

RPD による連続打撃動的貫入試験のアンカー削孔管理への適用

(株)興和 正会員 ○中野 義仁, 小林 雄三, 近藤 史祥

1. はじめに

ロータリーパーカッションドリル(RPD)による連続打撃動的貫入試験を開発し, 自然地盤やセメント改良地盤の品質評価などに対する適用性を体系的に検討してきた^{1)~3)}. また, 水平方向・傾斜方向での試験も可能⁴⁾⁵⁾とし, 鉛直方向の地盤調査だけでなく, トンネル先進調査⁶⁾や既設構造物直下の地盤調査⁷⁾などにも利用されている.

地すべり対策などで利用されるグラウンドアンカー工は, 数箇所のボーリング調査結果から推定した地質構造より定着地盤が評価され, 必要抑止力を踏まえてテンドン長とアンカー体長が設計されている. そして, 代表的な位置における基本調査試験でその妥当性を確認し, 本施工となる. しかし, 個々のアンカー削孔時における定着地盤の確認は, 掘削流体と共に排出される掘屑(スライム)による地質判断や RPD の打撃・回転・給進の各油圧変化による判断など, 定性的な方法で行われていることが多い. RPD による連続打撃動的貫入試験は, 傾斜方向でもできることから, アンカー削孔時に同試験を併用することにより, 連続打撃貫入抵抗 P 値によって地盤の硬軟変化を把握することができ, 各アンカー孔でも定着地盤の深度や強度特性を定量的に評価することが可能となる. 本稿は, 地すべり対策工事において, アンカー削孔に併せて連続打撃動的貫入試験を実施し, 同試験のアンカー削孔管理に対する適用性について検討したものである.

2. 試験地の概要と試験方法

試験地は, 図-1 に示すように全体ブロックに対しては地下水排除工, 末端ブロックに対してはアンカー工で安定化を図った地すべり対策工事現場である. 地質は, 白亜紀の砂岩・泥岩を基盤とし, その上位に新第三紀の凝灰岩が分布し, 表層は崩積土に厚く覆われている. RPD による連続打撃動的貫入試験位置は, 図-1 に示す RPD-1 であり, 3段目中央のアンカー削孔(削孔長 15m, アンカー長 14.5m, 定着長 3m)と併せて実施した.

写真-1 に試験状況を示す. 試験は二重管削孔で行っており, 写真-1 (b) のようにインナービットは $\phi 65\text{mm}$ (クロスタイプ), アウタービットは $\phi 101\text{mm}$ を使用し, 試験時の RPD の打撃・回転・給進油圧は, 操作盤の油圧計でなるべく一定となるように管理した. また, 今回の P 値は, 30cm 貫入に対する値(P 値_{30cm})で整理しており, a) 式で求めている. 試験時の打撃回数は, 貫入時間と RPD の油圧ハンマーの挙動から計算される打撃油圧に応じた単位時間当たりの打撃回数(打撃密度)から計算できる^{1),2)}. この結果より, 打撃回数は, 深度 1m 毎にアウターチューブに付けた目盛り(10cm 毎)を頼りに時計で計測した 30cm 貫入時間と打撃密度から計算している.

$$P \text{ 値} = \frac{\Sigma E^*}{\text{基準1打撃エネルギー}} \cdots \cdots \text{a)} \quad *E_R, E_v \text{ は, 削孔に大きく影響していると判断した場合考慮する}$$

ここに, $\Sigma E = E_p + E_R + E_v$ ⁴⁾

E_p : 所定の貫入長で測定した打撃回数 $\times$ 試験時の打撃油圧から評価される1打撃エネルギー

E_R : 試験時の回転油圧から評価される回転エネルギー

E_v : 試験時の給進油圧から評価される押込みエネルギー

基準1打撃エネルギー: 既往研究結果^{1)~5)}で P 値と各地盤物性値の関係を検討した時の1打撃エネルギー

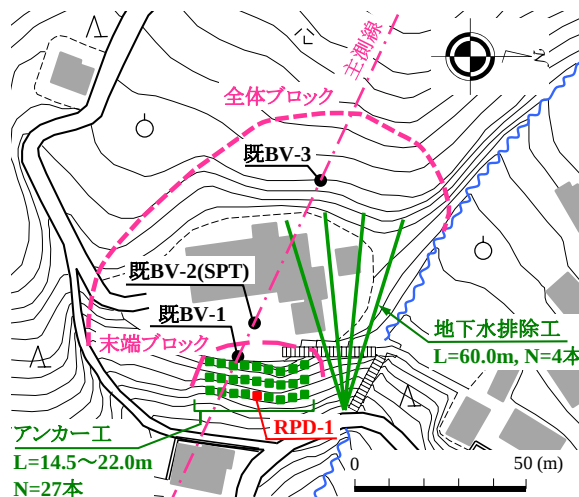


図-1. 試験位置



(a) 試験状況



インナービット



アウタービット

写真-1. 試験状況と先端ビット

キーワード グラウンドアンカー, 削孔管理, サウンディング, 連続打撃, 動的貫入試験

連絡先 〒950-0951 新潟県新潟市中央区鳥屋野4丁目7-22 (株)興和 土質試験センター TEL 025-281-5135

3. 連続打撃動的貫入試験結果

図-2 に今回の試験仕様による単位長さを削孔する時に要した各エネルギーと P 値_{30cm} のアンカー削孔方向における深度分布を示す。 P 値_{30cm} は、各エネルギーの解析結果より、 E_p が圧倒的に大きかったことから、 E_p のみ考慮して a) 式で評価している。図中の柱状図は、既 BV-2(SPT)による N 値の変化と P 値_{30cm} の変化を照らし合わせて推定した地質区分であり、 P 値_{30cm} は地質の違いによる硬軟変化が表現できている。なお、試験は深度 15m まで 1m 毎に実施したが、試験も含めた削孔時間は約 1.5 時間であり、作業工程には影響しなかった。

図-3 は、 P 値_{30cm} と N 値の関係である。両値の比較は、試験位置の標高が違いう他、地質構造が傾斜しているため、地層毎に地層境界を基準にした深度で行っており、礫などの影響を受けて大きな値となっている部分は除外している。また、図中の実線は全プロットに対する回帰直線である。 P 値_{30cm} と N 値の関係は、データ数は少ないが、相関係数 $r=0.95$ が得られ、両値の相関性は良く、 P 値_{30cm} から N 値の推定が可能であることを示している。

図-4 は、 P 値_{30cm} (●) と図-3 の関係による推定 N 値(▲)を既往調査結果の主測線における地質断面に投影した結果である。RPD-1 における推定 N 値の変化は、既 BV-2 の N 値の変化と調和的であり、 P 値_{30cm} の変化から推定した地質区分も既往地質断面にほぼ一致している。この結果は、既往調査結果から推定された定着地盤の深さおよび強度特性が試験位置でも妥当であったことを裏付けている。また、連続打撃動的貫入試験はアンカー削孔管理に有効な手法であり、アンカー本施工の削孔でも簡単に設計時の地盤評価の妥当性を確認できることを示唆している。

4. まとめ

本稿の主要な結論は、以下のように要約される。

- 1) RPD による連続打撃動的貫入試験は、アンカー削孔と併せて実施しても地盤の硬軟変化を評価することができる。また、 P 値と N 値は相関が良く、 P 値から N 値を推定することも可能である。
- 2) 試験も含めた深度 15m の削孔時間は約 1.5 時間であり、アンカー削孔に本試験を併用しても作業工程には影響しない。
- 3) アンカー本施工の削孔管理手法として本試験を用いることによって効果的な管理が可能となり、各孔で簡単に設計時の地盤評価の妥当性を確認できる。

参考文献

- 1) (独)港湾空港技術研究所：液状化対策に関する実物大の空港施設を用いた実験的研究，港湾空港技術研究所資料，No.1195，pp. 91～96，2009。
- 2) 中野ら：RPD による連続打撃動的貫入試験の開発と各種地盤への適用，最近のサウンディング技術と地盤評価シンポジウム論文集，pp. 63～68，2009。
- 3) 中野ら：RPD による連続打撃動的貫入試験の改良体品質評価への適用，第 64 回年次学術講演会講演概要集，pp. 365～366，2009。
- 4) 中野ら：RPD による連続打撃動的貫入試験の水平ボーリングへの適用，第 45 回地盤工学研究発表会講演集，pp. 25～26，2010。
- 5) 中野ら：RPD による連続打撃動的貫入試験と傾斜サウンディングへの適用，地盤工学会誌，Vol. 58，No.8，pp. 18～21，2010。
- 6) 村山ら：ロータリーパーカッションドリルを使用した岩石試験試料採取，第 68 回年次学術講演会概要集，pp. 759～760，2013。
- 7) 松本ら：連続打撃動的貫入試験による薬液改良土の N 値増加特性，第 48 回地盤工学研究発表会講演集，pp. 1825～1826，2013。

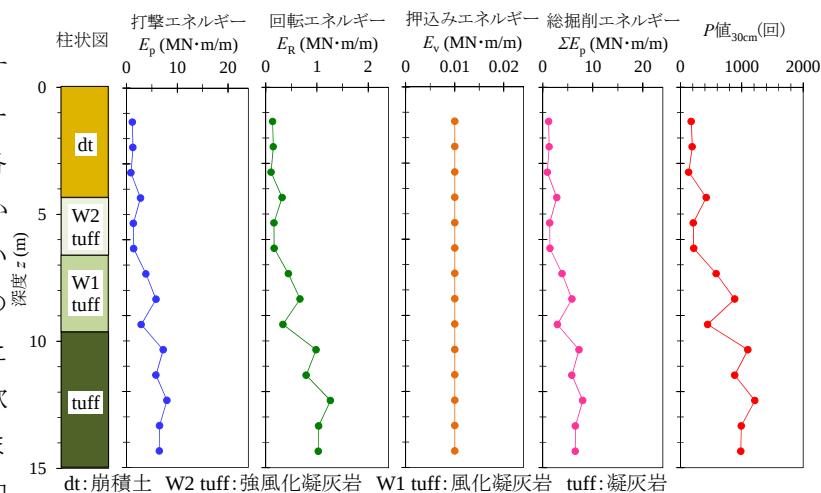


図-2. 試験結果

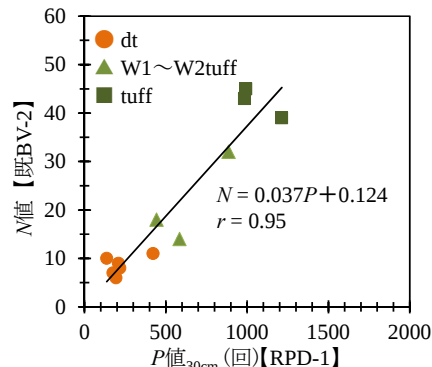


図-3. P 値_{30cm} と N 値の関係

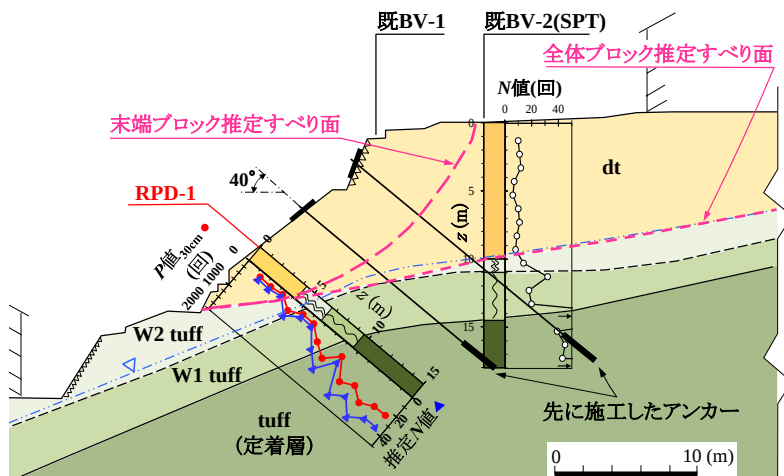


図-4. 試験結果と既往調査結果の比較