

電電公社 正員 ○矢後良一

杉山徳郎

吾郷一房

1. まえがき

通信ケーブルを収容するための管路・マンホール等の土木設備はそのほとんどが道路に埋設されるが、近年これらの建設工事を進めるにあたって、残土の処分難、山砂等の良質な入替材料の枯渇化、土砂運搬に伴う交通公害の発生…等の問題がクローズアップされてきた。このため掘削土を改良することにより埋戻しに再利用する技術の開発が望まれている。そこで特に土性的に問題が多く該当工事件数も多い関東ロームを対象に、生石灰混合による改良、消石灰混合による改良、強制乾燥による改良の3方式に着目し基礎的な実験を行って、埋設工事に適用する場合の得失を比較検討した。本報告はこれらの実験結果について考察を加えたものである。

2. 試料及び実験方法

試料は茨城県筑波研究学園都市にある電電公社建設技術開発センター内で採取した関東ロームを使用した。その物理的性質は表-1のとおりである。この試料をそれぞれ含水比130%、110%、90%に調整した後、土の乾燥重量に対して、生石灰及び消石灰を10%、20%、30%添加して供試体を作成した。なお生石灰については混合後も時間放置した後突き固めた。突固め条件は15cmモールド使用、突固め回数42回、ランマ重量4.5kgである。これらの供試体について即時及び養生後に、室内CBR試験、乾燥密度測定を行った。また生石灰添加の場合は突固め後の体積膨張によるき裂・隆起等が予想されたため、混合後、0、1、2、3、4、6、24時間後に供試体を作成し、ただちにモールドから供試体をはずし恒温湿潤養生を行ってクラック等の発生状況を観察した。なお突き固める前の試料についても含水比・温度の変化状況を調査した。

表-1 試料の物理的性質

自然含水比	135.5 %	
比 重	2.78	
液性限界	173 %	
塑性限界	82 %	
塑性指数	91 %	
粒度組成	砂分	22 %
	シルト	42 %
	粘土分	36 %

3. 実験結果及び考察

ア. 石灰添加による含水比低下状況

生石灰及び消石灰を添加した場合の含水比低下は図-1のとおりであった。これによると生石灰の方が含水比低下に対しては消化反応分だけ効果が高く同含水比に対する添加率は消石灰より5~10%程度少なくても済むことがわかる。また含水比の低下率は原土の初期含水比が高いほど大きい傾向を示している。これは土の自由水分量が反応程度に影響するためと推定される。次に生石灰は $\text{CaO} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$ への消化にある程度の時間を要するため含水比と試料温度の経時変化を測定した結果を図-2に示す。これにより含水比・温度ともに2~6時間で反応がほぼ終了することがわかる。したがって実際の施工で生石灰を用いる場合は少なくとも6時間以上の仮置き時間が必要であることになり、短いサイクルタイムで施工される埋設工事においては大きな欠点になることが予想される。

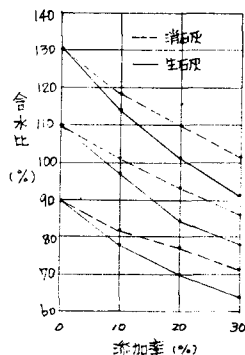


図-1 石灰添加による含水比の低下状況

イ. 各処理土の室内CBR強度と乾燥密度

各供試体について、室内CBR強度及び乾燥密度を測定した結果を図-3に示す。これによると改良後の強度は、含水比の低下状況からも予想されるとおり、生石灰、消石灰、強制乾燥の順に強くなっており、特に石灰混

合の場合添加率に対しほぼ指数関数的な強度上昇が見られる。また処理後の含水比が同程度であっても発現強度にはかなりの差がある。このことは一概に改良程度を含水比によって管理できないことを示すとともに石灰による土粒子の固結作用が相当大きいものであることを表わしている。改良の指標となる基準強度は対象となる構造物により異なるが通信土木工事においては室内CBR 5%程度が要求される。これに対する添加率は生石灰で10~13%、消石灰で20%、強制乾燥での含水比は90%前後である。実験に用いた試料が自然含水比から見ても発生する残土としてはかなり悪い条件のものであることを考慮すると一般的な改良条件はほぼこの程度のものであると推定される。また乾燥密度に関しても、添加率の増大、乾燥の進行について大きくなる傾向を示している。なお本実験においては突固めエネルギーを固定したが実際には各突固め条件毎に最適な添加率・乾燥程度が存在するものと予想される。また各処理土に関しては層42回というかなり大きいエネルギーに対しても関東ロームの特異性のひとつであるこね返し現象は見られなかった。したがって通常の施工において過転圧の心配はないものと推定される。

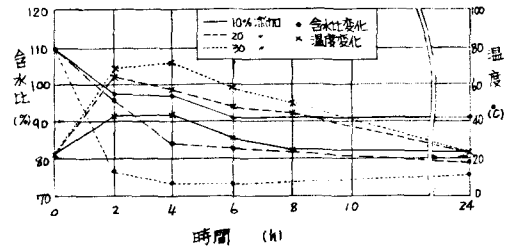


図-2 生石灰添加後の含水比と温度の時間変化

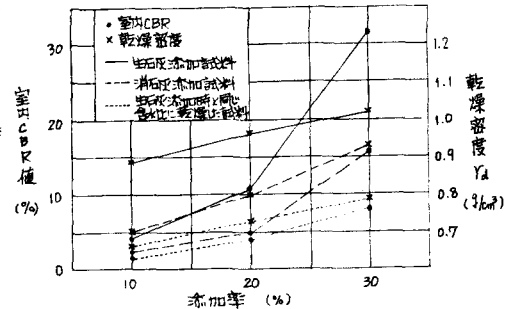


図-3 処理土の室内CBR強度及び乾燥密度

ウ. 各処理土の経時水浸変化

図-4に各処理土の強度経時水浸変化の状況を示す。養生の方法は、7日~3日水浸4日湿潤養生、28日~1日湿潤28日養生とした。これらの結果から原土・処理土ともに経時的な強度上昇が見られる。これは粘性土のシキソトロピー、粘性土と石灰のポゾラン反応に起因するものと推定される。特に石灰混合処理土については突固め後の水浸劣化の恐れはないことが確認され、即時強度によって添加率を決定することが合理的かつ安全側にあることが判明した。

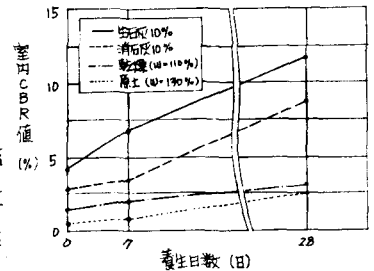


図-4 処理土の養生日数と室内CBR強度

エ. 生石灰処理土の膨潤性

自然含水比試料に生石灰を20%添加し、養生時間を変えて成形した試料の崩壊状況について観察した結果を表-2に示す。なお判定基準は凡例に示すとおり5段階に設定した。これらの結果によると5~6時間養生することにより膨潤の恐れのないことが明らかになった。またEランクの供試体については更に1週間の水浸を行ったがいずれもクラック発生・崩壊は起らないことを確認した。

4. 結論

基礎実験により関東ローム改良の3方式について基本的な比較を行った結果、改良効果の面からは生石灰が最も有望であるが、長時間の養生が必要であること、発熱作用があること等の問題により埋設工事においては消石灰を用いる方式が有利であるとの結論を得た。

参考文献：関東ロームの土工（高速道路調査会編）、土質安定工法便覧（松尾新一郎編）

表-2 生石灰処理土の成形後崩壊状況

成形時間	供試体NO	成形直後	成形後1時間	成形後3時間	成形後24時間
混合直後	1	C	B	A	A
	2	C	B	A	A
混合後1時間	1	D	C	B	B
	2	D	C	B	B
混合後2時間	1	D	C	C	B
	2	D	D	C	B
混合後3時間	1	D	D	D	D
	2	E	D	D	D
混合後4時間	1	E	E	E	E
	2	E	E	E	E
混合後5時間	1	E	E	E	E
	2	E	E	E	E
混合後24時間	1	E	E	E	E
	2	E	E	E	E

(判定基準)

A: 完全崩壊 B: 50%以上崩壊 C: 一部崩壊

D: クラック発生 E: クラック発生せず