

室蘭工業大学 学生員 高崎 正広
 北海道庁 正員 田中 洋海
 室蘭工業大学 正員 穂積 準

1. はじめに 建設工事に伴って発生する排水は、水質汚濁防止法による排水基準が適用されないこともあって、従来は未処理のままあるいは簡便な処理を施した後放流されてきたが、工事排水による水質汚濁、水棲生物や農作物への影響が懸念されるため、現在では条例、協定等により規制を受けることが多くなり、これを減らすための処理が必要となっている。建設工事排水は通常現場の地質、骨材洗淨に由来する土砂にセメントなどが混入したものであるが、止水、地盤強化を目的とした薬液注入工法、掘削、ボウリングに泥水工法などを伴う場合にはさらに使用薬材が混入してくる。注入工法に使用される薬液は建設省の暫定指針発表以後は水ガラス系のものに限り、現在最も広く用いられている懸濁液型注入材は水ガラスとポルトランドセメントからなるLW-1号と、これにベントナイトを加えたLW-2号である。また、工事用泥水としてはベントナイトを主材とするものが多く用いられている。そこで、建設工事排水の処理に関する研究に当たって、水ガラス-セメント系及び水ガラス-ベントナイト系懸濁液の凝集について検討を行なった。

2. 実験方法 実験はベントナイトとポルトランドセメントをそれぞれ1000 ppmとなるように水道水に添加した懸濁液及びこれらに水ガラスを所定量添加したものを供試液とし、凝集剤として硫酸アルミニウムを用いて行なった。実験手順は次のようである。(1)供試懸濁液に凝集剤を所定量注入し、HCl溶液、NaOH溶液を用いてPHが予期した一連の値となるように調整する。(2)ジャーテスターにより140rpmの急速撹拌を5分、50rpmの総速撹拌を30分行なった後、(3)15分及び30分静置後の上澄水の残留濁度とPHを測定する。(4)再び170rpmの急速撹拌を行なってフロックを破壊し、そのゼータ電位を顕微鏡電気泳動法により測定する。なお、水ガラス添加懸濁液の場合には上澄水の溶解性珪酸をあわせて測定した。

3. 実験結果と考察 図-1~3は1000 mg/lのポルトランドセメント懸濁液に凝集剤をそれぞれ0, 20, 40 ppm添加し、系のPHを変化させた場合の上澄水濁度と粒子のゼータ電位を示したものである。凝集剤無添加の場合でも、セメント粒子の沈降速度が大きいので全般的に上澄水濁度が低い。また、上澄水濁度はPH5付近で極小となり、PH9.5以上で50ppm以下となっており、2つの凝集域が存在することを示している。高PH領域における凝集はセメント中のCaOの加水分解によって生ずる $\text{Ca}(\text{OH})_2$ によるものと考えられ¹⁾、PH5付近における凝集はセメントから溶出した Al_2O_3 、 Fe_2O_3 の加水分解物であるAl、Feの水酸化重合物によるものと考えられる。凝集剤を20, 40 ppm添加すると、図-1の濁度曲線のPH6~9における山の部分がたゞれ、PH5以上の全域が凝集域となる。セメント懸濁液の凝集処理においては、セメント中に凝集剤として作用する成分が含まれているので、これを補う量の凝集剤を注入すれば良いものと考えられる。また、図-1~3の凝集域における粒子のゼータ電位は-18mV程度であるから、この点からはゼー

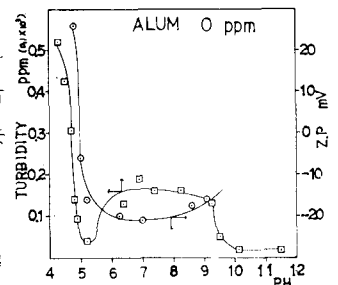


図-1

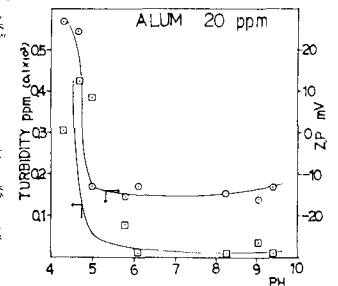


図-2

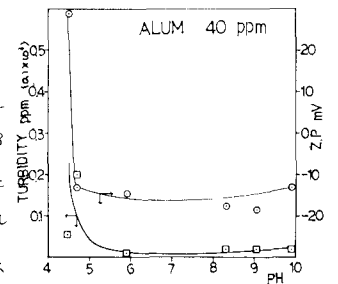


図-3

タ電位を上記の値よりプラス側に持ち果たせば良いものと考えられる。

図-4~7はベントナイトのみ及び水に水ガラスを添加した懸濁液に対する結果を示したものである。凝集剤無添加の場合にはゼータ電位はほぼ-20mV以下で凝集域は存在しないが、ベントナイトのみの懸濁液に凝集剤に20ppm添加すると、PH6以下で粒子は凝集し、さらに凝集剤を40ppm添加すると凝集域が高PH側に拡大してゆく。ベントナイトに3.0g/lとなるように水ガラスを添加した場合には、凝集剤添加量500、1000mg/lの場合でもPH4を除いてほとんど凝集せず、凝集剤添加量2000ppmでPH4~5の領域に凝集域が表われるに過ぎない。また、この場合、PH7~8以上の高PH側で、凝集が部分的に生じ、濁度曲線はPH6~7に極大値を持つ上に凸の曲線となる。さらに、凝集剤注入量を3000mg/lと増すと、濁度曲線の山がぶれ、PH6.5~7の弱酸性領域を除いた低PH側と高PH側が凝集域となる。ベントナイトのみ及び水ガラス-ベントナイト系懸濁液の凝集域におけるゼータ電位の下限はセメント懸濁液の場合とほぼ同じである。同様の実験を水ガラス添加濃度を変化させて行ない、所要凝集剤量と凝集PH域の関係を求めた。図-8はその結果を示したものである。水ガラス濃度0、すなわちベントナイトのみの場合には、所要凝集剤量は極めて少なく、その凝集PH域は凝集剤添加量の増大とともにPH7.5程度まで拡大する。この場合は当然のことながらAl₂O₃の加水分解重合物によるものである。水ガラスを添加した場合には所要凝集剤量は著しく大きくなり、PH6ではベントナイトのみの場合の50~数百倍となる。この場合の凝集PH域は凝集剤注入率の増大とともにPH4.0付近から高PH側に拡大してゆくと共に、PH7以上アルカリ側にも凝集PH域が表われ、さらに、凝集剤の入量を増してゆくと中甸のPH領域においても凝集が生じ、凝集域は全PH領域に拡大される。この場合の高PH領域における凝集はSi-Al重合ゾル、Alの水酸化重合物とSiO₂の共凝ゲルによるものと推察される。図-9は水ガラス-ベントナイト系懸濁液を凝集処理した際の上澄水のSiO₂濃度を示したもので、凝集剤注入量の増大と共に残留SiO₂は減少し、SiO₂、凝集剤及びベントナイトの向に反応が生じていることを表わしているものと考えられる。水ガラス系懸濁液についても同様の実験を行なったが、水ガラス-ベントナイト系の場合とほぼ同じ結果が得られた。

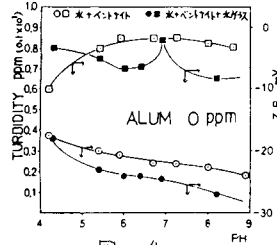


図-4

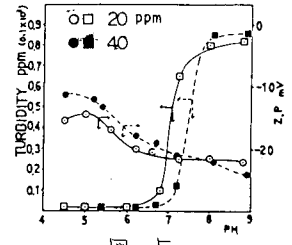


図-5

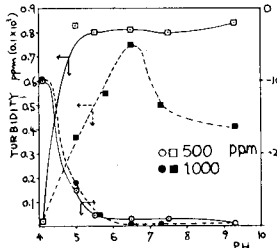


図-6

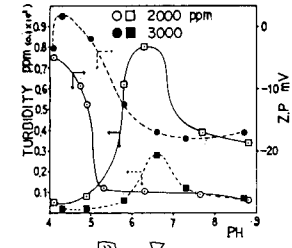


図-7

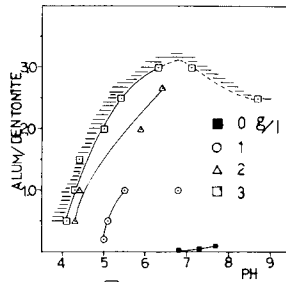


図-8

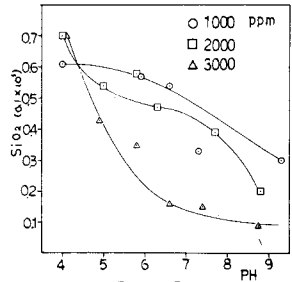


図-9

とほぼ同じである。同様の実験を水ガラス添加濃度を変化させて行ない、所要凝集剤量と凝集PH域の関係を求めた。図-8はその結果を示したものである。水ガラス濃度0、すなわちベントナイトのみの場合には、所要凝集剤量は極めて少なく、その凝集PH域は凝集剤添加量の増大とともにPH7.5程度まで拡大する。この場合は当然のことながらAl₂O₃の加水分解重合物によるものである。水ガラスを添加した場合には所要凝集剤量は著しく大きくなり、PH6ではベントナイトのみの場合の50~数百倍となる。この場合の凝集PH域は凝集剤注入率の増大とともにPH4.0付近から高PH側に拡大してゆくと共に、PH7以上アルカリ側にも凝集PH域が表われ、さらに、凝集剤の入量を増してゆくと中甸のPH領域においても凝集が生じ、凝集域は全PH領域に拡大される。この場合の高PH領域における凝集はSi-Al重合ゾル、Alの水酸化重合物とSiO₂の共凝ゲルによるものと推察される。図-9は水ガラス-ベントナイト系懸濁液を凝集処理した際の上澄水のSiO₂濃度を示したもので、凝集剤注入量の増大と共に残留SiO₂は減少し、SiO₂、凝集剤及びベントナイトの向に反応が生じていることを表わしているものと考えられる。水ガラス系懸濁液についても同様の実験を行なったが、水ガラス-ベントナイト系の場合とほぼ同じ結果が得られた。

4. あとがき 建設工事排水の凝集に就いて実験を行ない、所要凝集剤量は水ガラスの混入量によって著しく相違すること、また、凝集臨界ゼータ電位の下限はおおよそ-18mV程度であることを示した。最後に、本研究を行なうにあたり荒木智三、上野寛昭両君の協力を得たことを付記し、感謝の意を表したい。

<参考文献> ① W.フェルコン(徳語訳); セメント・コンクリート化学、技報堂、1982 ② 坪井直道; 薬液注入工法の実験、鹿島出版、1980