

愛媛大学工学部 正会員 ○ 森 伸一郎
飛 島 建 設 正会員 沼田 淳紀

1. はじめに

海岸埋立地における建設事業では、地盤の液状化とその対策は重要な課題の一つである。大規模な地震を受けた埋立地が調査された例として、森ら¹⁾は、1987年千葉県東方沖地震と1989年ロマプリエタ地震における臨海埋立地の噴砂の分析と比較を行い、臨海埋立地の噴砂の特徴や問題点を明らかにした。その後、1995年兵庫県南部地震にいたるまで多くの被害地震があった。著者らは、これらの地震における噴砂の収集、分析を行ってきた。この結果に基づいて、知見を検証する。

2. 日米2つの臨海都市域における埋立地の液状化噴砂に関する知見

日米2つの地震における液状化による噴砂の物理的性質および再調整試料の液状化特性より、若令海岸埋立地で多く液状化噴砂に関する知見はつぎのようにまとめられる。

- ①自然地盤の噴砂の粒度曲線は、従来液状化しやすいとされた範囲に含まれるが、海岸埋立地の噴砂には、従来液状化しにくいと考えられていたような、細粒分含有率が高い砂質土が多く、中にはシルトに分類されるものまであった。
- ②海岸埋立地の噴砂は、細粒分含有率が高い割に粘土分含有率は10%以下で、いずれも低塑性であった。
- ③液状化強度は粘土分含有率または塑性指数と相関が高く、噴砂のデータもこれらの研究結果と整合する。
- ④塑性指数 I_p が10以下または粘土分含有率が10以下の土は、細粒分含有率が大きくても、細粒分による液状化強度の増加は期待できない。

3. 全調査地震の噴砂分析による検証

ここでは、前述の2地震における噴砂の分析から得られた結論を、調査全地震の噴砂の分析により検証する。紙面の関係から、粒度分布の統計的な把握をするために平均粒径 D_{50} の頻度分布について検討する。工学の分野ではふるい目の選定に過去の歴史が反映されており、粒度分布の統計量を扱おうとするとき必ずしも適切ではない。そこで、地質で用いられる ϕ (ファイ) スケールを用いる。 ϕ スケールは次式により定義される粒径の対数表示で用いられる。

$$\phi = -\log 2D \quad \text{ここで、} D \text{ は粒径 (mm)} \quad (1)$$

したがって、1mmでは $\phi=0$ 、砂と礫の境界である $D=2\text{mm}$ では $\phi=-1$ 、砂とシルトの境界である $D=0.075\text{mm}$ では $\phi=3.74$ 、シルトと粘土の(工学的)境界である $D=0.005\text{mm}$ では $\phi=7.64$ 、 $D=0.002\text{mm}$ では $\phi=8$ となる。 D_{50} に対する ϕ を ϕ_{50} とする。図-1に全10地震の平均粒径 ϕ_{50} による頻度分布と累積頻度分布を、(a)海岸埋立地と(b)その他の沖積地盤・埋め戻し地盤・盛土地盤に分けて示す。横軸は ϕ_{50} の統計範囲の上限、3は4~3を意味する。したがって、 $\phi_{50}=-1, 4, 8$ が礫、砂、シルト、粘土のおおよその境界の目安となる。 ϕ_{50} が4以下のシルトが多いのは、千葉県東方沖、北海道南西沖、兵庫県南部、ロマプリエタの各地震で5%以上となり、無視し得ないことがわかる。また、 ϕ_{50} が3以上ではシルト質細砂やシルト混じり細砂に分類される土が大半であるが、フィリピンルソン島地震と三陸はるか沖地震を除いて、そのような土は噴砂の20~50%に及ぶ。兵庫県南部地震には平均粒径の大きいものが多く見られるが、埋め立てまき土の液状化である。釧路沖地震、北海道南西沖地震、北海道東方沖地震、三陸はるか沖地震においても礫の液状化があるため、上限値が大きい。

4. 結 論

海岸埋立地を除く、堆積地盤の噴砂は砂に分類される土がほとんどであるが、海岸埋立地盤における噴砂は、細粒分の多い砂やシルトが多い。兵庫県南部地震では、埋立地の噴砂はまき土であり礫分を多く含む。

参考文献：森 伸一郎、沼田 淳紀、境野 典夫、長谷川 昌弘：埋立地の液状化で生じた噴砂の諸特性、土と基礎、Vol.39, No.2, pp.17-22, 1991.2

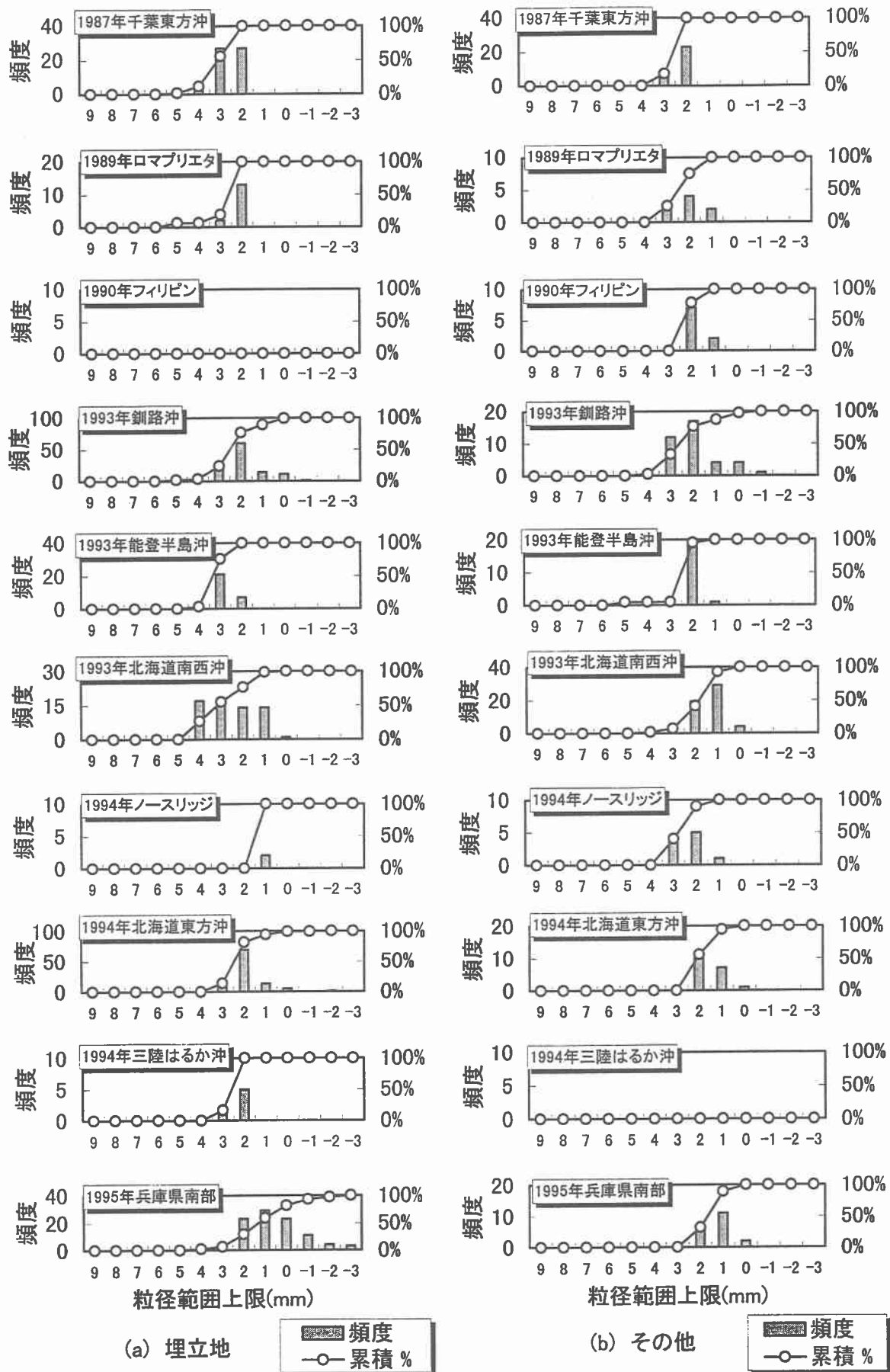


図-1 調査した10地震における噴砂の平均粒径D50の頻度分布と累積頻度分布