

シールドの切羽地盤調査技術の開発

大成建設株式会社 正会員 ○竹中計行

大成建設株式会社 正会員 鈴木聡 正会員 榎本文一

1. はじめに

シールド掘進において地盤の影響を小さくするには、切羽地盤の変化を常に把握し、地盤に応じた添加材の配合調整や姿勢制御などの管理が重要となる。一般的に、ボーリング調査は200m毎に実施され、地盤変化の大きい箇所では切羽地盤が想定と異なることが多い。このことから常に切羽地盤を把握する方法として、シールドマシン内にコーン貫入試験機を装備し、マシン停止時にコーンを挿入しその先端抵抗と引抜いた摩擦抵抗から切羽地盤を調査する方法の開発に取り組んだ。本報告では、実施した室内実験と現場実験について報告する。

2. シールドの切羽地盤調査技術の概要

切羽地盤の調査はコーン貫入試験機を使い、貫入時の押し荷重と引抜き時の引抜き荷重を計測して、その結果から切羽地盤を判定する。試験機は、図-1に示すようにシールドマシンの前同部にΦ20mm程度のコーン貫入棒を数か所設置し、シールドマシンを反力として、マシン停止時に試験を行う。

3. 室内実験

コーン貫入試験機の押しと引き荷重で地盤の硬軟や性状を把握できるかを確認するため、室内実験を行った。試験はインストロン試験機で行い、供試体の容器は突固め試験用のモールドを使用した(写-1参照)。地盤は、砂質土は購入砂(硅砂6号)、粘性土は現場のN値=1のシルト質粘土を使用した。更に中間土として、硅砂6号とシルト質粘土を6:4でブレンドした土を使用した。地盤作成は、「突固めによる土の締固め試験 JIS A 1210」に準拠して行い、突固め回数を変化させて軟弱地盤(0.5Ec)と中間地盤(1Ec)と硬質地盤(2Ec)を作成した。試験結果を表-1に、Robertson(1986)らのCPTの土質分類図に試験結果を追記したものを図-2に示す。試験の結果、貫入棒の径が変わっても、コーン貫入試験によって地盤の性状は概ね把握できたが、地盤の硬軟については把握できないことを確認した。

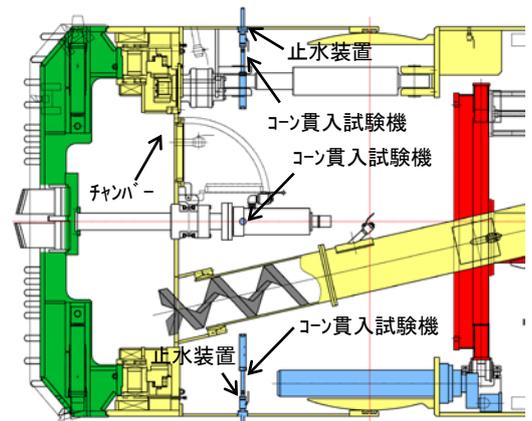
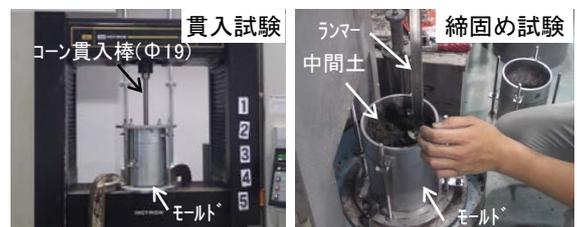


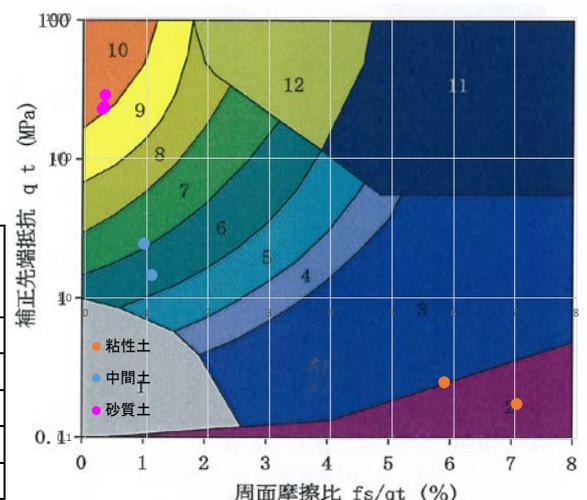
図-1 シールドの切羽調査技術の概要図



写-1 室内試験装置

表-1 試験概要

NO	土質	突固めエネルギー	密度(g/cm ³)	押し荷重(N)	引き荷重(N)	qt (Mpa)	fs (Mpa)	fs/qt (%)
1	砂	0.5 Ec	1.450	6899	578	22.29	0.057	0.26
2	砂	1 Ec	1.460	7256	657	23.27	0.065	0.28
3	砂	2 Ec	1.473	8745	810	27.99	0.080	0.29
4	中間土	0.5 Ec	1.962	905	209	2.45	0.021	0.84
5	中間土	2 Ec	1.963	556	142	1.46	0.014	0.96
6	粘性土	0.5 Ec	1.523	202	131	0.25	0.013	5.16
7	粘性土	2 Ec	1.523	161	111	0.18	0.011	6.20

図-2 CPTの土質分類図¹⁾に試験結果を加筆(土質分類の凡例は図-4参照)

キーワード シールド, 地盤調査, コーン貫入試験, 先端抵抗, 摩擦抵抗

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設株式会社 技術センター 生産技術開発部 TEL045-814-7229

4. 現場実験

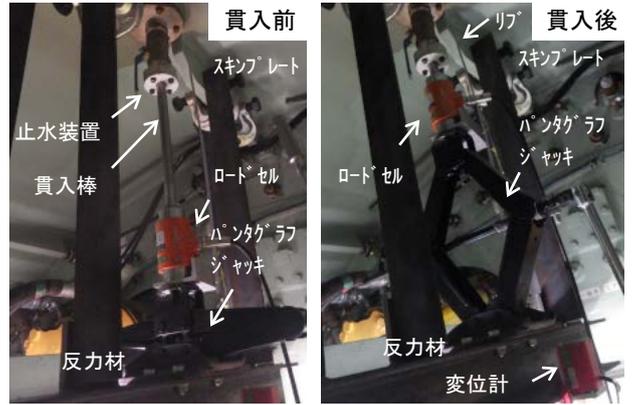
現場実験は、掘進中のシールドマシンに後から試験機を設置して行った。既存の止水装置を使用するためコーン貫入装置の径は地山探査装置と同じφ20mmとし、写-2に示すようにチャンバーの1m後方から鉛直方向のみ実施した。シールド外径が4mと小さいため、パンタグラフジャッキにて押し引きし、ロードセルとワイヤー式変位計で計測した(写-2参照)。試験概要を表-2、地質縦断図を図-3に示す。試験は、1Rの内600mm掘進時の土砂搬送時と1200mmのセグメント組立時の2回実施し、押し込み速度は100mm/minとした。CPTの土質分類図に試験結果を追記したものを図-4に示す。1回目は測定回数が少なくバラついた結果となった。2回目の想定は砂であったが、「シルト質粘土〜砂質シルト」の結果となった。分布が一樣であることから、砂層上部の粘土層が想定より下部にあったと推測される。3回目は想定通り「砂」の結果となった。4回目は少しバラついたが、「砂礫〜シルト質砂」の結果となった。2〜4回目の荷重と変位の関係を図-5に示す。押し荷重は余掘り部の60mmを過ぎた時点から徐々に荷重が増加し、引き荷重は粘性土では荷重が落ちにくい、砂では急激に荷重が落ちる傾向が確認された。以上より、実地盤でのマシンに設置したコーン貫入試験により地盤性状を概ね把握できることを確認した。

5. まとめ

コーン貫入試験機の室内実験と現場実験を行い、押し荷重と引き荷重で地盤の性状の把握を概ね確認できた。今後更にデータを取得し、精度アップに努め実用化を図る。

参考文献

- 1)Robertson,P.K.Use of piezometer cone data.Proceedings, In-situ'86.ASCE Specialty Conference,Blacksburg,VA.1986



写-2 コーン貫入試験装置

表-2 試験概要

試験回数	1回目	2回目	3回目	4回目
試験位置 R	1264R ~1266R	1390R ~1399R	1480R ~1490R	1744R ~1753R
土被り	12.1m	12.2m	12.2m	13.5m
想定土質	砂混り 粘土	粘土質 砂	粘土質 砂	シルト混り 砂礫
N 値	9	7	29	50

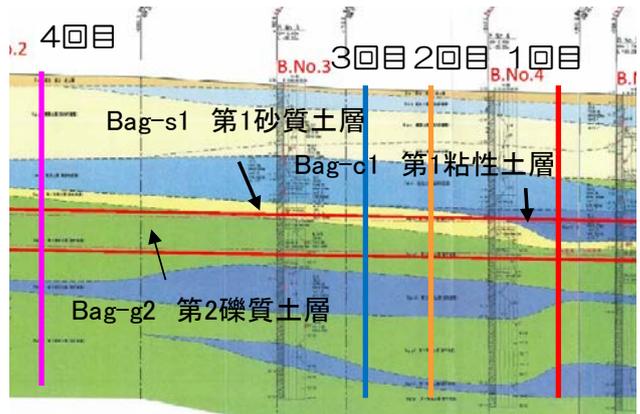


図-3 地質縦断図と貫入試験位置

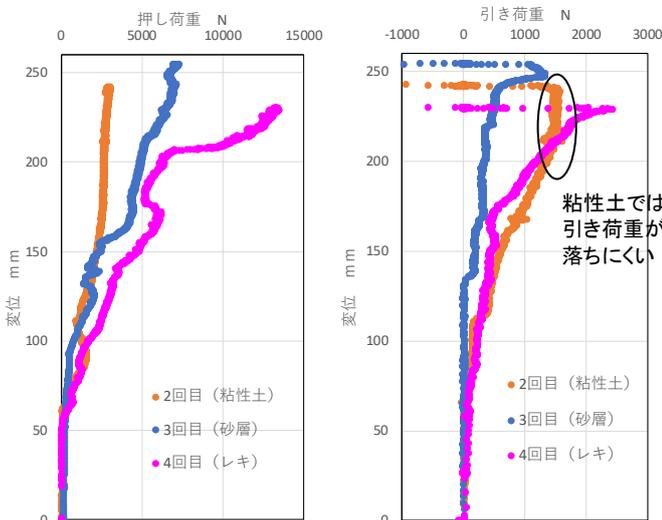


図-5 荷重と変位の関係

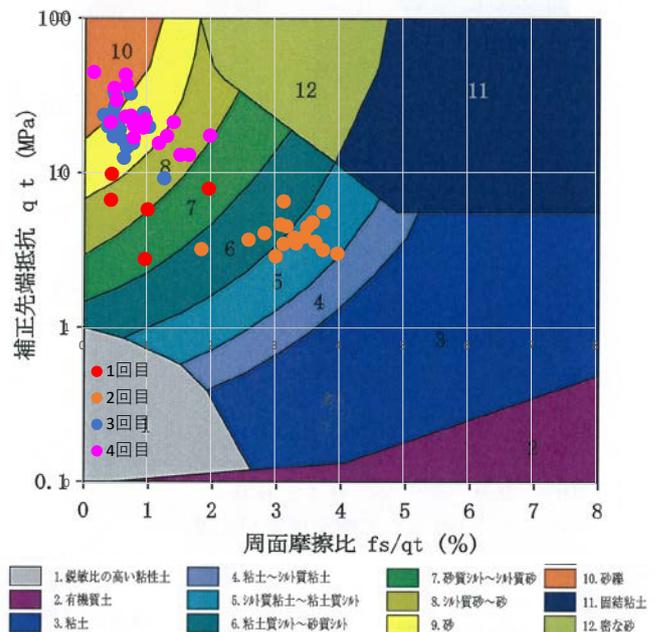


図-4 CPTの土質分類図¹⁾に試験結果を加算