信濃川堤防の自然ガンマ線強度と地盤材料に関する一考察

京 都 大 学　フェロー　三村　衛
(財)地域地盤環境研究所　フェロー　岩崎好規
同　上　正会員　藤原照幸
ｿｲﾙｱﾝﾄﾞﾛｯｸｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ㈱　正会員　○吉村　貢

１．はじめに

地盤中には太陽系の始原物質に由来する放射性同位元素，すなわち自然放射能が含まれている．地球の誕生から約 50 億年を経て，寿命が短い多くの放射性同位元素は消滅している．現在，地盤中に存在する放射性物質は主として U(ウラン)，Th(トリウム)，K(カリウム)の同位元素である．これらの内，K の同位元素，^{40}K の寄与度が最も大きい．**図-1** に示す，信濃川右岸 11.0kp で実施したラジオアイソトープ・コーン貫入試験（RI-CPT）において，地盤中の自然放射能に由来するガンマ線の測定を行った．ガンマ線強度の深度方向の分布から地盤情報が得られないかを検討した．

図-1　調査位置

２．RI-CPT 測定結果

RI-CPT はいわゆる電気式三成分コーンと後方散乱型 RI 密度計，および散乱型 RI 水分計を組合せて，貫入時の地盤抵抗など地盤の力学特性に加えて，湿潤密度と水分密度という物理特性を調べる機器である．プローブ構成を**図-2** に示す．RI-CPT の密度計は線源から放射されたガンマ線が地盤中で散乱・吸収した後，検出部に到達した成分の，「入射強度」を経路の湿潤密度に換算する．地盤に含まれる自然放射能に由来するガンマ線は測定器にとってノイズである．ノイズ成分のガンマ線を背景放射＝バックグラウンドと呼び，記号「*BG*」で表す．

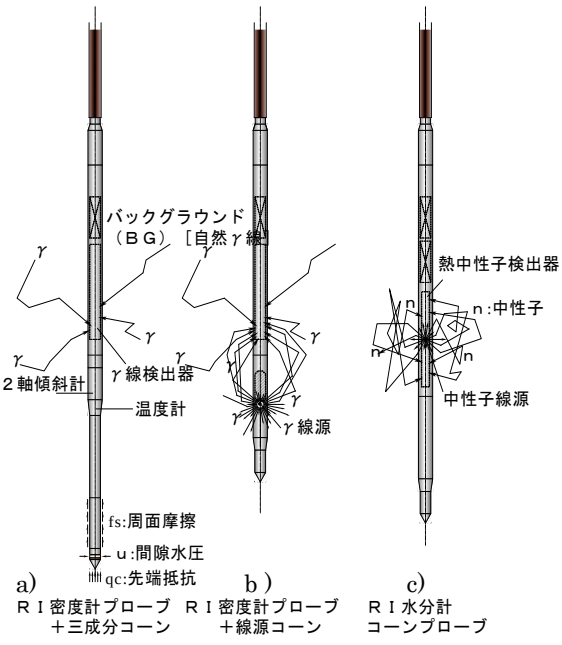


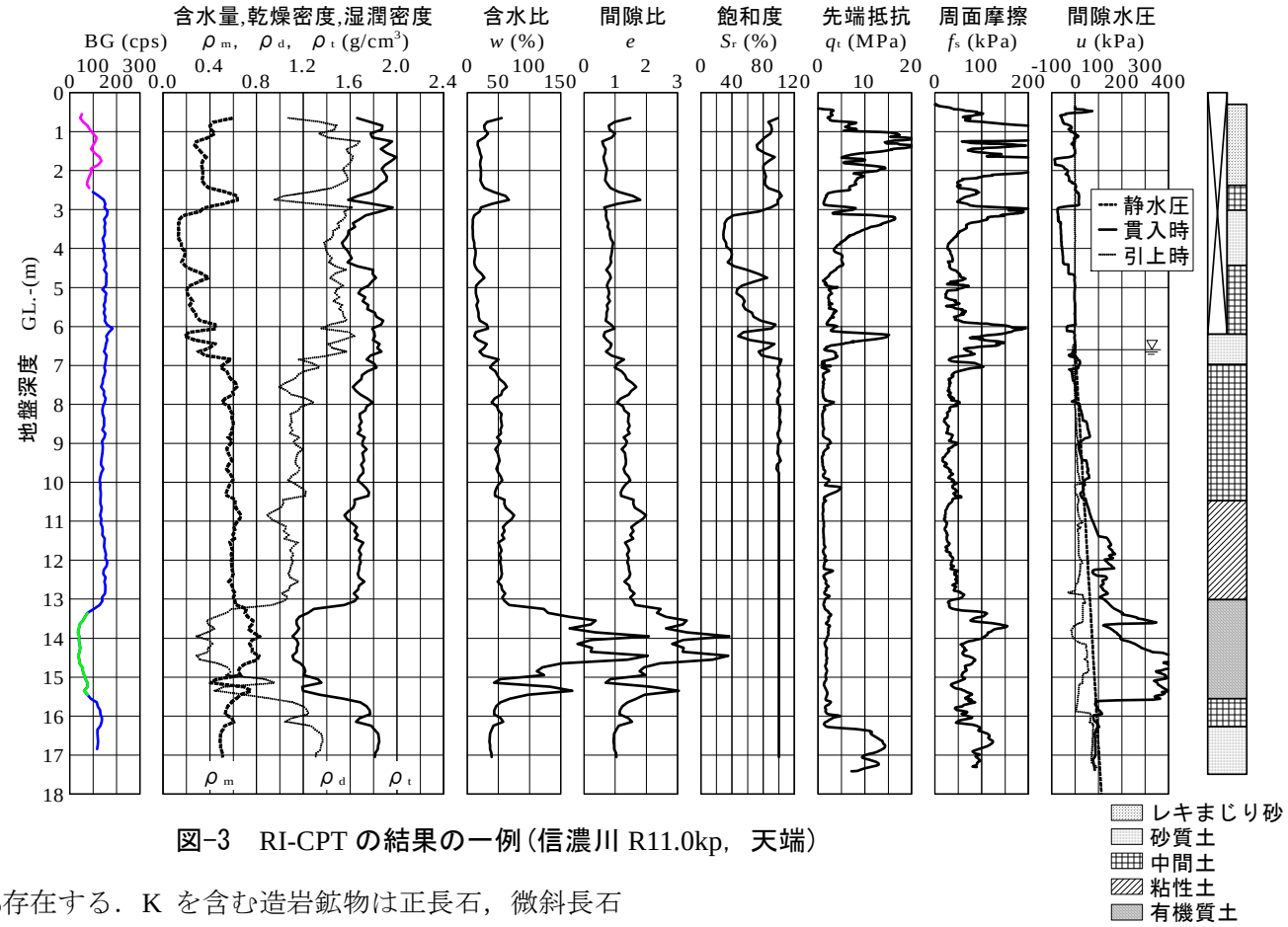
図-2　RI-CPT の概要

RI-CPT では線源部を装着した後方散乱型 RI 密度計の測定の前に，乱さない地盤に対して電気式三成分コーンと密度計プローブを貫入する（**図-2** の a）図）．この状態で地盤の BG を測定し，**図-2** の b)図の線源コーンを装着した測定値に対して BG を補正している．RI-CPT の測定結果の一例を**図-3** に示す．図に測定値・計算値と，これらの測定値から推定される土層区分を柱状図として示している．BG の変化は湿潤密度の変化とよく似ている．これは BG を発生させる放射能の存在度，つまり濃度が密度に比例していることによると考えられる．

３．BG の分布

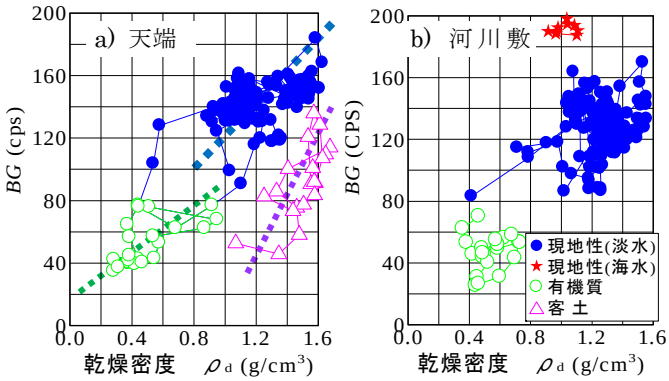
土粒子を形成する鉱物の構成元素である K(カリウム)の同位元素として自然放射能 ^{40}K は K 全質量の 0.0117

キーワード　コーン貫入試験，自然ガンマ線，土質材料，堤防
連絡先　〒561-0832　大阪府豊中市庄内栄町２丁目 21-1　ｿｲﾙｱﾝﾄﾞﾛｯｸｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ㈱　TEL.　06-6331-6031



図−3　RI-CPT の結果の一例（信濃川 R11.0kp，天端）

%存在する．K を含む造岩鉱物は正長石，微斜長石などのカリ長石類と，雲母がある．いずれも花崗岩系のケイ酸塩岩の構成鉱物である．花崗岩は，よく知られているように風化によって真砂土と化す．この過程でカリ長石は加水分解してカオリナイトなどの粘土鉱物に変化し，カリウムは徐々に溶出して失われる．雲母の化学的変化速度は長石に比べ遅く，^{40}K の含有担体として地盤中に残存する．また BG ガンマ線の源となる ^{40}K は固体粒子の濃集の度合，すなわち乾燥密度に関係すると考えられる．



図−4　乾燥密度と BG の関係

図-4 に乾燥密度と BG の関係を示した．a)は図−3 に示した堤防の天端の測定結果，b)は河川敷での測定結果について示した．乾燥密度と BG の関係には概ね，正の相関が認められる．図−4 ではデータを 4 つに区分した．a)天端では 3 つの区分があり，淡水域で堆積した鉱物主体の現地性，有機質土，および客土である．それぞれ区分ごとに中心線を付した．3 つの区分は明らかな差違である．有機質土は乾燥密度が小さく，かつ BG も小さい．有機物のカリウム含有率が小さいことを反映している．客土はカリウムを含む鉱物の構成率が小さいために BG が小さくなっていると考えられる．b)図では現地性(海水)と区分した．RI-CPT の測定結果によると該当の土層は粘土〜粘性土で，カリウム含む鉱物の濃集は考えにくい．海水に溶存したカリウムイオンが吸着していると解釈できる．

５．あとがき

本研究は，国土交通省河川技術評価委員会において採択された研究課題「電気探査および統合型貫入試験による堤防断面土質モデルの構築に関する技術開発」の一部である．本試験の実施に当たって，国土交通省北陸地方整備局河川部河川計画課，信濃川下流河川事務所の各位にご指導いただいたことに深く感謝する．

参考文献　1) 三村ら：RI コーン貫入試験による有機質土層の検出，平成 28 年度地盤工学研究発表会（投稿中），2016.9.