

III - 5 石灰-石膏による関東ロームの安定処理について

— セメントバチルス の発達過程の観察 —

建設省土木研究所 正員 牧 隆正
日本大学理工学部 正員 ○星 野 佳 久

まえがき

関東ローム(アロフェン系)の化学的安定処理法の一つとしての消石灰-石膏を添加すると、二次的物質としてセメントバチルスが生成され、マトリックスを形成して土粒子間の安定をもたらす。本報告は主としてセメントバチルスの発達過程を電子顕微鏡、X線回折等により追跡し、あわせてその発達にともなう強さの性質の変化をしらべた。

1. 土の安定化について

1-1 セメントバチルスの反応機構

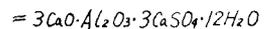
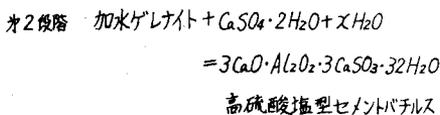
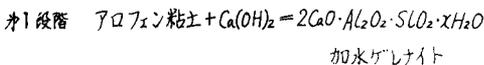
有泉博士は「関東ロームに含まれるアロフェンと消石灰の反応から加水ゲレナイトが生成され、それに石膏を加えると針状のセメントバチルスが生成される。」ことを提唱している。この反応はアロフェン消石灰が収着され、消石灰の収着量が増すにつれて徐々に収着体内で配位が進行し、結晶化が進み板状の加水ゲレナイトが生成される。それに石膏が加わると針状のセメントバチルスとなる。この反応は急速に起り、その際多量の水を結合させるため高含水土でも短期間にかなりの強さを示すことになる。

1-2 安定剤としての特徴

上述したように反応に際し多くの水を結合するということから、関東ロームのような高含水土の安定処理法として注目される。すなわち高含水関東ロームのような土を対象としての処理に適用される。

1-3 二次的物質(セメントバチルス)の生成

セメントバチルスの生成に関する化学方程式は次のようである。



低硫酸塩型セメントバチルス

2. 消石灰-石膏で処理した関東ロームのコンシステンシー-軸圧縮強さの変化

2-1 試料; 使用した土はアロフェンを主体とする立川ロームを用い、これに消石灰、石膏を添加した。

2-2 配合; 試料土に(乾燥土重量)対し重量百分率で消石灰10,20,30%、石膏5,10,15,20%、含水量120%,150%で配合した。

2-3 実験方法

(A)コンシステンシー; 混合前後の上に対しLL,PL測定。
(B)軸圧縮試験; 配合した試料を十分混合し、所用の水を加えて練り、径5cm高さ10cmのモールドに詰め込み、振動を与え、恒温恒湿室で28日間養生。さらに試験前に24時間水浸したのについて圧縮試験を行なった。

2-4 実験結果の考察

表-1は混合前後のコンシステンシーを示す。図-1は σ_c と添加量の関係を示す。これによると次のようなことが考察される。

- (a)石灰の添加量が10%以下では石膏を加えても効果がない。
- (b)石灰が20%~30%では非常に効果的である。
- (c)石灰が20%と30%ではあまり変化がない。
- (d)石灰20%~30%と石膏10%~20%の間で急に効果

が現われる。

以上のことから最適量は石灰20%、石膏15%附近と考える。

3. 電子顕微鏡・X線回折によるセメントバチルスの観察

3-1 電子顕微鏡による観察

写真A-1~5は関東ロームおよび添加剤を示す。写真B-1~10 C-1~10はローム100%、石灰10%、石膏5%、10%におけるセメントバチルスの発達過程を示した。それによれば次のことが観察される。

(a) 写真B-2~4・C-2~4ではアロフェンと消石灰の反応がみられ、アロフェンに消石灰が収着していることがみられ、この過程で加水ゲレナイトが生成されるが結晶がよわいため、石膏の共存では顕微鏡的にはみられない。

(b) 写真B-5~7・C-5~7ではアロフェンと消石灰・石膏の反応が急速にあらわれ、一部に針状のセメントバチルスの生成がみられた。

(c) 写真B-9~10・C-9~10では消石灰・石膏の消失がみられ、完全な針状のセメントバチルスの結晶に変わっている。

(d) 写真B-10・C-10は24時間後のものであるが、とくに変化はみられない。

以上のべたように、添加量により量的には異なるが針状のセメントバチルスがみられ、その結果が短時間で生成することがわかった。

3-2 X線回折による観察

図-2はセメントバチルスのX線回折結果を示す。それによれば次の結果が観察される。

(a) 1日では消石灰・石膏の消失がみられ、 14.5\AA 、 13.5\AA 、 3.33\AA 線に加水ハロイサイトの存在がみられ、 9.8\AA 線にセメントバチルスがみられる。

(b) 3日では 14.5\AA 、 13.5\AA 、 3.33\AA 線に加水ハロイサイトが残り、 12.8\AA 線に加水ゲレナイトがみられ、セメントバチルスはさらに強度を増している。

(c) 7日ではセメントバチルスは回折強度の低下がみられ、加水ゲレナイトは強度を増す傾向で、石灰・石膏は完全に消失している。

	L.L.	P.L.	P.I.	I _f
習志野ローム (土だけ)	90.05%	73.62%	16.43%	4.60
C ₀ 10% G 5% 混合	102.50%	85.57%	22.93%	14.20
C ₀ 15% G 10% 混合	141.00%	92.77%	48.23%	32.00

表-1 混合土のコンシステンシー

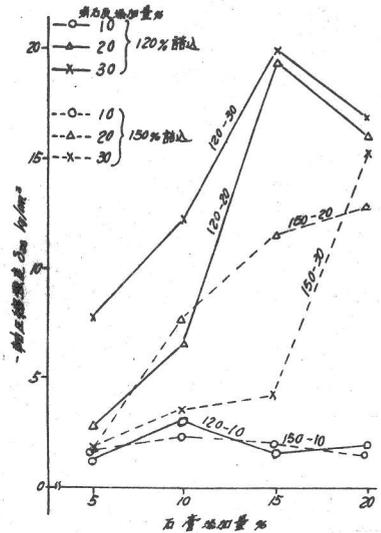
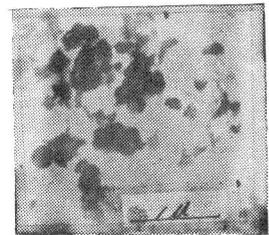
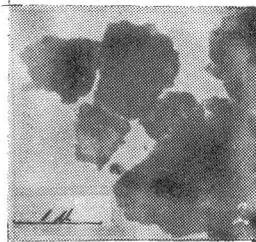


図-1



写真A-1



写真A-2



写真A-3

以上のように添加量により量的には異なるがセメントバチルススの結晶がみられた。一般にセメントバチルススの反応過程では、ある程度結晶化が進むと一度回折強度が低下し、さらに材料が進むにつれて結晶化が進むといわれているが、7日で回折強度が低下するのもそのためと考えられる。

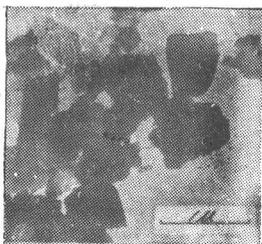
4.むすび

以上実験結果の概要と本方法の特徴をのべ、むすびとする。アロフェン粘土は消石灰を混合すれば強度を発生し、それは加水ゲレナイトの生成に関係があるものと思われる。さらに石膏を加えると著しい初期強度を示す。強度の発生はセメントバチルススの生成と関係があるものと思われる。石灰・石膏の量と関係があると考えられる。このことは電子顕微鏡・X線回折の結果でも短時間にセメントバチルススが見られ、短期強度という点では一致している。

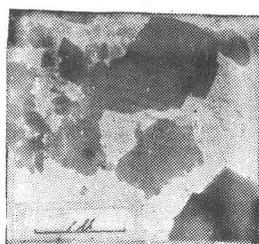
次に本方法の特徴についてのべると i) 高含水に敏感でない。ii) 短期強度が得られる。などの点から関東ロームのような高含水土の処理法として期待できる。しかし添加量が多いため経済的な面では問題があり、今後の課題として残す。

謝辞

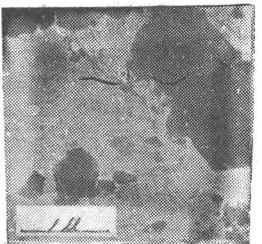
本研究にあたり終始御指導を賜った鹿島建設研究所の有泉博士、日本大学浅川助教授に深謝の意を表します。



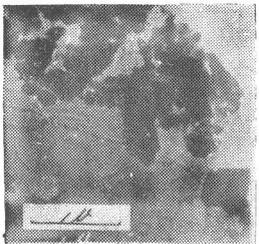
写真B-1



写真B-2



写真B-3



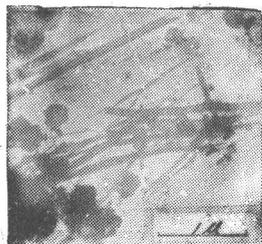
写真B-4



写真B-5



写真B-6



写真B-7



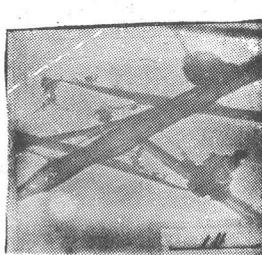
写真B-8



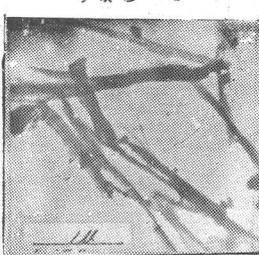
写真A-4



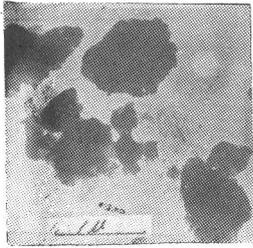
写真A-5



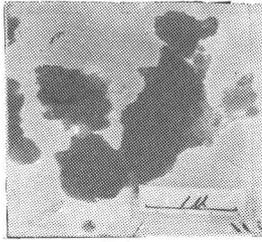
写真B-9



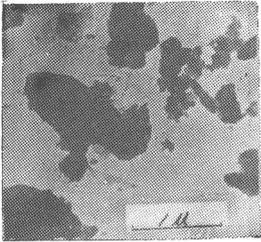
写真B-10



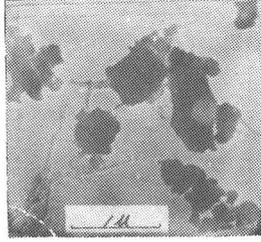
写真C-1



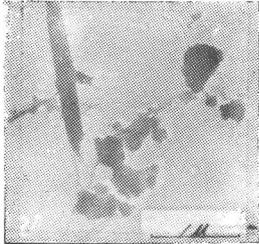
写真C-2



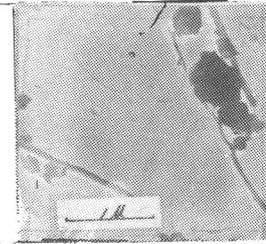
写真C-3



写真C-4



写真C-5



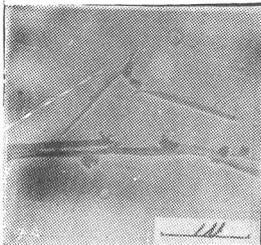
写真C-6



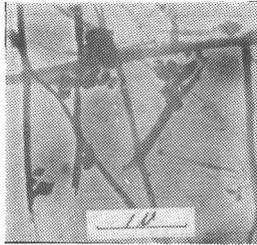
写真C-7



写真C-8



写真C-9



写真C-10

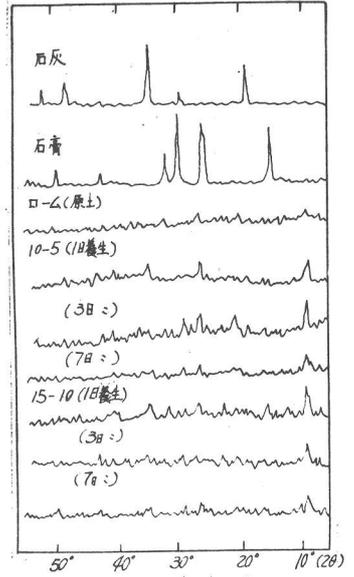


図-2 試料および消石灰-石膏添加による反応生成物のX線回折図

表-2 電子顕微鏡写真の配合および反応時間

写真番号	
A-1	関東ローム
2	石 灰
3	石 膏
4	水和石灰 4時間
5	水和石膏 4時間

写真番号	配合	反応時間	写真番号	配合	反応時間
B-1		0分	C-1		0分
2	ローム	30分	2	ローム	30分
3	100	1時間 0分	3	100	1時間 0分
4		30分	4		30分
5	消石灰	2時間 0分	5	消石灰	2時間 0分
6	15	30分	6	10	30分
7		3時間 0分	7		3時間 0分
8	石膏	30分	8	石膏	30分
9	10	4時間 0分	9	5	4時間 0分
10		24時間 0分	10		24時間 0分