

電気化学中央研究所 正員 麓 巖
 “ 安藤 哲也
 “ 木下 旭

1 まえがき

本文は、排脱石膏（以下石コウ）の有効利用に関するものであり、含水状態のままの石コウに生石灰およびアルミ屑としてアルミ残灰を加え、いわゆる $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{CaSO}_4$ 系の水和物を生成させて、その膨張性と吸水性を水分の多い軟弱地盤の改良へ適用するため、膨張量（容積変化）、吸水量および圧縮強度試験からその有用性を求めたものである。

2 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{CaSO}_4$ 系（以下 C-A-S 系）について

C-A-S 系の水和機構あるいは容積変化に関する内外国の研究は、かなり多い。この系の水和反応時に起す物性は、容積膨張と多量の水和水を必要とすることであつて、例えば、容積変化比は 0.9 倍、1 gr 当り 0.85 gr の水和水を結晶水に変えてトリニジヤイトを生成させることも容易である。したがつて、C-A-S 系が含水の多い軟弱地盤で果たす役割は、吸水と膨張による周辺土壌の固結と圧密であり、更に Al_2O_3 源として、土壌中の粘土（アロフェン、ハロサイト他）にも求め地盤を固結強化する有利性および石コウ中の硫酸イオンの溶出をほとんど溶出性のない水和水に変えることに特徴がある。

3 実験結果および考察

図-1 は、C-A-S からなる 3 成分系図で本実験で用いた石コウ (G)、アルミ残灰 (Ae) および生石灰 (L) の配合割合でもあり、その例を表-1 に示した。図-1 にみられるように Al_2O_3 と CaO が増加する系に分れており、これに対応して CaSO_4 が変化している。実験は、主にこの図に準じて進めた。

図-2 は、Ae の混入量と容積変化および圧縮強度の関係を示す。この図から、Ae の混入量が増加するにつれて容積変化が大きくなっているのが認められる。例えば、 $\text{Ae}=0\%$ の場合、 $\text{L/G}+\text{Ae}=22\%$ 混入されているにもかかわらず、ほとんど膨張している傾向はなげ、 $\text{Ae/G}+\text{L}=38\%$ になると膨張側にあり、反応の進行につれてゆっくり反応速度で進んでいるようである。

また、圧縮強度は、容積変化が大きくなるにつれて低下したかと思つたより低下しなかった。

図-3 は、Ae と L の混入量を変えた場合の水和反応に消費された水和水量を示したものである。これによると、つぎのことが認められる。すなわち、Ae が増加する系では、常に L 量は一定であり、同様に L の場合 Ae は一定であることから $\text{Ae/G}+\text{L}=0\%$ では、G と L だけで水和水は L の消化反応に消費され、その値が 0.27 gr である。また、 $\text{L/G}+\text{Ae}=0\%$ では、G と Ae だけであり Ae 単独で 0.17 gr の水和水を必要とするようである。

これに対して、L あるいは Ae が増加すると水和水量は大きくなり、30% 付近でいずれの場合も最大値に達する変曲点を示す。これは後述する X 線回折試験でも明らかのように、G に対し L または Ae が

図-1 3 成分系図

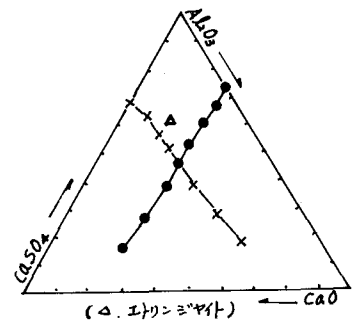
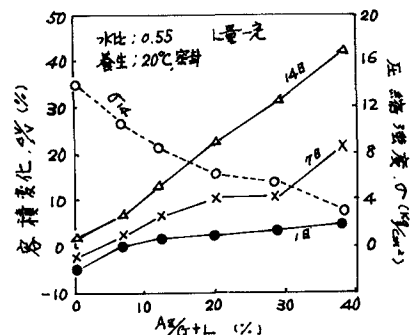


表-1 G-Ae-L の配合例 (kg)

石コウ	生石灰	アルミ残灰	シリカ微粉
540	210	210	40

図-2 アルミ残灰(Ae)の混入量、容積変化、圧縮強度



僅かに存在すると、エトリンジャイトの生成が活発になりその生成量に応じて消費される水和水が大々になることを示しているのであつて、そのものと通なるG, LおよびA₂の量的関係が30%付近にあると思われ。したがつて、A₂あるいはLが30%以上増加すれば、それだけG量は相対的に減少し、化学量的にバランスがくずれて水和水が減少し、Lが増加する系ではそれ以上大々にはならず、更にL量が増加すれば減少する方向にあると考えられる。

つぎに表-2は、図-3における実験から試料をとり、図-3と対応させることを目的として、粉末X線回折試験結果を示したものであり、図-3の結果とよく一致する。

例えば、G, LおよびA₂の量的関係から、Gが多ければCaSO₄・2H₂Oが多量に存在し、Lが少なければ僅かに存在するなど、そしてG, L, A₂の混合割合が適量になるとエトリンジャイトの生成が顕著になり、膨張はエトリンジャイトによつて起り、Lは水和水と応へる膨張反応に大々に関与しているように思われる。

また、Lを増加する系でLが大々い場合に2θ=9.9°にピークが現れた。これは、一般に硫酸水合物と呼ばれるものでエトリンジャイトが脱水され生成したものと考えられる。この水合物は、とくに、Lが多く存在する場合に生成していること、この場合のG量は相対に少ないことの影響も考えられる。

つぎに図-4は、表-2の材料を用いこれを赤土に混入した場合の圧縮強度と容積変化を普通セメントと比較して示したものである。この図から、G-A₂-Lを用いたときの圧縮強度は、普通セメントに比べて小さいことが認められる。これは、当然のことであるが、セメントの場合にはかなり収縮が大々かつた。G-A₂-Lの場合には、この様子はとなく、混入率2.5%以上では収縮することは無い。前述のように、膨張反応には吸水が伴うので、使用方法、使用場所によつては有用性が期待できようである。

4. まとめ

石コウの生産量は過剰になりつつあり、さしせまつた問題点と思われる。本報は、いわばやつかいものの石コウを大量に処理する目的で、安価なアルミ残灰と生石灰を適量加えて軟弱土の改良材として価値を高めようとするものであつて、C-A-S系の水和水による膨張および吸水を積極的に活用すれば、石灰系処理材に比較し十分有用性があることを確認した。

参考文献

- 1) 有泉 昌 “消石灰石膏混合による関東ロームの安定処理方法” 土木技術資料4-2 1962
- 2) 有泉 昌 他 “セメントベテリスの生成を利用した軟弱土の安定処理について” 土質工学研究発表会第10回

図-3 アルカリ(A₂)生石灰(L)の混入量と水和水

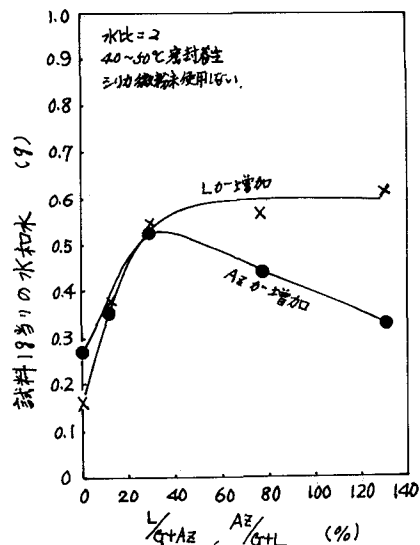


表-2 X線回折試験結果

A ₂ /100 G+L	L/100 G+L	CaSO ₄ 2H ₂ O	Ca(OH) ₂	エトリンジャイト	硫酸水合物 (2θ=9.9°)
0	-	◎	○	•	x
12.5	-	◎	○	○	x
28.7	-	x	○	◎	•
76.0	-	x	○	○	•
130.0	-	x	•	○	x
0	◎	x	•	•	x
12.5	◎	•	•	◎	•
28.7	x	○	•	◎	•
76.0	x	○	○	○	○
130.0	x	○	○	○	○

◎ 多量に存在 ○ 存在 • 僅かに存在 x 検出されず

図-4 赤土に対するG-A₂-Lの混入率と圧縮強度
容積変化

