ソイル石灰に関する実験的研究

山口大学工学部　正会員　樋渡正美
〃　〃　〃　○鈴鹿和央

1. まえがき

近年交通量の増加と共に交通荷重も激増する傾向にある。それに共って道路土工に於ては，基層路盤を如何に処理するかという，即ち土質安定処理の問題が重視されるようになってきた。筆者等は特に細粒土分の多い土に対して石灰を用いて処理する実験的研究を行ってみた。一般に土に何等かの添加剤を加えて処理する方法，即ち化学的安定処理は耐久性，安定性，経済性等に対する不安から実際に利用される例は少いようである。石灰による安定処理も，実験室的にはかなりの研究がなされているようであるが，我が国において実際に利用された例は少いようである。たが石灰が安価である事は大きな魅力であり，有効であれば，粒度改良による方法よりも経済的であると云える。唯，化学的処理が土と添加剤の間に起る化学反応に期待するものである以上，安定性に土の性質が決定的な影響を与えるという事が大きな問題であり，現状では各土毎に実験を行ってみなければならぬわずらわしさがある。筆者等もこの点において多少の疑問を有してはいるが，現在の段階として，特に圧縮強度，吸水率，膨張率及び乾燥密度を重視して，単軸圧縮試験，及びCBR試験による実験室的研究の結果をここに報告しておきたい。又前記諸性質を改良するために，石灰混合土に補助剤として，NaCl，フレークを少量添加した場合の性状も合せ報告しておきたい。

2. 土の性質

試料土は山口大学工学部構内の土を用いた。その性質は表－1に粒度が，表－2に物理的性質が又図－1に最適含水比が示されている。これから細粒土分の多い高塑性の土であることがわかる。又石灰混合土の突固め効果が著しく低下しているのが特徴的である。更に表－3においてはHRBに示されている経済的に安定処理し得る範囲との比較がしてあり，細粒土分に於て満足していない事を示している。

表－1

	粒径(mm)	4.8	2.0	0.85	0.40	0.25	0.11	0.075	0.038	0.028	0.018	0.010	0.0074	0.0053	0.0027	0.0011
実験土	通過(%)	99.1	95.4	84.1	76.8	73.3	64.2	62.5	58.1	55.8	53.4	48.5	46.9	43.7	37.3	32.5

表－2

色	液性限界	塑性限界	塑性指数	比重
黄褐色	61.4	24.3	37.1	2.666

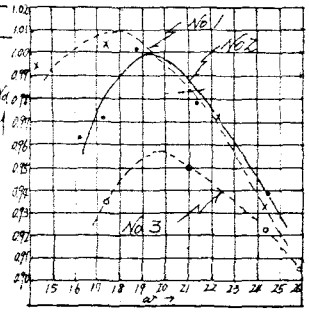
表－3

HRB	実験土
5mm通過 >50%	100%
0.42mm〃 >15%	95%
0.074mm〃 >50%	77.5%
L.L <40%	61.4%
P.I <18	37.1%

突固め試験N例（図-1）

No-1　セメント 25% 添加土
No-2　添加剤なし
No-3　石灰 25% 添加土

図-1



3. 実験方法

A. 單軸試験

1) 土の処理；試料土を室内乾燥した後，2mm 篩で篩分けし，通過分を実験に用いる。

2) 添加剤の混合；全て添加剤は土の乾燥重量に対する重量比で添加量を求めて混合する。例えば，石灰9%，食塩1%の比で加えるという事は，土の乾燥重量に対して重量比で9%の石灰と1%の食塩を各々加える事を意味している。

3) 供試体作製；各配合で添加剤を加えた土に，最適含水比になるように水を加え，單軸試験用モールドに一層づつ，表裏各25回突固めて作製した。

4) 養生方法；供試体からの水の発散を防ぎ，6日間，27日間室内養生した後，24時間水中で養生して実験に供した。

5) 実験；浸漬後の供試体の吸水率，膨張率を測定した後，電動動油圧式圧縮試験機によって供試体高さ1/10 mm/min の速度で圧縮して，破壊時の荷重を求めた。

B. CBR試験

1) 土の処理；試料土を室内乾燥した後48mm 篩で篩分けし，通過分を実験に用いる。

2) 添加剤の混合；單軸試験と同じ。

3) 突固め；JIS A 1211 の方法に準ずる。

4) 養生方法；水分の逸散を防ぎ，6日間室内養生し，24時間水中養生する。

5) 実験；JIS A 1211 の方法に準ずる。

4. 実験結果

結果は次表に示す通りである。表1は單軸試験，表2はCBR試験の結果である。

表－1

養生法		6日室内養生1日水浸							27日室内養生1日水浸						
混入量		水浸前		水浸後					水浸前		水浸後				
消石灰 (%)	添加剤 (%)	含水比 (%)	乾燥密度 (gf/cm³)	含水比 (%)	乾燥密度 (gf/cm³)	吸水率 (%)	膨張率 (%)	圧縮強度 (kg/cm²)	含水比 (%)	乾燥密度 (gf/cm³)	吸水率 (%)	膨張率 (%)	含水比 (%)	乾燥密度 (gf/cm³)	圧縮強度 (kg/cm²)
0	0		1.761	23.9	1.636	4.6	7.6	0.4	20.0	1.744	3.9	6.6	23.9	1.639	0.4
0	食塩 1	19.2	1.636	—	—	—	—	—	23.9	1.622	—	—	—	—	—
0	フレーク 1	23.1	1.628	—	—	—	—	—	24.2	1.621	—	—	—	—	—
0	食塩 2	23.1	1.622	—	—	—	—	—	24.2	1.609	—	—	—	—	—
0	フレーク 2	21.7	1.650	—	—	—	—	—	22.4	1.653	—	—	—	—	—
0	食塩 3	26.2	1.526	—	—	—	—	—	26.5	1.518	—	—	—	—	—
0	フレーク 3	20.9	1.667	—	—	—	—	—	21.7	1.668	—	—	—	—	—
5	0	19.9	1.572	23.3	1.587	3.4	-1.0	4.1	19.3	1.572	4.6	-0.5	23.9	1.584	4.4
4	食塩 1	22.7	1.636	24.0	1.607	1.4	1.9	1.6	22.8	1.623	1.0	0.4	23.9	1.617	4.5
4	フレーク 1	22.9	1.631	23.6	1.626	0.7	0.5	3.9	24.0	1.615	0.5	0.1	24.5	1.613	3.7
3	食塩 2	23.3	1.634	23.9	1.605	0.7	1.8	1.0	23.9	1.627	0.7	1.4	24.6	1.604	1.8
3	フレーク 2	23.5	1.622	23.8	1.616	0.3	0.3	2.3	24.5	1.608	0.3	0.2	24.8	1.605	2.1
2	食塩 3	24.4	1.603	—	—	—	—	—	21.5	1.662	—	—	—	—	—
2	フレーク 3	23.8	1.614	25.3	1.566	1.5	3.1	0.4	24.6	1.598	0.0	0.2	24.6	1.595	1.4

10	0	20.0	1.578	23.2	1.578	3.3	0.0	21.1	19.9	1.588	1.0	0.4	21.0	1.582	33.4
9	食塩 1	21.8	1.607	23.0	1.605	1.3	0.2	25.6	21.9	1.617	1.4	0.8	23.4	1.602	30.2
9	フレーク1	20.9	1.631	22.5	1.634	1.6	-0.4	34.2	21.6	1.660	1.7	2.4	23.2	1.620	37.8
8	食塩 2	21.7	1.625	22.2	1.620	0.5	0.3	16.5	22.7	1.610	1.1	0.7	23.8	1.598	17.0
8	フレーク2	22.1	1.627	22.4	1.634	0.3	-0.4	13.5	23.0	1.611	0.4	-0.4	23.3	1.619	15.2
7	食塩 3	20.9	1.650	21.3	1.644	0.4	0.4	10.5	21.2	1.627	0.9	0.9	22.2	1.623	14.3
7	フレーク3	23.8	1.581	23.8	1.585	0.1	0.1	9.5	24.9	1.569	0.0	0.0	24.9	1.572	10.7

表－2

養生法			6日間室内養生 1日水浸								
混入量			供試体作製時		実験時						
添加率 (%)	添加剤 (%)	突固め回数	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm³)	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm³)	吸水率 (%)	膨張比 (%)	CBR値 (%)	修正CBR値 (%)
2	食塩 1	10	19.5	1.985	23.5	1.792	3.990	0.14	26.6	
		25	20.7	2.160	22.1	1.940	1.440	0.20	29.6	24.0
		55	19.5	2.185	20.5	1.967	1.040	0.07	31.5	
4	〃 1	10	22.3	1.951	20.7	1.951	2.610	0	55.4	
		25	22.3	2.079	24.9	2.079	0.270	0	59.1	54.0
		55	21.1	2.079	23.9	2.079	0.540	0	63.5	
6	〃 1	10	20.3	1.909	23.4	1.909	4.000	0	76.8	
		25	20.3	2.090	22.3	2.090	0.810	0.04	127.1	77.0
		55	20.2	2.118	20.7	2.118	0.400	0	78.8	
2	フレーク 1	10	20.8	1.853	22.0	1.850	1.237	0.176	~~65.7~~ 84	
		25	18.8	1.889	19.6	1.884	0.674	0.248	13.3	17.0
		55	21.6	1.995	22.0	1.995	0.393	0	18.7	
4	〃 1	10	20.3	1.760	23.6	~~1.923~~ 1.760	3.474	0	24.4	
		25	20.3	1.918	20.8	1.918	0.531	0	28.6	34.8
		55	20.3	1.923	20.8	1.923	0.530	0	35.2	
6	〃 1	10	16.6	1.907	20.5	1.867	3.813	2.024	20.2	
		25	16.6	2.049	17.8	2.041	1.492	0.424	29.3	34.8
		55	16.6	2.071	17.5	2.063	0.861	0.368	35.5	
3	0	10	19.6	1.757	23.1	1.754	3.508	0.16	22.7	
		25	18.3	1.936	19.1	1.934	1.053	0.08	24.1	25.0
		55	19.5	1.920	19.9	1.917	0.663	0.20	42.4	
5	0	10	17.8	1.706	25.1	1.706	6.719	0	34.2	
		25	19.2	1.953	20.0	1.950	1.043	0.136	76.4	69.4
		55	19.2	1.938	19.5	1.935	1.051	0.120	73.9	
7	0	10	18.1	1.704	24.7	1.704	6.727	0	133.5	
		25	18.3	1.908	19.8	1.908	1.469	0	145.3	134.0
		55	18.0	1.995	18.0	1.995	0.013	0	55.7	

5. 結果の考察

1. 強度；一般に7500g/m以上の道路基床としては単軸圧縮強度が30kg/cm²以上とされているので，筆者等もこれを目標強度として実験を行ったが，単軸試験においては，大体石灰を10%添加して，28日間養生すれば目的強度が得られる事を示している．しかし，石灰9%フレーク1%の比で加えれば，7日間養生すれば目標強度に達する事を示している．この点からフレークはソイル石灰に有効と思われる．添加総量10%以下では強度的な期待は出来ないようである．一方CBR試験においては添加剤の効果が逆効果となっているが，これの意味するところは不明である．

2. 乾燥密度・吸水率・膨張率；膨張率即ち体積変化に対する添加剤の効果は期待出来ないが，吸水率，乾燥密度に対しては単軸試験，CBR試験共にNaCl，フレークが如何なる配合に入れられても有効である事を示している．この事は土の凍上凍結に対する抵抗性の増大と，土の締固めの容易さを示すものであり，この点からして，NaCl，フレークをソイル石灰に加える事は意味があると考える．