

1. まえがき

乱さない状態の砂礫地盤の動的強度特性は、不攪乱試料の採取が困難であることから室内試験ではあまり把握されていない。通常は原位置から採取した不攪乱試料による再構成供試体を用い動的強度を求めるが、既往の研究では再構成試料による動的強度は不攪乱試料の結果と比較してかなり小さい値を示すと報告されている¹⁾²⁾³⁾。筆者らは河床砂礫地盤において凍結サンプリングを実施し、不攪乱供試体及び再構成供試体を用いて繰返し非排水三軸試験を実施し、動的強度特性について比較検討を行った。

2. 不攪乱及び再構成供試体の物理特性

試料は円礫よりなり、不攪乱試料表面の礫の周囲に筋状の氷の塊が散見されることからゆるい供試体であることが予想される。表-1に各供試体の主な諸元及び物性値を、図-1に各供試体の粒度を示す。図-1中には比較のため東京礫層の粒度¹⁾をも示している。粒度組成は東京礫層と比較して細粒分が少なく、また63.5mm以上の粗礫をも含むものとなっている。不攪乱試料は堆積年代により、上部砂礫層試料(完新世代)U1~U4及び下部砂礫層試料(更新世代)L1~L3の二種類に分類される。下部砂礫は上部砂礫より若干密な試料ではあるが、両者はほぼ同様な物理特性を有している。風化の程度は下部砂礫の方が上部砂礫より多少進んでいる。

再構成供試体は、不攪乱試料の試験後に試料を混合調整し締固め作製した。再構成供試体D1~D5の粒度は不攪乱供試体の平均粒度を用い最大粒径 D_{max} を63.5mmとしたせん頭粒度である。また D_{max} の差異による影響を確認するために、D6のみ $D_{max}=174$ mmとした粒度(不攪乱試料U2と等しい粒度)で供試体を作製した。供試体作製時の設定密度は不攪乱供試体の乾燥密度の平均とした。

3. 試験法

不攪乱供試体は液体窒素により凍結させた河床砂礫地盤より、内径300mmのコアチューブを用いて採取した。供試体の寸法は直径30cm、高さ55cmである。供試体の表面は極めて平滑であり特に凹凸のある場合にのみ豊浦標準砂を充填した。凍結試料は0.2kgf/cm²の有効拘束圧下で24時間以上かけて解凍した。解凍後の供試体側面には凹凸が現れ、メンブレンペネトレーションの影響が懸念されるため、凹部にシリコンゴムを注入し対

表-1 主な物性値

			採取深度 (m)	比重	間隙比	最大粒径 (mm)	均等係数	
不攪乱	上	U1	6.75	2.692	0.343	143	45.6	
		U2	7.75	2.664	0.326	174	41.7	
		U3	6.28	2.706	0.423	155	45.6	
		U4	8.35	2.720	0.277	206	87.1	
	下	L1	10.60	2.602	0.178	173	106.9	
		L2	11.35	2.616	0.255	132	78.7	
		部	L3	10.65	2.668	0.252	158	104.8
再構成	D1~D5	—	2.532	0.239	63.5	44.6		
	D6	—	2.680	0.279	174	41.7		

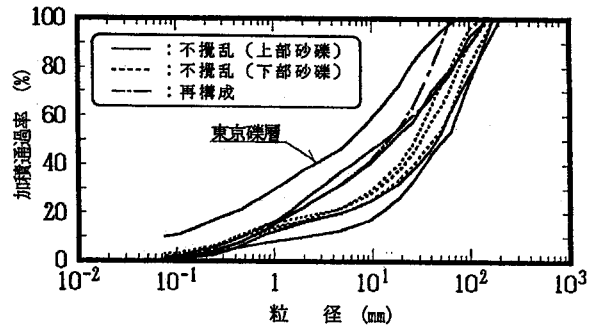


図-1 粒度曲線

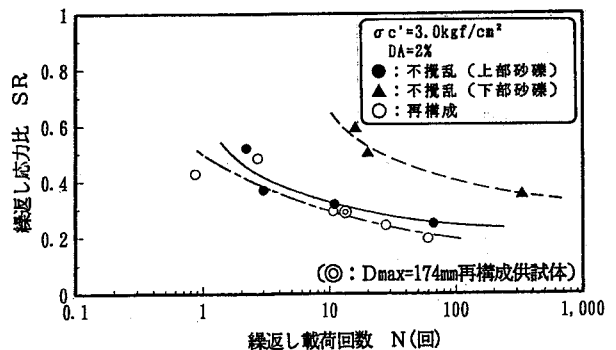


図-2 繰返し強度曲線

処した。供試体は炭酸ガス及び脱気水により飽和させ背圧は 2kgf/cm^2 とすることにより、全ての供試体でB値0.95以上を得ている。試験時の有効拘束圧 σ'_c は 3kgf/cm^2 である。載荷荷重は荷重制御により周波数0.1Hzの正弦波とした。

再構成供試体の寸法は直径30cm、高さ60cmである。

所定重量の試料を6層分に分け1層毎に密度が得られるよう振動ランマーで締め固め供試体を作製した。再構成供試体作製後は不攪乱供試体と同様の手順で試験を実施した。

4. 試験結果

図-2に両振幅ひずみ $DA=2\%$ に達するときの繰返し回数 N と応力比 SR の関係を示した。再構成試料と上部砂礫試料との差はほとんど無いのに対し、下部砂礫層は再構成供試体の2倍程度の強度を示している。この傾向は同試料で実施した動的変形試験の結果と整合するものとなっている⁴⁾。また $D_{max}=174\text{mm}$ とした再構成供試体の結果を図中に◎で示したが、 $D_{max}=63.5\text{mm}$ の結果に対し差がみられず、本試験に用いた試料では最大粒径の影響はあまりないといえる。したがって再構成供試体により動的強度を求める時、強度決定に対し支配的な要因と考えられる粒度、密度等のパラメータを原地盤と等しくしても原位置下部砂礫層の動的強度を把握するのは困難であるといえる。

図-3(a), (b)は代表的な応力～ひずみの関係を示した図である。不攪乱と再構成とを比較すると再構成供試体は伸張側でのみひずみが発生するのに対し、不攪乱供試体は伸張ひずみが卓越するものの圧縮側にもひずみが増加していくことがわかる。不攪乱供試体と再構成供試体との間にひずみの発生傾向についてこのような差異が現れたことの要因としては、不攪乱供試体は礫同士の直接的な噛み合いが少なく砂分以下が礫間に挟在するのに対し、再構成供試体は礫同士の直接的な接触により構造が成り立ち砂分以下は間隙を埋めるように配置されること、試料を攪乱することにより粒子間の膠着力が無くなること等が考えられる。

5. まとめ

河床砂礫材において凍結不攪乱試料及び再構成試料の動的強度特性を比較した結果以下のことが明らかとなった。

- ①繰返し強度は密度、粒度組成にのみ決定づけられるものではなく、堆積構造やセメンテーション等の影響を強く受ける。
- ②再構成供試体は伸張側でのみひずみが増加するが、不攪乱供試体は伸張ひずみが卓越するものの圧縮側にもひずみの増加がみられる。

<参考文献>

- 1) 畑中・鈴木：「東京礫層試料の動的変形・強度特性」，第7回日本地震工学シンポジウム，pp. 649-653, 1986
- 較一」，土木研究所試料第2932号，1991. 3
- 2) 社本・西尾・馬場・後藤・玉置・赤川：「凍結採取された不攪乱砂礫試料の動的強度変形特性」，粗粒材料の変形・強度特性とその試験法に関するシンポジウム，pp. 89-94, 1986. 10
- 3) 時松・大原：「凍結サンプリング」，土と基礎，pp. 61-68, 1990. 11
- 4) 安田・太田・中村：「凍結及び再構成砂礫供試体の動的変形特性の比較」，第28回土質工学研究発表会，1989. 6

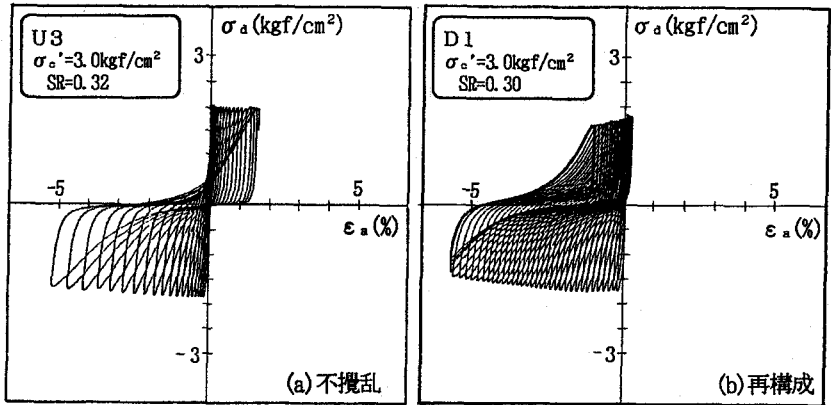


図-3 応力～ひずみの関係