



写真-1 針江浜遺跡掘削側面の噴砂跡

粘土層には多くのクラックがあり、そこには噴砂の跡が発見されたと報じられた。写真-1は噴砂跡が確認された掘削側面である。下部の砂礫層(N値≒15)を覆う粘性土層にクラックが発生し、その割れ目に沿って砂が吹き上がり、その当時の湖底面(写真中段付近)にて水平に広がった様子が見受けられる。砂礫層は被圧帯水層であり、それを覆う難帯水層にクラックが発生すると間隙水は

必然的にクラックを通して上昇する。土質工学用語では、これに最適の言葉はないが、敢えて申せば、「パイピング現象」と呼ぶのが妥当であり、「液状化」とは使い分けるべきであると筆者は考える。

今回の地震で多く見られる埋立地の噴砂に関して筆者は以下のようなストーリーを考えてみた。

「緩い締めりの埋立層に大きい力が加わって負のダイレタンシーが発生し、その結果として過剰間隙水圧が一時的に上昇した。しかし、地盤に粘着力があったためか、あるいは、土被り圧が大きかったこともあって過剰間隙水圧の上昇が土粒子を完全に浮き上がらせるまでは至らなかったために“完全液状化”は発生せずに終わった。その後、上昇した過剰間隙水は、地中に発生した割れ目や地中構築物の側面に沿って上昇し、このパイピング現象によって地表面まで噴砂を運ぶことになった」

上述の見解は、埋立地の護岸構造物が大きく変位した原因に関連した見解ではないことを断っておく。

阪神・淡路大震災に関する調査研究が始まったばかりの段階で、地中で何が起こったかを断定することは早計である。ボーリング調査や数値解析的研究が先行しているようであるが、筆者は現場で地下水面以深まで試掘して、地盤がどのようになったのか、目で見ると調査を実施することが重要であると考えている。

終わりに、「液状化」という言葉の定義を学会として、もう少し明確にすることを望みたい。

地盤変状は液状化だったのか？

正会員 東洋建設(株) 鳴尾研究所 三宅 達夫 Michio MIYAKE

「液状化」の説明として、土質工学用語事典には「間隙水圧が上昇して有効応力が減少する結果、飽和砂質土がせん断強さを失うことを液状化という」とある。一般の人達にも馴染み深くなったこの言葉は、使う人によってその解釈はまちまちではなかろうか。用語としては、「完全液状化」「不

完全液状化」「側方流動」「軟化」などの用語が乱れ飛んでいる。これらは力学的に個別的な現象ではなく、言葉の氾濫はあらぬ誤解を招く元だと筆者は感じている。マスコミのセンセーショナルな報道により、液状化の発生、即、被害との認識を与えていることも否定できない。液状化の発生は

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に排出されたようである。こ