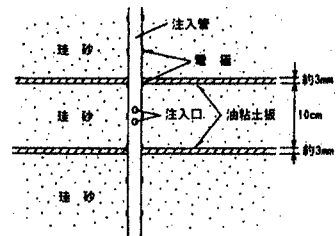


図-2 層状モデル

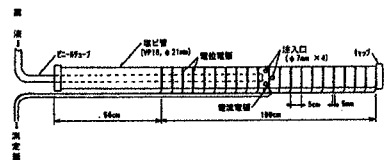


図-3 注入管の模式図

の隣合う2電極間（間隔:5cm）で比抵抗測定を行ない注入範囲を把握するための参考とした。

3. 実験結果

図-4に電極別に経過時間と比抵抗の変化率の関係を、図-5には深度と比抵抗の変化率の関係と、掘出しにより確認した改良体の形状を示す。これらによると、見掛け比抵抗値は両ケースとも、注入口付近において注入直後から急激に低下し、その変化の割合は注入口に近いほど大きく、注入終了時には変化率が-85%程度まで減少している。また、注入口から5cm以上離れたと、両ケースとも注入直後～数分間は変化率が一旦は大きくなる傾向が見られるが、その後時間が経過する（注入量が多くなる）に従って、両ケースの変化の傾向に違いがあらわれている。以下に、両ケースの特徴的な傾向の違いについて述べる。

①浸透注入による球形の供試体

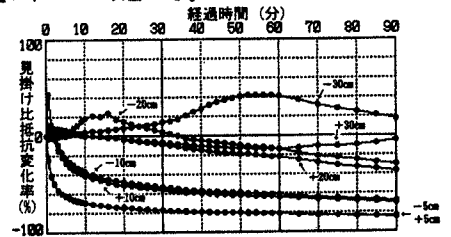
図-4(a),図-5(a)を見ると、±10cm 以内の電極における変化率は、注入口を挟んで上下対称的な関係を示している。しかし、それより上側(+20,+30cm)では時間の経過に伴って変化率は徐々に小さくなっているが、下側(-20,-30cm)では逆に大きくなっている。このように、注入口を挟んで変化の傾向が違っていることから、上側と下側の形状が異なっていることが推測される。また、その注入範囲については、図-5(a)に示した変極点の深度付近が境界に当たり、上側と下側の変極点で挟まれた区間が注入範囲になるものと推定される。掘返しにより確認した固結体の形状はこのことをよく表している。

②割裂注入を想定した層状の供試体

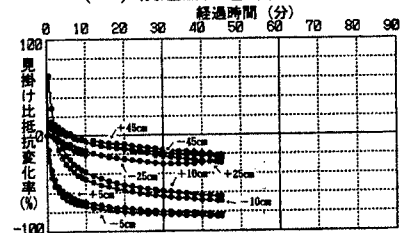
図-4(b),図-5(b)を見ると、変化率は時間の経過に伴って全体的に徐々に小さくなる傾向が認められ、この変化量は球形のケースで見られた注入口より上側における変化量よりも大きい。すなわち、注入直後は注入口から離れた電極において変化率は一旦大きくなるが、すぐに減少して10分程度経過するとすべての電極において負の変化率を示している。また、注入終了時の注入範囲については、球形のケースで見られたほどのはっきりとした変極点は現れていないが、隣り合う2電極間で測定した結果から、+15～-30cmの区間であることが推定される。球形のケース同様、掘返しにより確認した固結体の形状はこのことをよく表している。

4. あとがき

本実験により、単一の注入固結体ではあるが本手法による注入形態モニタリングの可能性を確認することができた。今後、他の注入体の影響や地盤条件による影響等について検討を進め実用化を図っていきたいと考えている。

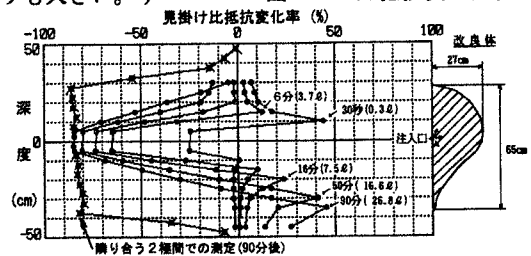


(4-a) 浸透注入を想定したケース

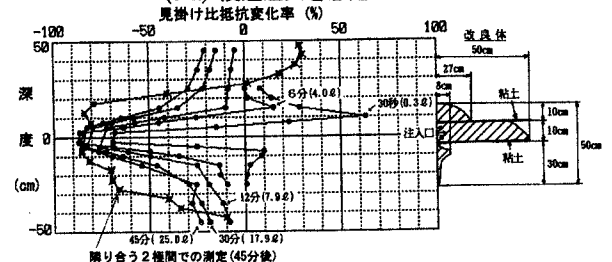


(4-b) 割裂注入を想定したケース

図-4 比抵抗変化曲線



(5-a) 浸透注入を想定したケース



(5-b) 割裂注入を想定したケース

図-5 比抵抗の変化と改良体の形状