

浚渫埋立土の粒度・塑性特性と液状化抵抗

吉 見 吉 昭 (よしみ よしあき)

清水建設(株)常任顧問 (東工大名誉教授)

1. はじめに

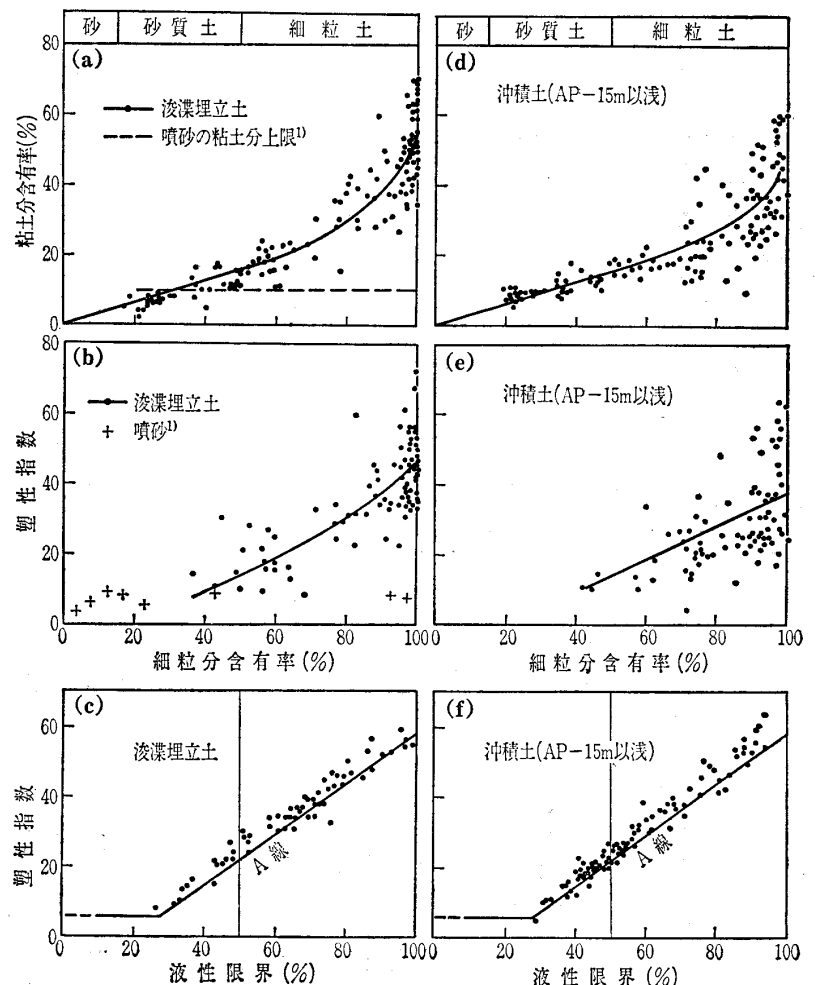
千葉県東方沖地震などで液状化した地点の「噴砂丘」の中腹部から採取した噴砂試料の粒度分布と塑性を調べたところ、細粒分が多いわりに粘土分が少なく、塑性が低いという特徴が認められている¹⁾。すなわち、図—1(a)の破線および(b)の+印のように、細粒分がいくら多くなっても、粘土分含有率は約10%で頭打ちになり、塑性指数も約9%以下と低く、いわゆる「非塑性シルト」に相当するものである。ちなみに、砂および砂質土の噴砂の塑性指数は、通常の試験方法ではNP(非塑性)となるところを、特別な方法で測定した値だそうである¹⁾。通常の沖積土と異なる噴砂のこのような特徴の原因は、

- ① 浚渫などによる分級作用を受けた海岸埋立地特有の性質か
- ② 噴出した際に粘土分が洗い流されたことによる噴砂特有の性質かのいずれかであろうが、まだよくわからないとされている¹⁾。以下、上記の疑問に答える資料を提供し、若干の考察を試みようと思う。読者のご参考になれば幸いである。

2. 海岸埋立地の埋立土および沖積土の粒度・塑性特性

千葉県浦安市沿岸の遠浅な海の一部は、昭和40年代前半に、付近の海底からの浚渫土を用いてサンドポンプによって埋立てられたが、その埋立層および沖積層のAP-15m以浅の部分から採取した試料のうち、砂(細粒分15%未満)を除くもの(砂質土および細粒土)について、細粒分含有率と粘土

分含有率の関係、細粒分含有率と塑性指数の関係、および塑性図をプロットすると図—1の●印のようになる。この沖積土は、浚渫土の土取り場の土にほぼ対応するので、埋立土の「原材料」とみなせる。埋立土(左側の図)と沖積土(右側の図)を比べると、細粒土の粘土分含有率および塑性指数については、埋立土のほうが沖積土よりやや大きめの値を示しているが、顕著な差といえるほどではない。したがって、上記①に対する答は、少なくともこの埋立地に関してはノーであって、浚渫による分級作用の形跡はあまり目立たず、もしあるとしても、「細粒分が多いわりに粘土分が少なく、塑性が低い」噴砂の特徴と



図—1 海岸埋立土、沖積土、および液状化による噴砂の粒度と塑性の比較(噴砂以外は千葉県浦安市)

ひろば

はむしろ逆方向の変化になっている。

図一1(a), (b), (c)に示されているように、浦安市の浚渫による埋立地の細粒土は、埋立土を含めて、かなりの粘土分含有率と塑性を有しており、塑性図のA線より上に分布することから、粘性土として分類される。

3. 噴砂の分級について

これまでの観察によれば、噴砂口は10 cm 台の小さなものから数mという大きなものまで、寸法が大幅に変わるが、小型なものは、まんじゅう型の丘を形成することが多いようである。また、噴出する土の種類も、砂、砂質土、細粒土、塊状粘土といろいろであるが、以下、粘土の塊以外のものを噴砂と総称することにする。

噴砂の組成は、液状化した層およびその上にあった土層の組成のほか、おそらく液状化に伴う上向き浸透流の強さによっても変わるものと思われるが、いずれにしても、液状化層および噴出孔内における上向きの流動過程および噴砂丘の斜面を流下する過程のいずれか、または両方で分級が起こる可能性がある。もし上昇流が砂を押上げるほど強くないために細粒土だけが噴出し、さらに、流下過程で粘土が泥水となって流出すれば、細粒土自身が液状化しなくても、噴砂丘におけるシルト分含有率が增加する可能性は十分あると思われる。すなわち、1.の疑問②に対する答はイエスであるといえそうである。

4. 埋立土の液状化抵抗について

前述したように、埋立土中の細粒土は粘性土である。飽和粘性土の供試体に対して、非排水繰返しせん断試験を行うと、過剰間隙水圧の蓄積を伴うひずみ振幅の増大、すなわち広義の液状化的挙動を示す。しかし、粘性土はいくつかの点で砂と異なるので、粘性土の非排水せん断挙動は、

① ひずみ振幅の上昇があまり急激でない（クイッククレールは除く）

② 繰返し振動数が低い（ひずみ速度が小さい）
ほどせん断強さが小さい

という点で、緩い砂の破局的液状化とはかなり異なっている。また、粘性土では透水係数が低いため、

間隙水圧を正確に測定しようとする、と、載荷速度を遅くしなければならないが、そうすると、クリープ特性によってせん断強さが低めにでることになる。振動数を2 Hz から1 Hz に半減しただけで、不攪乱粘性土試料の「液状化抵抗」が約35%低下したという例をみると、もし地震の卓越振動数が1 Hz のときに、例えば0.1 Hz のような極端に低い振動数で試験すれば、液状化抵抗をかなり大幅に過小評価する可能性がある²⁾。また、粘性土を詰め直して作製した供試体においては、練返しによる大幅な強度低下があるので、作製直後に強度試験を行うと、原位置における強度をさらに過小評価する公算が大きい。要するに、原位置の粘性土自身が「液状化」してボイリングを起こす状況は想像し難いように思うが、いかがであろうか。

つぎに、砂質土の液状化抵抗について付言すると、埋立土の堆積年数が短いことによる影響は、おそらく貫入抵抗値に反映されているであろうから、一般の沖積砂質土と区別して取扱う必要はないように思われる。しかし、細粒分含有率が原位置凍結サンプリング法の適用範囲を超えるため、良質不攪乱試料の採取が困難な砂質土の液状化抵抗については、その定量的評価に関して今後の検討が必要である。

5. おわりに

千葉県浦安市の沿岸にある浚渫による埋立地盤のなかの細粒土は、その下にある沖積層の細粒土と同様、かなりの粘土分含有率と塑性を有する粘性土であることが明らかになった。したがって、埋立地盤の土は特殊であり、細粒土であっても極めて液状化しやすいという説には、一般論としては賛同しかねるものである。

浦安市埋立地の土質試験結果は、株式会社オリエンタルランドに提供していただいた。厚くお礼申上げる次第である。

参 考 文 献

- 1) 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) 吉見吉昭：砂地盤の液状化・第2版、技報堂出版、pp. 39~40, 1991.

(原稿受理 1991.3.12)