鉄塔直下と鉄道トンネル近接部における山岳トンネルの施工

（株）鴻池組　名古屋支店土木部　　○正会員　山下和也
（株）鴻池組　技術統括本部土木技術部　　正会員　山田浩幸　永田常雄
静岡県　島田土木事務所　　佐々木浩通

1. はじめに

(国)362 号(仮称)青部トンネルは，延長 324m，トンネル上部に 3 基の送電鉄塔が存在し，鉄道トンネルが近接する箇所に山岳トンネルを施工するものである．本トンネルは，送電鉄塔の挙動と鉄道トンネルへの影響を計測し，自由断面掘削機により掘削した施工事例について報告する．

2. 地形・地質概要

図-1 に本トンネルの地質縦断図を示す．本トンネルは，延長 324m，最大土被り約 70m である．山腹斜面は大井川の激しい浸食作用によって急斜面を成す山地地形であり，何段もの段丘面を形成している．地質は，起点側坑口部に段丘堆積物が分布し，終点側坑口部を含むほとんどの区間は，四万十帯犬居層群の頁岩からなる．四万十帯犬居層群は，泥質基質中に砂岩（まれに緑色岩）の岩塊が散在する混在岩（メランジュ）といわれる付加体の典型的な地質で構成されている．頁岩はおおむね CL 級の岩盤で構成されている．

青部トンネルは 3 基の送電鉄塔の直下に位置し，土被りはそれぞれ 45m，57m，59m で鉄道トンネルとの最小離隔は 31.8m(2.5D:D 掘削幅)である．

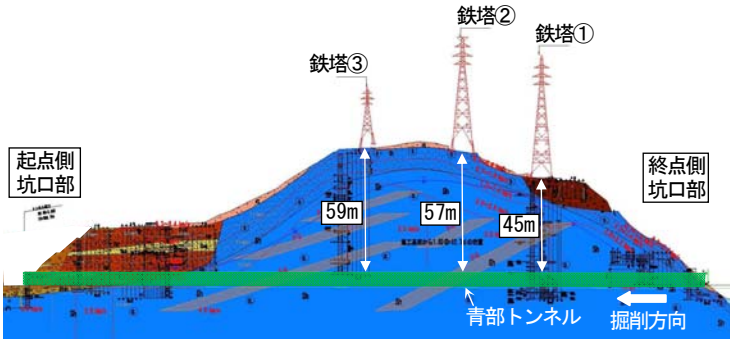


図-1　地質縦断図

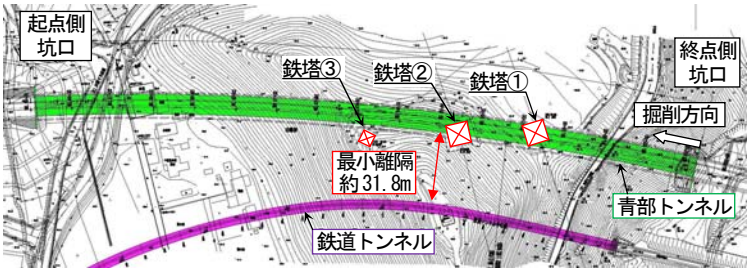


図-2　トンネル位置平面図

3. 計測項目

(1)送電鉄塔および坑内計測

本トンネルは 3 基の鉄塔直下を連続して掘削するため，鉄塔の計測を強化して対応することとした．

表-1 に送電鉄塔に関する計測項目を示す．計測は全て自動で行い，切羽付近に回転灯を設置して鉄塔計測結果と坑内計測結果を管理レベル毎に見える化し，坑内作業員が変位状況をリアルタイムで切羽で認識できるようにした．また，管理基準値超過時には，現場職員に警報メールを自動で送信し，異常時に迅速に対応できる状況を整えた．

表-1　送電鉄塔および坑内計測項目

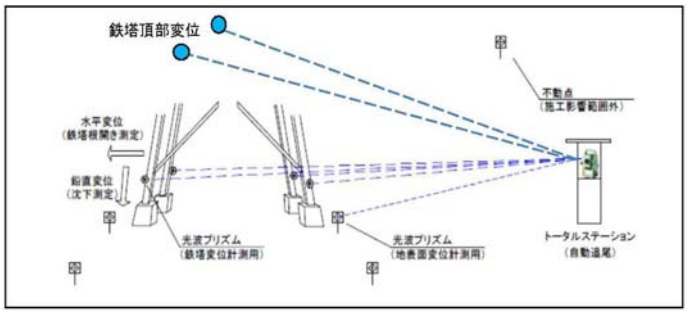
区分		計測項目	計測頻度	使用機器
鉄塔計測	①	脚沈下，根開き，頂部の変位	1 回/3 時間	ﾄｰﾀﾙｽﾃｰｼｮﾝ
	②	周囲の地表面沈下	1 回/3 時間	ﾄｰﾀﾙｽﾃｰｼｮﾝ
	③	基礎沈下	1 回/3 時間	水盛式沈下計
	④	根開き	1 回/1 時間	電気式伸縮計
坑内計測 鉄塔下の	①	坑内変位(5m 間隔)	1 回/3 時間	ﾄｰﾀﾙｽﾃｰｼｮﾝ
	②	鏡面の押出し変位	1 回/3 時間	ﾄｰﾀﾙｽﾃｰｼｮﾝ
	③	曲げひずみ測定	1 回/3 時間	ﾊﾟｲﾌﾟひずみ計
	④	B 計測(吹付け応力，鋼製支保工応力，ﾛｯｸﾎﾞﾙﾄ軸力，地中変位)	1 回/3 時間	各計測機器

(2)鉄道トンネル坑内計測

青部トンネルの設計時に，トンネル掘削による振動などの影響が鉄道トンネルに及ばないように必要な離隔を確保した位置に計画したが，掘削による影響を確認するために鉄道トンネル内に振動計を 4 箇所設置して振動レ

キーワード　山岳トンネル，鉄塔直下，近接施工，自動計測，見える化
連絡先　〒136-8880　東京都江東区南砂 2-7-5　(株)鴻池組　技術統括本部土木技術部　TEL 03-5617-7790

ベルの自動計測を実施した．計測範囲は，トンネル最接近箇所より前後 2D（25.4m）とした．



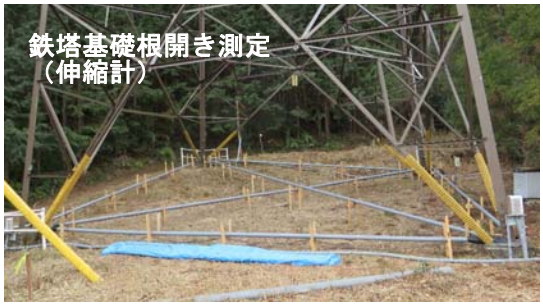


図-3　鉄塔計測概要

4. 切羽状況

鉄塔影響範囲の全区間で切羽全面に頁岩が出現した．全面的に細かい亀裂が存在するものの，亀裂は密着しており，安定していたが，一部に鏡肌が見られ，細かい亀裂に沿った肌落ちや湧水により若干の劣化が認められたため，鏡吹付けを実施して慎重に掘削を進めた．掘削は，設計支保パターンどおりCⅡ-b(上半支保工 H-125, 吹付け厚 t=10cm)で自由断面掘削機（S-300）を使用して実施した．

写真-1　No. 95+19.8 切羽状況(鉄塔②直下)

5. 計測結果

鉄道トンネルに最近接している鉄塔②の計測結果を代表して報告する．図-4 に水盛式沈下計による鉄塔基礎沈下計測結果（鉄塔②）を示す．最大沈下量は 0.44mm であり相対変位角ともに，いずれの測点も管理レベルⅠ以下で収まっている．図-5 に伸縮計による基礎根開き計測結果（鉄塔②）を示す．最大変位量は 0.45mm（縮み）であり，いずれの測点も管理レベルⅠ以下で収まっている．また、トータルステーションによる鉄塔近傍の地表面沈下計測(7 点)（鉄塔②）でも、最大沈下量は 0.6mm であり，いずれの測点も管理レベルⅠ以下で収まっている．また，鉄塔①，③についても鉄塔②と同様に全ての計測項目の計測値は，管理レベルⅠ以下で収まっており，掘削による鉄塔への影響は無かったものと判断される．

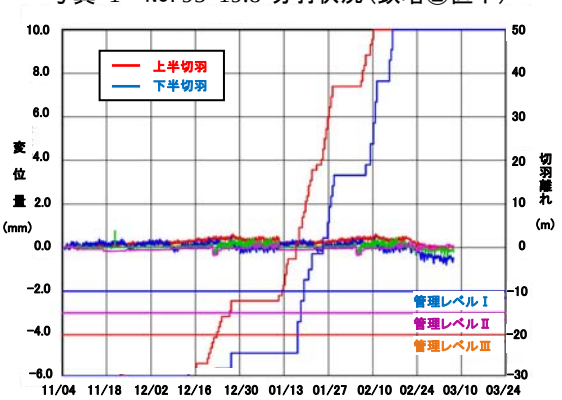


図-4 鉄塔基礎沈下計測結果(鉄塔②)

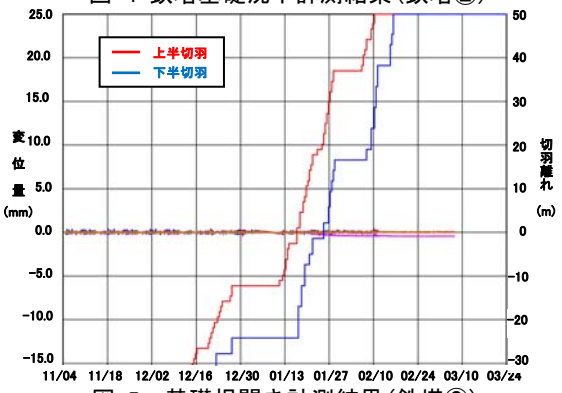


図-5　基礎根開き計測結果(鉄塔②)

坑内の天端沈下･内空変位計測結果については，鉄塔①，②の影響範囲においては，すべての計測値で管理レベルⅠ以下に収まっている．鉄塔③の影響範囲においては，鉄塔③の直下の測点で管理レベルⅡとなったが，切羽離れに伴い変位は収束傾向となり，変状もなく掘削を完了した．

鉄道トンネルについては，最大振動レベルは 0.29kine であり，鉄道トンネル坑内の観察調査（側壁の目開き）でも異常は認められなかったため，トンネル掘削による影響はなかったと判断した．

これらの結果より，近接構造物に有害な影響を与えることなく，トンネル掘削を無事完了した．

6. おわりに

今回，3 基の送電鉄塔直下で鉄道トンネルに近接した（仮称）青部トンネルの施工において，近接構造物への影響を把握するため，高精度および高頻度の自動計測を実施した結果，これらの構造物に変位や変状を及ぼすことなく影響範囲の施工を完了した．最後に本トンネルの施工にあたりご協力頂いた静岡県　島田土木事務所に深謝の意を表するとともに今後の同種工事を進めるにあたり一助となれば幸いである．