

被害にそのまま結び付くものなのか？ 今回の阪神・淡路大震災においても人工島のみならず内陸部においても多くの噴砂・噴水現象が確認されており、広域にわたって液状化が発生したことは事実である。しかし、液状化に起因した顕著な被害は、淀川左岸堤防の崩壊事例くらいではなかろうか。一方、人工島における岸壁被害が液状化に起因したものだとする意見もある。現時点では、事実と解釈は明確に区別した後、公表することが肝要と考える。

筆者のグループは現在、鳴尾浜の埋立地におい

て、地震前・後の地表面沈下特性、地盤内の過剰間隙水圧の分布、試掘による液状化層の確認、などを調査している。私見ではあるが、噴砂現象が広域で確認されたにもかかわらず、液状化に直接起因した被害が比較的軽微であったのは、液状化層が比較的薄く、浅かったためではないかと考えている。地震後の地表面沈下の経時変化からは埋立土下層の沖積粘性土層の挙動にも着目する必要があると感じている。今回の地震で地下構造物の顕著な浮き上がりを確認したのは、深さ7mの貯水槽が約80cm地表面上に突出した一例のみである。

## ■ ポートアイランドの液状化

正会員 中央開発(株) 大阪事業部 小野 諭 Satoshi ONO

この地震による液状化現象は、過去の地震における液状化といくつかの点で異なっているように思える。ポートアイランドで発生した特徴的な現象を列挙すると以下のとおりである。

- ① ケーソン式岸壁が海側へ移動しながら傾斜、沈下を伴っており、ケーソン直背後の地盤に発生した過剰間隙水圧を吸収して、背後地盤の液状化を軽減した可能性がある。
- ② 井戸とか地割れ箇所泥流が集中し、 $\phi 20$ cm以上の礫も吹き飛ばす噴石現象も見られた。
- ③ 地震発生から3~4分後に玄関ドアを開けると「ザー」という音響が建物全体を取り囲み、外周道路は洪水状態であった。10分後に道路に出たときの溜まり水の味は、やや

塩っぽい海水ではなく、周辺には噴砂跡が見られた。との住民の談があった。

- ④ 中公園での液状化とその後の沈下はおおよそ次のとおりであった。

地震後の洪水深25~30cm、水が引いた後の噴砂厚さ5~10cm、地盤沈下50cmで、島全体が震動で締固められた。

このような現象がどうして発生したのか。地震エネルギーが極大だった、人工地盤で締っていないかった、あるいは地盤内の間隙が多かった、等が原因とも考えられる。ひとつの仮説として、間隙水中を地震波が伝播する現象、すなわち津波現象が発生し、地表面上に噴水を起こしたのではないかと思われる。

## ■ 噴砂についての一考察

正会員 不動産(株) ジョ・エンジニアリング事業本部 大阪事業所研究室課長 高橋 嘉樹 Yoshiki TAKAHASHI

神戸ポートアイランドに居住している地盤に関わる土木技術者として、地震直後から開始した調査に基づいて液状化現象、特に噴砂について私見を述べてみたい。

液状化現象に伴ってポートアイランドでは数

10cmの沈下が生じ、至る所で液状化に伴う噴砂が見られたが、噴砂の土量は沈下量に比べてきわめて少ない。沈下量のほとんどが、液状化後の土粒子の再配列によるもので、沈下量に相当する多量の間隙水が地表面上に排出されたようである。こ



写真-1 料金所に残る泥水跡

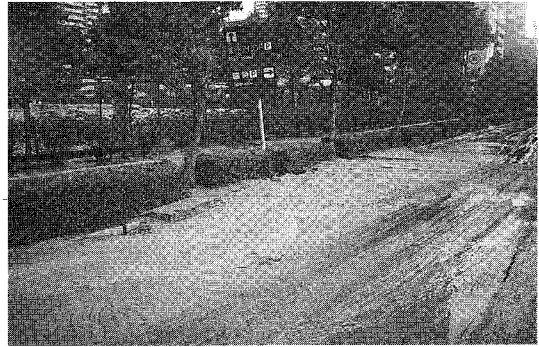


写真-2 植栽からの噴砂

のことは、ポートピアランド南側駐車場の料金所や道路の植栽、道路際のブロック壁等に残っている泥水の痕跡が示している。ポートピアランド駐車場での液状化現象の特徴は、旧護岸背面の隙間から裏込め石が噴出するほどの高い水圧と、1m程度の高さの多量の泥水の跡である（写真-1）。泥水となって地表面に排出された土粒子は沈降し、細粒分ほど上部に堆積していた。道路の植栽からの噴砂現象の特徴は、植栽のそばに大きな粒子が堆積し、細粒分は泥水となって路面上の広い範囲に流出したことである（写真-2）。

ポートアイランドでの液状化現象は、その量か

ら言えば噴砂というよりも噴水と言った方が適切と考えられる。水とともに噴き出して地表面に堆積した土は、噴水後の堆積過程での分級後のものであることや、下部の噴水に巻き上げられて上がってきた可能性があることから、噴砂の粒度特性や液状化強度特性を調査することに対して疑問を感じる。

今後は、既存のボーリングデータを利用した地震前のN値と粒度からの逆解析、液状化しなかった層のN値とその液状化強度の把握などから、大きな加速度にまで適用できる液状化の判定手法が確立されることが望まれる。

## ■ 上下動は液状化に影響しないのか

正会員 工博 東洋大学教授 工学部環境建設学科 伯野 元彦 Motohiko HAKUNO

新潟地震（1964年）によって、大規模な液状化が起こったことはよく知られたことである。その後、いろいろな大学で、砂の液状化実験が始まったが、当時は動的3軸試験機も振動台もなかった。東北大学では、ドラム缶に飽和砂を入れ、これを10cm程度の高さから落として液状化試験を行っていた。これは衝撃的上下動を加えているのである。上下動によっても液状化する例と言えよう。

今回の兵庫県南部地震でポートアイランドにおいて神戸市は深さ方向のアレイ地震観測によって貴重な記録を得た。それは、地表地盤が液状化すると、水平地震動は増幅せず、上下方向地震動は

大きく増幅するというを示していた。

このことは、液状化過程にある砂では、せん断変形は伝わらないが、容積変形は伝わることを示している。容積変形すなわち、間隙水圧の変化は伝わって、液状化を加速するということはなだろうか。もちろん、確たる論拠があるわけではないが、話題提供の意味で申し上げた。

以上のいろいろな例から考えると、地震の上下動は地盤の液状化に何らかの影響を与えているのではないかと思われる。一方、地盤の地震時液状化を解析する時、地震上下動の影響は全く考えないが、一考の余地があるのではなだろうか。