

岩盤セミシールドの掘削特性に関する研究(その3)

－推進力の影響－

日産建設技術研究所 正会員 五味信治
日産建設技術研究所 正会員 岡本將昭
日産建設 大阪支店 正会員 土肥 隆

1. はじめに

近年、地方都市部での上下水道布設に伴う複雑な岩盤中での推進工事が増加している。それらの工事において特異な岩盤や複雑な岩盤中の掘削では、岩盤セミシールドの推進力やカットトルク等の適正な施工管理が難しい。また、岩盤セミシールドの掘削時の挙動が明らかでない。そこで本研究では、岩盤セミシールドの岩盤掘削時の挙動やディスクカッタの磨耗に関する特性を把握するために実大実験装置を製作した。本報では、製作した実大実験装置による人工岩盤(セメントモルタル)の掘削実験を行い、推進力の影響について得られたデータを整理したので報告する。

2. 実験方法

実験は、実際の掘削機で使用している12インチのディスクカッタを装着した実大模型実験装置¹⁾を使用した。実際の岩盤セミシールド機は、泥水式であるが実験装置は、簡略化のため気中、鉛直方向に掘進すること以外ではできるだけ実機と同様な形式とした。実大模型実験装置の概念図を図-1に示す。図より装着したディスクカッタは片側にシングル、反対側にツインのディスクカッタを装着した。実験装置は、推進力、カッタヘッドトルク等のいずれかの値を一定となるように油圧ユニットを使用し、計測データをフィードバックすることによってPCにより制御することとした。実験に使用する岩盤(試験体)は、均質性などを考慮しセメントモルタルで作製し、試験体(以後、人工岩盤と記す)の一軸圧縮強度は呼び強度24, 48N/mm²の2種類とした。人工岩盤の物性値を表-1に示す。実験条件は、カッタヘッド部の回転速度は7.2rpm、推進力は45kN, 60kNの2水準で一定とした。実際の施工では推進力およびカッタヘッドのトルクで管理している。実験ケースの一覧を表-2に示す。実験時の計測は、ディスクカッタの切込量、推進力、カッタヘッドトルク、シングルディスクカッタに作用する鉛直力(Z方向)、軌道に対し接線方向(X方向)の接線力、軌道に対し半径方向(Y方向)の法線力とした。

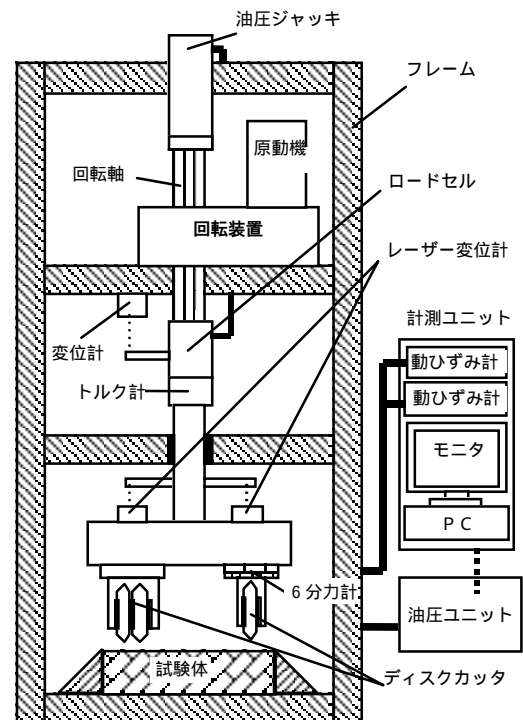


図-1 実大模型実験装置の概念図

表-1 人工岩盤の物性値

試験体 NO.	一軸圧縮強度 MPa	引張強度 MPa	弾性係数 GPa	ポアソン比
FC24	56.2	3.63	25.2	0.16
FC48	76.1	5.42	23.1	0.17

ただし、ヤング率およびポアソン比は破壊強度の30%時

表-2 実験ケース

実験ケース	試験体NO.	推進力	回転速度	掘削径	ディスク径
CASE 1	FC24	45kN	7.2rpm	1.0m	12インチ
CASE 2	FC24	60kN			
CASE 3	FC48	45kN			
CASE 4	FC48	60kN			

3. 実験結果

実験結果を切込量シングルディスクカッタに作用した力の関係で整理したものを図-2～図-4に示す。図-2の切込量と鉛直力の関係より、人工岩盤の強度が小さい場合は推進力にあたる鉛直力が大きいほうが切込量が減少している傾向が顕著に表れている。図-3の切込量と接線力の関係より、接線力が大きくなると切込量が増加する傾向が見受けられる。また、図-4の切込量と法線力の関係より、CASE 4の場合のみであるが法線力が大きくなると切込量が増加している傾向がある。した

キーワード：岩盤セミシールド，推進工法，実大模型実験，掘削効率。

350-1205 埼玉県日高市原宿746 TEL 0429-85-5655 FAX 0429-85-5179

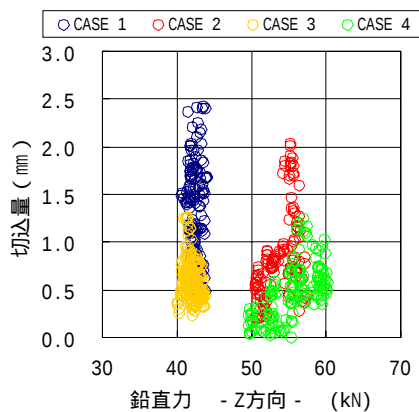


図 - 2 切込量と鉛直力

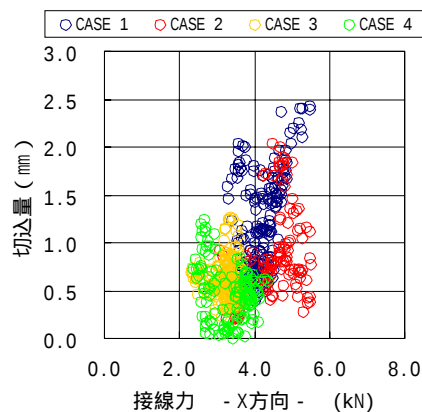


図 - 3 切込量と接線力

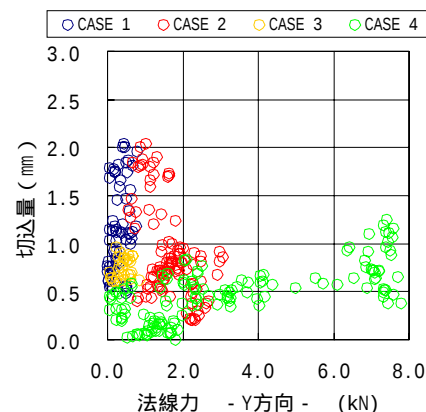


図 - 4 切込量と法線力

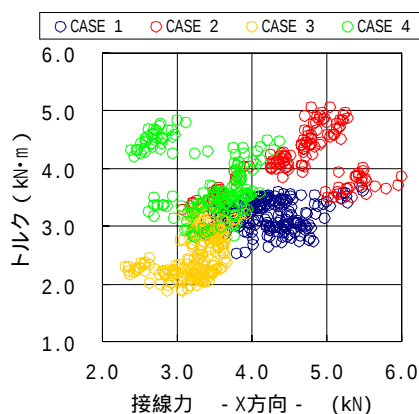


図 - 5 トルクと接線力

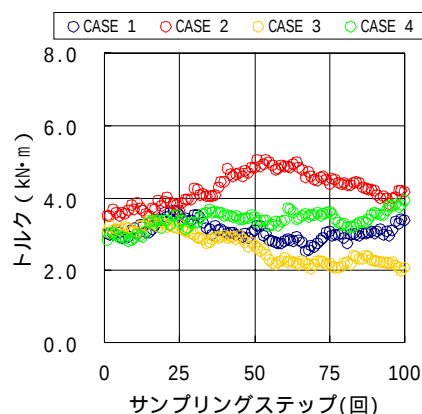


図 - 6 トルクとサンプリグステップ

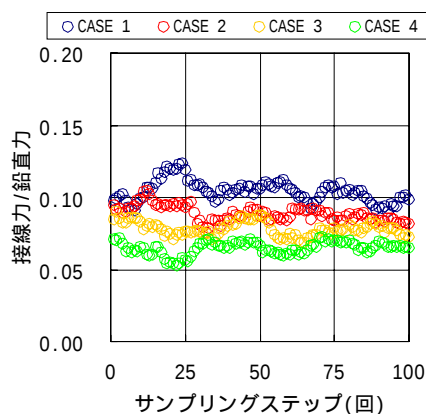


図 - 7 接線力/鉛直力とステップ

がって、今回の実験の場合、推進力を増加させても接線力(ディスクカッタが進む方向の力)が小さければ切込量が少なくなると推察される。また、今回はディスクカッタの軌道が一定であったが、軌道の曲率が変化することによって法線力も変化すると考えられるのでディスクカッタの軌道も影響すると推察される。以上の実験結果より、推進力による切込量(掘削効率)の比較は難しいと考えられるので、推進力に替わる指標として接線力、接線力と鉛直力等が考えられる。まず、接線力はトルクと関係しているのでトルクと接線力の関係性を調べるため図 - 5 にトルクと接線力の関係を示した。図よりトルクと接線力との関係は一定しておらず他の要素が含まれていると考えられる。そこで、トルクの経緯をサンプリグステップによりプロットしたものを図 - 6 に示す。推進力一定で制御したためかトルクの変動が大きい。よって、他の指標として接線力/鉛直力の値とサンプリグステップの関係性を求め図 - 7 に示した。この図では、接線力/鉛直力が実験中ほぼ一定で変動が少ないため、切込量と接線力/鉛直力との関係を図 - 8 に求めた。この図より接線力/鉛直力の値が増加すると切込量も増加するという関係が得られ、今回の実験において接線力/鉛直力は、切込量(掘削効率)を求める指標になるものと考えられる。

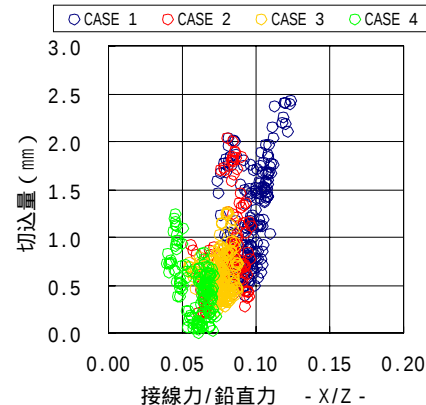


図 - 8 切込量と接線力/鉛直力

4. おわりに

人工岩盤を用いた実大掘削実験の結果より、推進力による切込量(掘削効率)の評価が難しいことがわかったが、推進力に替わる指標として接線力/鉛直力により切込量の評価が可能ではないかという結果を得た。今後さらに実験を行い、岩盤セミシールドによる掘削効率の評価について報告する予定である。

<参考文献>

- 1) 五味, 袁, 岡本: 岩盤セミシールドの掘削特性に関する研究(その1), 土木学会第54回年次学術講演会講演概要集3-B, pp.232-233, 1999.