

## CMI 報告

## 分岐合流部の非開削工法の研究

安井 成豊・柴藤 勝也・鈴木 健之

## 1. はじめに

現在わが国においては都市部を中心に、その機能拡充に資する新たな領域として、地下空間が注目されている。しかし、大都市部の地下は、すでに多くの地下鉄や地下埋設物等に利用されており、しかもその路線設定は道路等の公共用地の下を極力通過するように線形計画が実施されているため、今後の地下利用の計画や全体事業費に影響を与えている状況にある。

そこで、事前に補償を行うことなく使用権を設定でき、工事による地上への影響（地表面沈下等）も発生しにくい空間として大深度地下が注目され、公共の利益となる事業の円滑な遂行と適正かつ合理的な利用を目的として、平成13年4月に「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」が施行された。それを受けて、新たな都市部道路ネットワーク構築等の計画が大深度地下を有効利用する形で提案されている。

ただし、大深度地下における新たな道路ネットワーク構築を実現するためには、調査・設計技術、立坑構築技術、シールドにおける長距離施工技術等の技術的課題が残されている。特に、地上とのアクセスのためのランプ道路と本線道路を接続する地下空間（分岐合流部）が大断面となるため、止水性を確保し、地表面沈下を抑制する構築技術確立することが大きな課題とされている。

## 2. 研究の背景

当研究所では、上に挙げた課題である「地下空間構築技術」に着目した、道路トンネルの分岐合流部の構

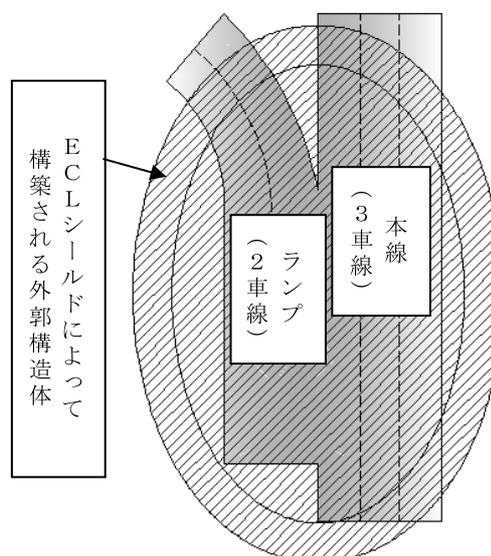
築の実現に向けた研究を、主に施工方法に重点を置いた形で行った。この研究は、すでに施工技術として存在しているものをベースとすること、構築のための工種をできる限り少なくすること、地上からの立坑構築を必要とする開削工法は用いないことをコンセプトとし、民間施工会社6社とともに机上検討と解析的手法によって行った。

そして、上記コンセプトを前提として、ECLシールドを用い、隣接するECL構造体を切削・積み重ねることで全体構造体（本設利用）を構築する施工方法について検討を進めた。なお、検討に当たっては、大深度地下において非常に大規模な地下空間が必要とされる本線（3車線）道路とランプ（2車線）道路の分岐合流部を検討モデルケースとした。

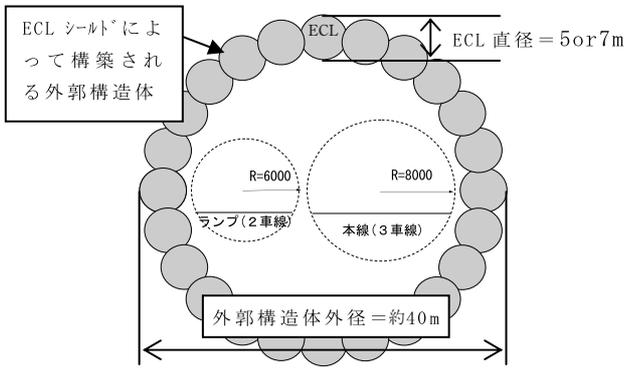
## 3. 分岐合流部の施工方法

分岐合流部の施工は、以下の手順で行うことを想定した。

- ①ランプシールドあるいはその他のシールド等を発進基地として、本線シールド到達前に予め急曲線ECLシールドを用いて、分岐合流部を囲むような外郭を構築する（図—1参照）。
- ②ECLシールドは、隣接する構築済みのECLの端部を切削し、個々のECL断面が数珠状に連続して円形断面を構成（図—2参照）するように掘進・打設する。
- ③各ECLの内空をコンクリートで充填する。
- ④外郭内部の必要空間の土砂を掘削除去する。
- ⑤本線とランプの分岐合流部構造体を構築する。



図—1 外郭構造体の平面図

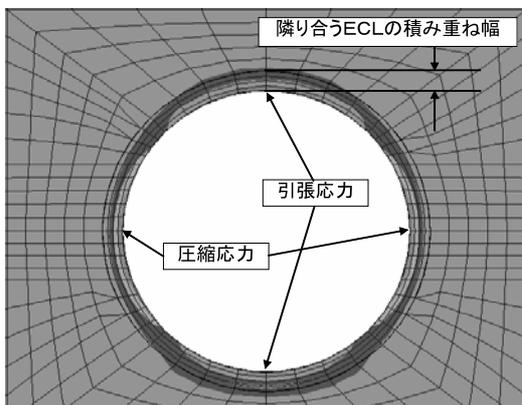


図一 2 外郭構造体の横断面図

#### 4. 外郭構造体の構造解析

ECLによって構築する外郭構造体は、それ自体で周囲の土圧・水圧に対する耐荷性と水密性を確保することを目標としている。そのため、材料や施工面に関する課題が数多くあると考えられるが、まずは、外郭構造体の耐荷性と許容値以下の地表面沈下量・沈下勾配を確保するために必要なECLの大きさ（直径）やそのコンクリートの強度を求めるため、それらをパラメータとして解析ケースを設定し、外郭構造体構築後の内部掘削時の挙動を対象とする2次元FEM解析を行った（図一3参照：土被り1D，側方領域5D，下方領域1D（D：外郭構造体の外径）にて実施）。この2次元解析の対象は外郭構造体の標準的な横断面とし、外郭構造体を隣り合うECLの積み重ね幅（ラップ部）を厚みとする一様なシェルとしてモデル化した。これは、この箇所が外郭構造体の最も薄い部分であり、外郭構造体の耐荷性や変形性を規定するものと考えられるためである。

外郭構造体の内部掘削後の地表面沈下量の解析結果



図一 3 外郭構造体の解析（最小主応力分布図）

表一 1 FEM 解析結果  
(外郭構造体の内部掘削後における地表面沈下量)

ケース	ECL コンクリート仕様		地表面変位の最大値 (mm)	管理目標値 (mm)	判定
	直径 (m)	設計基準強度 (N/mm <sup>2</sup> )			
1	5	30	5 (沈下)	30 以下	○
2	5	21	11 (沈下)		○
3	7	30	- 1 (隆起)		○
4	7	21	1 (沈下)		○

を、表一 1 に示す。いずれのケースも設定した地表面沈下の管理目標値（30 mm 以下）を満足し、この工法の構造面での実現可能性を確認することができた。

#### 5. おわりに

これまでの検討の結果、ECL 外郭構造体による分岐合流部の構造面での実現性は高いと判断されたが、この工法を施工面にて具体化するためには、さらに以下の課題の解決が必要であると考えている。

- ・ ECL の積み重ね部の付着や水密性に関する実験的な検討
- ・ 外郭構造体の端部の構築にも対応可能な急曲線掘進 ECL シールドの検討
- ・ 隣接する ECL の部分掘削や長距離掘進にも対応可能な掘削機構の検討
- ・ ECL コンクリートの要求性能の整理（高流動，分離抵抗性，自己充填性等）とそれを実現するための材料，配合の検討

今後、これらの課題についての研究・検討を進め、本工法の実現性を明確にしていきたいと考える。

JICMA

[筆者紹介]

安井 成豊 (やすい しげとよ)  
社団法人 日本建設機械化協会 施工技術総合研究所  
研究第一部  
次長

柴藤 勝也 (しばとう かつや)  
社団法人 日本建設機械化協会 施工技術総合研究所  
研究第三部  
主任研究員

鈴木 健之 (すずき たけゆき)  
社団法人 日本建設機械化協会 施工技術総合研究所  
研究第一部  
研究員