

五洋建設(株)技術研究所 正員 伊 富 範 有
大 木 晴 実

1. はじめに

ポンプ式送水船による海面埋立工事において、埋立地から放流される余水の水質規制(SSなど)が、水質環境保全の観点から、今後益々厳しくなる傾向である。したがって、埋立工事の計画段階や工事着手前において、埋立余水の水質、特にSSの濃度を適確に予測し、余水処理対策を検討することが必要である。

しかし、現状は、泥水の沈降試験などに行われるものの、予測方法が確立されておらず、十分に検討が行われず、余水処理対策が不十分であったり、逆に不経済な余水処理施設を設けたりする例が多いようである。

このような背景から、簡単な室内沈降試験を行い、試験結果をもとに埋立余水濃度を予測する手法を検討する一環として、まず、泥水の沈降試験方法を見直すことに主眼をおき、泥水濃度、沈降管径および濁りの計測深度を変化させ沈降試験を行った。

2. 実験内容

実験に使用した土砂は、比重:2.66、含水比220%、砂分:1.4%、シルト分:38.2%、粘土分:60.4%の粘土で、泥水作成用の水は、アクアマリン(商品名)を溶解した人工海水を使用した。

表-1に実験条件を示すが、泥水の原水濃度は48800mg/l~379mg/lで10水準、沈降管径はφ138mmとφ60mm、濁りの計測深度は水面下10cmと20cmの2水準とした。

写真-1に濁度計および試験状況を示すが、試験の手順は、調整泥水を各容器(φ60×450、φ138×500)に投入した後、泥水中に気泡が入らないように攪拌板で1分間攪拌し、次に、濁度計センサーを設定深度に設置し、静置1分後から計測を開始する方法で、2日後を最終計測時間とした。

濁度計は、測定範囲0~3000カオリン濁度の透過光式で、得られた濁度値は、別に試験し求めた濁度とSSの相関式によりSSに換算した。

3. 実験結果および考察

図-2に静置時間 t と水面下10cmにおけるSS濃度の関係を示す。図-2によれば、静置時間10~30分程度を境として、静置時間が大きい場合にはSS濃度は、原水濃度が異なり、ほぼ同等の値であるといえる。

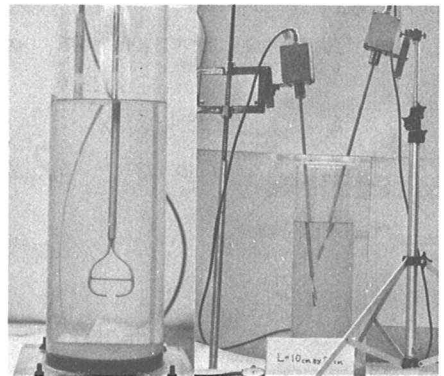
静置時間 $t=10\sim1000$ 分のデータにより求めたSSの t への回帰式は

$$SS = (900 \sim 4400)t^{-(0.55 \sim 0.85)}$$

で表わされ、 $t=1$ 分におけるSS値900~4400mg/lは、濁りに関するSS濃度(汚濁発生源)とみることが出来る。

表-1 実験条件

ケースNo	泥水濃度 mg/l	管径 mm	深度 cm
1	48800	138	10
2	22900	138	10
3	8510	138	10
4	7730	138	10
5	5250	138	10
6	4120	138	10
7	2710	138	10
8	1030	138	10
9	937	138	10
10	379	138	10
11	22900	60	20
12	8510	60	20
13	7730	60	20
14	5250	60	20
15	4120	60	20
16	2710	60	20
17	1030	60	20
18	937	60	20
19	379	60	20
20	22900	60	10



(a) 濁度計 (b) 試験状況
写真-1 濁度計および試験状況

通常のポンプ船埋立における炭素泥水濃度に近い48800 mg/lの場合、875mg/lであり、大部分のSSは短時間で沈降し、長時間多量しないといえる。

本実験では、水面下10cm（一部20cm）における濁りを測定した。したがって、10cmを静置時間tで除した値は、時間tにおいて水面下10cmを通過する最も大きい粒子の沈降速度であると同時に、理想的な静的沈降池における水面積負荷Q/Aである。

時間tにおけるSS濃度SSiを原水濃度SSoで除した値SSi/SSoをSS残留率と定義し、関係図を図-2に示す。

前述したとおり、上澄水SS濃度は10〜30分以上になると原水濃度に関係なく、ほぼ同等の値となるため、SS残留率は図-2に示すように原水濃度SSoの違いにより大きな巾をもつことになるが、各曲線は、ほぼ平行移動した曲線となっている。

図-2をもとに、実際の埋立余水濃度を予測することが可能である。

予測するためには、埋立地の面積A（㎡）、ポンプ船湯泥水量Q（m³/h）および炭素泥水のSS濃度SSoが必要で、埋立進捗率に対比した水面積Aを決定し、Q/AにおけるSSi/SSoを読みとりSSoを乗ずれば、余水濃度の予測値を得ることができる。

実際の埋立地は、形状や炭素土砂は出口と余水吐との位置関係から理想的な静的沈降池とはいわがたく、埋立進捗に伴い、水面積、水深とも時々刻々と変化しているが、施工計画をもとに、埋立の各段階における有効面積や水深を把握すれば、余水濃度をかなり精度よく予測することができると考えられる。

図-3は、SS残留率（10〜1000分間）の最小有意差法（Least Significant Difference）による危険率5%における各実験ケース間の有意差の推定結果である。

図-3の横軸は実験ケース番号、縦軸はlog（SS残留率（%））、×印は平均値、I印は危険率5%における平均値の信頼区間、a〜hは実験ケースをグループ分けした場合の仮のグループ名である。

グループaとbは、明らかに異なり（有意差がある）、cとcdは異なるとはいえないグループ（有意差はない）である。

図-3によれば、濃度間には有意差が認められるが、沈降管径および濁りの計測深度間には、有意差は認められない。

しかし、計測深度間（No.5と6およびNo.15と16）は、有意差はないが、多少差があり、水面下20cmの方が平均値は小さく傾向がある。これは、粒子の沈降距離が異なるため、水面下10cmより20cmの方がフロックの成長がよいためと考えられる。したがって、沈降試験に供する沈降管φ60mmでよく計測深度は、10cm程度が適当であるといえる。

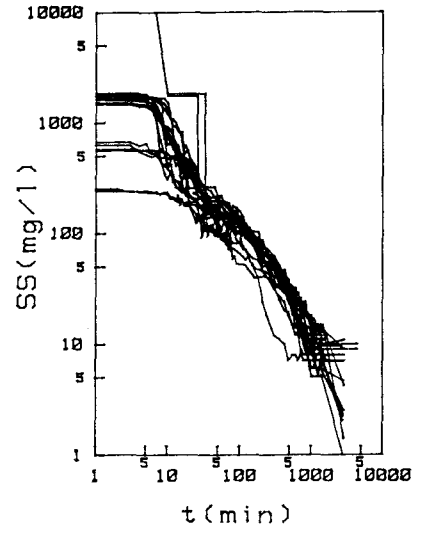


図-1 静置時間tとSS濃度

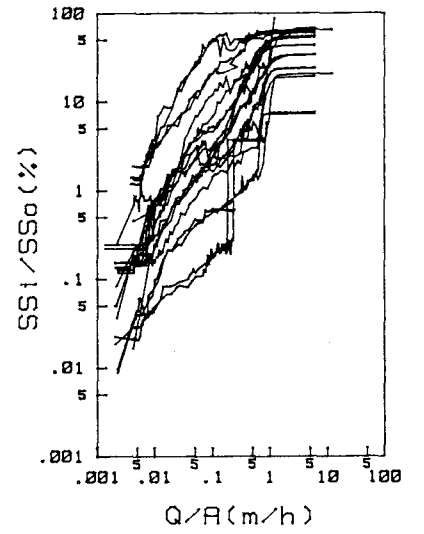


図-2 水面積負荷Q/AとSS残留率SSi/SSo

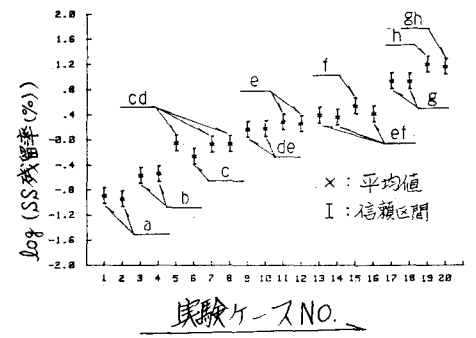


図-3 SS残留率の有意差の推定(L.S.D法)