

N-61 リグニンと添加したソイルセメントの性質変化

日本大学理工学部 正員 浅川 美 利

同 正員 三浦 裕 二

同 正員 福 島 莊 太

I. まえがき

近年リグニン系土質安定材は、ソイルセメントの添加剤、もしくは助剤としても、その利用価値が着目されるようになった。リグニン系材が助剤として効果を表わすものであるとすると、その性質からある程度ソイルセメント自体の性質を改善することになるのではないかと考え、次のような事項について検討してめぐることにした。

- 1). リグニンの添加は予想したようにソイルセメントの性質(耐久性、透水性、強さ、たわみ性)を改善するか。
- 2). リグニン添加の場合その最適量はどうか。

II. 実験計画とその方法

実験に先だって、千葉山砂に対するセメント量、リグニン量の適性水準を定めるため、各々6水準(土の乾燥重量に対してセメント0~10%、リグニン0~25%)のすべての組合わせについて一軸強さ試験と行ない、二元配置による分散分析、各因子水準間の差の検定を行なった。その結果次のことがいえる。

- 1). 一軸圧縮強さに対してセメント量、リグニン量ともに有意差が認められる。
- 2). 水準間の差の検定において、セメント量は4~10%、リグニン量は0~1%に差があるといえる。(ただし 信頼限界 95%)
- 3). 1%以上のリグニン添加はセメントの効果をいじろしく低下させ、まったく使用不能となる。

以上の結果を参考とした。実験計画とその方法の概要は下表の通りである。

試料名	セメントの種類	添加率(%)		混合方法	締めの固め方法	養生条件		実験内容	備考
		セメント	リグニン			日数	方法		
千葉山砂 ローム	普通早強セメント	4	0.25	ボート型ミキサーにリグニンはOMC締めめに必要とするための水に溶解。	ダブルプラグによる静的締め固め 供試体寸法はφ5cm, 高10cmとし、試料重量を一定とした密度管理による締め固めによる。	0	1) 恒温恒湿室(100%, 25℃)	一軸圧縮試験	(14日間)
		6	0.50	土とセメントの混合2分後にリグニン溶解液を添加し2分混合。		4	2) 恒温恒湿室10水浸	毛管吸水試験	
		8				7	3) 以後1) 非水浸	膨張圧試験	
		10	0.75			14	2) 水浸と呼ぶ	凍結融解試験	
						28		CBR試験	4日水浸、その後非水浸

[注] 千葉ロームについては実験中のためセメント一種(普通セメント)の強度試験にヒビヨる。

試料土(砂およびシルト質ローム)の物理的性質等は、表-1, 2. および図-1に示す。またリグニンはサンエキス P-552を使用した。

表-1. 試料土の組成および物理的性質

試料名	粒度分析(%)			均等係数	コンステンション			比重	pH
	砂分	シルト分	粘土分		LL(%)	PL(%)	PI		
山砂	93.0	2.5	4.5	3.8	20.1	19.4	0.7	2.65	8.1
ローム	5.0	86.0	9.0	5.6	73.7	56.1	17.6	2.70	7.3

表-2. 締めの固め特性

	気乾含水比(%)	JIS A1210 (3F 25回)		JIS A1211 (5F 55回)	
		最適含水比(%)	最大乾燥密度(g/cm³)	最適含水比(%)	最大乾燥密度(g/cm³)
山砂	2.5	15.0	1.718	13.5	1.743
ローム	32.0	70.0	0.880	58.0	0.967

Ⅲ. 実験結果とその考察

Ⅲ-1. 一軸強さについて

一軸強さについて砂、ロームともにリグニン添加による効果が認められる。図-3
セメント+リグニンとセメントの重量比(以下 $C+L/C$ と略す)と一軸強

の増加ともない、上の種類に関係なく強さが増加するのは当然な

1.03~1.06(リグニン量にして0.25%)で極大値を示す。ロームの場合リグニン量0.5%で最大強さを示す。セメント量が少ないほどその効果は顕著である。一方水浸した場合の強さは非水浸の場合とほぼ同様の傾向を類似している。特にセメント量の少ない場合(4%)水浸による強さの低下が小さいようである。図-4は砂についてリグニンを0.25%添加した際のセメント量と一軸強さの関係を養生日数別に示したものである。これからその効果は明瞭である。

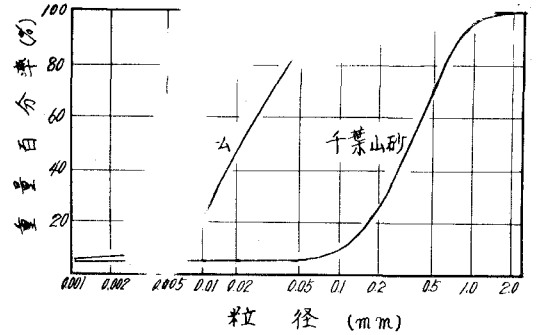


図-1

Ⅲ-2. 弾性係数について

14日養生の砂について、その一軸強さから弾性係数(初期切線係数)を求め、セメント量との関係を図-5に示す。リグニンを含まない試料については、セメント量の増加に従って弾性係数は

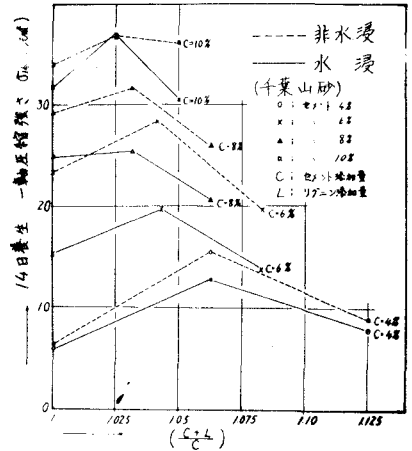


図-2

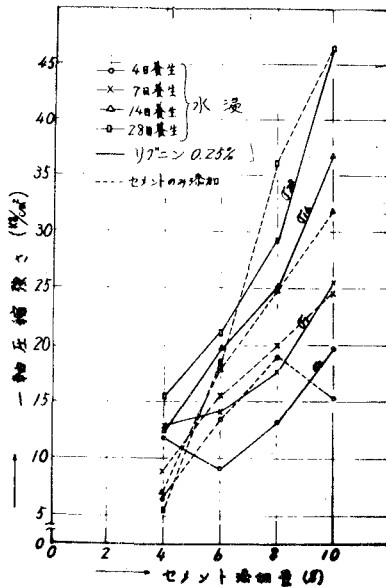
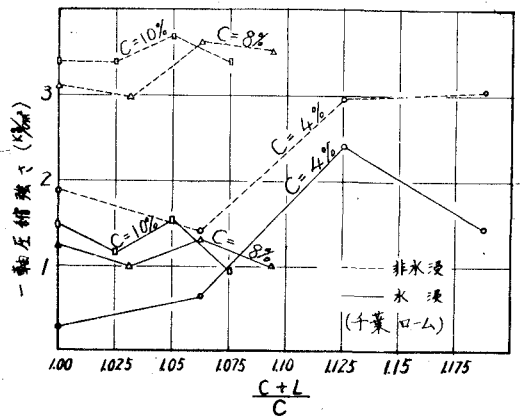


図-4



増加する。しかしリグニンが含まれると、セメント量に関係なく弾性係数は一定となる。

Ⅱ-3. 吸水性と膨張圧 (E.P.) について;

毛管吸水試験 (14日間) の結果を $C+L/C$ と吸水率との関係について表わしたのが、図-6 である。図から次のようなことが観察される。

- 1) セメント 6% までは、リグニンの効果が認められない。
- 2) 8% ~ 10% のとき $C+L/C$ が 1.05 附近で吸水率は極小値を示し、その後はリグニンの増加に従って、ふたたび吸水率は増加する。
- 3) 早強セメントを使用した場合のリグニン効果は、すべてのセメント量に対し顕著である。
- 4) セメント量が増加するに従って吸水量の終日変化は少なくなる。

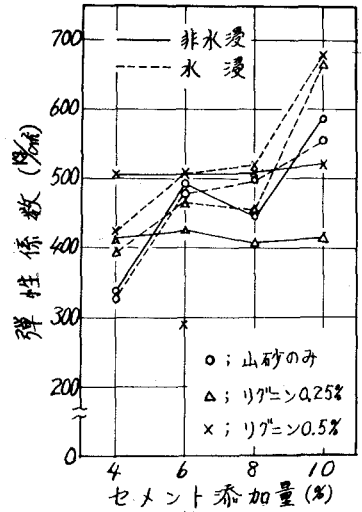


図-5

14日間吸水後の供試体について一軸強さを求めた結果非水浸強さと同様 $C+L/C$ 1.05 附近で極大値を示す。

(図-7) 参照。水浸抵抗指数は、セメント 8%, リグニン 0.5% のとき 77% で、リグニンの添加によつて、セメントだけの場合よりも約 10% 増加する。

吸水量と膨張圧との関係は有意な関係があるかどうか予想し、同じ図に両者と書き比較してみた (図-6 参照)。

その傾向は毛管吸水の傾向と類似しており、吸水率最小のところで最も小さい E.P. を示した。

Ⅱ-4 耐久性 (凍結融解) について;

供試体は毛管吸水ができるような容器に入れ、凍結融解を 14 サイクル繰返したのうち一軸強さ試験を行なった。ただし 1 サイクルの条件は凍結 (-26°C) 16 時間、融解 (23°C) 8 時間である。

凍結融解後の一軸強さと $C+L/C$ との間には、図-8 に示すような関係があり、非水浸強さ、吸水率と同様 $C+L/C$ が 1.03 ~ 1.05 附近で最も良好な結果を示す。

凍結融解指数 R_s ($\frac{14 \text{ サイクル凍結融解後の } \sigma_s}{14 \text{ 日間毛管吸水後の } \sigma_s} \times 100$) は $C+L/C$ が大となるほど大きくなり、特に普通セメントにおいて、その効果は明瞭にみられる。(図-9 参照)

Ⅱ-5. C.B.R. について;

C.B.R. 値も一軸強さの場合と同傾向がよく似ており

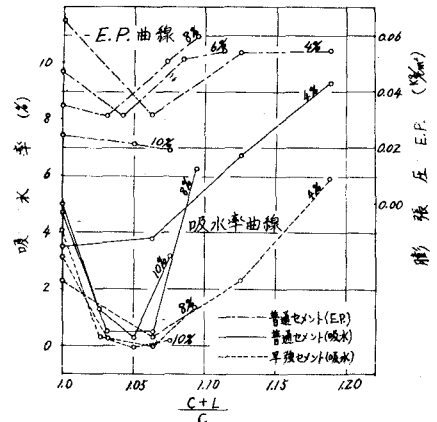


図-6

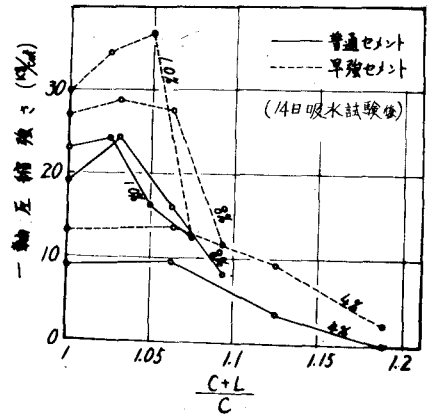


図-7

図-10 に示すように $C+L/C$ が 1.03~1.05 で最も大きくなる。しかしロームの場合にはその差が明らかでない。セメント量が増えるほど、C.B.R. 値が大きくなるのは当然なことであるが、非水浸 C.B.R. に対して、水浸した場合の C.B.R. の低下は、セメント量が多へほどいじりしきようである。

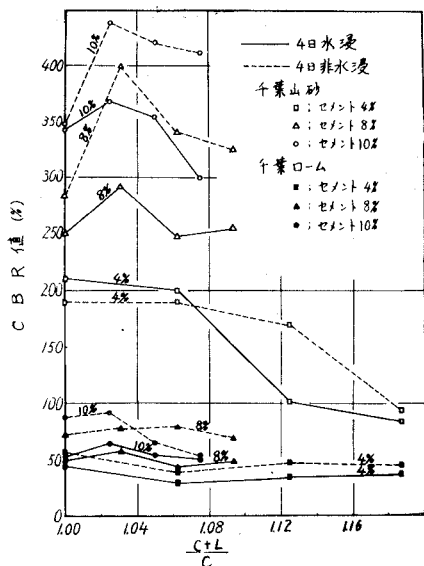


図-10

Ⅴ. おまけ

以上の結果をまとめると、次のようなことがいえる。

- 1) ソイルセメントの吸水性、膨張性、耐久性はリグニンを添加することにより改善することができ。
- 2) リグニンの最適添加量は、セメント量によってある程度左右されるが、その範囲は狭い。今回の実験では、 $C+L/C$ が 1.03~1.05 (ただし 砂の場合) が最適のようである。
- 3) ロームについては、今のところ明確でないが、少なくとも砂より最適 $C+L/C$ は大となるようである。
- 4) 過剰のリグニン添加は、かえって膨張性もうながし、吸水性を増加させ、いじりしきく強さ、耐久性を低下させる。

14日凍結融解試験後の R_f と $C+L/C$ の関係

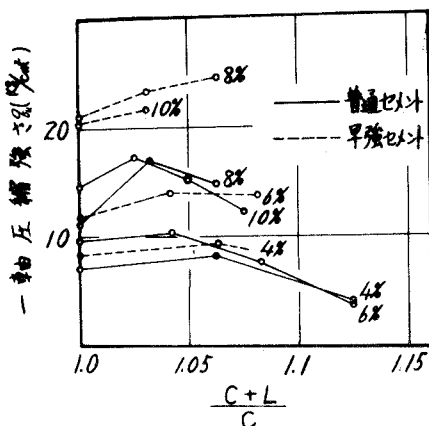


図-8

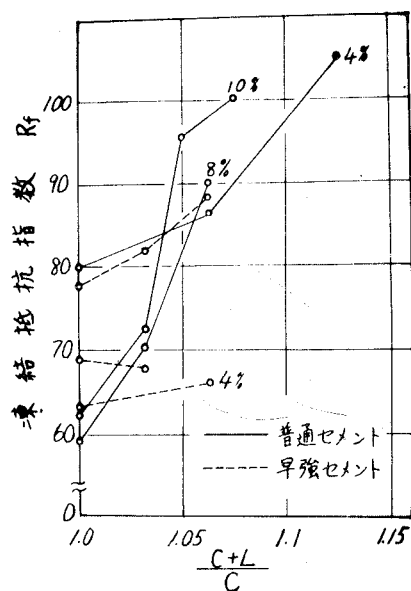


図-9