

磁性による注入効果の判定について

広島工業大学 正員 鈴木健夫

1. まえがき

薬液注入工法は広く用いられているが、その効果は判然としない場合が多い。効果の判定法には物理・化学・電気的方法などが提案されているが、設計条件や現場条件や判定法自体の制約などにより効果の判定法が現場で適用される場合は非常に少ない。薬液注入の効果が判然としない点が本工法の発展を妨げている問題点なので、その解決のために磁性による薬液注入範囲の測定方法について基礎的検討を行ない、可能性を見出したので2、3の室内実験を行なった結果を報告する。

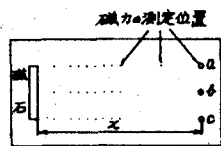


図-1 砂、空気、ワイドゲル中の磁石の測定方法

2. 実験方法及び結果

実験1：図-1のように合成樹脂製の容器の中に海産の細砂、空気及びLWによるサンドゲルを詰め、LWの配合はA液としてセメント 1.0 kg、水 1.7 l、B液として3号珪酸ソーダ 1.0 l、水 1.0 lの配合であり、サンドゲルの一軸圧縮強さは固結直後で80 kg/cm²であった。次に棒磁石（残留磁気密度800(G)）を端に水平に設置し、測定位置による磁力の変化をa、b、cの3点で磁力計により測定した結果が図-2である。同じ距離でもa、b、c点により磁力は変化するので、磁力の大きさを3点の単純平均で示した。磁力は距離により双曲線として変化し、透過物質により差異のあることが判明した。温度によりデータに変化がある事に気付いたので、温度差5℃で砂の場合を測定した結果が図-3である。磁石と測定端子の間の砂中にLWによるサンドゲル供試体（8×16×4 cm）の4 cmを挟んだ場合の測定データが図-4であり、サンドゲルの存在により磁力は低下することを示している。

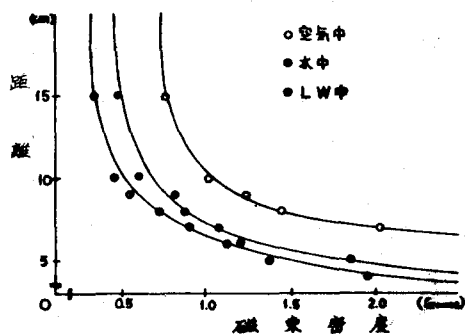


図-2 磁力の距離による減衰状況

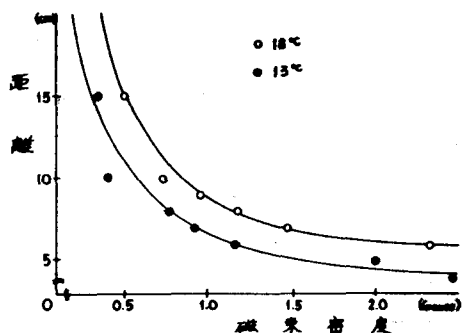


図-3 海砂中の磁力の温度による影響

実験2：LWサンドゲル供試体（直径10 cm）の内部に深さ3 cmの穴を設け、その中に測定端子を差込み、磁石を移動して図-5のように測定した。磁石を移動した場合の磁力の変化は図-6で示され、磁石の右廻り（B側）でも左廻り（A側）でも同様の傾向を示し、サンドゲルが厚くなる程磁力は低下する。

実験3：木箱（1×1×1 m）の中に細砂を詰め、その中央にLWによるサンドゲルを作り、フェライト磁石（4000(G)）を用い、図-7のように測定した。深度を10、20、40 cmと変え、注入前、注入直後、1日後と3度測定した結果が表-1である。ここで薬液浸透効率（仮称）を注入前と1日後の磁力の差と注入前の磁力の比として $\frac{E-D}{D} \times 100$ で求め、薬液固結効率（仮称）を注入前と1日後の磁力の差と注入前の磁力の比として $\frac{E-D}{D} \times 100$ で求めて、表-1中に示した。薬液浸透効率パーセントであれば

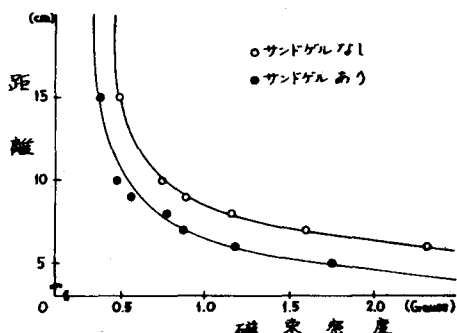


図-4 サンドゲルの有無による影響

測定範囲内に薬液が存在する場合であり、-の値が大であれば、より多量の薬液が存在することを示している。薬液固結効率についても同様のことがいえる。すなわち、測定位置4、5、6、7、8に薬液が存在し、6の位置が最大となっている。

実験4：2個のレア・アース磁石（8664(G)）を用いて磁気回路を作り、図-8のように海砂中でのサンドゲル厚さの変化による磁力の変化を測定した。その結果は図-9で示され、薬液範囲の大小により、前の実験より大きな磁力の値が変化する。

3. 考察

磁力の物質中の透過現象は、物質により異なるが、本研究で使用した範囲で磁力低下の少ない方からあげれば、空気、水、砂、未固結サンドゲル、サンドゲルの順となり、磁力線は密度に関係するようである。土中に薬液注入すれば、密度を増加し磁力線の透過が妨げられ、磁束密度が減少することになる。この磁束密度の変化を有効に把握すれば、磁性による薬液注入の浸透範囲を探ることができる。そこで実験1,2ではサンドゲルの有無による磁束密度の差は小さかったので、実験3では磁束密度5倍の磁石を用い、実験4では更に強力な磁石を用い強い磁束密度を得たので、現場でも適用可能とみられる。磁性により薬液浸透効率を求めることは、非破壊で測定可能であり、薬液中にトレーサを添加する必要もなく、磁性による薬液も現場の土も変質しないので現場に充分適用可能とみられる。

4. おわりに

本研究は始めたばかりであり、未知の関連現象も多いと思われるが、砂中のサンドゲルの存在を薬液浸透効率及び薬液固結効率として磁性により測定することができた。磁性の薬液注入現場への適用は安全かつ容易とみられるので、従来の測定法よりも利用し易く、又薬液注入の施工管理にも適用される可能性があるともみられる。更に本研究を継続してより精度を高めるように努力したい。

終りに臨み本研究に協力して戴いた本学卒業生小坂誠君及び小嶋泰一君に深謝致します。

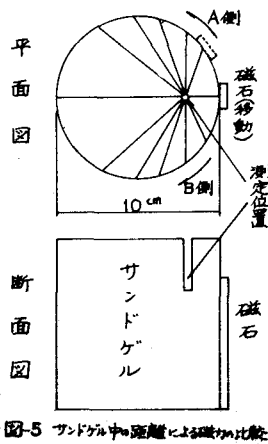


図-5 サンドゲル中の距離による磁力の変化

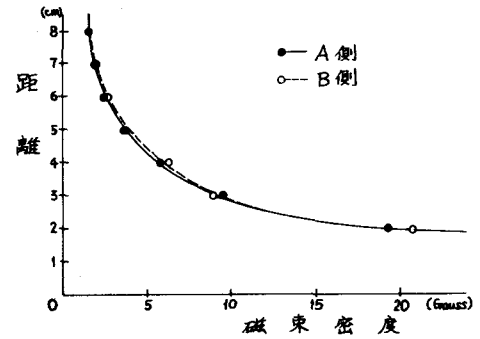


図-6 磁石の移動による変化状況

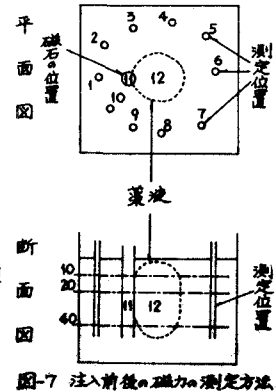


図-7 注入前後の磁力測定方法

表-1 注入前後の磁力変化一覧表

NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Range	30	30	10	1	1	1	1	1	10	10
注入前	10cm 24.00	2.50	2.00	0.77	0.70	0.74	0.62	0.94	2.10	2.50
	20cm 24.00	9.00	2.10	0.70	0.79	0.73	0.62	0.94	2.10	2.50
	40cm 25.00	11.00	2.30	0.77	0.79	0.71	0.60	0.91	2.00	2.50
注入後	10cm 24.00	9.00	2.10	0.76	0.78	0.68	0.53	0.80	2.30	2.50
	20cm 24.00	9.80	2.10	0.75	0.76	0.63	0.52	0.78	2.10	2.50
	40cm 25.00	11.30	2.30	0.79	0.79	0.63	0.53	0.82	2.00	2.50
注入後	10cm 24.00	9.00	2.10	0.76	0.78	0.62	0.57	0.80	2.30	2.50
	20cm 25.00	9.80	2.20	0.73	0.73	0.63	0.54	0.77	2.10	2.50
	40cm 25.00	11.30	2.40	0.73	0.73	0.63	0.54	0.77	2.00	2.50
E-D	10cm 4.0 + 5.9 + 5.0	-2.3	-2.5	-12.2	-11.3	-6.4 + 4.8 + 3.4	-6.4 + 4.8 + 3.4	-6.4 + 4.8 + 3.4	-6.4 + 4.8 + 3.4	-6.4 + 4.8 + 3.4
D	20cm 0.0 + 5.6 0.0	-5.6	-5.6	-12.7	-12.1	-2.5 0.0 + 7.4	-2.5 0.0 + 7.4	-2.5 0.0 + 7.4	-2.5 0.0 + 7.4	-2.5 0.0 + 7.4
	40cm 0.0 + 4.8 0.0	-1.1	-1.1	-7.6	-7.7	-2.9 0.0 + 5.6	-2.9 0.0 + 5.6	-2.9 0.0 + 5.6	-2.9 0.0 + 5.6	-2.9 0.0 + 5.6
F-D	10cm 0.0 + 5.9 + 5.0	-2.3	-2.5	-12.2	-11.3	-6.4 + 4.8 + 3.4	-6.4 + 4.8 + 3.4	-6.4 + 4.8 + 3.4	-6.4 + 4.8 + 3.4	-6.4 + 4.8 + 3.4
D	20cm 4.2 + 5.6 + 4.9	-5.6	-5.6	-12.7	-12.1	-2.5 0.0 + 7.4	-2.5 0.0 + 7.4	-2.5 0.0 + 7.4	-2.5 0.0 + 7.4	-2.5 0.0 + 7.4
	40cm 0.0 + 4.8 + 4.3	-4.4	-4.4	-7.6	-7.7	-2.9 0.0 + 5.6	-2.9 0.0 + 5.6	-2.9 0.0 + 5.6	-2.9 0.0 + 5.6	-2.9 0.0 + 5.6

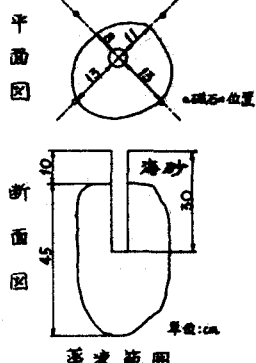


図-8 注入前後の磁気回路による磁力測定方法

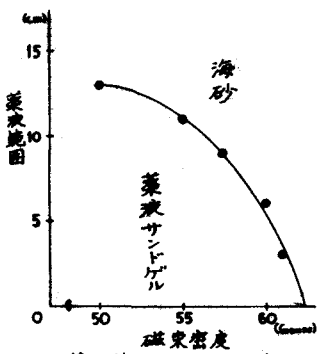


図-9 薬液範囲による磁力の変化