

小型コーンを加えたバイブロコーンの開発

応用地質株式会社 正会員 ○上野 俊幸 新清 晃 小野 哲治 大藪 剛士 田中 悠暉

1. はじめに

地盤の緩み領域を調査する際の動的貫入試験として、手動式の簡易動的コーン貫入試験や機械式のミニラムサウンディング試験（以降、ミニラムと称す）がよく用いられる。簡易動的コーン貫入試験は機材が極めて軽量で機動性が高い反面、5kg のハンマーを人力により落下させての貫入のため多地点での調査には多大な労力を要する点と、やや締まった地層では貫入不能となるなどの課題がある。他方、ミニラムは 30kg のハンマーを自動落下させることで作業効率が高く、かつ、締まった地層でも貫入可能であるが、堤防法面など傾斜角によっては貫入装置を据えるための仮設足場を必要とする課題がある。そこで、仮設足場を必要とせずより簡便に貫入可能な試験装置としてバイブロコーンを開発した。¹⁾

2. バイブロコーン (VC) の概要

バイブロコーン（以降、VC と称す）は、荷重計を内蔵したコーンをバイブロハンマにより地中に打撃貫入するもので、先端抵抗値を測定することができる試験装置である。荷重計をコーンに内蔵したことでロッドにかかるフリクションの影響を受けにくい特徴がある。打撃エネルギーはバイブロハンマによるもので、重さ約 24kg と人力で持ち運びできるため傾斜地でも仮設足場が不要で機動性が高い。試験装置は、図-1 に示すコーン、バイブロハンマ、トリガーセンサー、ワイヤー式深度検出器、データロガー等で構成される。既に開発済みの標準コーンに加え、今回新たに、断面積を小さくして貫入力を 1.7 倍に高めた小型コーンを開発した。図-2 にコーンの形状を示す。標準コーンは直径 36.6mm、断面積 $1,052\text{mm}^2$ でミニラムと同一サイズであり、小型コーンは直径 28.0mm、断面積 616mm^2 で接続ロッドと同じ直径となるまで小型化したものである。バイブロハンマの打撃数は 10～13Hz、データの収録間隔は 0.03s、収録データは荷重及び深度である。

3. 現地試験によるミニラムとの対比（標準コーン）

過去に出水に伴う噴砂・漏水の被災があった 2 地区で標準コーンによる現地試験を行った。図-3 に VC による動的コーン貫入抵抗 q_{cd} （＝荷重／コーン断面積）の深度分布を示す。 q_{cd} は 0.03s ごとのデータ群でバイブロハンマの 1 打撃サイクルの中で約 3 回のデータ収録をしており、深度 1cm 毎のデータ群の最大値の包絡線を地盤の抵抗値として整理

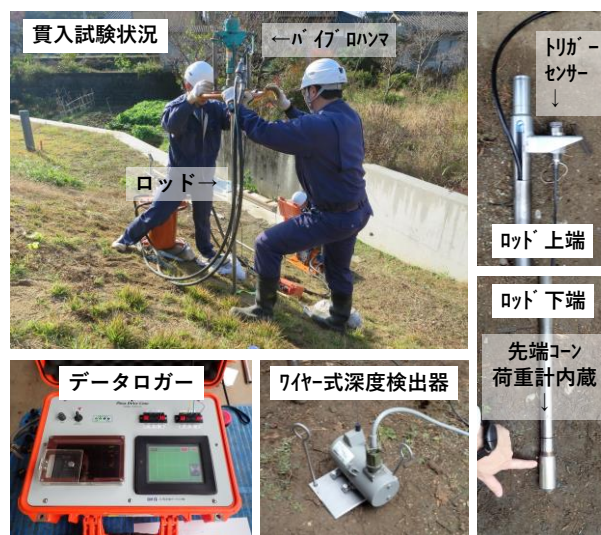
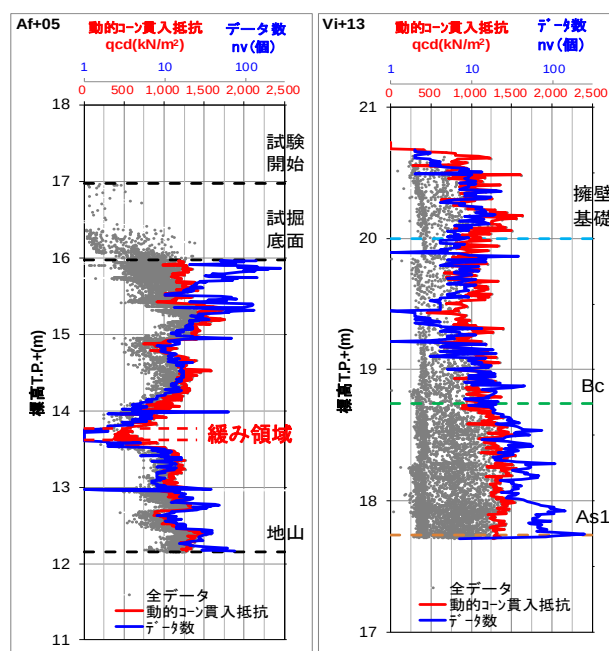


図-1 試験装置の写真



図-2 先端コーン



地区 A 地区 B

図-3 VC 試験結果

キーワード 動的コーン貫入試験、機動性、新たな調査手法

連絡先 〒331-8688 埼玉県さいたま市北区土呂町 2-61-5 応用地質株式会社 TEL048-652-3330

した。また、深度 1cm 当たりのサンプリング数 n_v (データ数) も示した。地区 A の VC では T.P. +13.8m 付近で緩みを確認し、ミニラムで確認した緩み領域に整合した。

図-4 には図-3 の VC の直近 (離隔 0.5~1m) で実施したミニラム試験結果を示す。図-5 には 2 地区の q_{cd} と N_d との比較図を示した。 N_d が小さい範囲では q_{cd} の値のばらつきが大きく、 N_d が大きいと q_{cd} の値が収束するデータ分布がみられ、 q_{cd} のみでは N_d との相関関係を導くことが難しい。これは、締まった地盤では試験装置の重量や打撃エネルギー以上の荷重を作用させられずに q_{cd} の値が頭打ちとなるためと考えられる。そこで、 q_{cd} と n_v を用いて N_d との相関式を次式のように求めた。

$$\text{換算 } N_d = 10^{(1.76 \log(q_{cd}) + 0.68 \log(n_v) - 5.68)} \quad (\text{標準コーン})$$

ここに、換算 N_d : VC から推定したミニラムの N_d 相当値

q_{cd} : 動的コーン先端抵抗 (kN/m²)

n_v : データ数 (個)

図-4 にミニラムの N_d に VC の換算 N_d を併記したところ、調査地点の違いにより一部異なる区間は認められるものの、 N_d に対して換算 N_d は概ね近い値を示すことがわかる。なお、ミニラムによる N_d は N 値と同等²⁾であるとされることから、上記換算 N_d も N 値と同等と考える。

4. 現地試験によるミニラムとの対比 (小型コーン)

図-6 には地区 C のミニラムと離隔 1m で実施した VC の試験結果を示す。図-3 の標準コーンでは q_{cd} が 1,500kN/m² を超えると貫入不能となっていたが、図-6 の小型コーンでは最大 2,500kN/m² 程度まで貫入可能となり、貫入力が増大が確認できた。 q_{cd} と n_v を用いて N_d との相関式を次式のように求め、図-6 の右側に換算 N_d の深度分布も示した。

$$\text{換算 } N_d = 10^{(1.29 \log(q_{cd}) + 0.57 \log(n_v) - 3.91)} \quad (\text{小型コーン})$$

図-6 の右図より、小型コーンで求めた相関式による換算 N_d は、ミニラムの N_d に対して近い値を示すことがわかる。

5. おわりに

今回開発した VC は図-1 のように堤防法面で支障なく実施でき、噴砂等のパイピング発生箇所でも局所的な緩み領域を捉えられた。また、近傍で実施した VC の q_{cd} 及び n_v とミニラムの N_d の関係から、VC からミニラムによる N_d に換算する相関式を求めた。この相関式を用いることで、深度 1cm 毎の N_d を取得可能となった。引き続き今後も様々な地盤を対象に検証予定である。

参考文献

- 1) 上野俊幸, 新清晃, 小野哲治, 大藪剛士, 田中悠暉: 地盤の緩み領域を簡便に把握可能なパイプロコーンの開発, 第 7 回河川堤防技術シンポジウム, pp.17-20, 2019 2) 公益社団法人地盤工学会: 動的コーン貫入試験方法 (JGS 1437-2014), p.17, p.25, 2016

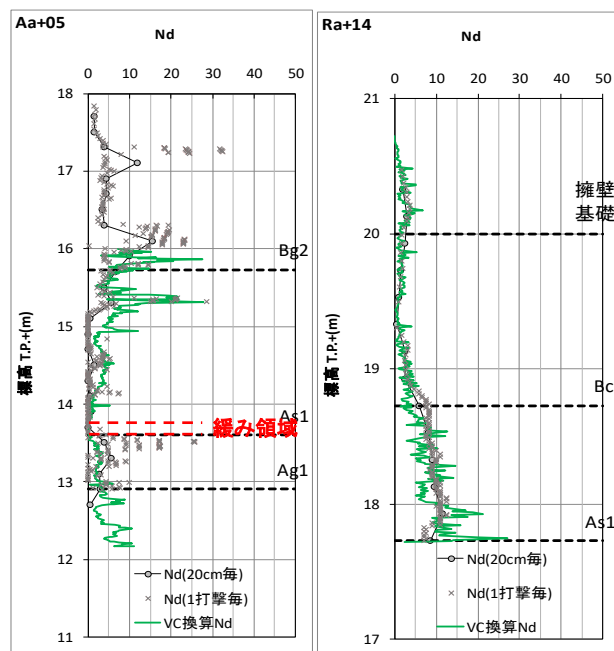


図-4 ミニラム試験結果 (換算 N_d 併記)

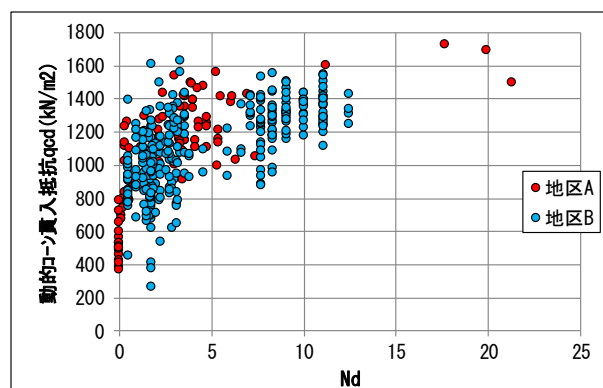


図-5 q_{cd} と N_d の関係

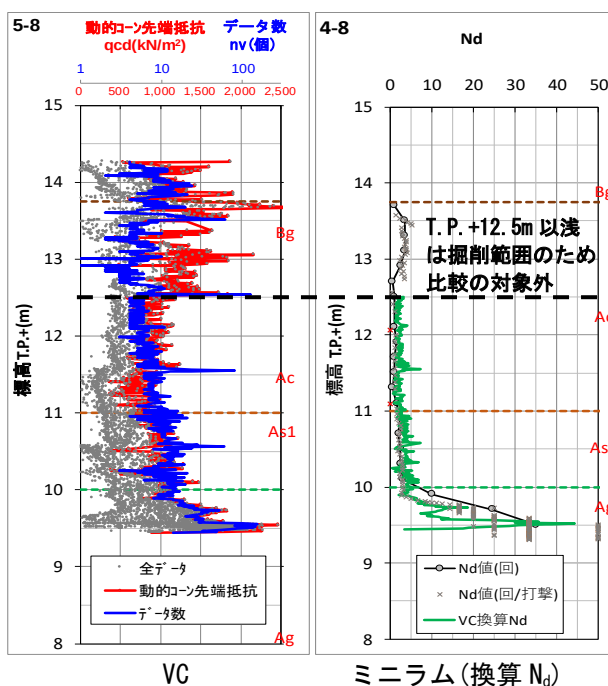


図-6 地区 C の小型コーンによる試験結果