

大林道路株式会社 正員 大島 剛
同 正員 ○ 八尋正典

1. はじめに

高含水粘性土やヘドロ等の土質安定工法の中で、石灰・石膏系による処理の有効性について各方面で研究がなされ、明らかにされて来た。筆者らも、現在この系による安定処理に着目し、石膏源としてその処理と活用が問題にされている排煙脱硫石膏を利用し、不良土として置換されたり工捨て場に投棄されている土、スラグ、焼却灰等を処理安定化し、道路路床・路盤材として活用しようと検討中である。

本報告はその手始めとして行なった処理混合物の一軸圧縮強度に影響を及ぼす要因の検討を目的とした実験の結果をまとめたものである。

2. 試料

今回の実験では対象処理土として、関東ローム一種とした。この試料土は埼玉県浦和市内の工捨て場より採取したもので、その土性は表-1・2に示すとおりである。

処理材料としては、消石灰(工業用・農業用の各一種)、工業用生石灰、排煙脱硫石膏(二水塩・三変重工種)の四種である。

3. 実験方法と条件

実験は5因子・3水準・交互作用3として、実験計画法に準じて行なった。要因と水準は表-3に示した。評価特性値は一軸圧縮強度である。

○混合と供試体作製…混合はすべてソイルミキサーを使用し、ミキサーへの投入順序は、試料土→石灰→石膏で行ない全混合時間は5分間である。

混合物は $10 \times 20 \text{ cm}$ の円柱型枠に詰めて、24時間後に脱型した。型枠の内面には混合物の付着を防ぐ為にシールをした。

○養生…脱型後の供試体はパラフィンでコートして実験条件に従って空中水中の養生を行なった。気温、水温とも21℃である。

○圧縮強度試験…試験指令は全て4日であり、加圧速度は必ず $1 \text{ N/mm}^2/\text{分}$ で制御した。

4. 実験結果と考察

全データについて分散分析を行なった。結果は表-4に示すとおりである。奇号率を考慮してF検定を行なった結果、有意な要因として、石灰添加量(B)、石膏添加量(C)、石灰の種類(D)、の3因子を取り上げた。最も奇号率の大きな因子は石灰添加量である。

次に各因子について95%の信頼限界で効果の推定を行ない結果は図-1の様に得られた。

最高強度が得られた水準は表-5に示すとおりである。

表-1 試料土の物理試験結果

項目	細目	測定値
土粒子比重		2.728
自然含水比	採取時	117.6 %
コンステンシ	液性限界	141 %
	塑性限界	89 %
	塑性指数	52 %
粒 度	砂 分	33 %
	シルト分	42 %
	粘土分	25 %
	三変重土に よる分類	粘土質ローム

表-2 試料土の湿式(定量)分析

試験項目	単位	試験値
SiO_2	%	38.0
Fe_2O_3	%	12.5
Al_2O_3	%	26.9
Ca	%	<0.01
Mg	%	<0.01
Ig loss	%	18.1
SiO_2 (モル比) = 2.4 Al_2O_3		

表-3 要因と水準

因 子	水 準		
	1	2	3
含水比(A)	$w=136\%$	158%	180%
石灰量(B)	15	20	25
石膏量(C)	10	20	30
石灰の種類(D)	生石灰	工業用消石灰	農業用消石灰
水浸日数(E)	0	1	3
交互作用	A×B	B×C	C×A

*対乾燥土は100に對する重量比

表-4 分散分析表

変 動 因	平 方 和	自 由 度	平均平方和	F ₀
含水比	10	2	5	—
石灰量	4490	1	2245	9.8**
石膏量	2945	1	1478	6.4*
石灰種類	2678	1	1339	5.8*
水浸日数	235	1	118	—
A×B	1905	4	476	2.1
B×C	630	1	153	0.7
C×A	701	1	175	0.8
e ₁	1572	4	393**	1%で有意
e ₂ (誤差)	404	27	15*	5 %
T.	15685	53		

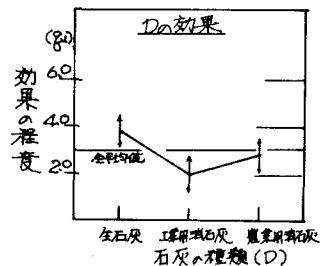
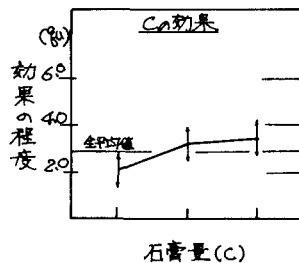
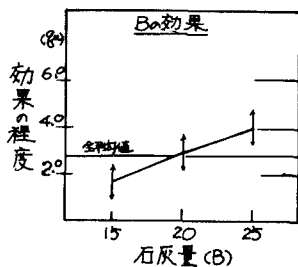


図-1 効果の推定

次に以上の実験データと一部追加実験結果を含めて考察を試みた。
①石灰、石膏の添加量について。石灰分として消石灰を使用した場合の、石灰/石膏+石膏($C+CS$)、重量比と強度との関係を図-2に示した。ここでの測定値は $C+CS$ 試料土の割合が25~55%の範囲内のものである。この図から明らかな様に、 $C+CS$ が、40~50%で強度のピークが現われている。この試料土については消石灰のみで処理を行なった場合、石灰添加量を増加しても強度はほとんど得られない、という結果を予備実験で得ている。そこで消石灰のみでも処理効果の得られる試料土を新しく採取し本実験と同様の条件で実験を行ない図-3に $C+CS$ と強度の関係を示した。新しい試料土の工性は自然含水比110%、 $P.I$ 47のロームである。又 $C+CS$ 試料土は45%である。この場合においても強度の伸び率の程度が $C+CS=40\sim50\%$ において顕著に大きくなっている。この40~50%が最適の石灰・石膏比だと考えられる。

$C+CS$ の最適値については、各土質によって異なってくると思われる。現在確認の為実験を継続中である。

②含水比について、有意差認められなかった点から、高含水域では、試料土に加水してワーカビリティを改善し流し込み的工法への応用が考えられる。

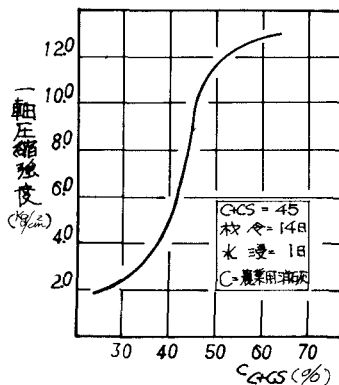


図-3 $C+CS$ と強度の関係

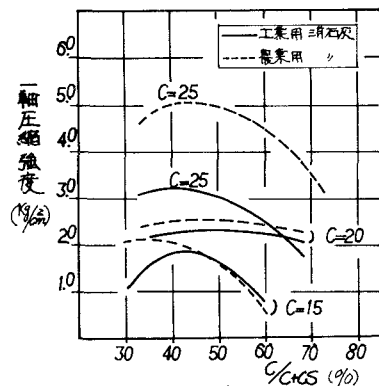


図-2 $C+CS$ と強度の関係

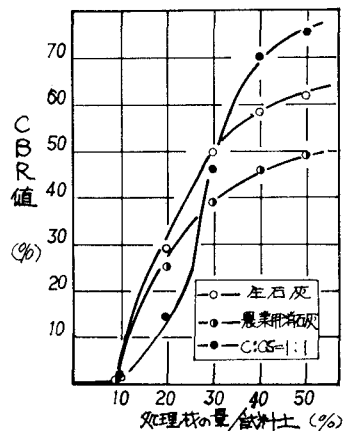


図-4 処理枚数とCBR値

③図-4に他の石灰系の処理と比較したCBR値(25mm貫入)と添加量の関係を示した。同程度のCBR値を得ようとする時、この系による安定処理は余剰の排炭石膏と組み合わせて考える時経済的にも有効である。

5. おすび

以上の様に、この系の明らかな効果と処理材料の粗略の量的関係をつかお事が出来た。今後の検討として、この系の反応の重要な要素であるアルミナの問題、反応生成物であるセメントバチルスへの膨張性に関する事など重要な点を残しているが、排炭硫石膏と石灰を組み合わせた処理方法が不良土の安定化へ十分活用出来る事を確信した。

参考文献 ・有泉他“セメントバチルス生成を利用した軟弱土の安定処理について”第10回土質工学研究発表会
・松尾新一郎編“土質安定工法便覧”日刊工業新聞社 昭和47年