

日本大学理工学部 正員 浅川美利
同 上 正員 ○渡辺 茂

まえがき 土・石灰安定処理の効果に関わる要因は多岐にわたる。マサ土を対象にした松尾らの研究¹⁾、関東ロームを対象にした有泉らの研究²⁾は、石灰・土の反応機構を詳細に追跡しており、また安定化に関わる影響因子についても種々検討されている。しかしそれらの研究は、特定の土に対するものであって、各種土についてのものではなく、またとり上げられた影響因子にも不足がみられる。そこで安定処理の効果に関係すると思われる要因を沢山とり上げ、一つ一つを検討し、定説的になっていることがらを吟味してみるつもりである。

今回の報告は、その第1報で、粘土の種類と量、養生条件(主として温度と時間)、締固め条件などを主要因とした。編集の方法として、一般的にいわれている事項を上げ、それが妥当であるか不適当であるかを吟味する形式をとった。

1. 各種要因と測定項目並びに試料準備

要因	土の種類 と量	(a) 粘土の種類 : (i) カオリン質粘土 (岡山産市販カオリン, ジョウジアクラウン粘土) (ii) モンモリナイト質粘土 (山形産市販ベントナイト) (iii) アロファン卓越粘土 (習志野立川ローム, 鹿沼土粉砕物)
		(b) 標準試料 : 豊浦標準砂と各種粘土の混合土 (混合比; 砂:粘土 = 65:35)
		(c) 粘土量 : 標準砂に対して 15, 30, (35), 50, 60 % のカオリン粘土
	養生条件	(a) 養生時間 : (i) 短期…直後, 1, 3, 24 hr (ii) 長期…1, 2, (3) Weeks, 1, 2, 3, 4, 6 Months
		(b) 養生温度 : 5, (20), 30, 50 °C
	締固め 条件	(a) 標準試料 : 混合土の OMC, γ_{dmax} (実固め条件3層25回)
		(b) 含水量 : 乾燥側2個; OMC, 湿潤側2個
	石灰量 :	0, 4, (8), 15, 20, 30 % Ca(OH)_2
	※ ○印したものは標準試料の基本型	

※ ○印したものは標準
試料の基本型

測定項目: (1) LL, PL, SL, など (2) 粒度試験 (3) PH 試験 (4) 締固め特性 (5) 一軸圧縮強さ

試料準備: それぞれの石灰混合土の最適含水比を実固めによる締固め方法 (JIS A 1210-1, 1-b) で決定した。混合土と石灰と所要量の水を加え、十分に混合したのち、ただちに実固めを行ない直径10cm, 高さ12.7cmの状試体(強度試験用)をぬき取り、それを包装用の薄いフィルムで2重にシールし、合せ目をセロファンテープでためビニール袋に入れ養生した。(炭酸化防止と含水量維持のため)

2. 結果と考察 (一般にいわれている各事項を囲い、その妥当性を吟味した)

(1) 土の種類と量

(a) 粘土の種類: 石灰と反応しやすい粘土を含有する土は強度が大きい。(モンモリナイト質粘土, カオリナイト質粘土など) アロファン多含有土は、30%以上の石灰添加量で効果を示す。

(b) 粘土量: 74μmふるい通過量が20%未満では低調、多量では初期発現が遅延、20~30%範囲で最も効果大(強度において)

(a) 粘土の種類: 土と石灰の反応性はベントナイト, カオリン質土, アロファン質土の順に低下することが吟味された。図-1より20℃の温度下ではベントナイト, クラウン粘土は強度は低いが、温度の上昇による強度増進は他に比べて大きい。アロファン質粘土は温度による効果は少なく、また多含有土において、一定量の石灰に対しては、効果が少ない事がいわれているが、粗粒土にこれを細粒土分として混

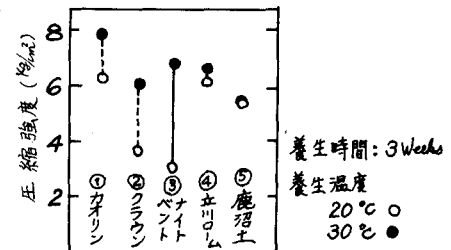


図-1 粘土鉱物による処理効果

合し用いる場合には、カオリンの場合と効果にほとんど差はない。

(b) 粘土量：図-2に示したように、一般にいわれていることと一致する。しかし8%の石灰添加量に対しては、粘土量が35%以上になると効果は低下する。

(2) 養生条件

(a) 時間：(i)短期……石灰の添加により、土の塑性は低下する。この反応は添加後数時間で始まり2日ぐらいで終る。

(ii)長期……強度は時間の経過とともに徐々に発現する。

(c) 温度：強度の増進は低温において緩慢であり、高温となるとポズラン反応などが促進され効果が顕著である。

(a) 時間

(i)短期……石灰添加後の経過時間とLL、PLの変化を示したのが図-3である。これよりとくに1時間後のPLに低下がみられ、再び増加して3時間以後はほぼ一定である。したがって短期においてイオン交換、凝集化が終る。(妥当)

(ii)長期……長時間養生による強度の発現効果を示したのが図-4である。これより、一般にいわれていることと一致していることがわかる。(妥当)

(c) 温度：温度による強度増進の傾向を示したのが図-5である。これより温度上昇により、とくに30℃～50℃において強度の増進は著しく、50℃では20℃の強度の5～7倍となっている。(妥当)

(3) 締固めの条件

(a) OMC, δ_{max} の変化：一般の土において石灰の添加により、OMCは大きくなり、 δ_{max} は小さくなる。特例として砂質土であるシラスは石灰量の増加にともない δ_{max} は増加し、OMCは減少する。

(b) 一般に、含水量によって締固めの密度が変化すると強度特性は大幅に変化するがOMC付近で最大強度が得られる。乾燥側と湿潤側の同位置の δ_d では、乾燥側の強度が大きい。しかし石灰処理土の場合には必ずしもこのことと一致しない。

(a) OMC, δ_{max} の変化：石灰の添加により標準試料のOMCは増加し、 δ_{max} は減少する。(図-6参照) (妥当)

(b) 標準試料における処理土の含水比と乾燥密度および強度の関係を示したのが図-7である。この図から、石灰量が0～8%の場

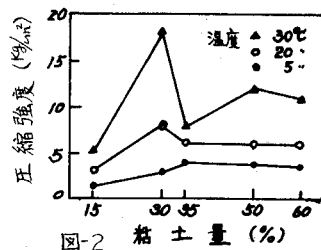


図-2 粘土量 (%)

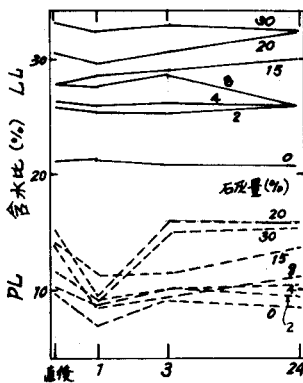


図-3 養生時間 (hours)

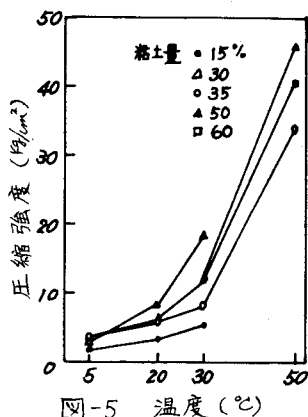


図-5 温度 (°C)

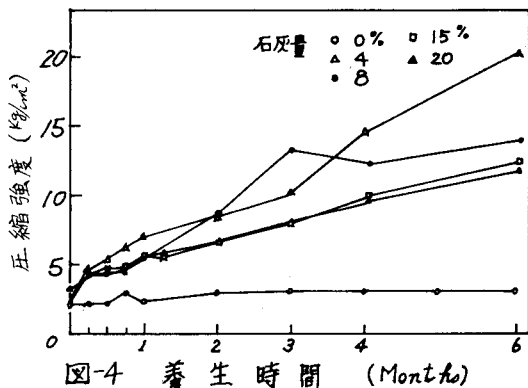


図-4 養生時間 (Months)

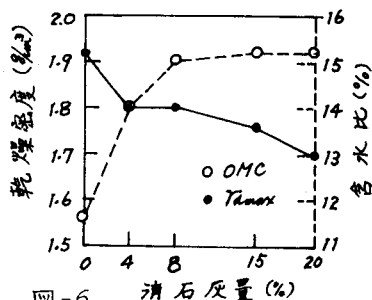


図-6 消石灰量 (%)

合には、一般にいわれている締固め土の強度特性と変わらないが、石灰量が15%以上になると、一般的な傾向とは異なり、OMCよりやや湿潤側において強度が大きくなる。

(4) 石灰量

- (a) 粒径分布状態：石灰量1%程度以下では団粒化が不安定であり、これ以上になると粘土鉱物の分解によって粒子間を結合させて凝集化がおこる。
- (b) コンシステシー：一般にLLは低下し、PLは増加しPIは減少するといわれているが砂質土では、石灰量とともにLL, PLが増加し、高塑性土ではLLが減少し、PLは増加する。
- (c) 最適添加量：一般に石灰量が多い場合は強度が大きいのといわれる。しかし、マリ土は、締固め条件で最適添加量が決定される。

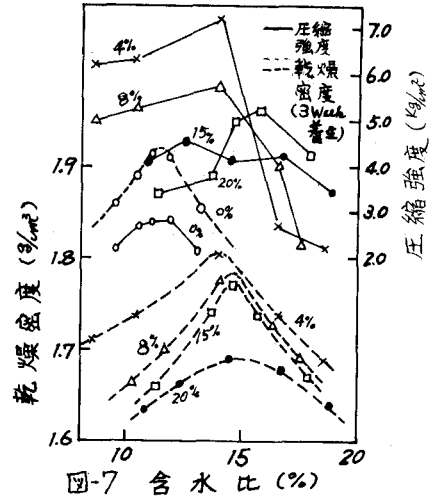


図-7 含水比 (%)

(a) 粒径分布状態：今回は石灰量2%~30%である。その結果は図-8に示す。2%では団粒化がおこり、4%以上になると凝集化が添加量とともに増加した。(妥当)

(b) コンシステシー：図-3によれば、石灰量の増加により、LL, PLはともに増加した。これは砂質土の場合に一致する。

(c) 締固め後短期において、(図-9参照)石灰量が多い程、強度は、やや大きくあらわれる。しかし、長期になると、石灰4~8%間の石灰量で強度が大きくなっている。また、締固め試験で、石灰添加土の中で4%のものの最大乾燥密度が大である。15%以上の石灰添加量では力学特性、締固め特性とも含水比の変化による影響は鈍くなる。

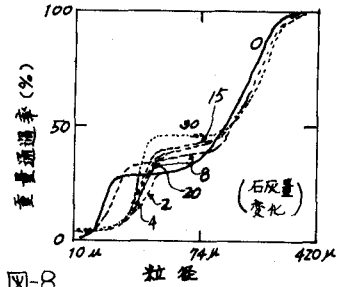


図-8

3. まとめ

以上の結果をまとめると次のようになる。

- (i) 妥当性のある要因として、(i)養生条件(温度、時間) (ii)締固め条件(OMC, γ_{dmax} の変化) (iii)石灰量(粒径分布状態)
- (2)これからさらに吟味されなければならない要因は、(i)土の種類と量 (ii)締固め条件のエネルギー量による強度 (iii)最適石灰量の決定法などがあり今後これらのことについて確認してゆきたい。

最後に、この研究にあたり卒業研究として実験を行なわれた49年度卒業生の栗林正春、松島康二、石原靖男、工藤龍雄、本崎 朗、網嶋 勉各君に感謝の意を表する。

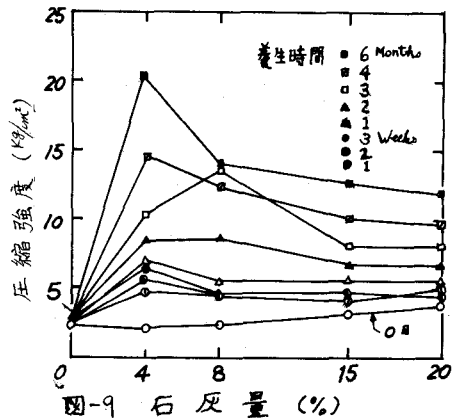


図-9 石灰量 (%)

参考文献

- (1) 松尾・宋；X線および電子顕微鏡による石灰安定処理土の構造的研究，土木学会論文報告集，第193号，1971年9月 P59~P68
- (2) 有泉；消石灰-石こうを使用するアロサン粘土の土質安定処理法に関する研究，(1965) 粘土科学の進歩(5) 技報堂，P207~P218
- (3) 日本石灰協会編；石灰による土質安定処理工法，山海堂，昭和45年 P10~P27
- (4) 有泉；石灰による土質安定処理。