

トンネル近接施工に関する影響検討および管理体制の検討

東日本旅客鉄道（株）盛岡土木技術センター 正会員 ○山本 亮
 東日本旅客鉄道（株）盛岡土木技術センター 非会員 後藤 祐輝

1. 概要

JR トンネルは、1931 年建設、経年 87 年のコンクリートブロック構造のトンネルである。新設する道路トンネル（以下、新設トンネルという。）が、JR トンネルに一部並列する計画であった（図-1）。そのため、新設トンネル工事期間中の JR トンネルへの影響の有無ならびにその監視体制について検討が必要となった。本報告は、それら影響検討および管理体制の検討について報告するものである。

2. 影響範囲の検討

新設トンネルは 2 車線の道路トンネルであり、NATM により施工され、掘削は発破方式によるものである。

既設トンネル近接施工対策マニュアル¹⁾に基づき、トンネルの併設による近接度及び地盤振動による近接度を検討した。

トンネル併設に伴う近接度は、インバートの一部分が、Ⅲ制限範囲となった（図-2）。Ⅲ制限範囲内であることから、3 章以降に示す十分な検討と対策を講じうえて、近接施工とすることとした。また、発破に伴う地盤振動に対する近接度は、発破振動速度の規制値を $2 \text{ cm/sec}^{1)}$ として検討し、Ⅱ要注意範囲であった（図-3）。

3. 新設トンネル施工に伴う監視体制と計測管理

3. 1 トンネル併設に伴う懸念事項

トンネル併設に伴う JR トンネルにかかる外圧の変化による内空変位と、発破振動による変状の進行が懸念された。懸念事項を解決するために計測管理体制を計画した。

計測管理体制を計画するにあたり、新設トンネル併設に伴う近接度Ⅱ要注意範囲に該当する終点側坑口から 80m 区間を監視範囲として設定した。なお、具体的な計測管理方法については、道路管理者及び近接施工会社と合同で現地調査を実施し策定した。策定した計測管理方法は以下のとおりである。

3. 2 計測管理と監視体制

3. 2. 1 トンネル内空変位計測

JR トンネルはコンクリートブロック構造であるため、計測機器取り付け時の振動や衝撃による覆工の損傷、コンクリートブロックの損傷による計測機器の落下、漏水による機器の故障も懸念された。これらの懸念に対し、硬質塩化ビニル管のパイプひずみ計による連続

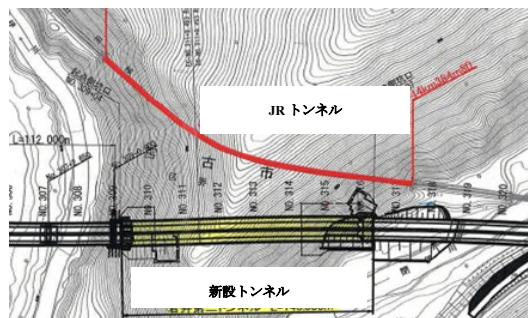


図-1 JR トンネルと新設トンネルの位置関係

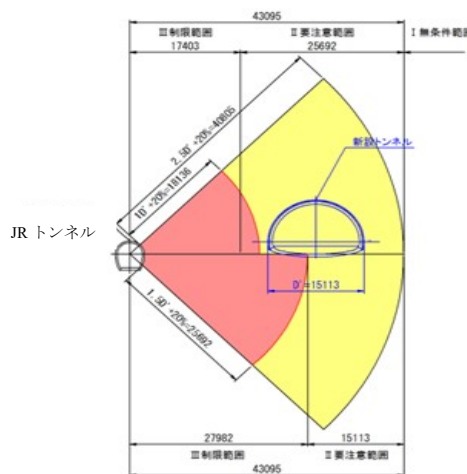


図-2 近接度の区分（トンネルの併設）

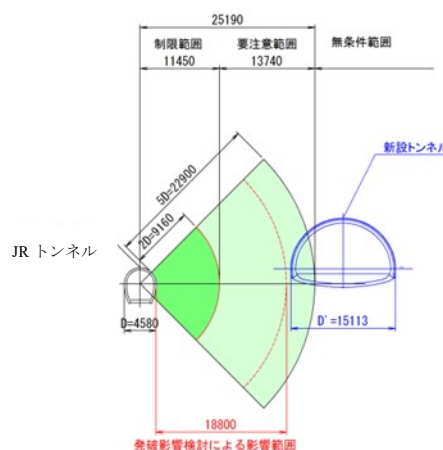


図-3 近接度の区分（発破振動）

キーワード 近接施工、近接協議、既設トンネル、ひずみ計

連絡先 〒020-0034 岩手県盛岡市盛岡駅前通 1-48 東日本旅客鉄道(株)盛岡土木技術センター 019-652-2196

変位計測を採用した。これは、パイプひずみ計に生じる曲げひずみ量から、測定管のたわみ角を等間隔で求め、区間長を乗じて累積することにより変位量を計測できるものである。このパイプひずみ計をコンクリート側壁部に、延長方向 80m連続設置（1 側線 20m×4 側線）し、沈下隆起方向及び拡大収縮方向の相対変位の計測を行った。

3.2.2 振動計測

発破に伴う振動については、振動速度を計測することとし、XYZ 方向の計測が可能な振動速度計をトンネル壁面に設置した。覆工に影響する可能性がある振動速度は 2cm/sec¹⁾ であるが、覆工に変状等があることを考慮し、発破振動速度の管理基準値を 1.5cm/sec と厳しい条件とした。また、新設トンネルの発破作業では、発破振動の影響距離を考慮し、JR トンネルからの離隔が 30m以下の範囲においては制御発破を行うこととした。振動速度を低減するため、芯抜き発破部に、高精度電子遅延式雷管を使用し、爆薬量を 0.58kg/m3 から 0.34kg/m3 とした。発破実施時間は、列車通過の 60 分以上前に行うこととし、管理基準値以上の値が計測された際には、列車通過前に速やかに列車を停止させる等の対応をとれる体制とした。

3.2.3 覆工監視

現地調査結果より近接施工に起因したコンクリートブロックの変状の進行も懸念されたため、新たに高感度ネットワークカメラを設置し、覆工状態監視も行った。監視画像はネット回線を通じ、PC やタブレット端末からも任意で参照出来る仕様とし、遠隔地から覆工状態を監視した。

4. 計測結果

変位計測結果として、変位量の最大値を、表-1 および表-2 に示す。沈下方向 0.9 mm、拡大方向 1.1 mmの変位が計測された。計測値が小さく、近接施工に起因した JR トンネルへの影響は小さかったと考えられる。

近接工事施工期間に計 97 回の発破が行われたが、計測した発破振動速度の最大値は約 1.2cm/sec（図-4）であり、管理基準値 1.5cm/sec を超えることはなかった。振動速度の多くは 1.0cm/sec 以下であり、制御発破の効果が確認された。

近接施工に起因する急な変状の進行による列車運行への支障が懸念されたが、高感度ネットワークカメラによる監視では、変状の進行は確認されなかった。監視カメラによる変状の状態確認ができたことで、列車の安全かつ安定した運行を確保できた。

5. まとめ

今回、パイプひずみ計による変位計測と制御発破による JR トンネルへの振動の影響の低減等を行った。その結果、既存の構造物に異常を発生させずに近接施工を進めることができた。既存構造物の近傍に新たな構造物を建設する場面は多く発生している。今後の近接施工の協議において、本報告内容もひとつの参考事例になれば幸いである。

表-1 変位測定結果（沈下・隆起方向）

最大値（隆起）	0.7mm	側線①
最小値（沈下）	-0.9mm	側線①

表-2 変位測定結果（拡大・収縮方向）

最大値（拡大）	1.1mm	側線④
最小値（収縮）	-0.7mm	側線①、②

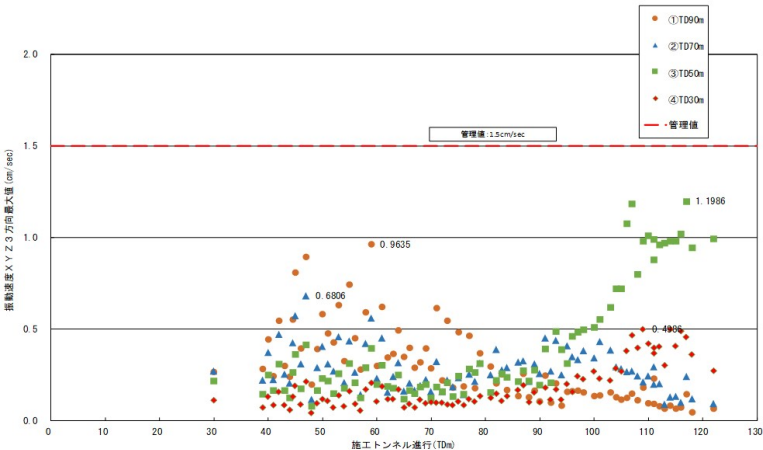


図-4 振動速度の測定結果

参考文献：1) 鉄道総合技術研究所：既設トンネル近接施工マニュアル 2) 東日本旅客鉄道株式会社：近接工事設計施工マニュアル