

## 大深度下水道シールドトンネルの地中接続に関する調査研究

全体期間

2006.6～2007.3

本文 P.115～P.126

## (目的)

大都市においてシールド工法で施工される下水道トンネルは、都市化の進展により大深度化を余儀なくされている。シールドトンネルの接合は、通常、立坑を用いて行うが、大深度立坑の建設は用地の確保の困難さに加え、経済性でも有利とは言えないため、近年、立坑を省略し相互のトンネルを直接接合する方法が採用されつつある。しかし、大深度での地中接合における設計手法、施工方法はいまだ確立されておらず、特に、設計に関しては許容応力度法をもとに行っているため、開口部周辺のセグメントの変形挙動等が評価されていない。また、大深度での実績が多い凍結工法を併用した地中接合工事において開口部のセグメント変形に伴う不具合事例も報告されている。

本研究では、大深度での下水道シールドトンネルの地中接合方法の設計手法、施工方法に関する調査を行い現状での課題を整理するとともに、接合部のセグメントの変形を把握するため、土被り、土質、開口径、凍結膨張圧および接合形式の違いに着目して二次元フレーム解析を実施し、この解析結果を踏まえて、大深度での地中接合方法に関する新しい設計方法の提案を目的とする。

## (結果)

## (1) 現状における課題の抽出

## 1) 設計上の課題

- ・ 従来の「許容応力度法」による設計方法ではセグメントの変位が考慮されない。
- ・ 凍結膨張圧の大きさ・作用範囲が明確でないため、凍結工法の施工範囲が明確でない。

## 2) 施工上の課題

- ・ 開口部周辺部のセグメントの変形により凍土が剥離する。
- ・ 凍結工法における凍結面の管理方法が明確でない。

## (2) 課題に対する解決策の検討

## 1) 設計上の解決策

- ・ 大深度・高水圧下でのセグメントの挙動

大深度地下では土水圧や凍結膨張圧により発生していた断面力が開口に伴い解放されると、接合方式によらず、開口周辺のセグメントはトンネル内側方向に変位し、凍土に剥離が生じない許容変形量を大きく超えることが解析から明らかになった。その解決策として、プレロードの導入が可能な支保工の設置なども考える必要がある。

- ・ 許容変位設計法を取り入れた新しい技術指針の構築

大深度下水道シールドトンネルの凍結工法による地中接合に関する設計上の課題として「許容応力度法」から開口周辺のセグメント挙動に着目した「許容変位設計法」への移行が必要である。また、解析から得られた開口周辺のセグメントの挙動から大規模な出水につながる危険性が潜在しているため、「許容変位設計法」を取り入れた新しい技術指針構築に向け、凍土の剥離現象解明のための計測データの蓄積と基礎的な調査・研究が今後必要である。

## 2) 施工上の解決策

- ・ 変位抑制工法

セグメントの変位を抑制する方法として今回提案する「支保工による変位抑制工」は、凍土の範囲を広げ凍土の境界部から剥離を防止する方法よりも経済的に優位な変位抑制工であり、大深度地下の地中接合工事における開口部のセグメント変位抑制工としての適用性が高いことを確認した。

- ・ 凍結工法における凍結面の管理に対する解決策の検討

凍結工法における凍結面の管理として、温度管理の計測に関わる留意点を検討し、設計凍土範囲の温度分布が面的に把握可能な測温管(測温素子)の配置と、開口部の貼付凍結管撤去時と凍土掘削面からの温度上昇、凍結不足を監視するために、構造的弱点となりやすい構造物と凍土の境界部の凍結の確認が重要であることを示した。

## 固有研究

研究担当者：松浦 将行，目黒 享，小林 修，松田 恭明

キーワード

シールド，地中接続，地中接合，凍結工法