

中折れシールド機挙動モデルの開発

日本工営株式会社 正会員 山口 宇玄
長岡技術科学大学 正会員 杉本 光隆, A.Sramoon

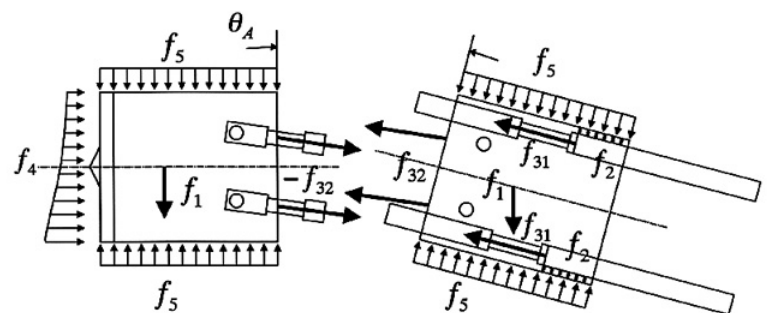
1.はじめに

現在、シールドマシンの制御・操作は自動掘進システムにより行われている。しかし、シールド掘削に関連する地盤物性値やシールドマシンに作用する外力、およびその挙動については未解明な点が多く、これらの問題点を解決するためには、シールドマシンの作用力が力学的釣り合い条件を満たすよう、シールドマシンの挙動・掘進条件を考慮できるシールド機動力学モデルの確立が必要である。

そこで本研究では、単胴型シールド機挙動モデル¹⁾²⁾を基に、中折れシールド機挙動モデルを開発し、数値実験を行い、解析値を既存の経験則や理論と比較することにより、定性的にモデルの妥当性を検証した。本報告では、有効コピーカッター長さと中折れ角の相互影響に関する数値実験結果について述べる。さらに、中折れシールド機の挙動メカニズムについて述べる。

2.解析モデル

マシン作用力のモデルを図-1に示す。これは、単胴型シールド機2つを中折れジャッキで結合したモデルである。



θ_A = 中折れ角度
 f_1 = 自重
 f_2 = シールドテイル作用力
 f_{31} = シールドジャッキ作用力
 f_{32} = 中折れジャッキ作用力
 f_4 = カッターフェイス作用力
 f_5 = スキンプレート作用力

図-1 中折れシールド作用力

3.解析結果

解析結果を図-2に示す。この図から、次のことがわかる。(1)中折れ角が増加すると、定常状態での平面曲率半径は小さくなる。(2)有効コピーカッター長さが増す程、定常状態での平面曲率半径は小さくなると考えられているが、本研究の解析結果では、有効コピーカッター長さを増していくと、ある値を境にコピーカッターの効果が減少する。これらは、次のように考えられる。スキンプレートの法線方向地盤変位分布と法線方向土圧分布を図-3に、シールドマシンと地盤の位置関係を図-4に示す。有効コピーカッター長さが6cm以下の場合には、シールドマシン後胴と地盤の位置関係は、間隙の大小はあるが、幾何学的に理想的な状態に近く、地盤によく適合している。一方、有効コピーカッター長さが10cmの場合には、過剰掘削によりシールドマシン後胴と地盤との間隙が過大となり、地盤反力に基づいたマシン本体の安定性を保てない状況となる。このため、後胴は前胴に発生する水平モーメントとの釣り合いを保つために、カーブの内側に位置することになる。この挙動は中折れ角の効果を幾何学的に減少させるもので、結果として定常状態での平面曲率半径が増加する。

有効コピーカッター長さが6cm以下の場合には、シールドマシン後胴と地盤の位置関係は、間隙の大小はあるが、幾何学的に理想的な状態に近く、地盤によく適合している。一方、有効コピーカッター長さが10cmの場合には、過剰掘削によりシールドマシン後胴と地盤との間隙が過大となり、地盤反力に基づいたマシン本体の安定性を保てない状況となる。このため、後胴は前胴に発生する水平モーメントとの釣り合いを保つために、カーブの内側に位置することになる。この挙動は中折れ角の効果を幾何学的に減少させるもので、結果として定常状態での平面曲率半径が増加する。

4.まとめ

本研究により以下の結論を得た。

- 1)中折れシールドによる曲線掘削において、中折れ角、有効コピーカッター長さが、定常状態での平面曲率半径へ大きく影響する。

キーワード：シールド工法、中折れシールド、シミュレーション、数値実験

連絡先：〒940-2136 新潟県長岡市上富岡 1603-1 長岡技術科学大学建設系 TEL：0258-46-6000 FAX：0258-47-9600

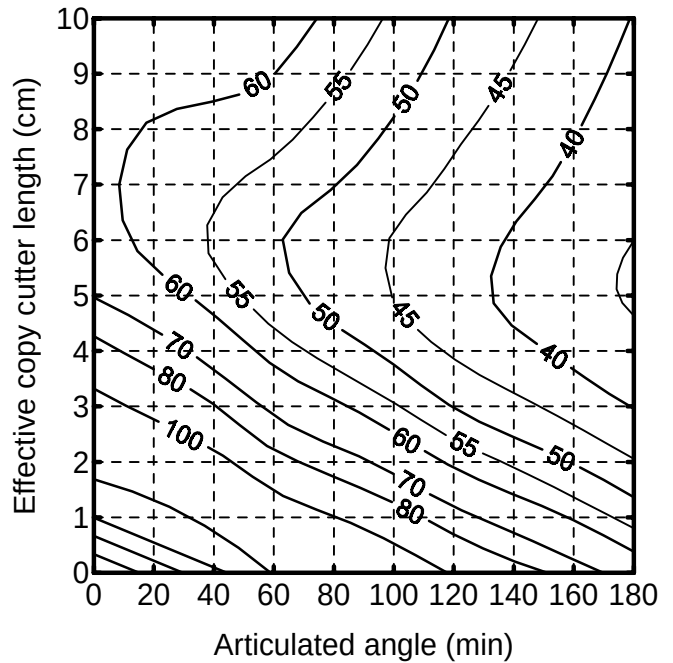
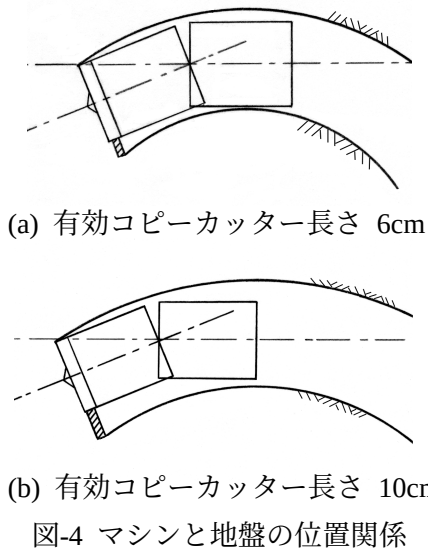


図-2 コピーカッター長さの中折れ角

- 2)中折れシールドによる曲線掘削において有効コピーカッター長さが、ある一定の値を超えると定常状態での平面曲率半径が減少から増加に転じる。
- 3)中折れシールド機の挙動メカニズムを、スキンプレート周りの法線方向地盤変位、土圧分布より、明らかにした。今後の課題として、以下のケースについて解析を行う。

- (1)前胴と後胴の長さ比とコピーカッター長さの相互影響
- (2)前胴と後胴の長さ比と中折れ角度の相互影響
- (3)前胴押し型と後胴押し型の比較

参考文献

- 1)杉本光隆・A.Sramoon：施工実績に基づくシールド機動力学モデルの開発，土木学会論文集，No.673／III-53，掲載予定，2001.3.
- 2)小柴暢・杉本光隆・A.Sramoon・小西真治・津坂治：現場実測データによるシールド機挙動のシミュレーション（1）洪積層，第55回土木学会年次学術講演会講演概要集III，III-B152，2000.9.

有効コピーカッター長さ
6cm

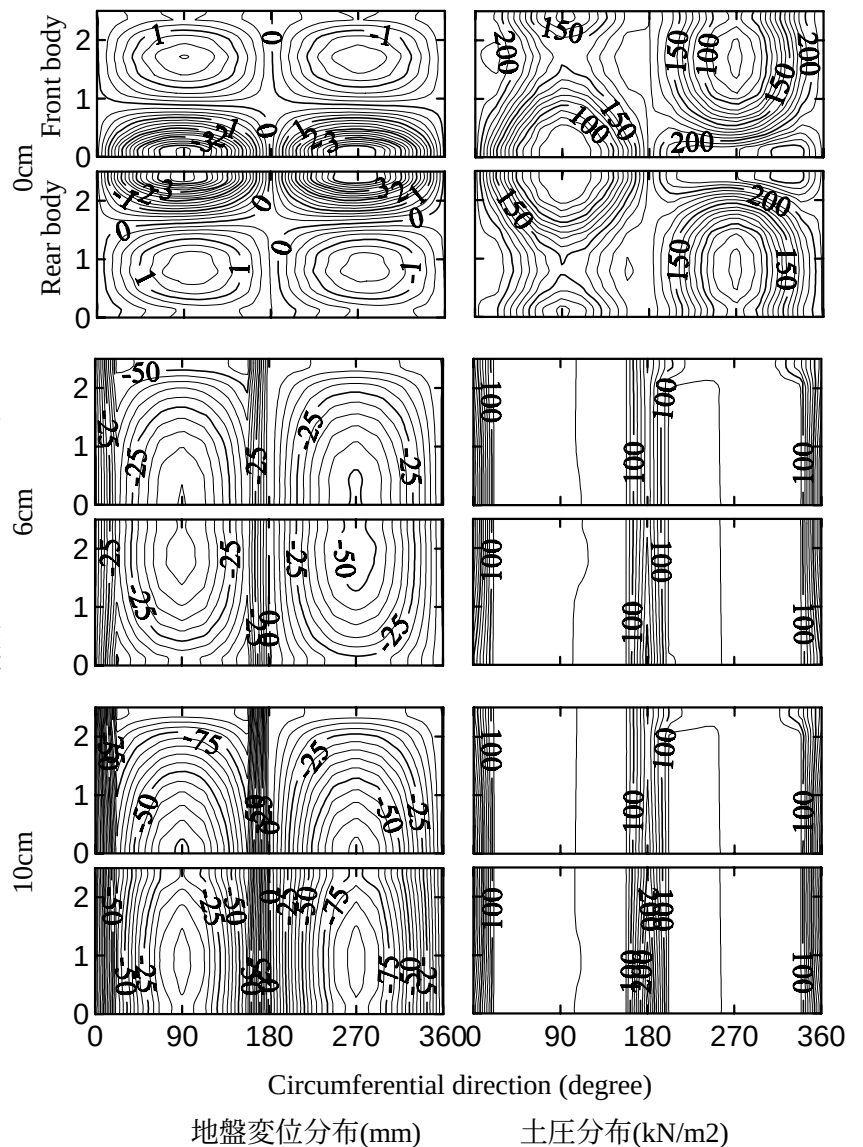


図-3 地盤変位と土圧分布