

金沢大学工学部 正員 八木則男
同 正員 西田義親
同 正員 Oニ木幹夫

はじめに

スラリー状から圧密された粘土を練り返すことによって応力履歴を取り除き、再度圧密すると、同じ圧密圧力のもので含水比の低い状態の粘土が得られ、以前この状態の粘土をRNC粘土と称した。この状態に対応する練り返し過圧密を考えると、圧密圧力 σ_c 、含水比(w)空間のある点における状態は、練り返し時の含水比、 σ_c 、過圧密比がわからなければ決定できず、その点における状態は数多く存在することになる。従って飽和粘土の力学特性は、圧密圧力、過圧密比のみでは表示し得なくなる。それで、統一的に飽和粘土の力学特性を表わすためには、この様なRNC粘土の特質を把握する必要がある。前報^(1,2)までにRNC粘土のせん断特性、クリープ特性等を報告したが、今回はさらに、応力緩和特性について実験を行ったのでその結果を報告する。

試料および実験方法

実験に用いた試料は前報^(1,2)同様、九谷焼に用いられているカオリン系の粘土で、 $LL=79.3\%$ 、 $PL=26.8\%$ 、 2μ 以下の粒子が55%である。応力緩和試験は、1ルウェー型の三軸圧縮試験器を用いて、非排水条件で行った。軸差応力の測定にはピストン上部に取り付けたロードセルを使用し、試験中の間げき水圧は、ひずみゲージタイプの圧力変換器を用いて、それぞれ自記記録させた。従来の正規圧密粘土(NC粘土と記す)の場合、大型圧密容器で 1 kg/cm^2 で圧密した試料を膨潤させた後、三軸セル内で 2.0 kg/cm^2 の圧力で等方圧密した試料を用い、また過圧密粘土(OC粘土)は同じ粘土をセル内で 5 kg/cm^2 で圧密し、 $OCR=10.5$ になるように膨潤させたものである。RNC粘土の場合は、大型圧密容器を用いて、 $20, 30, 45\text{ kg/cm}^2$ で圧密した試料を膨潤させた後、含水比が変わらないように十分練り返し、三軸セルを用いて再度 20 kg/cm^2 で圧密したものである。またNC粘土、OC粘土、RNC粘土とも圧密終了後、バックプレッ - 20 kg/cm^2 を与えて試料を飽和させた。表-1にNC粘土、OC粘土、RNC粘土の初期含水比(RNC粘土の場合は、練り返し時の含水比と一致)、試験後含水比、応力緩和を始める時の初期ひずみとせん断応力も同時に示す。なお初期ひずみを与えるための軸ひずみ速度は、 $1.8\%/min$ を用いた。

表-1

	NO	飽和含水比 w_s (%)	試験後含水比 w (%)	初期含水比 w_0 (%)	試験後含水比 w (%)
NC	1	0.315	0.820	41.33	33.30
	2	1.32	1.08	41.22	33.32
	3	1.91	1.23	43.41	32.60
	4	0.684	0.50	36.63	49.30
OC	5	0.615	0.67	35.91	29.97
	6	0.952	0.90	35.24	29.57
	7	0.730	0.78	32.35	28.15
OC	8	0.593	1.23	—	27.50
	9	0.874	1.44	31.84	28.05
	10	0.378	0.62	24.69	26.49
RNC	11	1.54	1.00	34.85	25.96
	12	1.55	1.23	—	26.03
	13	0.391	0.68	32.39	26.26
RNC	14	0.520	1.00	33.68	26.31
	15	0.923	1.23	32.12	25.00
	16	0.248	0.860	30.98	24.85
RNC	17	0.818	1.25	31.03	25.55
	18	2.630	1.62	31.25	25.58

R: 練り返し圧力(圧密圧力)の値(%)

実験結果および考察

図-1に、NC粘土、OC粘土($OCR=10$)、RNC粘土($P_0=4.5$)の応力緩和曲線を示す。これ等の曲線は、 $\log_2 t$ に対して直線的には変化せず、やや指数関数的に減少しているが、3者の粘土には、めだた差は認められない。

応力緩和時における間げき水圧と $\log_2 t$ の関係を図-2に示す。この図からわかるように、NC粘土、RNC粘土の正規圧密粘土では、応力緩和に伴って間げき水圧は増加し、OC粘土では逆に間げき水圧は減少する。従って、従来より指摘されている間げき水圧と、ひずみの一義性は本実験では認められなかった。一定のひずみを与えて、応力緩和を起こさせる時、応力緩和という現象は、

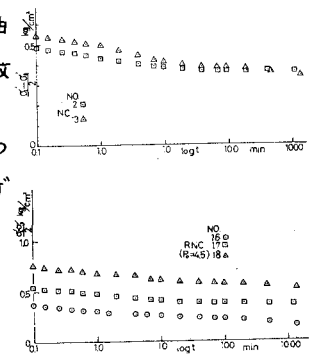


図-1 せん断応力~時間

貯えられたひずみエネルギーが、粒子移動により吸収される現象であると考えられる。従って粒子移動が起これば、当然ダイレイタンスの傾向がでてくると考えることができる。従って発生間げき水圧との関係を考える時、ひずみだけでなく、せん断応力だけといったものではなく、それらによって引き起こされる土構造の変化というものを主体に考えるべきであろう。ところで、NC粘土とRNC粘土の間げき水圧の出方にはさほど差はみられない。図-3は、応力緩和時の有効応力径路を示したものであり、応力緩和時に発生する間げき水圧のため、応力径路は最大主応力の σ_1 軸に平行にはならない。図-4に応力緩和曲線から求めた緩和時間の分布関数を示す。同図によれば、NC粘土、OC粘土の緩和時間の分布関数は、初期ひずみの違いによる変動は少なく、みかけの弾性率の荷重依存性は小さいように思われる。また分布関数は全般に滑らかであり、各緩和時間に対応するMaxwell模型が受け持つ弾性率は滑らかに変化する。一方RNC粘土は、全般に初期ひずみが大きいものほど分布関数の値は小さくなる傾向がある。また初期ひずみが小さいものほど分布関数の変動が大きくなり、不規則に緩和が起こることを示している。またそのパターンは、繰り返し時の含水比の大小によって多少異なるようである。

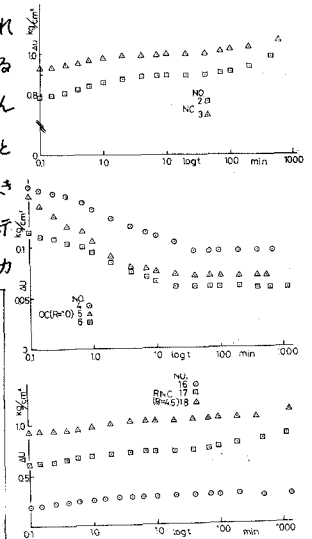


図-2 間げき水圧-時間

図-3 有効応力径路

Maxwell模型が受け持つ弾性率は滑らかに変化する。一方RNC粘土は、全般に初期ひずみが大きいものほど分布関数の値は小さくなる傾向がある。また初期ひずみが小さいものほど分布関数の変動が大きくなり、不規則に緩和が起こることを示している。またそのパターンは、繰り返し時の含水比の大小によって多少異なるようである。

結論

応力緩和試験結果全般についていえば、緩和時間の分布関数以外、NC粘土とRNC粘土との相違は顕著ではない。応力緩和現象が土粒子の移動によって起こるとはいても、その移動たるや、せん断試験、クリープ試験と比べれば微少である。一般に可塑性材などをした場合などのように大きな分子が、小さな分子にかこまれているような場合、小さな分子の運動による緩和が先に起こるといわれている。粘土も、粘土粒子とその回りの吸着水とがかなうと考えられると、吸着水の性状が異なると思われるNC粘土、RNC粘土で、応力緩和試験でめだした違いがみいだされるとすれば、ごく短い時間(10⁰~10²sec)の間に観察されるであろう。図-4 緩和時間の分布関数

参考文献

- 1) 八木, 西田, 大島 "繰り返し粘土の力学特性" 第28回土木学会講演概要集, 2) 八木, 西田, 二木 "繰り返し粘土のクリープ特性" 第29回土木学会論文概要集, 3) 赤井, 足立, 安藤 "飽和粘土の応力-ひずみ-時間関係" 土木学会論文報告集第25(1974-5) pp53-61