

1. まえがき 石灰安定処理土の強度発現に関係の深いものとして、ポゾラン反応等の反応生成物の存在が論じられることが多い。しかし、その定性的・定量的な検討は十分には行われていないのが現状である。本報告は、この様な観点から、反応生成物を人為的に作製し、その形態や特徴を解明すると共に、石灰安定処理土内の反応生成物の判定に適用しようとするものである。

2. 実験方法 石灰と土のポゾラン反応生成物としては、 $C(CaO)$, $S(SiO_2)$, $A(Al_2O_3)$, $H(H_2O)$ の組合わせにより、主としてCSH系, CAH系, CSAH系のものが存在するといわれている。そこで、次の材料をピー

カー中で混合することにより、上記の反応生成物を作製した。

- { CSH系 — ケイ酸ソーダ, 消石灰, 水
- { CAH系 — アルミニウム粉末, 消石灰, 水
- { CSAH系 — 硫酸アルミニウム, 消石灰, 水

この操作により得られた固化物を、熱分析, X線回折および電子顕微鏡にて分析した。そして、これらの結果をもとにして、石灰処理土中の反応物について検討を行う。石灰処理土としては、愛知県小原村産のまさ土を消石灰と水砕スラグにより処理したもの(前報¹⁾参照)を用いた。

3. 主な反応生成物の特徴 人為的に作製した三種類の反応生成物の熱分析曲線を図-1に、X線回折図を図-2に、さらに、電子顕微鏡写真を写真1~3に示した。

(1) CSH系反応生成物: ケイ酸ソーダと消石灰による固化物の熱分析曲線(図-1(a))によると、 $120^{\circ}C$, $490^{\circ}C$, $730^{\circ}C$ に吸熱ピークがみられる。このうち、 $490^{\circ}C$ は消石灰($Ca(OH)_2$)

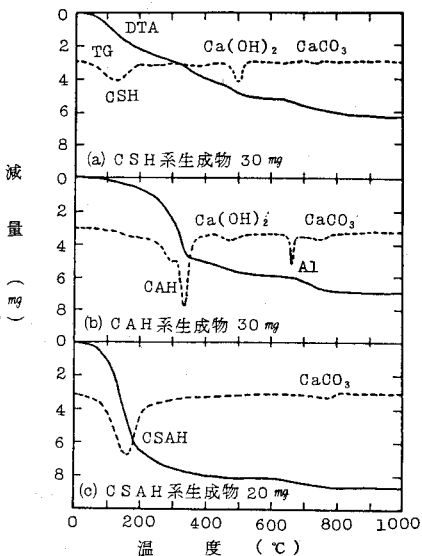


図-1 各種反応生成物の熱分析結果

$730^{\circ}C$ は炭酸カルシウム($CaCO_3$)のものであるので、 $120^{\circ}C$ 付近のピークがCSH系反応生成物の脱水によるものと考えられる。さらに、 $350 \sim 650^{\circ}C$ の減量曲線の一定勾配からもCSH系が確認できる。一方、写真-1でも、雲状の $CaCO_3$ の他に、葉巻状のCSH系反応生成物がみられる。しかし、図-2(a)に示すX線回折図ではCSH系が確認できなかった。

(2) CAH系反応生成物: 図-1(b), 図-2(b), 写真-2はアルミニウム粉末と消石灰との固化物である。熱分析曲線(図-1(b))によると、 $330^{\circ}C$ 付近に大きな吸熱ピークがあり、 $490^{\circ}C$, $670^{\circ}C$, $750^{\circ}C$ にもピークがみられる。 $490^{\circ}C$, $750^{\circ}C$ は $Ca(OH)_2$ と $CaCO_3$ であり、 $670^{\circ}C$ はアルミニウムであるから、 $330^{\circ}C$ の大きな吸熱ピークがCAH系反応生成物であると考えられる。図-2(b)のX線回折図でもこれらのピークが明瞭に現われている。また、写真-2ではアルミニウム粒子の表面全体に、四角形または六角形の板状の反応生成物がみられる。

(3) CSAH系反応生成物: 図-1(c), 図-2(c), 写真-3は硫酸アルミニウムと消石灰の生成物である。熱分析曲線(図-1(c))によると、 $110^{\circ}C$ 付近から大きな吸熱ピークがみられる。これは、

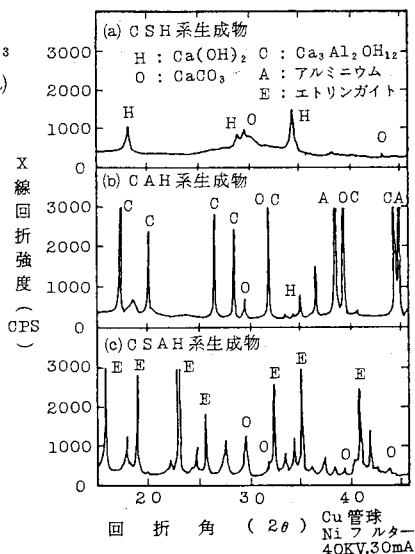


図-2 各種反応生成物のX線回折図

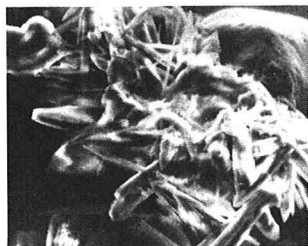


写真-1 CSH系反応生成物

20μm

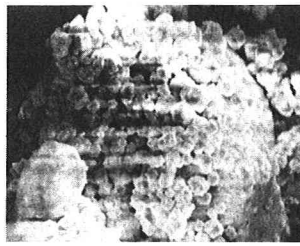


写真-2 CAH系反応生成物

20μm

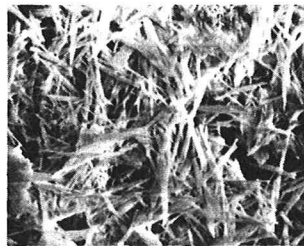


写真-3 CSAH系反応生成物

5μm

結晶水が47%もあり、その3/4が110℃で失われるエトリンガイト($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$)と考えられる。そして、図-2(c)のX線回折図にも明らかなピークとして現われ、電子顕微鏡においても写真-3にみられる様に、多量の針状の反応生成物が存在する。

4. 石灰安定処理土中の反応生成物 前報⁹⁾に示したように、まさ土の石灰安定処理土の強度は、消石灰と水砕スラグの配合比〔まさ土の乾燥重量に対する(消石灰, 水砕スラグ)の百分率〕が(0,0), (0,5), (5,0), (5,5)の順に、後者ほど高い。ここでは、反応効果の違いが最も大きい(0,0)および(5,5)について検討する。両者の16週養生後の電子顕微鏡写真が、写真-4, 5である。写真-4はまさ土粒子がみられるのみで、その空隙は大きい。写真-5は明らかに反応の進んだ様子が観察でき、反応生成物としてCSAH系に似た針状の物質が存在するし、粒子間の空隙は雲状物質で埋められてい

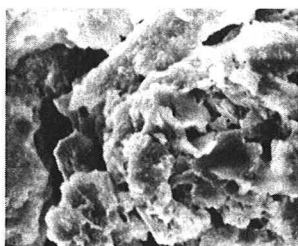


写真-4 まさ土粒子

5μm

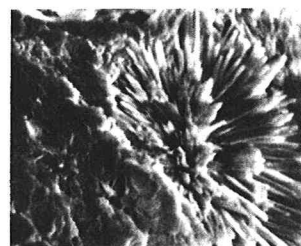


写真-5 石灰と水砕スラグで処理したまさ土

5μm

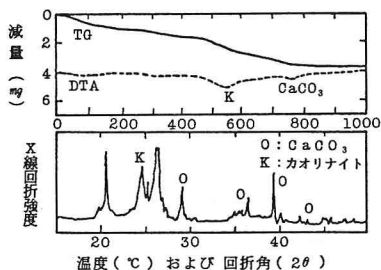


図-3 石灰処理まさ土の分析結果

る。この雲状物質は CaCO_3 であると考えられる。

次に、反応生成物の同定のために、熱分析とX線回折を行った。その結果が図-3である。これによると CaCO_3 のピークは存在するが、電子顕微鏡で観察されたCSAH系のピークは小さくて判別できない。これは、CSAH系の反応生成物の量が少ないためであると考えられる。そこで、今回用いたX線回折装置での反応生成物の判定限度を調べるために、まさ土にCSAH系の反応生成物を混合した結果が図-4である。まさ土重量に対してCSAH系反応生成物が約1

%含まれていると、X線回折のピークがわずかに出現し、含有量が5%になるとピークは大きく明瞭となる。これは熱分析でも同様である。従って、図-3の処理土中ではCSAH系反応生成物が1%以下であると判断できる。

このように、砂質土であるまさ土の石灰安定処理では、CSH系CAH系およびCSAH系の反応生成物は微量であり、熱分析やX線回折では確認することが困難である。そして、石灰安定処理まさ土の強度には、 CaCO_3 が有効に働いていることが再認識できた。

5. あとがき 石灰と土との反応において生成するとされている物質について、熱分析、X線回折および電子顕微鏡写真の特徴を明確にできた。また、これら反応生成物の同定には、その重量割合が少なくとも1%以上にすることが必要であり、今後、処理土からの抽出方法等を検討する必要がある。

参考文献 1) 松尾, 澤, 友久: 水砕スラグを添加したマサ土の石灰安定処理について(3), 第19回土質工学研究発表会講演集, 1984.

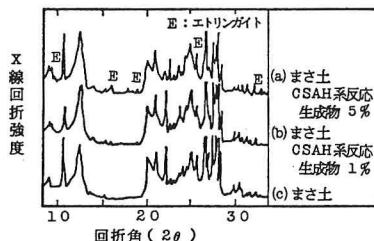


図-4 まさ土とCSAH系反応生成物混合物のX線回折図