

III-210 千葉県東方沖地震地盤災害地域調査（その、2）

——千葉県東京湾岸埋立地帯の液状化砂層の地盤特性——

中央開発㈱東関東支店	正会員	○箕輪 誠
中央開発㈱技術調査室	正会員	中村 裕昭
中央開発㈱東京事業部		仙田 峰生

1. まえがき

1987年12月17日、千葉県東方沖（一宮沖約10km、深さ約58km）を震源とするマグニチュード 6.7の中規模地震が発生した。その、1でも述べたように、大災害には到らなかったものの、千葉県を中心に予想以上の広範囲な地域で顕著な液状化現象が見られ注目された。我々はこの内、都市防災上の観点から、千葉県側の東京湾岸埋立地帯の液状化噴砂現象に着目し、地震直後から現地踏査を実施し、各地の液状化噴砂状況並びにその周辺環境を観察調査するとともに、噴砂を採取し、粒度試験を実施した。さらに、その噴砂地点の中より代表的2地点を選び、ボーリング・サンプリング・室内振動三軸試験を行った。その内、現地調査の結果並びに、今回の地震による液状化噴砂の構造的特徴は、その、1で報告し、ここでは、噴砂の粒度特性と液状化砂層の動的強度特性等、地盤特性を中心に報告する。

2. 調査・試験方法

内容は、広域の噴砂を対象とした粒度試験と、噴砂代表地点のボーリング調査並びにその動的土質試験に大別できる。この内、粒度試験は今回の地震による埋立地における液状化噴砂の粒度特性を明らかにする目的で、その、1の図-1に示した湾岸埋立地帯4地区の計7ヶ所で噴砂試料を採取し、多段ふるい法を用いて実施した。また、噴砂地点でのボーリング調査は、千葉市内の埋立地における噴砂区域の約150m離れた2ヶ所で実施した。ボーリング調査は液状化深度の見極めを目的として、50cm毎の標準貫入試験を併用したボーリング、ジェット・フォーム・ボーリング（気泡）によるアクリル管チューブを用いたサンドサンプリング、コアパッキューブを用いた連続サンプリング、水圧式シンウォールサンプラーによる乱さない試料の採取等、各種サンプリング法を併用し、連続的に成層状況を肉眼観察でき、同時に乱さない砂試料の採取ができるよう配慮した。室内振動三軸試験は、液状化を確認した砂層の液状化強度を把握することを目的に、供試体の寸法を、 $d=5\text{cm}$ 、 $h=10\text{cm}$ とし、有効拘束圧 $\sigma'_o=0.5\sim 1.3\text{kgf/cm}^2$ 、背圧 $BP=1.0\text{kgf/cm}^2$ で圧密し、周波数 $f=0.1\text{Hz}$ の正弦波で繰返し非排水三軸試験を行った。

3. 粒度試験結果

湾岸埋立地帯の液状化噴砂の粒度特性は粒径加積曲線として図-1にまとめた。これより、今回の地震によるこの地域の埋立地の噴砂の粒度特性は、 $D_{50}=0.15\text{mm}$ 、 $U_c=2.3$ といった粒径加積曲線が直立した、即ち均等粒度の細砂と、 D_{50} が 0.1mm 以下、 $U_c=4.6\sim 11$ 、と粒径加積曲線はやや傾斜し、 $F_c=32\sim 64\%$ と細粒分を多く含む細砂ないしシルトに大別される。幅はあるものの何れも 0.2mm 以下の細砂及びシルト分が主体であるのが特徴である。なお、これらの試料は何れも液・塑性試験はNPであった。図中には参考までに港湾の技術基準における U_c の時の液状化の可能性大の範囲を点線で入れたが、今回の噴砂は何れも左側に偏って分布しており、このことからかなり細粒側にあることが分かる。

4. 液状化砂層の動的強度特性

その、1で報告したように当該埋立地では、 F_c 層の直下に分布する F_{s2} 層の最上部GL-3.5~4.0m付近で液状化した可能性が高い。 F_{s2} はこの層の下位に分布する A_s の浚渫埋立土層である。 F_{s2} と A_s の粒度分布は、図-2に示したが、 A_s は F_{s2} に比べ細粒分が10~20%多い。供試体の物理特性は、表-1に示した通りである。また、 F_{s2} と A_s の液状化強度は図-3に比較して示した。両振幅ひずみ DA が5%で、繰返し回数 N が20回の時の液状化強度 R は、 F_{s2} が0.2, 0.25、 A_s が0.31, 0.23で有意な差はなかった。

5. あとがき

ここでは、湾岸埋立地帯の噴砂及びその地盤に限って、その粒度試験と振動三軸試験結果等の地盤特性を報告した。今回の地震による他地域の液状化を見ても、旧河道、現河川周辺等の特に地形上の弱部を除いては、殆どが埋立地・盛土造成地・砂鉄採掘跡地等の人工改変地盤に集中していたことには、充分注意する必要がある。即ち、液状化し易い粒度特性及び力学条件はあるものの、それだけで一義的に液状化を予測することは難しく、堆積構造ならびにその周辺環境が大きく寄与していることが分かる。

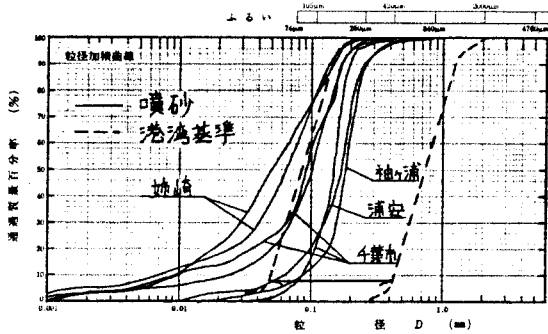


図-1 埋立地の噴砂の粒径加積曲線

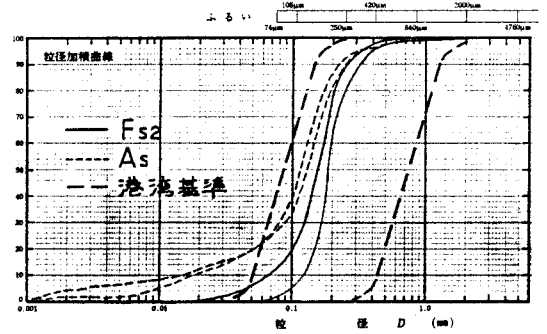


図-2 供試体の粒径加積曲線 (F_{s2} , A_s 比較)

表-1 供試体に用いた試料の物理特性及び液状化強度

地層記号	深度 (m)	D_{50} (mm)	U_c	F_c (%)	ρ_d (g/cm^3)	ρ_t (g/cm^3)	D_r (%)	$\sigma'_{o'}$ (kgf/cm^2)	R
F_{s2}	4.1	0.17	1.9	5	1.46	1.92	70	0.5	0.20
	4.8	0.15	2.6	12	1.44	1.91	77	0.6	0.25
A_s	7.3	0.13	7.6	26	1.57	1.94	86	1.0	0.31
	10.1	0.11	9.3	26	1.41	1.86	59	1.3	0.23

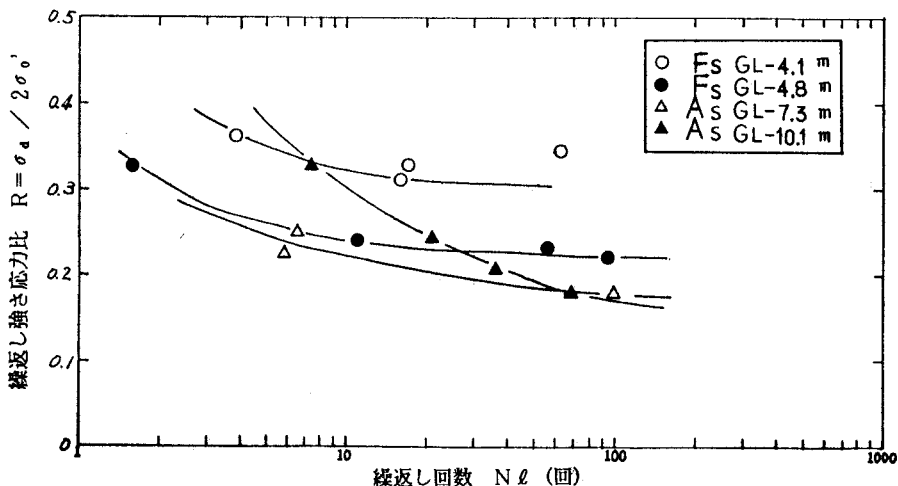


図-3 F_{s2} ・ A_s 層の液状化強度 ($R \sim N_l$ 曲線)