

III-693

余堀りを考慮した急曲線シールドトンネル工事の有限要素法解析

早稲田大学理工学部土木工学科
千葉工業大学土木工学科

正会員 赤木 寛一
正会員 ○小宮 一仁

1. まえがき

大都市における電力・ガス・通信施設等のシールドトンネル工事では、工期の短縮および工事費用の節約のために道路等の公共地地下をできる限り利用することを目的として、道路交差点等において急曲線シールド工事が行われている。このような急曲線トンネルを施工するシールド工事では、シールド機の旋回を容易にするためにコピーカッターを用いた余堀りが行われている。

本研究は、急曲線シールドトンネルの施工が周辺の地盤や既設の構造物に及ぼす影響の評価・予測を有限要素法を用いた数値解析によって行うことを目的として、有限要素法による余堀りの簡便なモデル化法を提案するものである。

2. 有限要素法による急曲線シールド工事の余堀りのモデル化

急曲線シールドトンネル工事では、図1に示すようにシールド機に備え付けられたコピーカッターを用いたシールド機進行方向曲線内側の余堀りが行われている。余堀りを行うことによってシールド機切羽進行方向曲線内側の地盤の応力は解放され、シールド機の旋回は容易になる。このような余堀りの状況を有限要素法を用いて厳密に解析することは現状では解析の複雑さから合理的とはいえない。そこでここでは、著者ら⁽¹⁾がシールドトンネル工事における掘削現象をモデル化するために開発した掘削要素の形状を図2に示すように変化させることによって急曲線シールド工事における余堀りのモデル化を試みた。

シールド機要素にジャッキ推進力に相当する偏心節点外力を作用させると、図2(a)の形状の掘削要素は図3に示すようにシールド機進行方向曲線内側にずれるように大きく変形するので、余堀りを行った場合のようにシールド機の旋回を容易にすることができる。

3. 余堀りを考慮した急曲線シールド工事の有限要素法解析

ここでは余堀りを考慮した掘削要

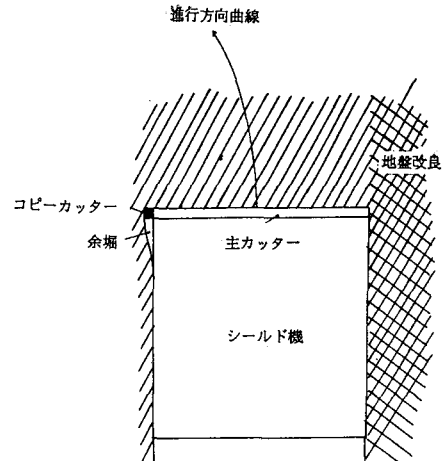
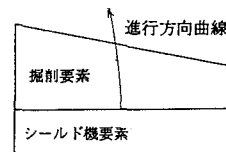
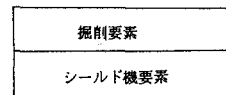


図1 急曲線シールドトンネル工事における余堀り



(a)余堀りを考慮した場合



(b)余堀りを考慮しない場合

図2 余堀りを考慮した掘削要素の形状

表1 入力パラメータ

	シールド機要素	地盤要素	地盤要素（地盤改良）	掘削要素
弾性係数(kPa)	2.0×10^8	5.0×10^3	25.0×10^3	2.5×10^2
ポアソン比	0.499	0.33	0.33	0.10
透水係数(m/day)	—	0.001	0.001	—

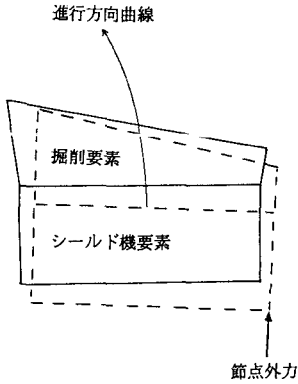
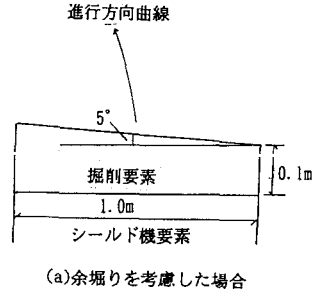


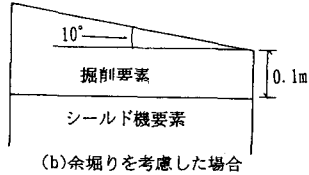
図3 余堀りを考慮した掘削要素の変形状況

素の形状を図4(a)(b)に示すような2通りに違えて、余堀りを考慮しない場合（図4(c)）とのシールド機切羽の進行状況の比較を行った。解析には図5に示すようなシールド機スプリングライン水平面内の2次元解析モデルを用い、図に示すような節点外力によってシールド機要素を推進した。入力パラメータは表1に示すとおりであり、地盤要素、シールド機要素および掘削要素は弾性体とした。通常急曲線シールド工事では余堀りとともにシールド機掘進方向曲線外側の地盤反力を大きくするため地盤改良が行われているので（図1）、解析ではシールド機進行方向曲線外側の地盤の弾性係数を大きくしている。

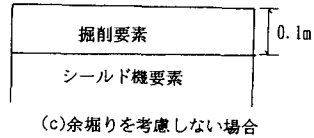
図6は解析で得られたシールド機切羽の進行状況を示したものである。図から明らかなように、余堀りを考慮した形状の掘削要素を用いることによってシールド機の旋回は容易になりシールド機切羽はより小さい半径で曲がりながら進行していることがわかる。また、図4(a)に示す形状の掘削要素を用いた場合に比べ掘削要素前面の傾斜角度の大きい図4(b)の形状の掘削要素を用いた場合の方がよりシールド機切羽の旋回は急になっている。実際の現場での余堀りの状況を適切にモデル化した掘削要素の形状を決定するところが今後の課題であるが、以上の結果から掘削要素の形状を変化させる比較的簡便な方法によって急曲線シールド工事の有限要素法解析における余堀りのモデル化が可能であると考えられる。



(a)余堀りを考慮した場合



(b)余堀りを考慮した場合



(c)余堀りを考慮しない場合

図4 掘削要素の形状

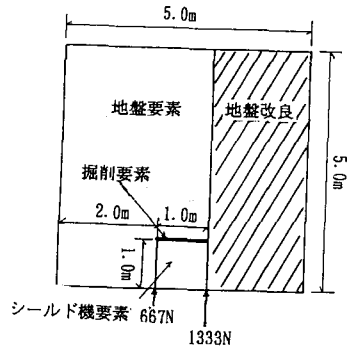


図5 解析モデル

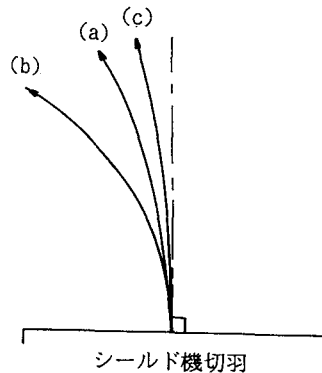


図6 シールド機切羽の進行状況