

# 中仙台線新設工事における既設トンネル地中接続部の設計，施工について

東北電力株式会社 仙台技術センター土木課 会員 相澤 直樹  
仙台技術センター土木課 会員 山形 宏文

## 1. はじめに

中仙台線新設工事は仙台市内における電力の安定供給を目的に，仙台市太白区郡山地内にある南仙台変電所と同市青葉区本町地内に建設中の中仙台変電所を結ぶ 154 kV の地中送電線路（延長約 7 km）を建設する工事である。工事ルートは仙台市内の幹線道路下に位置しており，シールドトンネル，山岳トンネル等による非開削工法にて送電線路を建設するものであり，平成 13 年 12 月より着工し平成 18 年 6 月に工事区間の殆どが完成している。今回報告するのは本工事の一部工区（新設変電所～既設送電トンネル）にて実施された，既設地中送電線トンネル（昭和 40 年代竣工，山岳トンネル，土被り約 22m）との地中接続において実施した設計（FEM 解析等）と施工時の計測管理等について紹介するものである。

## 2. 地中接続の概要

当該トンネル地上部は仙台市中心部の幹線道路，市道愛宕上杉通線に位置しており，立坑等を用いた開削工法での接続は道路管理者の指導により困難であり，非開削工法による地中接続が必要となった。当該地点の地質は新第三紀鮮新世の仙台層群亀岡層，竜の口層のシルト岩，砂岩層に位置し，一軸圧縮強度で  $3600 \text{ kN/m}^2$  と比較的安定した地層となっている。

接続部の平面線形は道路占用の関係から既設トンネルと直交する形態となり，一般的には縦断線形も側面からの単純接続とすべきところではあるが，既設トンネル両側面に送電中のケーブルが多数存在することから，下側からの接続が必要となり，既設トンネルを仮受けしながらの施工が要求された。（図 - 1 参照）実際の施工は以下の手順で行った。

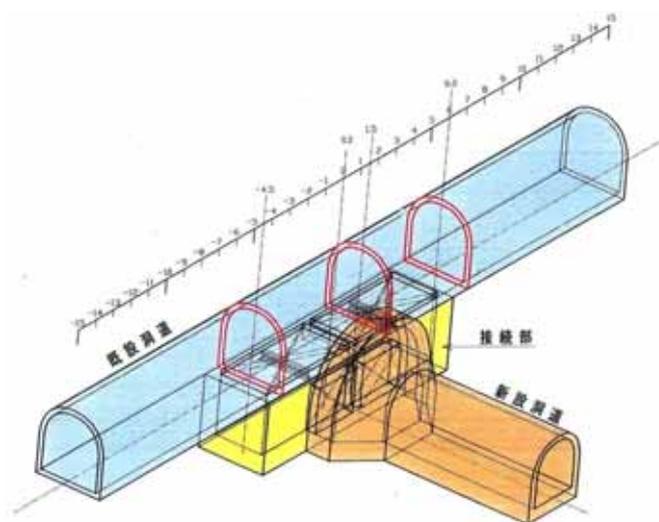


図 - 1 地中接続部略図

既設トンネル下側に新設トンネルを取付る。

ここを起点に既設トンネルを仮受けしながら，きり広げを行い，鉄筋コンクリートにて躯体を構築する。

既設トンネルの底版部を取り壊し接続する。なお接続部の寸法はケーブル取り回しと，保守スペースを加味し幅 2m，長さ 9.6m，高さ 2m となっている。

## 3. 接続部の設計

本工事は既設トンネル直下を仮受けしながら掘削し，接続部躯体を構築するものであるが，既設トンネル側は接続部としての補強等がされた箇所ではなく，覆工も無筋コンクリートであることから，慎重な計画，施工が求められる。このため施工手順にあったモデルにより解析を行うこととした。

解析は 2 次元 FEM 解析モデルを用いて実施するが交差部の 3 次元的地山の挙動を模擬するため新設トンネル掘削の影響を考慮できるモデルとした。解析断面は，最も厳しい断面として新設トンネル中央位置で，既設トンネル横断面（新設トンネル縦断面）とした。解析ステップは，図 - 2 に示す通りである。ここで，新設トンネル掘削部については，掘削後空洞としてモデル化すると過大な検討となることから，所定の剛性に置き換えることとした。この剛性は，新設トンネル掘削時の横断方向の解析結果から得られた内空変位と同等な変位を与えるように設定した。

この解析により、以下の項目について照査を行い安全性の確認を行った。

- ・ 既設トンネル覆工の健全性確認
- ・ 既設トンネル直下の支保部材の照査
- ・ 交差部周辺の地山の安定性照査
- ・ 新設トンネルの健全性確認

既設トンネルの健全性については、許容値を「設計要領第三集トンネル(1)トンネル本土工保全編 [近接施工] 日本道路公団 平成 10 年 10 月」の「覆工増加応力の許容値の目安」に準拠し、既設覆工の一軸圧縮強度試験結果、 $22.3 \text{ N/mm}^2$  より増加応力許容値を圧縮側： $6.69 \text{ N/mm}^2$ 、引張側： $1.338 \text{ N/mm}^2$ と定めて照査した。

解析の結果、全ての照査項目について安全性が確認された。特に、既設トンネル躯体コンクリートが許容増分応力度以下（最大引張応力  $1.18 \text{ N/mm}^2$ ）であることが確認できたため問題無いと判断した。

#### 4. 施工状況と計測結果

当該個所の施工は平成 17 年 12 月から平成 18 年 2 月にかけて実施し、既設トンネル下部の掘削、仮受工を施工後、両方向にきり広げを行った。仮受けは、鋼製支保工（H150@800）としたが、柱部にジャッキをセットして施工時の変形を極力抑制した。施工中の計測管理については、既設トンネルの安全を最優先とするため、解析ステップ毎の応力状態を超過していないか、変位置により把握することとし表 - 1 の通り設定した。

計測は、既設トンネル内、3 断面にそれぞれ三つの測点（天端、両側壁）を設けトータルステーションにより 24 時間の常時、遠隔監視を行い、合わせて変状の有無を毎日点検することとした。また新設トンネル側の仮受工についても、施工の都度沈下量を測定し異常がないことを確認しながら施工を実施した。

図 - 3 は下部掘削最盛期の計測結果の一部である。計測結果全般からは大きな異常は確認されなかったが、12 月 26 日、下部切り広げ中、既設トンネル内部の点検を実施したところ、側壁下部に僅かなクラックが確認される事象が発見された。これに対しては追加サポート等を設置するとともに、状況監視体制を強化して施工を実施し、平成 18 年 2 月中旬に躯体コンクリートの打設を完了し平成 18 年 3 月中旬にすべてのサポートを取り外し、当該個所の施工を完了することができた。

#### 5. おわりに

今回の工事は、重要送電線路を構成する既設トンネル下側からの接続で、一時仮受工を用いた特異な条件と、狭隘な作業環境下での難工事であったが、事前の検討と施工中の計測管理により無事地中接続を完了することができた。仙台市内では地下東西線建設に代表される通り、地下空間の利用がますます促進されており、今回の工事に類似した近接施工が増加傾向にある。今回経験した事例については、地中接続は勿論、こうした近接施工の検討にも活用し適切な設備形成と維持管理を図っていきたい。

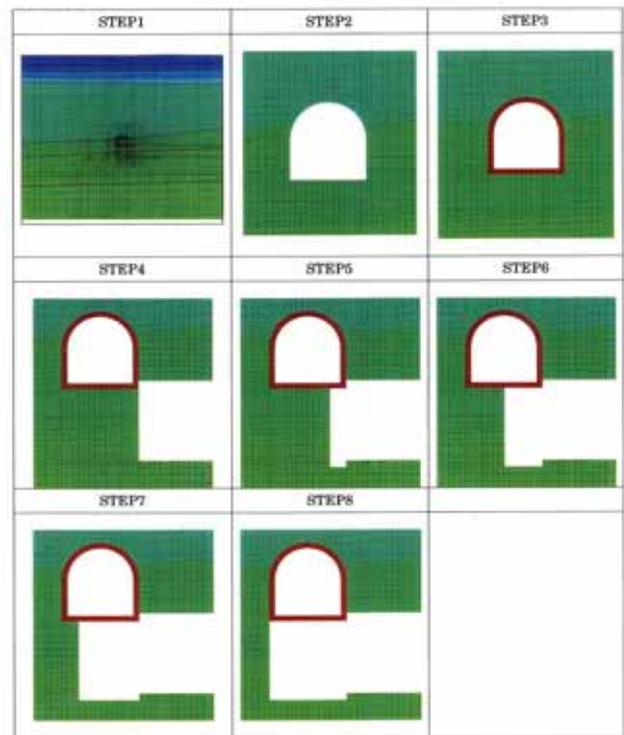


図 - 2 解析ステップ図

表 - 1 管理値

平常時	< 1.3mm
レベル1 (注意)	1.3mm < 2.3mm
レベル2 (警戒)	2.3mm < 2.9mm
レベル3 (工事中止)	2.9mm

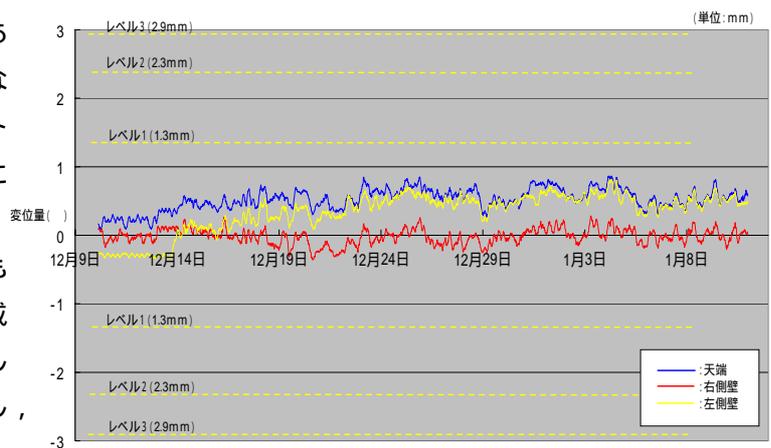


図 - 3 計測結果（中央断面）