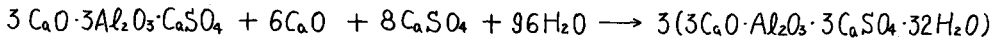
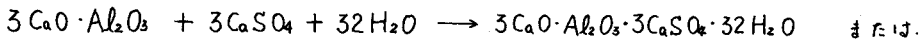


新潟大学大学院生 学生会員 ○ 堀内俊男  
 新潟大学 正会員 米山絃一  
 新潟大学 正会員 松野操平

### 1. まえがき

カルシウムサルホアルミネート系のセメント用膨張性混和材（以下CSAという）は、高含水汚泥を固形化するのに効果があるのではないかと考えてみた。その理由は次のようである。

高含水汚泥を固形化する1つの方法は、その水分を脱水するか、何かの結晶水に変えることである。セメント100gが完全に水和するのに必要な水量は計算では約28gといわれている。また生石灰CaO 100gが消石灰Ca(OH)<sub>2</sub>に消化するには約32gの水が必要である。一方CSAの膨張成分であるエトリンガイトの生成反応式



によれば、アルミン酸3石灰と石膏を合わせて100g、またはアウインと石灰および石膏を合わせて100gが完全に水和するには約85gの水が必要となる。CSAの成分が全てエトリンガイト生成のために消化されるわけではないにしても、CSAの高い吸水性からこの種の混和材を用いて高含水汚泥を固形化しうることが推察される。

### 2. 実験方法

固形化の対象とした高含水汚泥は浄水場の汚泥と骨材プラントの汚泥の2種類である。前者はフロック形成池において原水に硫酸ばん土と消石灰とを混和してフロックを形成させ、そのフロックが沈降して堆積したものである。後者は骨材を水洗いした際の汚水から分級した微細粒の堆積したものである。これらの汚泥の粒径分布を図1に示す。汚泥の比重、および有機物含有量も図1に示す。なお実験に際しては汚泥の含水比を200%もしくは100%とした。

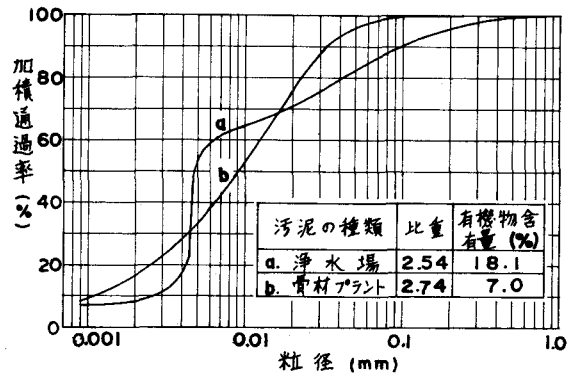


図1

汚泥を固形化するための混和材としては、普通ポルトランドセメント(C)、生石灰(L)、生石灰を主体とした脱水材(P)、2種類のCSA系混和材(Q、R)の計5種類を選定した。なお混和材と汚泥の混合比を1/3、1/5、1/10、および1/20とした。

混和材混合による汚泥硬化度および硬化速度を調べる方法としては、セメントの物理試験方法(JIS R 5201)の強さ試験およびプロクター貫入抵抗試験(ASTM C 403-65T)を採用した。

上記の各条件を組合わせて実際に実験を行った内容の一覧を表1に示す。

### 3. 実験結果

図2はプロクター貫入抵抗値を用いて各種混和材の汚泥固形化能力を比較したものである。仮定通りCSA系の混和材はセメントや生石灰(系)に比べ数倍の固形化能力を有することが認められた。生石灰(系)の場合材令7日までにほぼ最終硬化度近くに達し、その後の硬化度増進は少なかった。一方CSA系の場合材令7日以後にお

表1

| 試験内容     |       | プロクター貫入試験 |      | 強度試験 |     |
|----------|-------|-----------|------|------|-----|
| 汚泥含水比(%) |       | 100       | 200  | 100  | 200 |
| 材令(日)    |       | 1~14      | 1~14 | 7    | 14  |
| 混和材(重量比) |       | 1         | 1    | 1    | 1   |
| 汚泥       |       | 3         | 5    | 10   | 20  |
| 浄水場汚泥    | 混和材 C |           |      | ○    |     |
|          | 混和材 L |           |      |      |     |
|          | 混和材 R | ○         | ○    | ○    | ○   |
| 骨材プラント汚泥 | 混和材 P |           |      | ○    |     |
|          | 混和材 Q |           |      | ○    |     |
|          | 混和材 R | ○         | ○    | ○    | ○   |

いても相当の硬化度増進を示した。同じCSA系であってもQとRではRの方が固形化能力が大きかった。このように固形化能力に差が生じる原因としては、それらの成分や製造方法の相違が(i)生成物が化学的に必要とする水量の大小、(ii)生成物の比表面積の大小、(生成物の表面に吸着される水量の大小、生成物間の界面力の大小)(iii)反応熱による水分蒸発量の大小、(iv)ポゾラン反応量の大小、といった汚泥固形化要因に差をもたらすためと考えられる。また同一のCSA系混和材Rを用いても汚泥の種類が異なることによって硬化度および硬化速度に差が生じた。浄水場汚泥の場合には、骨材プラント汚泥の場合と比較して、材令7日までの硬化度は大きかったが材令14日における硬化度は逆に小さくなった。これは浄水場汚泥の場合有機物含有量が大きいこと、汚泥が硫酸ばん土や消石灰により、前処理されたものであること、などの影響によるものと思われる。

図3はCSAと汚泥との混合比と硬化度との関係をプロクター貫入抵抗値を用いて示した1例である。横軸に混合比を縦軸にプロクター貫入抵抗値をそれぞれ対数目盛で目盛った直角座標系に実験結果をプロットすると、汚泥の含水比が一定の場合、両者の間にはほぼ直線関係の存在することが判明した。

図4は固形化した汚泥の圧縮強度とプロクター貫入抵抗値との関係を図示したものである。横軸に圧縮強度を縦軸にプロクター貫入抵抗値をそれぞれ対数目盛で目盛った直角座標系においては、両者はほぼ直線関係であることが判明した。汚泥の含水比が200%であってもCSA系混和材Rを汚泥重量の20%混合することによって、材令7日以後には埋立に使用できる程の10 kg/cm<sup>2</sup>以上の圧縮強度が得られた。

図3および図4の結果から両対数目盛の直角座標系においては、固形化前の汚泥の含水比が一定の場合、固形化した汚泥の圧縮強度とCSA汚泥比との間には直線関係が存在することは明白である。

#### 4. あとがき

実験の範囲が限られたものではあるが、今回の実験から高含水汚泥の固形化におけるCSA系混和材の有効性の一端が得られた。今後はCSA系の混和材で固形化した汚泥について、長期強度、地下水や雨水の浸透による軟化の有無、重金属等の有害物質を含む汚泥にあってはそれらの溶出の有無、金属の腐食等の有害な副作用の有無、また増量材としてセメント等を併用した場合の特性などについて検討する必要がある。最後に、今回の基礎的研究を行うに当たり御協力頂いた東洋電気通信株式会社の岩刺清氏に感謝し、厚く御礼申し上げます。

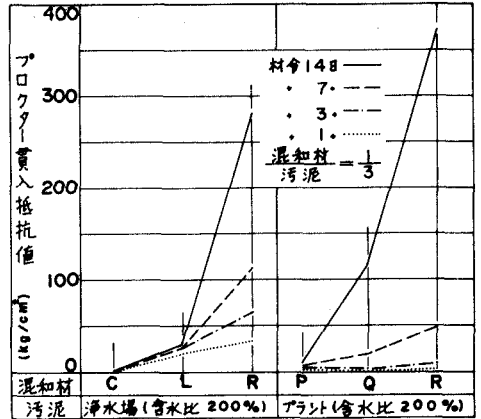


図2

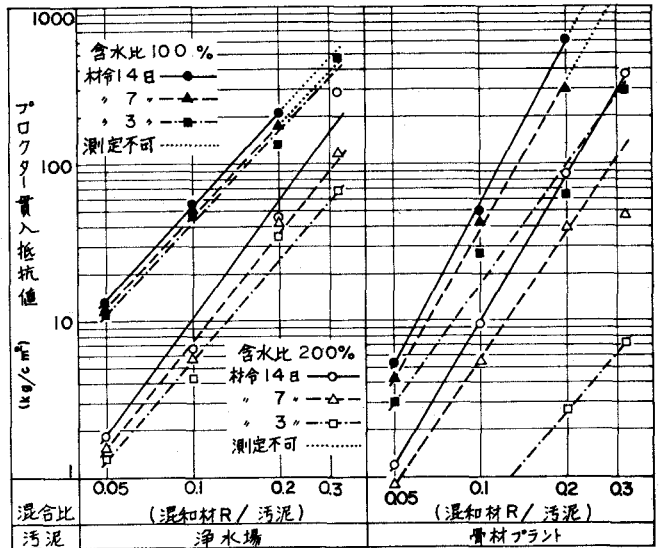


図3

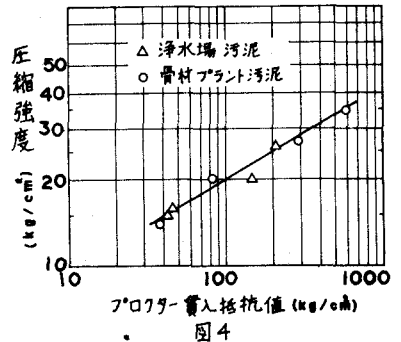


図4