

シールド動力学モデルによる SENS マシン挙動解析

長岡技術科学大学 地盤工学研究室 NGO NGOC CUONG

指導教員 杉本 光隆

玉井 達毅

1. はじめに

北海道新幹線（新青森～真函館間）の建設区間のうち、津軽蓬田トンネルでは、水位が高く、未固結な砂である蟹田層で掘削したので、土砂崩落・流砂事故が多く発生した。そのため、安全性、施工性および経済性に優れた SENS による機械化施工を採用することとした。

しかし、図 1 に示すように、津軽蓬田トンネルにおける 119R～124R での土圧変動幅は、30 kPa 程度と少ないが推力が上昇している。125R 以降は、推力の低減を図るために土圧を下けているが推力が上昇し、127R で最大値に達している。主な原因として、マシン掘削していない地山との競りによるものと考えられる。また、地下水位の無い区間であったため、競りによる摩擦力の上昇も著しく影響を与えたと考えられる。

本研究では、シールド動力学モデルを用いて津軽蓬田トンネルでの推力上昇の現象を再現することとした。

2. シールド動力学モデル

本研究で使用されたシールド動力学モデルで

は、シールドマシンに作用している力一覧は図 2 に示したように、シールドマシン自重による作用力 (F_1)、シールドテール作用力 (F_2)、ジャッキ推力による作用力 (F_3)、切羽作用力 (F_4)、スキンプレート作用力 (F_5) である。

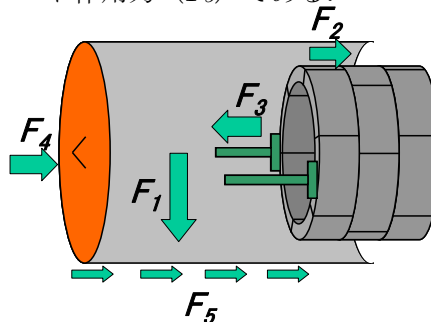


図 2 シールド動力学モデル

3. 現場計測データの整理結果

図 3 はジャッキ鉛直モーメントとピッチング角を示す。現場計測データにより、以下のことが考えられる。

- ①ジャッキ鉛直モーメント (M_{3q}) が短い区間で大きく値が変動している。
- ②これに伴い、ピッチング角と計画線形からの偏差も変動し、短い区間でシールド機が上下に動い

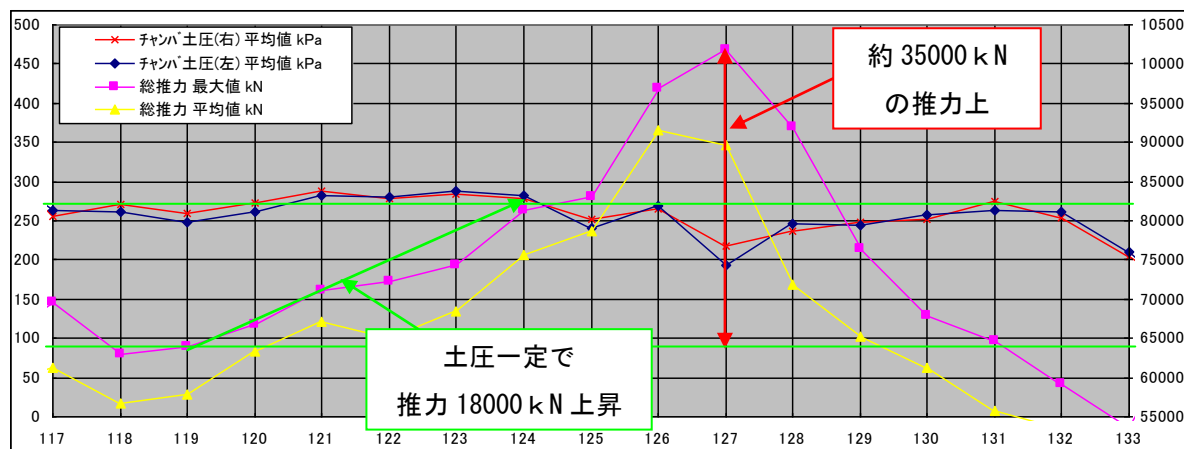


図 1 土圧と推力の比較

ていることがわかる。

③短い区間でシールド機を動かしたことでコピーカッターを使用していないことから、マシンが掘削していない地山とマシン後方が競ることで、推力が上昇したと推考される。

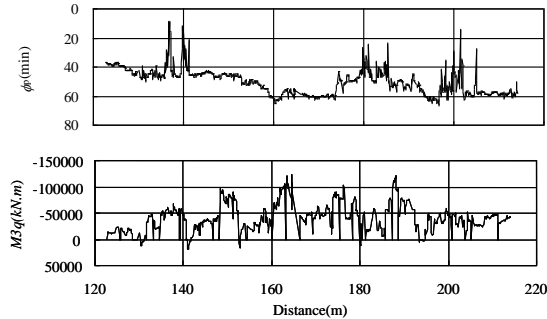


図3 現場計測データ

4. 解析結果

4.1 シールド機作用力

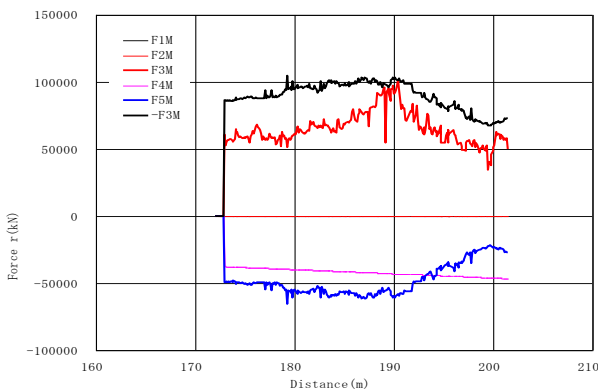


図4(a) 作用力一覧

図4(a)はシールド機軸方向作用力(F_r)を示す。 F_r (マシン軸方向作用力)は, F_{3r} (ジャッキ推力), F_{4r} (切羽土圧)および F_{5r} (スキンプレートに作用するシールド機軸方向動摩擦力)を主成分とする。距離程190m付近では、ジャッキ推力が最大となる。 F_{4r} と F_{5r} の和が F_{3r} に対応しており、力の釣り合いがとれているのがわかる。また、距離程190m以降では、コピーカッターを使用したことにより、地盤からの作用力、ジャッキ推力とも減少していることがわかる。また、図4(b)に示すように、鉛直モーメント M_q は, M_{3q} (ジャッキ作用力による鉛直モーメント), M_{4q} (切羽土圧), M_{5q} (スキンプレートに作用する地盤反力による水平モーメントの合計)を主成分とする。 M_{3q} はほとんど上向きのモーメントが発生したこと

対し, M_{5q} は下向きのモーメントが発生しており M_{3q} と M_{5q} の絶対値は同程度である。また, M_{5q} の変動が短い区間で大きいことがわかる。

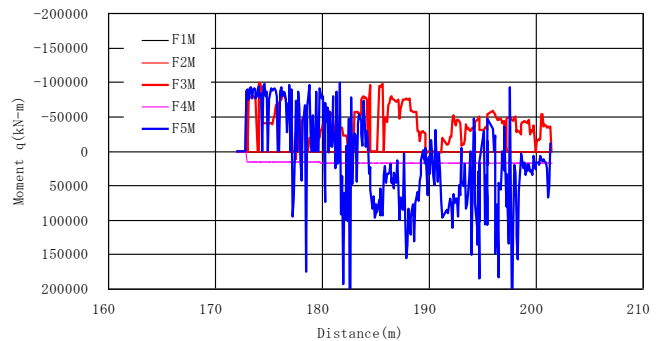


図4(b) 作用力一覧

4.2 コンター図

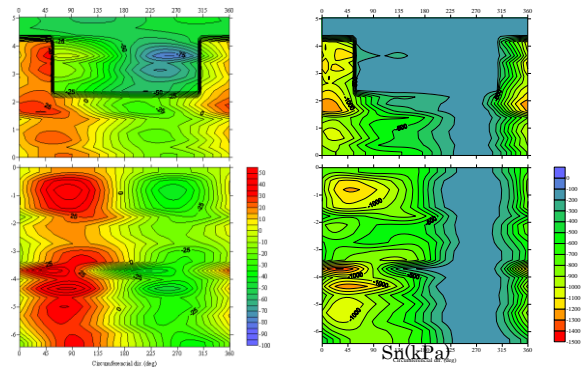


図5 コンター図

図5から以下のことがわかる。

①中折れ中心から約+2mの位置からコピーカッターを使用しているため, U_n の値は大きな負の値をとり、このため, $S_n \approx 0$ となり、地山が自立していることがわかる。

②コピーカッターを使用していない前胴・後胴の $45^\circ \sim 180^\circ$ の範囲でスキンプレートが地山を押し込んでおり、大きな地盤反力(最大1300kPa)が発生している。これは, F_{5q} (スキンプレートに作用する地盤反力の水平方向成分の合計)が右向きであること, F_{5p} (スキンプレートに作用する地盤反力の鉛直方向成分の合計)が上向きであることと一致している。

5. 結論

本研究では、シールド動力学モデルを用いてSENSマシン挙動解析を行ったことで、津軽蓬田トンネルでの推力上昇の現象がマシンと地盤の競りによるものと確認できた。