

〈 目 的 〉

フッ素電気分解した汚泥は自然条件下においても、その乾燥性能は処理しない汚泥よりも良好であることが確認されている。しかし実用段階においては、より以上の早期硬化性が要求されることも考慮されなければならないだろう。そのため本研究では、特定の薬剤を処理汚泥に加えることによって乾燥性能を向上させることができるという想定により、まずケイ酸カルシウムとメチルアルコールを選定し、自然環境下でのこの2薬の処理汚泥に対する乾燥性能向上評価試験を行った。そして、その結果に対して分散分析法による統計解析を行った。(以後、処理とはフッ素電解処理を示す。)

〈 方 法 〉

一般下水処理場の活性汚泥法による余剰汚泥を原資料として用いている。余剰汚泥を次の条件下でフッ素電解処理した。

- (1)電解槽 20Lの亚克力製の直方体
 (2)極 板 陽極Al, 陰極Cu, 間隔10cm
 (3)電解電圧 5V-10A (4)電解時間 80分
 (5)添加薬剤(蒸発残留物重量当り)

FeCl₃ 10%, CaF₂ 5%, CaCO₃ 10%

フッ素電解した汚泥を等量ずつ蒸発皿にとり、乾燥促進剤を添加しないもの、ケイ酸カルシウムを重量の5%添加したもの、メチルアルコールを5%添加したものの3水準でデータを各7サンプルずつ作成した。ここで汚泥の乾燥性が良いとは勿論水分の蒸発が早いことが挙げられるが、その他に残留水分も大きな評価因子である。蒸発速度が早くても、汚泥中に水分が多量にいつまでも残存していたのでは実用上は意味がないのである。したがって、本研究では汚泥の乾燥硬化性能の尺度として、単位固形分重量あたりの残存水分重量を併用している。この値が小さいということは、汚泥が十分に乾燥していることを意味し、同じ期間をとれば蒸発速度と同等に取えよう。

乾燥条件は自然乾燥とし、直射日光の当たらない風通

日本大学生産工学部 正会員 金井昌邦
 日本大学生産工学部 正会員 奈良松範
 日本大学生産工学部 学生会員 土井仁司

しの良い場所にサンプルを静置した。測定時間間隔は、ストップウォッチ等により正確に測定した。その他の乾燥条件も各サンプルとも同一となるよう注意した。自然環境(天候等)による影響については、サンプル間程度のミクロな範囲では許しを考慮して差し支えないであろう。さらに、添加した薬剤は乾燥促進に効果を及ぼす他に、強度にも影響があることが予想される。強度に及ぼす影響を定量化する準備として、供試固化物表面の硬化度を測定して、その指標とした。すなわち、セメントの凝結試験に用いられるビカー針装置の始発針を用いて、その貫入量を測定し、貫入量の少ない供試体ほど表面硬化度が高いと判定した。

〈 結 果 〉

実験結果は表-1に示されている。表から明らかのように2種の薬剤を添加したものは、処理のみのものに比較して乾燥性が優れていることがすぐわかる。しかし、ケイ酸カルシウムとメチルアルコールの間の効果に差があまり認められない。したがって統計的に効果分析を行ない、その効果の差を分散分析により調べた。その結果が表-2であり、2薬間に乾燥効果に及ぼす影響の有意な差はないことがわかる。

また乾燥促進剤の硬化に対する寄与については表-3に示される。硬化度の比較のデータから明らかのように、フッ素電気分解によって処理されていない汚泥の硬化度が最も低く、その次に処理のみの汚泥と、ケイ酸カルシウムを添加した汚泥が同様の結果を得ている。このことからケイ酸カルシウムが汚泥の硬化度に影響を及ぼしていないことが推測できる。さらにメチルアルコールについては、その効果は乾燥促進のみでなく硬化度にも良い影響を及ぼしていることがわかる。

固化物の硬化度は全表面について一定とは言えないが、測定点は最もそのサンプルを代表している場所を採用しているので測定値にばらつきは少ない。

(今回は、すべてのサンプルとも(乾燥部分/湿潤部分)の比が高いので乾燥部分で測定している。)

表-1のデータを見ただけではわかりにくい。促進剤を加えた固化物は視観察によっても乾燥度の相違が認められる程である。したがって、最終含水率の約15%の差は大変大きいことがわかる。(表1より算出)

〈 考 察 〉

フッ素電解処理とメチルアルコールは、明らかにフッ素電解処理汚泥の乾燥促進に効果を持っていることがわかった。しかし今回の実験では、乾燥促進に及ぼす薬剤量の判定がなされておらず、実際には、より少量の薬剤で有効な結果を得られる可能性もあり、今後は薬剤量の最適値の決定という問題が残されている。添加薬剤の硬化度への習性については、メチルアルコールに顕著な効果が認められ、メチルアルコールは乾燥促進と硬化度の両方に良い影響を及ぼすことがわかった。フッ素電解処理汚泥の脱水効果は共に良く知られているものであるが、フッ素電解処理しない汚泥に加入しても同様の効果は得られないであろう。汚泥は乾燥の際に、表面だけ早く乾燥硬化し皮膜を形成するので、内部の水分子が自由に空間に拡散する確率が減少する。このことが汚泥の乾燥を妨げる最大の要因となっている。特に、本実験では汚泥乾燥容器として蒸発皿を用いているので、蒸発は上面部分に限られ効率低下している。したがって、外気との有効接触面積を増加させる乾燥方法を用いれば、より良い結果が得られよう。実用段階においては、汚泥の下部に砂および砂利等を敷設し下方から水分の分離を行えば、汚泥の乾燥速度を早めることが可能である。

すでに、フッ素電解処理によって結合水は自由水化されているので、あとは皮膜形成前に内部まで乾燥させることが要求される。今回の結果で、乾燥促進剤の添加だけでも最終時には94~99%の水分が除去され、その効果が確認されたが砂層補助によれば、より短時間で所要の乾燥度を得られよう。これは今後の課題でもある。

表-1において

W_i: 始発重量

W_e: 最終重量

W_f: 蒸発残留重量

W₀: 容器重量

S: 固形物重量

Me: 効果率

* 小数第3位四捨五入

表-1 乾燥効果

(単位 g)

No	フッ素電解処理のみ						
	1	2	3	4	5	6	7
W _i	75.60	76.68	80.19	77.64	74.92	76.70	82.85
W _e	49.63	49.95	52.95	51.48	49.45	49.90	54.65
W _f	36.87	35.17	37.32	36.57	38.00	36.89	36.17
W ₀	34.18	32.27	34.27	33.73	35.44	34.26	32.98
S	2.69	2.90	3.05	2.84	2.57	2.63	3.19
Me	4.74	4.74	5.12	5.25	4.45	4.95	5.79

No	処理 + フッ素電解処理						
	1	2	3	4	5	6	7
W _i	80.35	74.47	78.91	76.86	77.35	78.26	72.76
W _e	46.75	43.21	46.69	44.16	46.00	47.17	44.46
W _f	41.11	39.56	40.45	39.96	42.41	40.56	42.08
W ₀	34.30	33.13	33.71	33.78	36.07	34.12	35.79
S	2.81	2.43	2.54	2.19	2.34	2.44	2.29
Me	2.01	1.50	2.40	1.92	1.54	2.71	1.08

No	処理 + メチルアルコール						
	1	2	3	4	5	6	7
W _i	82.01	70.77	75.96	80.85	77.25	74.90	78.43
W _e	45.67	37.17	40.32	45.29	41.54	40.53	44.65
W _f	38.22	35.20	36.54	36.90	37.65	35.90	37.92
W ₀	33.91	32.67	34.08	35.31	35.39	33.20	35.24
S	2.99	2.54	2.46	2.91	2.25	2.69	2.68
Me	2.93	0.78	1.54	2.19	1.73	1.72	2.51

表2 分散分析表

要因	自由度	平方和	分散	分散比	純変動	寄与率
一般平均	1	50.5	50.5	12.19	50.1	89.8
級間	1	0.006	0.006	0.01	0	0
誤差	12	4.89	0.41		5.71	10.2
総	14	55.4			55.8	100.0

表3 硬化度

(単位 mm)

	1	2	3	4	5	計	平均
無処理	6.0	4.5	5.0	5.0	6.5	27.0	5.4
処理	1.5	1.5	2.0	1.5	2.5	9.0	1.8
フッ素電解処理	2.0	1.5	2.5	2.0	2.0	10.0	2.0
CH ₃ OH	0.5	1.0	1.5	0.5	0.5	4.0	0.8