

(財) 電力中央研究所 (正会員) 河井 正
(同上) 國生 剛治
(株) シー・アール・エス 瀬尾 和義

北海道南西沖地震の際に駒ヶ岳山麓の森町において礫地盤が液状化した。当所はすでに現地調査や室内大型三軸試験の結果を報告^{1) 2)}しているが、今回凍結試料の液状化試験実施後に、最大・最小密度試験を実施し相対密度を求めたので報告する。

1. はじめに

液状化強度と相対密度とは強い相関性があることは周知の事実であるが、礫試料の相対密度を求めることは次の2点によりきわめて困難である。

(1) 大きな礫の配置による締固め程度への影響を除去するには、容器を大きくかつ締固めのエネルギーを大きくする必要があり均質に締め固めることが困難になる。(2) 最大・最小密度の差が小さく相対的に実験誤差が大きくなる。そこで今回の実験では直径30cm, 高さ35cmの容器を用い、使用する試料を限定して相対密度を求め液状化強度の指標とすることを試みた。

2. 試料の粒度

図1の粒度分布に示すように森町の岩屑なだれ礫試料には長径30cm超の大きな礫が含まれていて、直径30cm、高さ35cmの特別な容器を用いても最大・最小密度試験の実施は事実上不可能である。一方図2に示す液状化強度試験の結果では、大きな礫を含む試料と含まれていない試料とで明確な差は認められなかった。そこでこれらの事実を考慮して図3のB,C,Dで示す粒度をもつ3種類の試料により最大・最小密度試験を実施した。図3のAは図1に示す凍結供試体試料の総和の粒度であり、Bはその150mm以下(容器の半径以下)の試料を取り出したもの、CはNo.4供試体、DはNo.10供試体の50.8mm[5層締固めが可能な最大径]以下(50.8mm以下のみの均等係数最小・最大)の試料を取り出したものである。なお比重は50.8mm以下は各粒径の比重を単純に平均した2.718を、50.8mm以上の礫に対しては(50.8~100mm)=2.696, (100~150mm)=2.702, (150mm~)=2.707を使用した。

3. 最大・最小密度試験

最大密度試験の締固めはハイグレーターを用いて³⁾ 50.8mm以下の試料の場合は5層(1層5分間)で、150mm以下の試料に対しては3層(1層10分間)で実施した。締固め時間の決定に際しては、豊浦標準砂

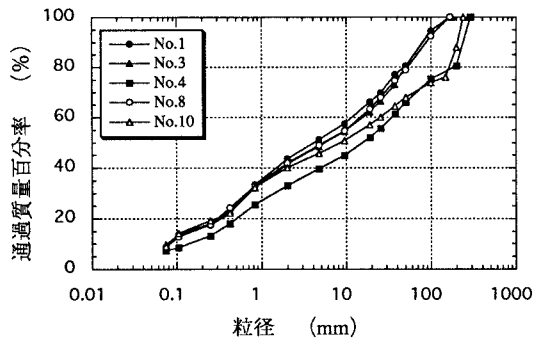


図1 森町礫試料(凍結供試体)の粒度分布

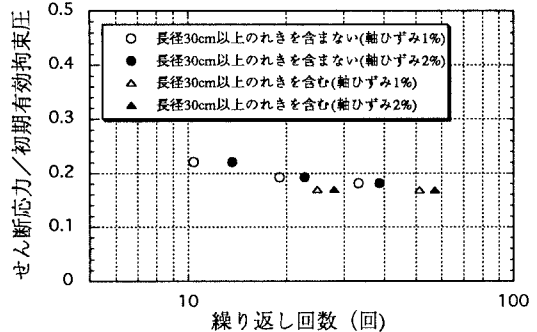


図2 森町礫試料(凍結供試体)の液状化強度

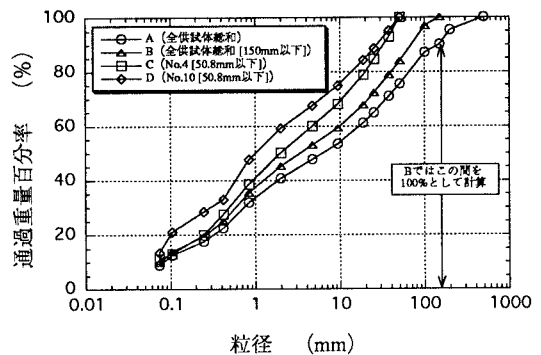


図3 最大・最小密度試験試料の粒度分布

を使用して比較実験を行い、豊浦標準砂の最大密度（ 1.645g/cm^3 ）が達成できる締固め時間を採用した。最小密度試験は、粒度調整後の試料を小型移植ゴテにより落下高さ0cmで衝撃を与えずに容器内に詰めて求めた。表1にこれらの試験結果を示す。

4. 相対密度

表2の各供試体の相対密度は、各供試体についてそれぞれ150mm（または50.8mm）を超える礫の重量・体積を差し引き150mm以下（または50.8mm以下）のみの最大・最小密度を求めて計算した。（図4参照）この表の結果では相対密度は150mm以下、50.8mm以下のいずれの場合でも10%～30%の比較的狭い範囲におさまっており、密度－液状化強度の相関を表す指標として、比較的細粒の部分のみの相対密度を使用できる可能性がある。

5. まとめ

図1ではNo.4、No.10の2つの供試体の粒度が他の3つの結果と異なっているが、試料の採取範囲が狭いことを考えれば、同質の供試体として扱える方が都合がよいことは明白である。事実図2の液状化強度試験結果は各供試体によるばらつきが小さく、図5のように50.8mm以下の粒子だけで粒径加積曲線を描くと供試体ごとの差は小さい。そこで本編では150mm以下の試料、50.8mm以下の試料のみを対象とした最大・最小密度試験を実施して相対密度を求めた。その結果150mm以下または50.8mm以下のみの試料により求めた相対密度が、供試体の締まり具合を表す指標となりうることが示唆された。今後詰め直し試料による液状化試験によって、応力比に大

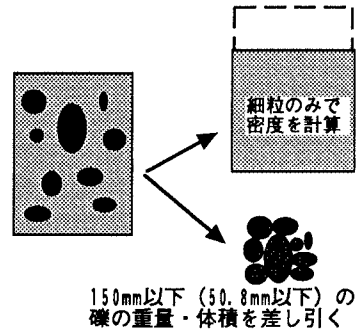


図4 相対密度計算概念図

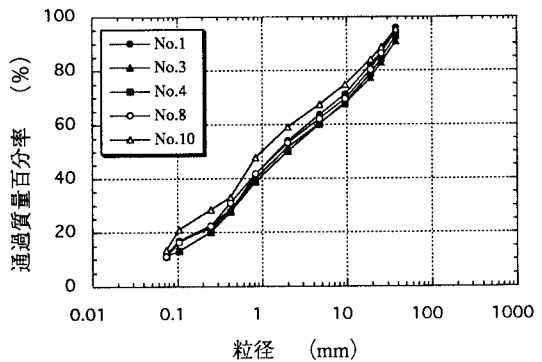


図5 各供試体50.8mm以下の粒度分布

きな差が生じる繰返し回数10回程度の結果で比較し検証していく予定である。

表1 最大・最小密度試験結果（ g/cm^3 ）

	B (全供試体総和) [150mm以下]				C (No.4) [50.8mm以下]				D (No.10) [50.8mm以下]			
	最大密度	(最小間隙比)	最小密度	(最大間隙比)	最大密度	(最小間隙比)	最小密度	(最大間隙比)	最大密度	(最小間隙比)	最小密度	(最大間隙比)
1回目	2.238	0.214	1.924	0.413	2.046	0.329	1.847	0.472	2.101	0.294	1.838	0.479
2回目	2.244	0.211	1.927	0.411	2.115	0.285	1.850	0.469	2.128	0.277	1.843	0.475
3回目	2.234	0.217	1.951	0.393	2.106	0.291	1.865	0.458	2.128	0.277	1.834	0.482
4回目	2.245	0.211	1.932	0.407			1.848	0.471			1.836	0.480
5回目			1.917	0.418			1.856	0.464			1.841	0.477
6回目			1.915	0.420								
7回目			1.920	0.415								
8回目			1.925	0.412								
平均	2.240	0.213	1.923	0.414	[50.8mm以下平均] 最大密度 (最小間隙比) = 2.116 (0.285) 最小密度 (最大間隙比) = 1.846 (0.473)							

きな差が生じる繰返し回数10回程度の結果で比較し検証していく予定である。

表2 各供試体の相対密度

- 1) 田中幸久他（1994）：“1993年北海道南西沖地震における礫地盤液状化の原因解明（その1）”、電力中央研究所報告、U94007
- 2) 河井正、田中幸久、國生剛治、瀬尾和義（1994）：“北海道南西沖地震により液状化した岩屑なだれ層の動的強度について”、第49回土木学会年次学術講演会
- 3) 池見元宣、工藤康二、國生剛治（1984）：“砂礫材料の相対密度試験について”、第19回土質工学研究発表会

供試体No (供試体全密度)		150mm 以下		50.8mm 以下	
		密度	相対密度	密度	相対密度
No.1	2.031	1.969	16.7	1.880	14.5
No.3	2.038	1.983	21.6	1.894	20.1
No.4	2.118	1.998	26.7	1.889	18.3
No.8	2.073	2.000	27.4	1.918	29.7
No.10	2.113	1.959	13.2	1.896	21.0