

熊本大学工学部 正員 ○北園芳人
熊本大学工学部 正員 鈴木敦巳

まえがき

有機質火山灰土を現場施工に比較的近い条件と考えられる突固めによ、て締固め飽和させた後、非排水条件で動的あるいは静的先行載荷を行ない、その先行載荷が先行載荷後の圧縮試験に及ぼす影響を明確にする。これによ、て、外力を受けた盛土の強度変化と外力の大きさの関係を知らることができれば、有機質火山灰土のように攪乱によ、て力学特性の著しく変化する盛土材の施工対策に有意義である。

試料及び実験方法

試料の有機質火山灰土(黒ぼく)は熊本県阿蘇郡産山村で採取した。試料の物理的性質は表-1に示す。供試体は、自然含水比でJIS A 1210 T-1979の突固め試験に相当するエネルギーで突固めて、高さ125mm、直径50mmに成形した。実験方法は、先づ供試体を飽和させるためバックプレッシャーを98kPaで24時間負荷した後、拘束圧 $\sigma_3=98\text{kPa}$ で24時間の等方圧密を行ない、その後、非排水条件で(1)ひずみ制御($1\text{mm}/\text{min}$)で圧縮試験(non-preload)を行なった。その結果を表-2に示す。(2)繰返し荷重 $(\sigma_1-\sigma_3)_r$ を1Hz(載荷0.5s、除荷0.5s)で $N=10^5$ 回載荷後、ひずみ制御の圧縮試験を行なった(Re.test)。(3)静的持続荷重 $(\sigma_1-\sigma_3)_s$ を $t=10^5$ s載荷した後、ひずみ制御の圧縮試験を行なった。なお、荷重の大きさは、(1)の圧縮強度 $(\sigma_1-\sigma_3)_f$ との比として荷重比($R_L=(\sigma_1-\sigma_3)_r/(\sigma_1-\sigma_3)_f$ あるいは $(\sigma_1-\sigma_3)_s/(\sigma_1-\sigma_3)_f$)。

結果及び考察

図-1、図-2に先行載荷及び圧縮試験による有効応力経路を示す。図中の数字は荷重比、 f -lineは(1)の圧縮試験から得られる破壊線、Re.testの $R_L \geq 0.6$ 、Su.testの $R_L = 0.8$ では先行載荷後の圧縮試験時の有効応力経路が、それより小さい荷重比と異なっている。つまり、有効応力経路は、荷重比が小さい場合、先行載荷終了時の応力付近を経由して f -lineに達しているのに対し、上述したような大きい荷重比では、先行載荷終了時よりかなり大きい間隙水圧が発生し、 f -lineより左側に出てしまう。しかし、その後ひずみが増加すると間隙水圧が減少し、 f -line付近で最大軸差応力を示す。

自然含水比	208 %
比重	2.661
液性限界	209.5 %
塑性限界	161.5 %
有機物	30.3 %
日本統一液限法	0V

表-2 供試体の諸元

試験前	含水比	205 %
	乾燥密度	0.395 g/cm^3
	間隙比	5.73
	間隙圧係数 B	0.84
飽和・圧密後	含水比	187 %
	乾燥密度	0.450 g/cm^3
	間隙比	4.91
	間隙圧係数 B	0.98
	$(\sigma_1-\sigma_3)_f$	143.8 kPa
	$E_{50.0}$	9.11 MPa

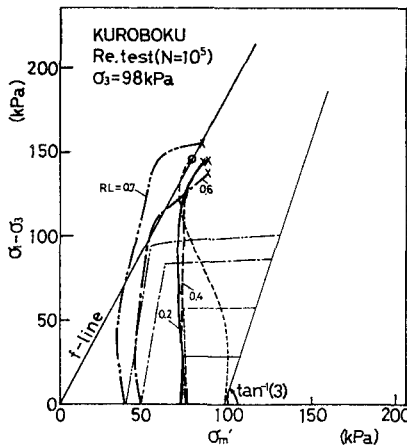


図-1 有効応力経路図(Re.test)

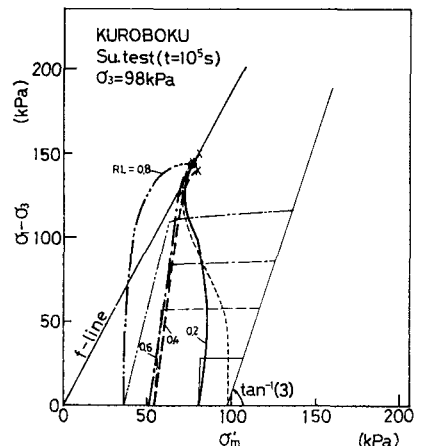


図-2 有効応力経路図(Su.test)

図3、図4は Re.test の圧縮試験時の応力ひずみ曲線と間隙水圧ひずみ曲線である。図中の(↓)は矢を示す。図4において先行載荷時の残留間隙水圧があるため、軸ひずみ0でも間隙水圧は0でない。図3において $R_L \leq 0.4$ では、 $\varepsilon_a < 1\%$ の範囲で non-preload の応力ひずみ曲線より上方にあり、 $R_L \geq 0.6$ では一時下方にありその後上方へ移っている。これは、 $R_L \leq 0.4$ では弾性ひずみがまだかなり大きく弾性的挙動を示しているが、 $R_L \geq 0.6$ では先行載荷時の軸ひずみが大きくなり、降伏していると考えられるため、弾性ひずみが小さくなり塑性ひずみが卓越する塑性的挙動を示すと考えられる。しかし、圧縮試験時のひずみ速度が 10mm/min では早過ぎたのではないかと考えられる。すなわち、 $R_L \geq 0.6$ では応力ひずみ曲線の応力が non-preload のそれより小さくなった弾性ひずみに相当する応力だけ小さくなるはずである。しかし、ひずみ速度が早過ぎると塑性ひずみの発生が遅れると考えられるが、ひずみ速度一定試験であるため過剰の応力が測定され、上述のように途中で応力が急増する傾向がみられる。それと同時に、図4のように一時的に過剰な間隙水圧が発生し、塑性ひずみの遅れが少なくなると共に応力の増加はみられなくなり、間隙水圧も減少し、他の荷重比とほとんど同じ値に落ち着くものと考えられる。この過剰な間隙水圧の影響で図1において f-line を越して左側に有効応力経路が出てしまったもので、本来は、f-line に近づいた後は、その f-line 付近に沿って最大軸差応力の点に達するものと考えられるのが妥当であろう。また、Su.test でもほぼ同様の応力ひずみ曲線、間隙水圧ひずみ曲線が得られた。

図5は先行載荷後の圧縮強度や変形係数を non-preload のそれと比較したものである。圧縮強度は、飽和土の非排水圧縮試験なので、ほとんど変化していないが、変形係数は、Re.test の $R_L \leq 0.5$ 及び Su.test の $R_L \leq 0.7$ で1.5~2倍程度増加しているが、降伏したと考えられる Re.test の $R_L \geq 0.6$ や Su.test の $R_L \geq 0.8$ では増加はみられず、図5にも示されるように、むしろ減少傾向にあると考えた方がよい。

以上の結果をまとめると次のようになる。(1)先行載荷時に大きなひずみが生じ間隙水圧が大きくなると塑性ひずみが卓越する。(2)そのような状態でひずみ制御試験を行なった場合、ひずみ速度が早過ぎると過剰の応力や間隙水圧が測定される。(3)先行載荷によって降伏したと考えられる範囲では、圧縮強度はほとんど変化しないが、変形係数は小さくなることから、圧縮強度ではなくひずみの小さい範囲での応力の変化に注目すべきである。

参考文献

- ①北園・鈴木：締固めた火山灰質粘性土の飽和方法，土木学会西部研究発表会講演概要集，昭和59年2月，

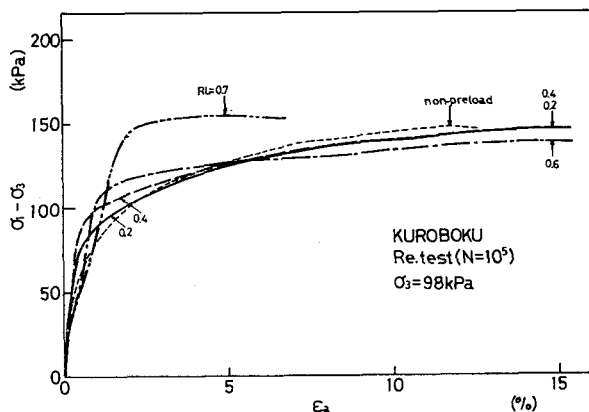


図-3 先行載荷後の応力ひずみ曲線 (Re.test)

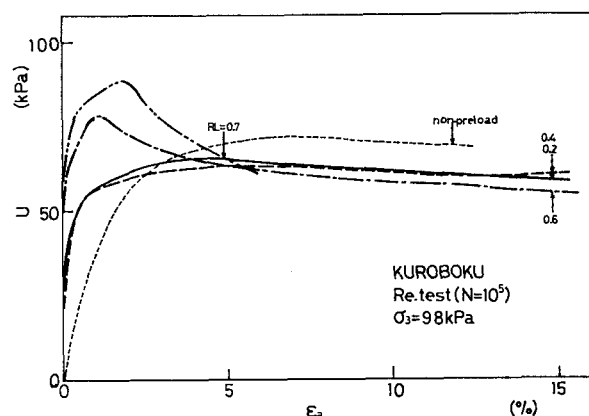


図-4 先行載荷後の間隙水圧ひずみ曲線 (Re.test)

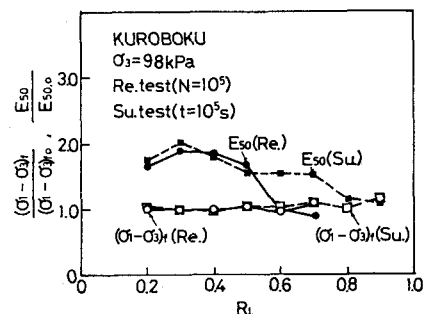


図-5 先行載荷後の強度変化 (圧縮強度, 変形係数)