

ため池堤体の設計強度設定に関する簡易動的コーン貫入試験の適用性 Applicability of dynamic cone penetration test to determining design strength of reservoir embankment

○橋本和明* 川口貴之** 成澤和宏*** 亀森隆志***

Kazuaki Hashimoto*, Takayuki Kawaguchi**,

Kazuhiro Narisawa***, Takashi Kamemori***

1. はじめに

北海道内には、農業用ため池が約 1,300 箇所あり¹⁾、このうち 124 箇所が特定農業用ため池に指定され(2024年3月31日時点)、順次整備が進められている。ため池堤体の健全性は、ボーリング等の地質調査と調査結果に基づく安定計算を行い評価している。地質調査においては、既存資料等から代表断面を定め、堤体横断方向に2~3本程度のボーリング、及び不攪乱試料採取と三軸圧縮試験を含む室内土質試験を行っている。一方、ボーリングなどの地質調査は、時間や費用が比較的多く必要となるため、簡便にため池堤体の状況(堤体の硬軟、強度等)が評価できる手法構築への期待が高まっている。このような背景を踏まえ、本研究は、堤体土のせん断強度設定に関する簡易動的コーン貫入試験の適用性を検討した。

2. 簡易動的コーン貫入試験の概要

簡易動的コーン貫入試験は、地盤工学会基準 JGS 1433 として規格化されており、質量 5 kg のハンマーを 50 cm の高さから自由落下させ、10 cm 貫入させるのに必要な打撃回数 N_d 値を求める試験である (Fig.1)。 N_d 値と N 値には相関があり、土質に応じて相関式が提案されている。代表的な相関式は以下のとおりである²⁾。

礫粒土： $N_c=0.50N_d$ ($N_d \leq 4$)、 $N_c=0.7+0.30N_d$ ($N_d > 4$)

砂質土： $N_c=0.66N_d$ ($N_d \leq 4$)、 $N_c=1.1+0.30N_d$ ($N_d > 4$)

粘性土： $N_c=0.75N_d$ ($N_d \leq 4$)、 $N_c=1.7+0.34N_d$ ($N_d > 4$)

ここで、 N_d ：簡易動的コーン貫入試験で 10 cm 貫入させる打撃回数

N_c ： N_d から換算した N 値

また、簡易動的コーン貫入試験のロッドは調査深度が深いほど周面摩擦の影響を受け、抵抗が大きくなるため、地表面から 4~5m 程度が調査の限界とされている²⁾。

3. 簡易動的コーン貫入試験結果

北海道内 10 箇所のため池において、標準貫入試験と同位置で簡易動的コーン貫入試験を実施した。その中の一つ、堤高 7.5m のため池(1937年築造)での調査結果は Fig.2 に示すとおりである。なお、北海道



Fig.1 簡易動的コーン貫入試験
Dynamic cone penetration test

*日本工営株式会社 Nippon Koei Co.,Ltd.

**北見工業大学工学部 Kitami Institute of Technology

***北海道農政部 Hokkaido Prefectural Government

キーワード：ため池、北海道、簡易動的コーン貫入試験、土構造、せん断強度

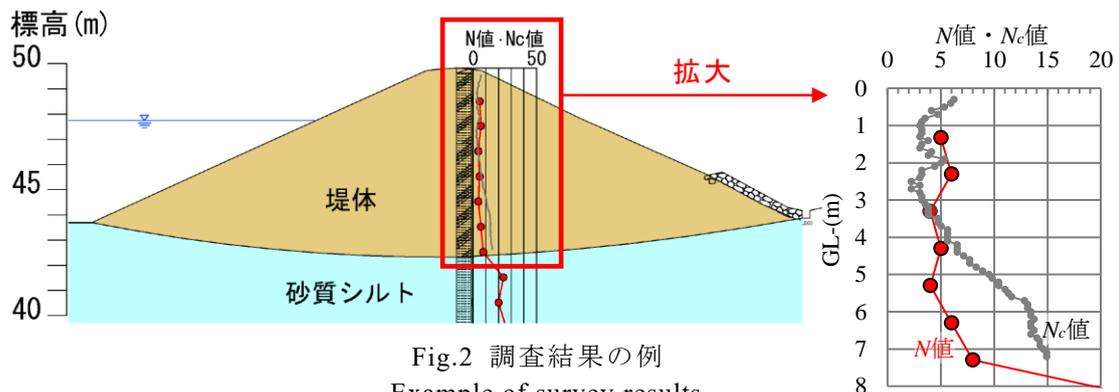


Fig.2 調査結果の例
Example of survey results

のため池堤体土はシルト分が主体であることが確認されているため³⁾, N_d 値から N 値への換算式は先述した相関式の中から粘性土の式を用いた. これによると, 深度 4m 以浅は N 値と N_c 値 (簡易動的コーン貫入試験の N_d 値から推定した N 値) は概ね同程度の値を示すが, 4m 以深では, 両者の乖離が大きくなる (N 値 $<$ N_c 値) ことが確認された. この傾向は, 他のため池においても概ね同様であった.

4. N 値と N_c 値の相関性

N 値と N_c 値の相関性確認のため, 両者の比 (N_c/N) の深度分布を Fig.3 に示した. これによると, 4m 程度を境界に明瞭に異なる傾向が認められ, 4m 以浅 (○で表示) で $N_c/N=0.35 \sim 1.90$ (平均 0.92), 4m 以深 (□で表示) で $N_c/N=0.80 \sim 2.75$ (平均 1.87) であった. これは, 先述したとおり, 4m 以深においては, 簡易動的コーン貫入試験機のロッド周面摩擦の増大に伴い N_c 値が大きくなったため, N 値との乖離が大きくなったと考えられた. このことから, 北海道のため池において, 簡易動的コーン貫入試験から N 値を推定する際は, 地表面から 4m 程度までの N_d 値で評価すべきと考えられた.

次に, Fig.4 に示す同深度における N 値と N_c 値 (地表面から 4m までの深度対象) の関係から, ばらつきはやや大きいものの, $N_c=0.76N+0.60$ ($R^2=0.571$) の相関式が得られ, N_d 値から N 値を推定することは可能と判断された.

5. まとめ

三軸圧縮試験を行わずに設計せん断強度 (c , ϕ) を求める場合, N 値から推定することが多い. 本検討では, N 値を得るための標準貫入試験も行わずに設計せん断強度を簡易に得るための手法を検討した. その結果, 簡易動的コーン貫入試験の N_d 値から N 値を推定することは可能であること, また, 簡易動的コーン貫入試験の結果は, 深度 4m 程度までの N_d 値で評価すべきとの結論を得た. 今後もデータを蓄積し, 関係性の精度向上を図っていく必要がある.

参考文献

- 1) 北海道庁 (2023) (参照 2025.3.7) : <https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/ssk/tameikehou.htm>
- 2) 地盤工学会 (2013) : 地盤調査の方法と解析, pp.317-323.
- 3) 橋本和明, 川口貴之, 成澤和宏, 相田真人, 小林義宗 (2025) : 北海道の小規模農業用ため池のメンテナンス性向上を目的とした簡易な安定性評価手法の提案, インフラメンテナンス実践研究論文集, 4(1), pp.29-37.

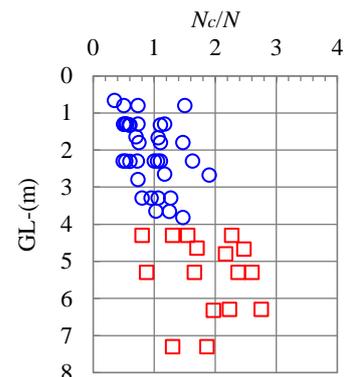


Fig.3 N_c/N の深度分布
Depth distribution of N/N_c

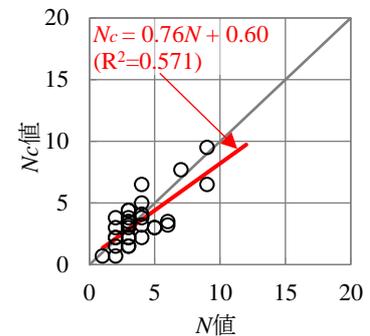


Fig.4 N 値と N_c 値の関係
Relationship between N, N_c