

簡易動的コーン貫入試験器の改良について（その2）

北海道土質コンサルタント株式会社

○齊藤 学

同 上

松本 和正

同 上

谷内江 敬太

同 上

宮西 広基

同 上

森本 崇

同 上

平松 良太

1. はじめに

簡易動的コーン貫入試験¹⁾（以下、簡易貫入試験と呼ぶ）は、装置が軽量で携帯できるため、人力のみで容易に調査が可能である。しかし、単管式であることから周面摩擦の影響を含んでおり、特に粘性土地盤では貫入抵抗Nd値が過大になる^{2),3)}。筆者らは、周面摩擦の影響を極力除去したNd値を得るため、粘性土地盤を対象に数種類の外管を用いて二重管式として貫入試験を試みた³⁾。報告では、さらに外管の選定を行って外管の有効性を検証した。以下に、概要を報告する。

2. 試験地盤（蘭越地区）

試験は北海道磯谷郡蘭越町の沖積低地で行った。当地では表層から軟弱な粘土が分布する（図-1）。深度4.8mまで機械式コーン貫入試験（旧オランダ式二重貫コーン貫入試験）によるqc値は $qc \approx 0.2 \sim 0.3$ (MN/m²)である。これに対して、単管式で得られたNd値は0~17と深度方向に徐々に大きくなる。

この粘土層の物理的特性を表-1にまとめた。自然含水比は $\omega_n \approx 70$ (%)、土粒子の密度は $\rho_s \approx 2.58$ (g/cm³)である。粒度配合は97(%)が細粒土で工学的分類は高液性限界の粘土(CH)に分類される。

3. 二重管の比較試験結果

(1) 外管の概要

今回使用した外管の仕様を表-2に示す。採用した外管はいずれも地盤調査等で使用される調査機材である。

- ① 外管1は旧オランダ式二重管コーン貫入試験（以下、旧オランダ式貫入試験と呼ぶ）で使用されている外管である。簡易貫入試験のロッドと外管のクリアランスは1mmである。
- ② 外管2はボーリングロッドを1mに加工し、カップリングによって連結させたものである。クリアランスはカップリング部は1mmと狭いが、大半は9.5mmと広がる。
- ③ 外管3は黒ガス管(25A)を0.5mに加工し、ソケットで連結するものである。クリアランスは11mmと最も広く、1m当たりの質量は2.45kgと3種類の外管中、最も軽量である。

これらの外管を装着した比較試験の他に、周面摩擦の影響を出来るだけ除去するためにオーガーボーリングによって試験の開始深度を変化させて（以下、ボーリング併用試験）、Nd値の変化を比較した。なお、ボーリング

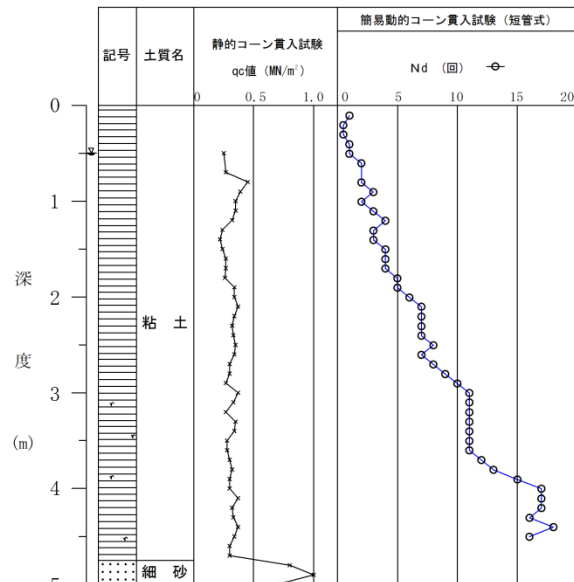


図-1 試験地盤の土層とqc値、Nd値

表-1 粘土の物理的性質

土粒子の密度	ρ_s	g/cm ³	2.58	
自然含水比	ω_n	%	70	
粒度特性	礫分	%	0	
	砂分	%	3	
	シルト分	%	52	
	粘土分	%	45	
コンシステンス性	液性限界	w_L	%	60.9
	液性限界	w_{Lp}		30.4
	塑性指数	w_{Lp}		30.5
地盤材料の分類			(CH)	

表-2 使用した外管の仕様

区分	外径(mm)	内径(mm)	クリアランス(mm)	質量(kg/m)	備考
外管1	28~36	17	1	3.66	旧オランダ式貫入試験器の外管
外管2	40.5	17~31	1(カップリング部)~9.5	4.56	ボーリングロッドを1mに加工
外管3	34~38	27	11	2.45	黒ガス管(25A)を加工

併用試験では貫入深度が0.3m以上になると周面摩擦の影響が顕著になるため⁴⁾（図-2）、内管の貫入深度は最大0.2mまでとした。このため、二重管方式の貫入方法は、まず、内管を10cm貫入させ、その後、外管を押し込み、これを繰り返す方法とした。

(2) 二重管式によるNd値の比較結果

表-2に示した3種類の外管を用いて、二重管式の貫入試験を行った。結果を図-3にまとめた。深度4.5mまでのNd値の傾向は以下のとおりである。

- ① 外管1（オランダロッド）では、形状がくびれている分、外管の押し込み時の抵抗は少ないが、Nd値は1～4と深度方向に増加する傾向がある。平均Nd値は2.3と最も大きい。
- ② 外管2（ボーリング用ロッド）によるNd値は1～4を示し、平均Nd値は2.0と外管1と同様である。外径が大きい分、外管押し込み時の抵抗は最も大きい。
- ③ 外管3では、Nd値は1～2を示し、深度方向の増加もほとんど見られない。平均Nd値は1.4となり、ボーリング併用試験値と同値である。内径が31mm、内管（ロッド）とのクリアランスが11mmと他の2種類よりも大きいことが要因と考えられる。
- ④ 三種類の外管いずれも押し込み時の抵抗が大きいため、人力では困難であり、オランダ式貫入試験機を用いた。

(3) 外管としての評価

外管としての評価を表-3にまとめた。ボーリング併用試験によるNd値は周面摩擦が概ね除去されていると判断されるがこの値と一致したのは外管と内管のクリアランスが大きかった外管3の場合である。これに対して外管1はボーリング併用試験で得られたNd値の1.6倍、外管2では約1.4倍となり、周面摩擦の影響が大きくなっている。したがって、周面摩擦の影響を取り除くための内管と外管のクリアランスは11mm以上と評価できる。

4. まとめ

簡易貫入試験では粘性土地盤でNd値が過大になることに対応するため異なる外管を使用して二重管式として外管の適応性を検証した。

- ① 深度4.5mまでの比較では内管と外管のクリアランスが11mmの場合、Nd値の周面摩擦の影響を最も軽減できた。今回は黒ガス管（25A）を50cmに加工して作成しており、軽量であるため操作性にも優れている。
- ② 内径と外形のクリアランスが小さい旧オランダ式貫入試験用外管やボーリングロッドではNdは明らかに大きくなり、周面摩擦の影響を避けられない。

今回の比較試験では、外管の押し込み装置が大がかりとなった点が課題として残された。今後は簡易な押し込み装置を製作して、短時間に、簡便に試験を行えるよう研究していくつもりである。

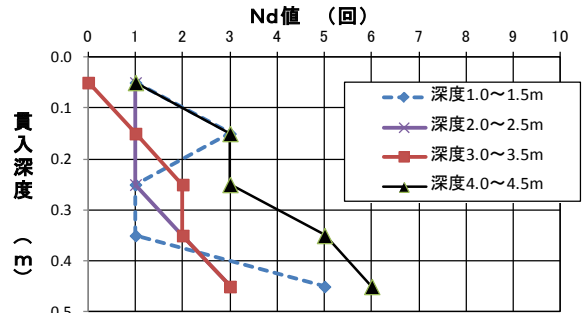


図-2 ボーリング併用試験の50cm区間のNd値²⁾

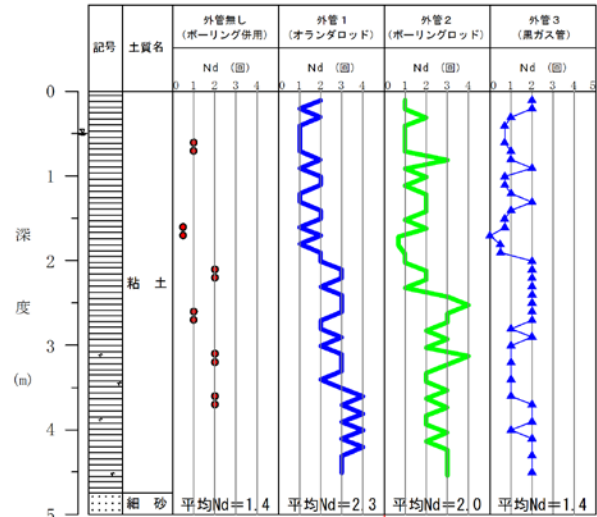


図-3 二重管方式によるNd値の比較結果



写真-1 外管3の写真

表-3 外管の評価一覧

区分	平均Nd	周面摩擦の排除	操作性(軽さ等)	押込み易さ	備考
ボーリング併用	1.4	-	-	-	
外管1	2.3	△	○	◎	旧オランダ式貫入試験器の外管
外管2	2.0	○	△	△	ボーリングロッドを長さ1mに加工
外管3	1.4	◎	◎	○	黒ガス管(25A)を加工

《引用・参考文献》

- 1)地盤工学会編：地盤調査の方法と解説，pp.317～333，2013.3.
- 2)谷内江敬太・石尾政男・郡次郎：簡易動的コーン貫入試験の適用性について，全地連「技術フォーラム2007」
- 3)小林豊・谷内江敬太他：簡易動的コーン貫入試験の適用性について(その2)，全地連「技術フォーラム2012」
- 4)谷内江敬太・松本和正他：簡易動的コーン貫入試験の改良について，全地連「技術フォーラム2013」