

V-39 粘性土を使用したソイルセメントの耐久性について

— 粘性土のときほぐし度の影響 —

金沢大学 正員 柳 場 重 正

正員 〇 川 村 満 弘

1. 目的

ときほぐし粘性土を使用したソイルセメントの諸性質については著者らによつてすでに発表されてきた^{1),2)}。それによつて使用するときほぐし粘性土の粒度、含水比がソイルセメントの内部構造、したがつて種々の力学的性質、収縮きれつなどに大きな影響を及ぼすようである。このようなソイルセメントを実際の道路舗装に用いるには、これまで調べた力学的性質、収縮きれつその他に凍結融解に対する抵抗性について検討されねばならない。

また一方ソイルセメントのこのような耐久性について内部構造と関連づけて論ずることは現研究段階ではかなり不十分だが、重要な問題である。本報告は粘性土ソイルセメントの内部構造形成の際に重要な役割をばたす使用粘性土塊試料の物理的性質と耐久性の関係について実験的に検討したものである。

2 実験概要

(1) 使用材料

使用セメントは普通ポルトランドセメントである。

使用土は金沢市市原山産であり、その物理的性質は表-1に示す通りである。

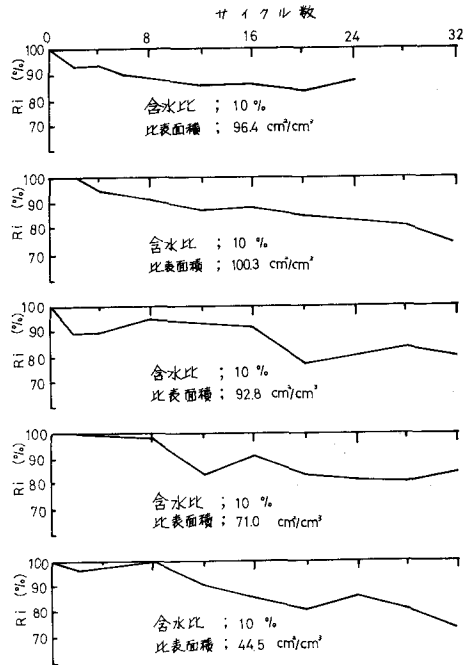
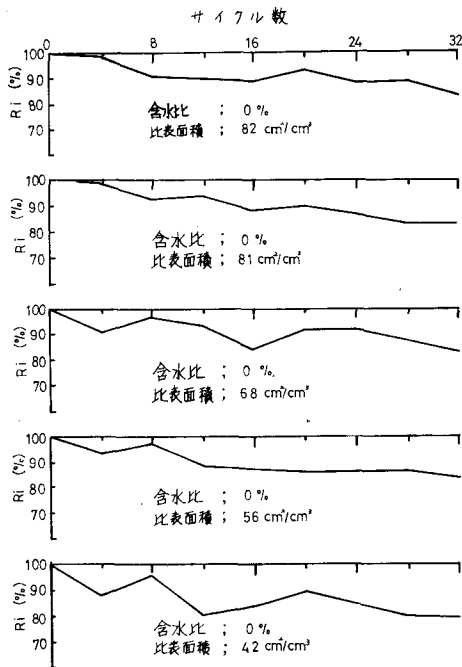
(2) 実験方法

粘性土塊試料は種々の粘土にときほぐされたものである。このようにしてときほぐされた粘性土に10%のセメントを添加した試料約5kgを、15rpmの回転速度のアイソリック型ミキサを用いて3分間空練り後、最適含水比になるまで水を加えながら10分間混合した。供試体は直径5cm高さ10cmの円柱体であり、JIS-A-1210の「突固め試験法」によつて得られた最適含水比および最大乾燥密度になるようにB.S. 1924による静的方法によつて作製されたものである。

成型後、供試体は硫酸紙およびパラフィンワックスで密封され、ポリエチレン袋中で温度20℃のもとで7日間養生した後シールを除去し、20℃水中に24時間放置した。その後、再び硫酸紙とパラフィンワックスで密封したものを標準供試体として20℃の恒温室中で所定期間中養生した。

表-1 使用土の物理的性質

主な粘土鉱物	カオリナイト モンモリロナイト 長石、石英
三角座標の分類	粘土 or シルト質粘土
砂	10 %
シルト	55 %
粘土	35 %
液性限界	23.0 %
塑性限界	45.2 %
塑性指数	27.8
最適含水比	41.1 %
最大乾燥密度	1.253 g/cm ³
比 重	2.668
自然含水比	69 %



2-図 サイクル数増加にともなう抵抗指数の変化

1-図 サイクル数増加にともなう抵抗指数の変化

一方、標準供試体と同様の凍結融解用供試体はゴム容器に入れ、16時間、 -5°C の冷凍室で凍結し、その後 25°C の部屋で8時間放置して融解し、これを1サイクルとして32サイクルまで凍結融解作用を受けさせた。

(2) 耐久性の表示法

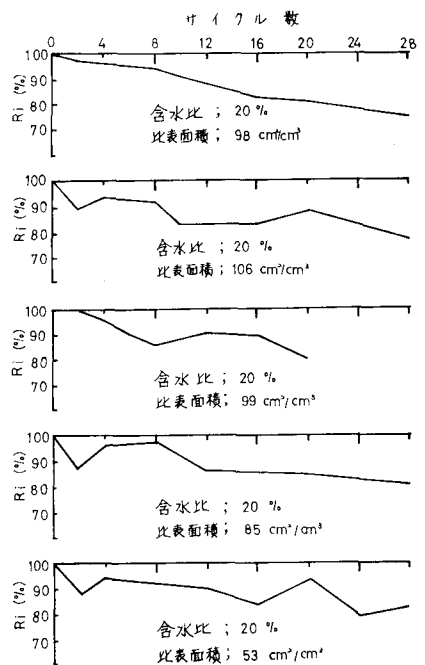
凍結融解に対する耐久性の大小を表す表示法として、凍結融解の作用を受けた供試体と凍結融解作用を受けない供試体の一軸圧縮強さの比を用いた。

$$R_i = \frac{P_i}{P_c} \times 100 \quad (\%)$$

ここに R_i ; 凍結作用に対する
抵抗指数

P_i ; 凍結作用を受けた供試
体の一軸圧縮強さ

P_c ; 非凍結の供試体の一軸
圧縮強さ



3-図 サイクル数増加にともなう抵抗指数変化

一軸圧縮試験は荷重速度を一定 ($0.2 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{sec}$) にして最小読取り目盛 5 kg でおこなった。

実験結果は原則として、凍結および標準供試体とも各々3本の平均値である。

3. 実験結果と考察

(1) とまほぐし度合の耐久性に及ぼす影響

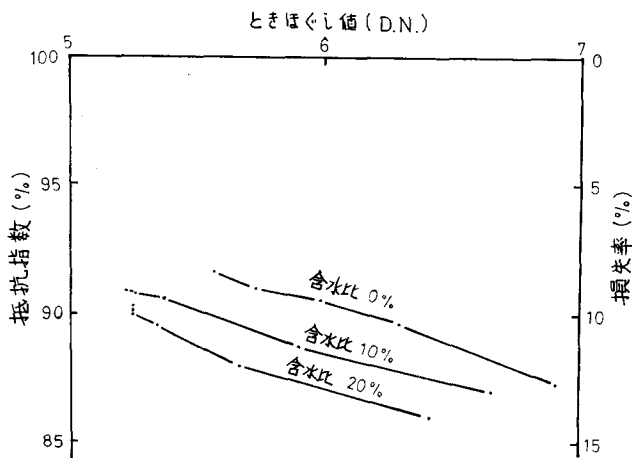
名とまほぐし度合におけるサイクル回数と抵抗指数 (R_i) の関係は 1, 2, 3-図 の よう にな る。
いづれもサイクル数の進行とともに抵抗指数は減少の傾向にある。

次に原材料である粘性土のときほぐし程度が凍結融解作用に及ぼす影響を明らかにするために抵抗指数と、D.N. (= $\sum(\text{凍融割合})/100$) との関係を描くと 4-図 の よう になり、又比表面積との関係を描くと 5-図 の よう になる。

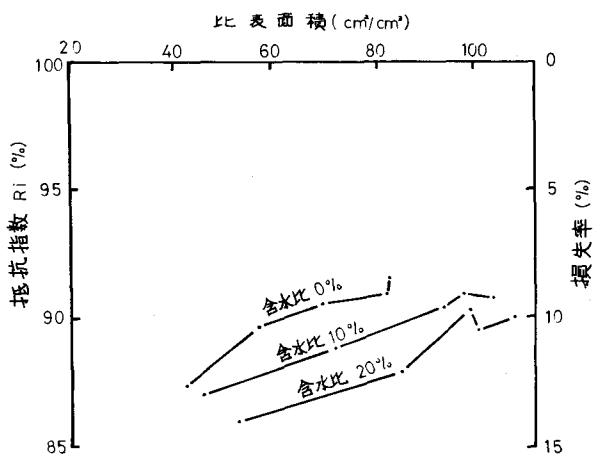
お、ここに示す抵抗指数は各サイクルの抵抗指数を平均した値である。

これらの図から明らかのように、ときほぐし度合が悪くなるにしたがって (比表面積小、D.N. 値大) 抵抗指数はほぼ直線的に減少している。これまでの研究によつて使用粘性土の比表面積が増えるほど粘性土を用いたリイルセメントの内部構造は均一になることが確かめられている。このことから最終的に形成されるリイルセメントの内部構造が均一なものは耐久性も大となることがわかる。したがって、これまで著者らによつて明らかにされて来たように、よくときほぐした粘性土を使用したリイルセメントは氷れつ発生、圧縮強度の点で望ましい性質を有するだけでなく凍結融解に対する抵抗性も大であるといえる。

又、これらの図から得られるもう一つの特徴は同一のときほぐし度合を有する試料でも、ときほぐし時の含水比が異なれば、抵抗指数も異なるという点である。すなわち抵抗指数と、ときほぐし度合の関係はときほぐし時の含水比によつてほぼ平行な直線になっている。本実験で使った 0~20% の



4-図 粘性土のときほぐし度と抵抗指数の関係



5-図 粘性土のときほぐし度と抵抗指数の関係

範囲の含水比では 含水比が小さいほど抵抗指数は大きくなる。

使用粘性土の含水比が小さいほど Ca イオンの移動が進みにくく形成されるリールセメントの内部構造は不均一なものになることがすでに明らかになっている。²⁾ したがって、含水比の減少にともなう抵抗指数の増加傾向をときほし度と抵抗指数の関係と同様に内部構造の均一性(セメントゲルの分布状態)により説明することはできない。このことはリールセメント中のセメントゲルの分布状態だけでなく、水分の分布状態も耐久性に大きく影響することを示している。

(2) 一軸圧縮強度と耐久性の関係について

6-図は標準供試体の圧縮強度と抵抗指数の関係を示した図である。なおこれらの値はいずれも全サイクル数における実験値を平均したものである。この図から、含水比 10% や 20% では圧縮強度の増加に伴い、抵抗指数も増加しているが、含水比 0% では逆に圧縮強度の増加にともなう抵抗指数は減少している。リールセメント中の水分の分布状態は一軸圧縮強度よりも凍結融解に対する抵抗性により重要な影響を及ぼすためである。粘性土を使用したリールセメントでは一軸圧縮強度が大きいほど耐久性も大いであるとは必ずしもいえないことは、所要セメント量決定にあたって考慮されるべき点である。

これらの結果について考察をまとめるとつぎのようである。

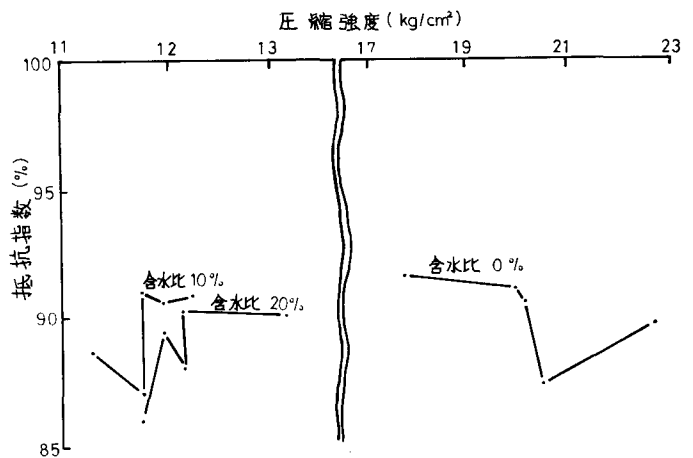
(1) 使用する粘性土塊試料が細かいほどリールセメントの凍結融解に対する抵抗性は大きくなる。

(2) 同じ比表面積の粘性土試料でも使用粘性土試料のときほし時の含水比が小さいほど耐久性は大きくなる。これは多分含水比によってリールセメント中の水の分布状態が異なるためと考えられる。しかし、リールセメントの物理的構造(とくに水の性質)についてはほとんど解明されていないので (1) の結果をも含めてこれらの現象を内部構造から説明することは困難である。

(3) 一軸圧縮強度が大きいほど耐久性も大きいとは必ずしもいえない。とくに含水比 0% では逆に強度が大きいほど耐久性は小さくなる。

参考文献

- 1) 加場重正, 川村満記; "リールセメントの原材料としての粘性土ときほしについて" 土木学会論文集 No. 155 pp. 25~31, 1968
- 2) 加場重正, 川村満記, 大塚伸尚; "粘性土ときほし割合がリールセメントの凍結融解性および粘弾性性質に及ぼす影響", 土木学会論文報告集, No. 177, 1970 pp. 30~42.



6-図 圧縮強度と抵抗指数の関係