

針貫入試験によるダム軟岩基礎の掘削仕上げ面管理への適用性検討（その2）

独立行政法人土木研究所 正会員 ○中村洋祐、山口嘉一、中村 真
国土交通省北海道開発局 正会員 箱石憲昭、山脇政彦、加藤康徳

1. 目的

フィルダムの基礎岩盤は、軟岩、風化岩等の強度の小さい岩石で構成された岩盤である事例が比較的多い。この種の岩盤を掘削して時間が経過すると表面の風化が進むため、築堤までの間、仕上げ面を吹付けコンクリート等で養生する事例も多い。このようなダムサイトにおける仕上げ掘削面の管理には、従来の目視やハンマー打撃に加えて、敏速で精度の高い管理方法が求められている。

本研究では、原位置で簡易に実施できる針貫入試験から得られる軟岩基礎の一軸圧縮強度とその乱さない試料に対する三軸圧縮試験から得られるせん断強度との相関が比較的良好なことに着目して、針貫入試験結果に基づく掘削面の設計品質管理の可能性について検討した。ここでは、主にダムサイトでの針貫入試験による岩盤強度評価結果について報告する。

2. 調査サイトの概要

調査対象としたのは、北海道留萌市に建設中の留萌ダムサイトである。ダムの基礎岩盤は、新第三紀鮮新世の深川層群に属する細粒砂岩、海緑石砂岩、凝灰岩からなる。そのうち本研究で評価対象とするのはダムサイトの主体を成す C_{Lh} 級の細粒砂岩で割れ目が未発達な軟岩である。この岩盤の設計強度は粘着力 $c=255 \text{ kN/m}^2$ 、内部摩擦角 $\phi=30^\circ$ であり、既往のボーリングコアを用いた一軸圧縮試験結果として、平均一軸圧縮強度 $q_u=2,500 \text{ kN/m}^2$ が得られている。

3. 針貫入試験の概要

針貫入試験¹⁾は、図-1 に示すような針貫入試験装置を用いて、太さ 0.84mm の木綿針を地面に圧入し、貫入量 10mm のときの貫入荷重、または貫入荷重 100N に達したときの貫入量を読み取り、針貫入勾配（＝貫入荷重／貫入量）を計算する。得られた針貫入勾配 $NP(\text{N/mm})$ と一軸圧縮強度 $q_u(\text{kN/m}^2)$ の相関式は、種々提案されているが、本研究ではデータの分布幅が広く回帰式の相関が高い以下に示す岡田ら²⁾ の回帰式を用いた。

$$\log q_u = 0.978 \times \log NP + 2.599 \quad (\text{相関係数 } 0.914) \quad \cdots (1)$$

4. 掘削仕上げ面での適用性検討

前述の C_{Lh} 級細粒砂岩において、図-2 に示すような $1\text{m} \times 1\text{m}$ の正方形領域を縦横とも十分割した針貫入試験用グリッドを用い、2箇所針貫入試験を実施した。写真-1.2 に試験位置の岩相を、図-3.4 に各針貫入試験位置にお

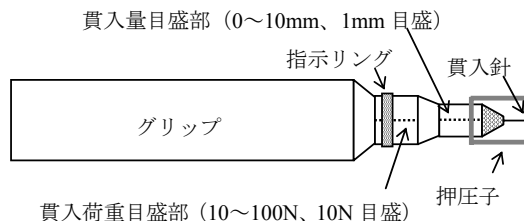


図-1 針貫入試験装置の概要

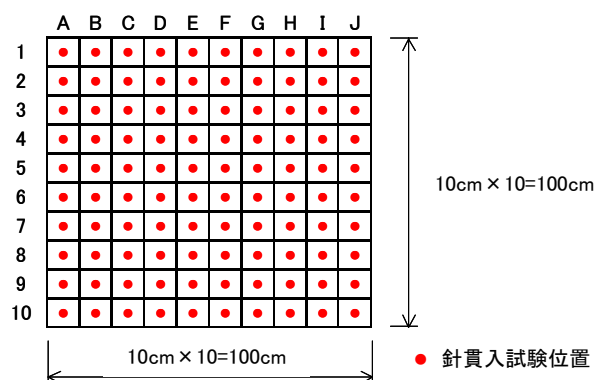


図-2 針貫入試験グリッド

る q_u の分布を示す。なお、図-3.4 においては、グリッド点が針貫入試験位置に相当する。

写真-1 に示す針貫入試験位置①は、全領域で比較的硬質で均質な岩盤であるが、写真-2 に示す針貫入試験位置②では、右から2番目の上下方向のグリッド線に沿って亀裂が存在しており、仕上掘削時に掘り込まれて他の箇所と比べると凹凸が激しく、図-4 からもこの部分の針貫入試験から求めた一軸圧縮強度が他の部分より小さいことがわかる。ダムという構造物の規模を考慮した場合、この程度の規模で領域の強度が周辺よりも若干低い部分が存在しても、構造上問題が生じることはなく、岩級区分上はこの周辺全体として C_{Lh} 級として評価されたと考えられる。

しかし、ここでは、もう少し微視的な観点から $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ を評価の単位規模とみなしたうえで概ね C_{Lh} 級と判断される箇所に限ってデータを分析するため試験位置②については、この亀裂の近傍の H～J 測線の 30 点での測定結果は C_{Lh} 級の代表的な岩盤としての評価から除外することとした。

別途実施した C_{Lh} 級細粒砂岩の室内三軸圧縮試験と原位置での針貫入試験の対比結果³⁾を図-5 に示す。同図より C_{Lh} 級細粒砂岩の管理基準は原位置での針貫入試験で得られた一軸圧縮強度 q_u が $3,000 \text{ kN/m}^2$ 以上あれば、設

キーワード 基礎岩盤、針貫入試験、掘削管理、

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6(独)土木研究所 TEL029-879-6781 E-Mail:yonakamu@pwri.go.jp

計で用いたせん断強度を十分な余裕をもって確保できている。

図-6 に試験位置①、②の 170 点における針貫入試験より得られた q_u の頻度分布を示す。前述の管理基準に照らすと、同図より、測定結果は 170 点中約 20 点において 3,000 kN/m^2 を下回っているが、平均値 3,940 kN/m^2 は基準値を十分な余裕をもって上回り、(平均値－標準偏差) はほぼ

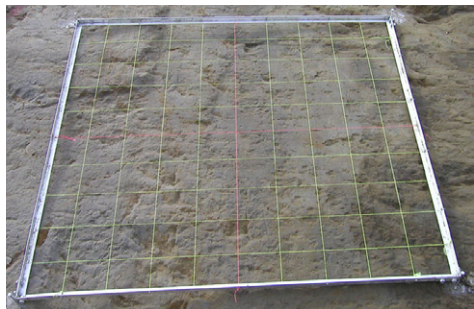


写真-1 ダムサイトにおける針貫入試験 (試験位置①)

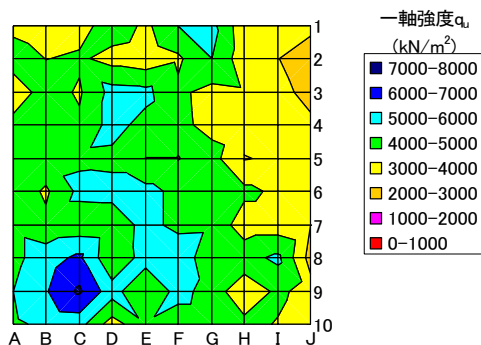


図-3 針貫入試験による q_u の分布 (試験位置①)

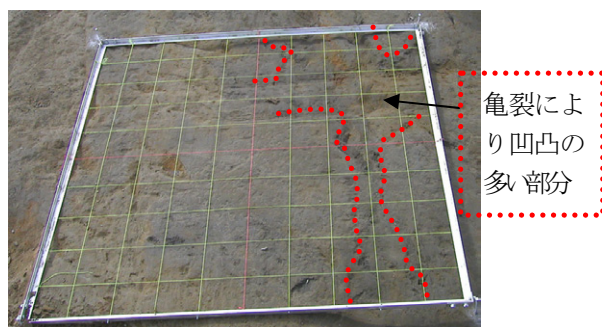


写真-2 ダムサイトにおける針貫入試験 (試験位置②)

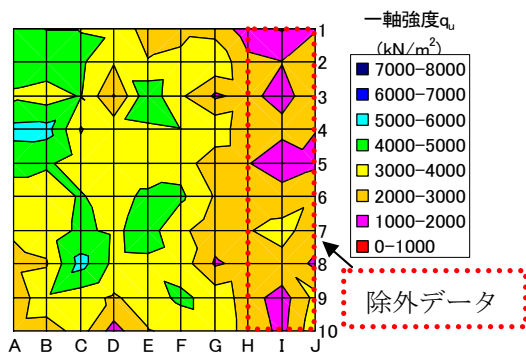


図-4 針貫入試験による q_u の分布 (試験位置②)

基準値の 3,000 kN/m^2 に一致する。

これらの結果から、針貫入試験により掘削管理を行なう場合には、1 点 1 点のデータよりも代表的な岩級部の比較的大い領域、例えば $1\text{m} \times 1\text{m}$ ぐらいを目安に多点での針貫入試験を実施し、その平均値や(平均値－標準偏差)を基準に評価すべきと考える。いずれにしても、針貫入試験による掘削管理の導入にあたっては、評価領域の規模について、より詳細に検討しておく必要がある。

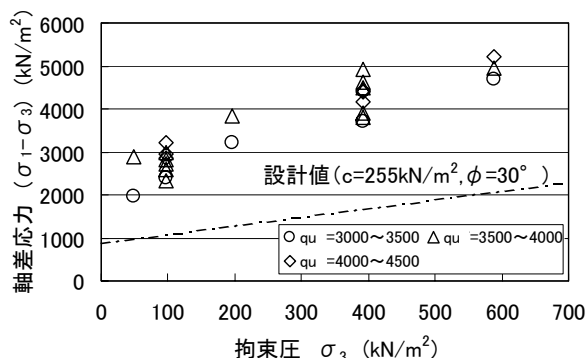


図-5 三軸圧縮試験から求めた強度(q_u による分類)

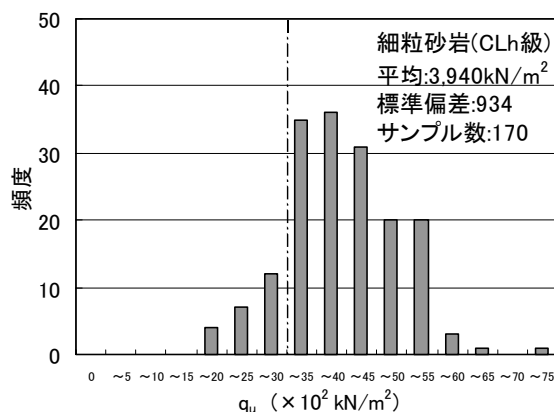


図-6 ダムサイトにおける針貫入試験による q_u の分布

5. おわりに

今回は、評価対象としたダムサイトの主体を成す C_{Lh} 級の細粒砂岩について検討を行ってきたが、本研究で提案した掘削管理手法の汎用性を検証するために、今後は、C_{Lh} 級より強度が低い C_{Li} 級の見緑石砂岩についても同様の検討を実施する予定である。

参考資料

- 1) 小島圭二, 斎藤保祐, 稲生道裕: 千葉県下における泥質軟岩の軟弱化の要因, 第 9 回土質工学研究発表会講演論文集, pp.737-740, 1974
- 2) 岡田滋, 泉谷泰志, 飯塚友之助, 堀内澄夫: 針貫入試験による軟岩地山強度の推定, 土と基礎, Vol.32, No.2, pp.35-38, 1985.
- 3) 山口嘉一, 中村洋祐, 中村真, 箱石憲昭, 山谷政彦, 加藤康徳: 貫入試験によるダム基礎軟岩の掘削仕上げ面管理への適用性検討, 土木学会北海道支部論文報告集, Vol.60, pp.484-485, 2004.