

財団法人 電力中央研究所 正会員 田中 幸久
同 上 正会員 国生 剛治
電力技術整備株式会社 正会員 長崎 清

1. まえがき

地下水面下における砂礫地盤の地震時安定性を検討する上で、砂礫材料の非排水条件下における動的強度を正しく把握することは基本的に重要な事柄である。ところで、非排水条件下において飽和供試本に対して三軸試験を行なおうとする場合、粘土材料のように供試本の側面が比較的平坦に成形できるものであれば、供試体内へ通じる給排水コックを閉じることによって非排水条件は満足される。しかし、砂礫材料のように供試体作成時に供試本の側面に凹凸ができてしまうものの場合には供試体内へ通じる給排水コックを閉じてメンブレンコンプライアンス(以下、MCと略記する)が大きいため実質的には非排水条件を行なったことにはならなくなる恐れがある。従って、MCの影響が大きい場合には、動的三軸試験装置から得られた動的強度が、真に非排水条件下のものであるということが疑わしくなってくる。そのため、砂礫材料のように供試本の側面に凹凸が出来やすい材料の非排水条件下における力学特性を実験的に把握する上でMCに対する考慮又は対策をすることは基本的に重要な事柄である。本報告は、サンプリングした砂礫材料を対象として筆者らの考案したMC軽減方法とその方法に基づいて実施した動的三軸試験の結果を述べたものである。

2. 試料及び試験方法

実験に用いた試料は、参考文献(1)で述べられている大型土槽内に人工的に作成された地盤からブロックサンプリングしたものである。そのブロックからナイフを用いて直径10cm、高さ20cmの三軸試験用供試体を成形した。供試体は、重量比で25%程度の礫分を含むため供試体の側面にはかなり凹凸が残った。本研究で行なった実験ケースの一覧表を表1に示す。供試体のうちの一部分は、MCを軽減するために成形が終了した段階で側面にやや湿った利根川砂を張りつけて側面の凹凸を少なくした(側面処理供試体)。その他は、そうした処理を行なわずにそのまま実験を実施した(側面無処理供試体)。側面処理供試体と側面無処理供試体の粒度分布を図1に示す。側面処理供試体と側面無処理供試体の粒度分布の差は小さく、同一材料とみなして差し支えないものと判断した。サンプリング試料の物理特性を表2に示す。

3. 試験結果と考察

動的三軸試験の結果得られた典型的な応力経路図を図2に示す。ただし、図2(a)は側面処理供試体の応力経路であり、図2(b)は側面無処理供試体の応力経路図である。図2(a)と図2(b)の応力経路を比較すると非常に大きな形状の相

D ₅₀	1.30 (mm)
D ₁₀	0.23 (mm)
U _c	5.65
比重(Gs)	2.674
最大密度	2.004 (g/cm ³)
最小密度	1.706 (g/cm ³)

表2. 試料の物理的特性

項目 ヤングの係数	供試体の実測		実験条件		
	乾燥重量 W _d (g)	相対湿度 Dr (%)	供試体の 側面に砂を 張りつけた 有無	圧縮圧力 (kg/cm ²)	応力比 σ ₁ /σ ₃
G25-5A	1,803	36.2	×	1.0	0.379
G25-5C	1,784	29.4	×	1.0	0.494
G25-5D	1,794	33.0	×	1.0	0.260
G25-6A	1,867	58.0	×	1.0	0.353
G25-6B	1,887	64.5	×	1.0	0.510
G25-6C	1,882	62.9	○	1.0	0.476
G25-6D	1,875	60.6	○	1.0	0.382
G25-7A	1,899	68.3	×	1.0	0.376
G25-7B	1,873	60.0	×	1.0	0.438
G25-7C	1,846	51.0	○	1.0	0.494
G25-7D	1,852	53.0	○	1.0	0.277
G25-8A	1,911	72.1	○	1.0	0.414
G25-8B	1,855	54.0	○	1.0	0.347
G25-8C	1,878	61.6	○	1.0	0.462
G25-9A	1,884	63.5	○	1.0	0.403
G25-9B	1,856	54.3	○	1.0	0.340
G25-9C	1,808	37.9	○	1.0	0.2714

表1. 実験ケース一覧表

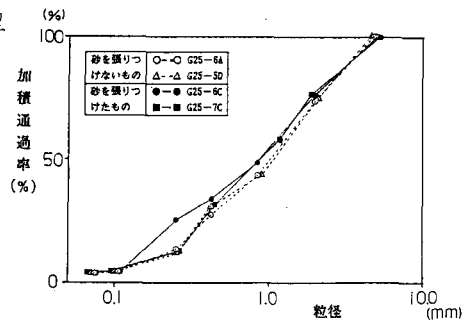


図1. 側面処理の有無が供試体の粒度分布に与える影響

異があることがわかる。即ち、図2 (a) の応力経路は飽和砂のそれに似通っているのに対して、図2 (b) に示す応力経路は、飽和砂のそれとは明らかに異なるものであり、次に挙げる特徴を持つ。

- (1) 初期液状化には達しない。
- (2) 圧縮側の応力経路の傾きは右上がり、繰り返し回数によらずその傾きはほぼ一定である。

次に、この原因について考察を加える。側面が無処理の供試体はMCの影響が大きい供試体内へ通じる給排水コックを閉じて試験を行なっても実質的には部分排水条件下で試験を行なうことになる。そのため、変相線に達する前の応力経路は排水試験の場合の応力経路に似て右上がり（左下がり）の経路を描く。それ故、MCの影響がない場合に比較すると伸張破壊をおこしやすい。MCの影響がない場合、密な砂系では軸差応力最大という意味での非排水強度は非常に大きいと考えられるが、それに比べて軸差応力最大という意味での排水強度は小さい。MCの影響が大きい場合には、言わば部分排水状態で破壊するわけであるが、この場合の軸差応力最大という意味での強度は、非排水強度と排水強度の間にありとえられる。それ故、伸張側の変相線を越えた後に破壊線に触れ伸張側で大きなひずみを生じて破壊することが考えられる。事実、供試体のうち側面無処理のものは、繰り返し載荷を行なっているうちに供試体上端部で大きな伸張ひずみを生じ、クビれた状態で破壊した例がほとんどであった。それに対して側面に砂を張りつけた供試体では試験中に伸張側に大きなひずみが出るものの、著しいクビレを生じることはなかった（図4参照）。

図3に実験より得られた砂系材料の動的強度（DA=5%）を示す。実験ケース（G25-5）の場合は、側面無処理であるためMCの影響により、相対密度の割には他より大きな動的強度が得られていると考えられる。

参考文献

- 1) 吉田, 他3名(1984), 密な砂及び密な砂系の受入試験, 第19回土質工学研究発表会

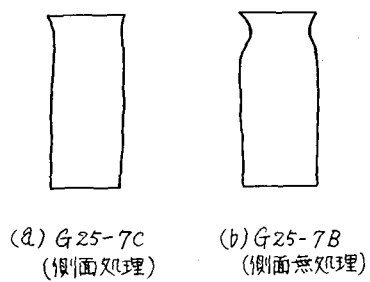
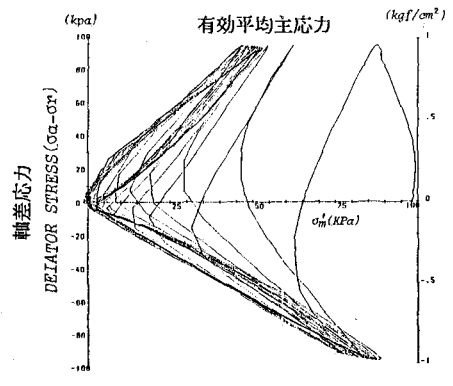
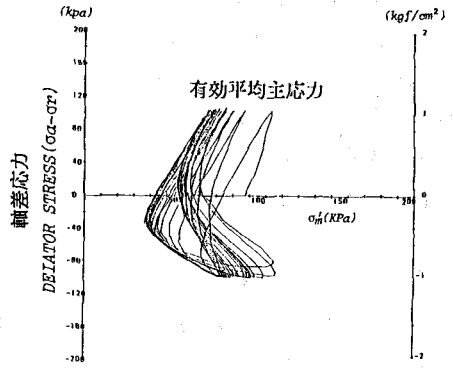


図4. 側面処理の有無が供試体の破壊形状に与える影響



(a) G25-6C ($D_r=62.9(\%)$)
(側面処理供試体)



(b) G25-6B ($D_r=64.5(\%)$)
(側面無処理供試体)

図2. 側面処理の有無が応力経路に与える影響

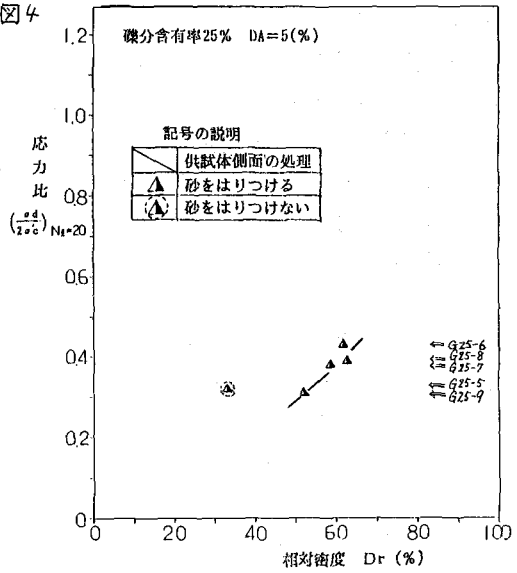


図3. 側面処理の有無が動的強度に与える影響