X線CTスキャナーによる地質コアの非破壊計測例

産業技術総合研究所 正会員 中島 善人

1.はじめに

ボーリングコアは開封(破壊検査)する前に、3次元非破壊スキャンしてさまざまな情報を取得しておくの が望ましい。X線CT(computed tomography)スキャナーは、試料内部の密度・元素の空間分布を3次元でしか も短時間に非破壊計測できる便利な装置である[1]。今回は、地震で液状化した地盤のコアに医療用CTを適用 した例[2-3]を中心に紹介したい。

2. 液状化コアの X線 CT

将来の液状化リスク評価のため採取したコアに過去の液状化イベントがあるかどうかを探る時、砂脈の検出 は重要である。しかし、砂脈は地層中に局在し、しかも複雑な形状をしているので、コアを半裁した断面にか ならず出現する保証はない。また、半裁断面だけではその正確な3次元形状を把握できない。そこで、コア全 体を医療用 CT でスキャンして(図1)3次元デジタル画像上で砂脈を探索した。コアは、2011 年東日本大震 災で被災した利根川下流域から採取したものである。スキャン条件は、加速電圧100kV、スライス厚さ2mm、 スライス面内の画素サイズは0.31mmx0.31mm である。得られた2次元スライス画像の一例を図2に示す。低密 度(含水量が多いため)の泥がちの地層(暗い部分)を高密度の砂脈(明るい部分)が切断しているのがわか る。このように、密度のコントラストがあると、画像上で砂脈を容易に識別できる。また、泥層がないケース でも、砂鉄粒子(鉄の高い原子番号のおかげでX線吸収が強い)を含む葉理があれば、それをマーカーとして 利用することで、葉理が乱れている領域として砂脈を抽出できる。その例を図3に示す。図3(左図)では、 図2ほど泥がちでない深度区間をふくめて、複雑な形状をした砂脈が葉理を乱しながら鉛直上方に伝播してい る様子を明瞭に追跡できた。



図1 第3世代の医療用 CT システムのガントリーユ ニットに置かれたボーリングコア試料(長さ1m)。 横に寝かしたコアの輪切りを CT 撮影する。



図 2 コアの 2 次元スライス画像の一例。画 像サイズは、94mmx94mm。図 2 は,図 3 の B の位置におけるスライス画像である。

キーワード: コア、液状化、非破壊計測、X線CT 連絡先: 〒305-8567 茨城県つくば市東1-1-1 中央第7 産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 URL: <u>http://staff.aist.go.jp/nakashima.yoshito/myhome.htm</u>



図3 深度約2mから採取した コアの3次元X線CT画像。図 2のような2次元スライスを 多数積み重ねたもの。コアの 直径は、約64mm。左図では、 砂脈がAの深度から発生して、 泥がちの層(暗い地層,B)を 突き破って、Cの位置まで達し ている様子が明瞭に確認でき る。右図は、同じデジタル画 像を異なる断面でカットした もの。D付近を除けば、砂脈は 確認できない。

ちなみに、CT 作業のあとコアを開封してレーザ回折/散乱式粒度分布測定装置で粒径分布を計測した結果、 図3のB付近を除けば、おおむねメジアン粒径が200ミクロン、細粒分含有率5%以下、均等係数が3以下の、 液状化が起こりやすい砂質地盤であることがわかった。

さて、図3の2つの画像を比較すると明らかなように、砂脈はコア中に平板状に局在化しており、少しカットする断面をずらすだけで砂脈を見失ってしまう。したがって、運悪く図3(右図)の面でコアを半裁してしまうとその半裁面上では砂脈をほとんど確認できず、結果として過去の液状化イベントを正しく検知できない可能性がある。いっぽう CT はコアをフル3次元スキャンして砂脈を探索できるので、そのような見落としの危険は無い。ここが CT を液状化コアの研究に使うことの利点である。

3.おわりに

CT が地質コアの非破壊スキャンに使えることを例証できた。CT は機器操作が簡単で、しかも全国共同利用施設があるので(たとえば高知大学海洋コア総合研究センター) 今後の土木分野への浸透が期待される。

参考文献

- [1] 中島善人・中野 司 (2013) X線CTによる地質試料の分析:これから始める人のために.GSJ 地質ニュース, vol.2, No.3, 86-90. <u>https://www.gsj.jp/data/gcn/gsj_cn_vol2.no3_86-90.pdf</u>
- [2] 中島善人・田辺 晋・宮地良典・水野清秀・小松原純子・小松原 琢 (2013) X線 CT の液状化コア試料の 3次元構造解析への適用.日本地球惑星科学連合 2013 年大会.
- [3] 水野清秀・風岡 修・田辺 晋・宮地良典・石原与四郎・安原正也・小松原純子・中島善人・小松原 琢・ 石原武志・稲村明彦・吉田 剛・香川 淳・森崎雅昭・野崎真司・菅野美穂子・古野邦雄・酒井 豊・ 木村満男・古賀千裕 (2013) 地形および地質学的手法による液状化調査. 地質分野研究企画室(編), 巨 大地震による複合的災害に関する調査・研究 中間報告, 地質調査総合センター速報, No. 63, 179-205.