

盃山トンネル変状対策完了後３年に亘る計測結果と今後の対応について

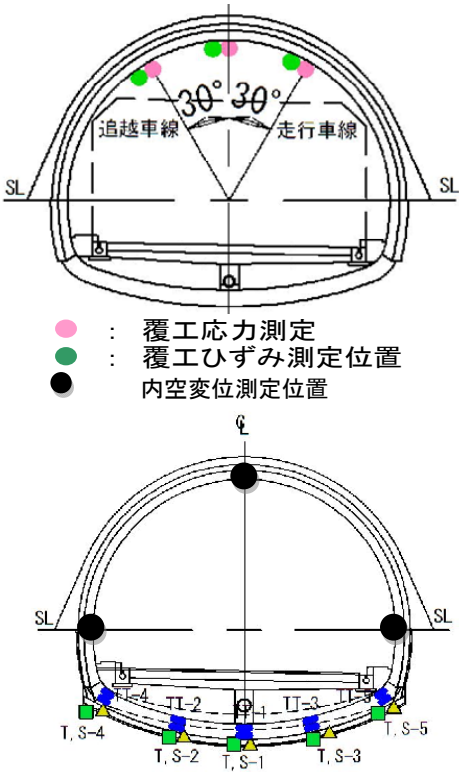
東日本高速道路（株）東北支社 山形管理事務所 法人会員 高橋裕道

1. はじめに

平成20年8月13日午後、山形蔵王～山形北に位置する盃山トンネル（上）（L=1,234m）において、膨張性粘土鉱物（スメクタイト）を大量に含む熱水変質凝灰岩（L=320m）の一部（L=103m）が、地山周辺の湧水により、劣化膨張し既設のインバート（無筋コンクリート）を押し上げ、破壊に至った。最大隆起量は950mmであり、我が国の供用中のトンネル変状のなかで最大であった。対策工は、上り線を閉鎖し、隣接する下り線を対面通行させることで交通確保を行いながら、破壊されたインバート撤去及び耐久性のあるインバート（鋼製支保工+吹付けコンクリート）を設置し同年12月1日に交通開放を行った。今回の報告は開放後3年間の計測の結果と、今後の対応について報告するものである。

2. 計測について

交通開放にあたり、今回の変状の規模が大きかったこと、変位速度が速かったことを踏まえ、平成20年12月1日以降、図－1、表－1に示す項目の計測を実施した。



図－1 計測項目箇所図

表－1 計測項目一覧表

	計測項目	計測箇所	計測頻度
上り線 (Ⅰ期線)	内空変位(TS)	2	1日2回
	高精度内空変位(レーザー)	2	
	地中変位計	2	
	覆工ひずみ	1	
	亀裂変位計	3	1時間1回
	インバート応力	2	
	吹付けコンクリート応力	2	
	鋼製支保工応力	2	
下り線 (Ⅱ期線)	内空変位(TS)	2	1日2回

測定項目	仕様・容量	記号	単位	数量	凡例
吹付けコンクリート応力測定	36N/mm2	T	台	5	▲
鋼製支保工応力測定	N, M, Q	S	組	5	■
インバートコンクリート応力測定	20N/mm2, N, M	T T	組	5	■

※変状の大きかった 36.607 K P、36.627 K P の 2 箇所を中心に行っている。

3. 計測結果について

(1) 内空変位（TS及びレーザー）について

内空変位については、インバート復旧後の変位がほとんどなかったため、平成21年11月15日（約1年間）にて計測を終了した。

キーワード：

連絡先：山形県山形市千石 91（TEL023-686-5980(代表)、FAX023-686-5966

(2) インバート応力について

内側のＴＴ－１～３は、年間を通じて微増傾向であるが、内側のＴＴ－４，５及び外側のＴＴ１～５は増加している。年間の増加応力は１～２Ｎ/mm²程度であり、圧縮強度（３０Ｎ/mm²）に達するまで約２５年を要すると推察される。また、インバートの外側に鋼製支保工と吹付けコンクリートが存在するため、既設の無筋コンクリートのインバートのような脆性的な破壊に至るとは考えにくく、インバートがコンクリート強度に達した後、応力再配分が生じるのみで、路面の急激な隆起は発生しないと推察される。

(3) 吹付けコンクリート

Ｔ－２，４，５は、年間を通じて微増傾向にあるが、Ｔ－１，３は増加している。Ｔ－１の年間の増加応力は１～２Ｎ/mm²程度であり、圧縮強度（３６Ｎ/mm²）に達するまで約３０年を要すると推察される。

(4) 鋼製支保工

内側及び外側のＴ－４，５は、年間を通じて微増傾向にあるが、外側のＴ－１，２，３は増加している。Ｔ－２の年間の増加応力は２０Ｎ/mm²程度であり、強度（４００Ｎ/mm²）に達するまで約２０年を要すると推察される。

鋼製支保工は吹付けコンクリートに囲まれており、応力再配分が生じて、路面の急激な隆起は発生しないと推察される。

なお、インバート応力・吹付けコンクリート・鋼製支保工の応力は３月１１日の東北地方太平洋沖地震の影響でわずかな増加は確認されるが、応力の経時傾向に変化は無い。

4. 最後に

盃山トンネル（上り線）は、破壊したインバートを撤去して、破壊したインバートと比較して２．５～３倍の耐荷力のあるインバート（鋼製支保工＋吹付けコンクリート）を構築し、平成２０年１２月１日に従来の交通形態に戻した。

それ以降、約３年間継続して計測を実施し、インバートの応力は微増ながら増加傾向にあるが、インバートを構成する部材に鋼製支保工が在るため、無筋コンクリートのインバートのような脆性的な破壊は生じないと推察されること、部材の強度に応力が達するまで約２５年以上の時間を要することから、平成２４年３月末をもって計測を終了することとした。

今後は、日常の交通管理隊による巡回、毎年実施される基本点検による目視観察、詳細点検（５年毎）にてクラック調査を行い、進展が確認された場合には、以下の対応としたい。

①ハンディタイプのレーザー計測で内空測定を実施する。

②インバート応力はゲージの年数が１０年程度（平成３０年）であるので、それまでの期間は、ケーブルを計測機器に接続して応力を計測する。

③上記①、②にて進展が確認される場合には、覆工応力、ひずみの計測を行い、覆工天端付近の応力測定を実施し、圧座（覆工応力がコンクリート圧縮強度を超過し、コンクリート片が落下）への対応とし、圧座が近いと判断される時は、剥落対策を行い、第三者被害を防止するものとして報告する。