

Ⅲ-225

平成7年兵庫県南部地震における液状化発生地点での調査

— 噴砂の液状化特性について —

九州工業大学工学部 正会員 ○永瀬 英生

九州工業大学大学院 学生員 柳畑 亨

明治コンサルタント(株) 正会員 中濃 耕司

1. はじめに

平成7年1月17日午前5時46分に発生した兵庫県南部地震(M=7.2)では、神戸・芦屋・西宮市を中心とする阪神地域で甚大な被害を生じた。地盤災害に関しては、神戸市の臨海埋立地を中心として液状化が発生したことが1つの特徴であろう。そこで、今回の地震により液状化した地盤の液状化に対する材料特性を明らかにするため、いくつかの地点において噴砂を採取し、繰返し非排水三軸試験を行ってみた。本研究では、これらの噴砂の液状化特性と過去の震害調査において同様に調べたものを比較検討してみたので、ここに報告したい。

2. 採取した試料および試験方法

図-1に試料を採取した地点を示す。また、これらの試料の粒径加積曲線を図-2に示し、その物理特性を表-1に示す。神戸P.I.No.1、2、4はまさ土で構成されたものである。供試体の作製にあたっては、図-3に示すような内径1.2cmの漏斗を用い、乾燥した試料を30cmの高さから落下させて詰めた。この方法は、筆者らがこれまで数年間行っている方法と同様の詰め方であり、落下高さ30cm自体にはあまり深い選定理由はない。供試体は直径7.5cm、高さ15cmの円筒形である。供試体作製後、間隙空気を二酸化炭素で置換し、脱気水を通水し、背圧を2.0kgf/cm²与えて飽和化している。拘束圧 $\sigma'_0 = 0.5$ kgf/cm²で等方圧密した後、非排水状態にして0.1Hzの正弦波を用い応力制御方式にて載荷を行った。なお、B値はいずれの場合も0.95以上であった。



図-1 試料採取位置

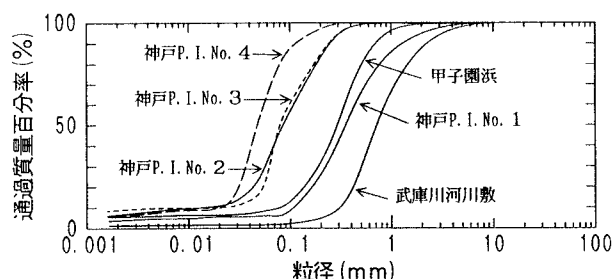


図-2 粒径加積曲線

表-1 試料（噴砂）の物理特性

試料名	D ₅₀ (mm)	FC(%)	PC(%)	I _p	G _s	e _{max}	e _{min}
神戸P.I.No.1	0.350	5.4	4.8	NP	2.625	1.024	0.549
神戸P.I.No.2	0.086	44.2	8.6	0.2	2.672	1.501	0.648
神戸P.I.No.3	0.079	49.0	9.9	1.6	2.654	1.381	0.615
神戸P.I.No.4	0.048	78.7	7.4	3.5	2.652	1.736	0.796
甲子園浜	0.282	9.3	6.0	NP	2.689	1.234	0.703
武庫川河川敷	0.700	1.9	1.7	NP	2.662	0.994	0.656

3. 実験結果

図-4に繰返し応力比 $\sigma_a / 2\sigma'_0 \sim$ 繰返し回数N関係を示す。ただし、これらのデータは両振幅軸ひずみ $\Delta A = 5\%$ 時に得られたものである。この図から6つの噴砂はすべて、例えば豊浦標準砂の相対密度50%程度での液状化強度と比較した場合に決して大きくはないことが分かる。前述したように、筆者達は落下

高さ30cmの同一の詰め方で過去の震害調査で採取された噴砂についての液状化試験を行っており、これまでに用いた噴砂は1987年千葉県東方沖地震、1989年ロマ・ブリータ地震、1993年釧路沖地震、1993年北海道南西沖地震の際のもの^{1)、2)}である。これらの実験結果を細粒分含有率（74 μ m以下の含有率；FC）、粘土分含有率（5 μ m以下の含有率；PC）と液状化強度比 R_l （ $N_l=20$ 、 $DA=5\%$ ）との関係で整理すると図-5、図-6となる。これらの図を見ると、まさ土で構成されている神戸P.I.No.1、2、4の液状化強度比は、同程度のFCあるいはPCを有していても、他の噴砂のそれと比較して少し小さくなっているようである。また、図-7に塑性指数 I_p と液状化強度比 R_l （ $N_l=20$ 、 $DA=5\%$ ）との関係で整理したものを示す。今回の噴砂に限って言えば、塑性指数が増加するのに伴ってわずかではあるが液状化強度比が増加しているようである。

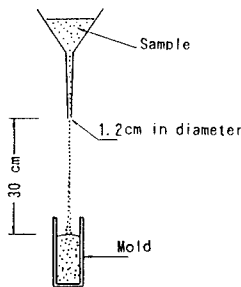


図-3 試料の詰め方¹⁾

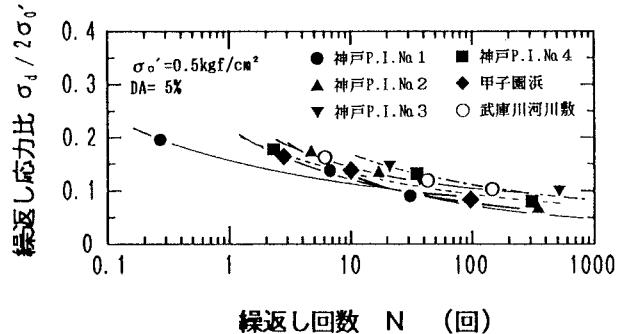


図-4 $\sigma_d/2\sigma'_o \sim N$ 関係

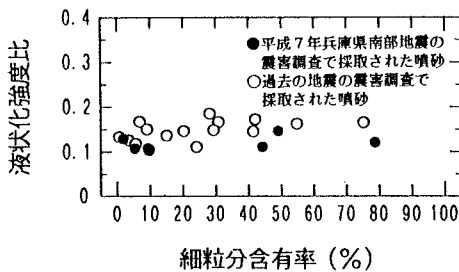


図-5 $R_l \sim FC$ 関係

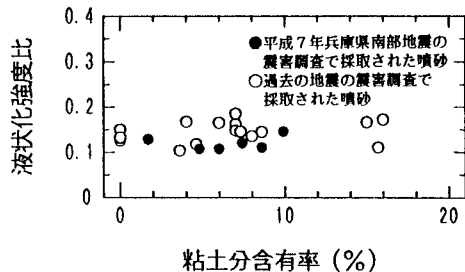


図-6 $R_l \sim PC$ 関係

4. まとめ

兵庫県南部地震で液状化が発生した地点において採取した噴砂の液状化特性を調べた。その結果、液状化強度は決して大きいものではないことや、過去の震害調査で採取された噴砂と比較した場合には構成している材料によって液状化強度に違いがみられることなどが分かった。

《参考文献》

1) YASUDA S. et al.: Effects of Fine Content and Aging on the Liquefaction Strength of Artificially Filled Silty Sands, 13th ICSMFE, pp.159-164, 1994. 2) 安田進・他: 1993年に北海道で発生した地震による被災地の土の力学特性、平成5年度土木学会西部支部研究発表会、pp.624~625, 1994

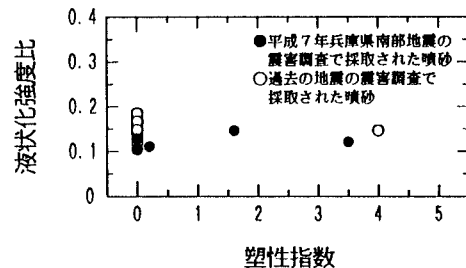


図-7 $R_l \sim I_p$ 関係