

表-1 初期土壌および薬剤注入後土壌 (Aタイプ連続注入) の分析結果

時期 【位置】	深度 (m)	土質	18号溶出量	19号含有量	底調法含有量		地盤工学会法	色調
			砒素 (mg/L)	砒素 (mg/kg・乾)	鉄 (%・乾)	マンガン (%・乾)	pH	
初期 【注入井】	5.4~5.5	粗砂	0.022	3.3	0.48	0.0057	7.0	灰(5Y4/1)
	6.8~6.9	粗砂	0.016	5.4	0.49	0.0050	7.2	暗灰黄(2.5Y4/2)
	9.4~9.5	粗砂	0.007	2.0	0.26	0.0024	6.4	黄褐(2.5Y5/3)
	11.6~11.7	シルト	0.003	0.5	3.16	0.047	8.5	オリブ黒(10Y3/1)
注入直後 【注入井付近】	5.6~5.7	粗砂	0.005	1.6	0.65	0.014	10.9	黒褐(10YR2/3)
	6.8~6.9	粗砂	0.001	1.7	0.85	0.029	7.2	暗褐(7.5YR3/4)
	9.3~9.4	粗砂	0.002	2.3	0.46	0.018	7.4	暗褐(7.5YR3/4)
	11.65~11.8	シルト	<0.001	1.7	0.79	0.025	7.2	暗褐(7.5YR3/4)

表-2 初期土壌および薬剤注入後土壌 (Bタイプ深さ約2m毎の段階注入) の分析結果

時期 【位置】	深度 (m)	土質	18号溶出量	19号含有量	底調法含有量		地盤工学会法	色調
			砒素 (mg/L)	砒素 (mg/kg・乾)	鉄 (%・乾)	マンガン (%・乾)	pH	
初期 【注入井】	5.7~5.8	粗砂	0.028	4.2	0.61	0.0067	10.2	オリブ黒(10Y3/1)
	6.4~6.5	粗砂	0.069	5.7	2.5	0.031	8.8	灰(5Y4/1)
	9.0~9.1	粗砂	0.012	6.5	0.32	0.0030	7.4	黄褐(2.5Y5/3)
	11.6~11.7	細砂	0.004	0.8	3.1	0.053	8.5	オリブ黒(10Y3/1)
注入直後 【注入井付近】	5.8~5.9	粗砂	0.005	8.4	0.82	0.013	7.8	暗オリブ褐(2.5Y3/3)
	6.7~6.8	粗砂	0.002	3.2	0.54	0.012	7.6	黒褐(7.5YR3/2)
	9.0~9.1	粗砂	0.001	2.1	0.70	0.034	7.8	暗褐(7.5YR3/4)
	11.2~11.3	粗砂	<0.001	0.6	0.47	0.012	7.5	褐(7.5YR4/4)

Bタイプともに約7m³とした。

表-3 初期地下水および薬剤注入後地下水の分析結果

4. 施工結果

1本あたりの注入は、約15時間要した。土質、層厚により異なるであろうが、今回は目詰まりして薬剤浸透が停止するなどの問題

時期	溶解性砒素 (mg/L)	蒸発残留物中の含有量		地盤工学会法	色調
		鉄 (%)	マンガン (%)	pH	
初期	0.42	2.5	0.055	3.3	にぶい黄(2.5Y6/4)
薬剤注入直後	0.002	15	1.1	5.3	赤褐(5YR4/8)
薬剤注入5日後	0.001	13	0.95	6.0	暗赤褐(5YR3/6)

もなく、無事に作業を終えた。表-1, 2には、A, Bそれぞれのタイプ注入井付近において薬剤注入後にボーリングし、土壌分析を行った結果を示している。表には注入井設置時の初期分析結果も併記している。A, Bタイプともに注入後の土壌溶出量は低下し、薬剤注入に伴う不溶化効果が確認される。表-1のAタイプ井戸付近のGL-11.6m付近はシルト主体の地層であったが、介在砂層もあって薬剤が浸透し、砒素濃度低下に至っている。一部の深度の土壌は、アルカリ性を示すpH値であり、この影響のためか比較的低濃度の土壌であっても、薬剤注入後の土壌溶出量は定量下限値未満には達しなかった。一部を除き薬剤成分の鉄、マンガンが注入後増加していること、どの深度においても薬剤の褐色が認められていることから、薬剤注入方法をA, B2種類設けたが差は見られなかった。また、地下水分析結果を表-3に示しているが、薬剤注入により基準適合になっている。よって、薬剤は歩掛の良いAタイプでの施工で問題ないといえる。

5. おわりに

ここでは、帯水層全体に薬剤が浸透し、効果が得られるかについて議論した。なお、使用した注入薬剤は、砒素の他、セレン、鉛にも効果があり²⁾、今後の別現場での適用を待って考察を深めていきたい。

【参考文献】1) 三浦俊彦, 他:酸化鉄粒子の注入による砒素汚染拡散防止技術の開発, 大林組研究所報, No. 78, 2014. 2) 土光政伸, 他: 重金属吸着能を持つ地盤注入用スラリー(酸化鉄系)の開発: 第21回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会, 2015.