

山岳トンネルに設置したジェットファン取付金具に作用する荷重計測

国立研究開発法人 土木研究所 正会員 ○原翔平, 砂金伸治, 日下敦, 小出孝明

1. はじめに

道路トンネル内に換気設備として設置されるジェットファン(以降 JF)は取付金具を用いて吊り下げて設置する方法が一般的であり, 設計に当たってはJF本体の静荷重に対して所定の安全率を確保する場合が多い¹⁾。トンネル覆工に作用する荷重は4本の吊金具で分担していると考えられているが, 設置したJFは不静定構造であるため, 何らかの不均衡要因が働いた場合には設置に使用しているアンカーボルトの軸力分担率が大きく変動する可能性がある。本研究はJFの取付金具に実際に作用する軸力を計測することで, 合理的な取付金具の設計に資する基礎資料を作成することを目的として検討する。本稿ではその概要と据付時および試運転時の計測結果について報告する。

2. 計測概要

JFの設置方法として, 吊り下げ式と固定式の二つの方法があり, 一般的には吊り下げ式が用いられることが多い。この方法ではJF本体はトンネル覆工に設置された吊金具とターンバックルにより接続しているため, ターンバックルの軸力を計測することで吊金具に作用する荷重を計測することとした。

計測対象としたトンネルは, 山岳工法により建設された国土交通省北海道開発局小樽開発建設部が管理する国道トンネルである。トンネル延長は1,742mで, JFは片側1台(1250型)で2箇所を設置されており, 本計測ではそのうちの1台に対して計測を実施した。

吊り下げ式で設置する場合には, JFは本体前後の2つの方向安定金具と中心部の4つの吊金具にターンバックルを接続することにより覆工に固定されている。各ターンバックルの役割として, 方向安定金具に接続する2本はJF本体の向きを調整するために使用することが主目的となっているため, 吊金具に接続する4本のターンバックルにてJFの重量(約2000kg)を支持するように設計している。本研究では各金具に接続する6本のターンバックル全てを対象として軸力を計測する。計測方法としては, ひずみゲージを用いてターンバックルの抵抗値の変化を計測し軸力を算出する。JFの設置状況および計測器の取付概要を図-1および写真-1に示す。計測したデータは坑内に設置したデータロガーを通して電気室まで送り, 回収作業等を行う。

JF本体の据付後に各ターンバックルに作用する軸力分担とJF試運転を実施した際の起動・停止による軸力変動を計測して, 設計における計測結果(設計軸力)と整合が取れているのかを確認した。

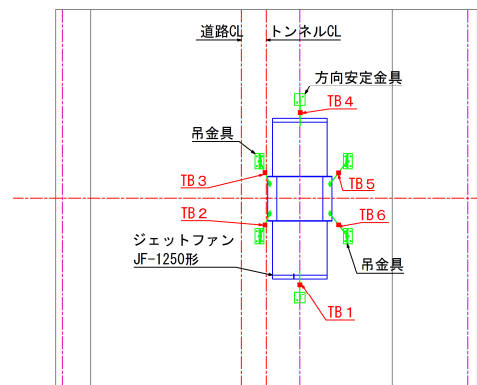
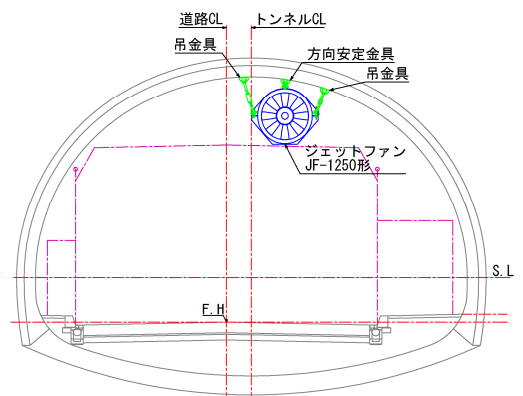


図-1 計測機器取付概要



写真-1 軸力計測状況

キーワード 山岳トンネル, ジェットファン, 荷重, 現地計測

連絡先 〒305-8516 つくば市南原1-6 (国研)土木研究所 道路技術研究グループ(トンネル) TEL029-879-6791

3. 計測結果

表-1 に JF 据付時の各ターンバックルにおける軸力変動の計測結果を示す(ターンバックル番号との整合は図-1 参照). 引張方向を正, 圧縮方向を負としている. これより, JF 本体の据付時に方向安定金具に接続したターンバックルに対して作用した軸力(TB1・4)は平均で 0.288kN, 吊金具に接続したターンバックルに作用している軸力(TB2・3・5・6)は平均で 7.615kN となっており, 前者は後者と比較して非常に小さく, 吊金具に接続した 4 本のターンバックルに荷重の大部分が作用していることが分かった. 図-2 に設計時の強度計算結果との比較を示す. 設計段階では JF 本体の荷重は 4 つの吊金具に作用するように計画されているため, 据付時の計測結果は設計方針と整合が取れている. 本来は TB2=TB3, TB5=TB6 となると考えられるが, TB3 は TB2 よりも 11% 程度, TB5 は TB6 よりも 14% 程度大きな軸力が作用している. 図-3 に示すようにトンネル起点側から JF 本体を見た際の L 側のターンバックル(TB2・3)にかかる軸力の平均が 5.149kN に対して, R 側(TB5・6)では 10.082kN の差が生じている. 軸力に差はあるものの, 設計時の強度計算結果と同様の傾向となっており, ターンバックル本体の覆工への接続角度が異なっているため荷重に差が生じている. 単体のターンバックルに作用する軸力は TB5 で計測した 10.742kN が最大値となっている. 設計時の強度計算結果より, 実際の計測結果においても十分な強度を有していることを確認できた.

JF 試運転時の検討として, 起動時の JF 推力の影響によるターンバックルの軸力変動と強度計算結果との比較を図-4 に示す. 方向安定金具類には JF 推力による引張力を考慮した強度計算を行っている. 軸力変動は類似した傾向となっており, 変動量は JF 据付時に作用する軸力と比較して 10 分の 1 程度であり, 非常に小さいという結果を得た.

4. まとめ

道路トンネルに設置した JF の取付金具に作用する軸力計測を行い, 据付時の計測結果について確認し, 吊金具に作用する軸力と比較して方向安定金具に作用する軸力は非常に小さいという結果が得られた. この結果は設計時の計算結果と整合が取れている. また, 供用前の JF 試運転時の計測結果より起動および停止による軸力変動は比較的小さく, JF 運転単独での影響は小さいことを確認した. ただし, 限定的な条件の 1JF における計測結果であり, 全てのトンネルに対する普遍的な傾向であるとは言えない可能性もある. 対象トンネルは平成 30 年 3 月より供用を開始しており, JF の運転(起動・停止)や交通振動等の繰り返し, 地震の影響, 覆工や取付金具等の材料劣化の進行によって作用する荷重は変動すると考えられるため, 長期的に計測を継続して諸要因による影響を検討していくことが必要である.

謝辞: 本計測は北海道開発局の全面的な協力により実施したものである. 関係各位に深甚なる謝意を表す.

参考文献 1)道路トンネル技術基準(換気偏)・同解説, 日本道路協会, 平成 20 年改訂版

表-1 据付時軸力計測結果

計測時期	TB1	TB2	TB3	TB4	TB5	TB6
据付前	0.048	0.051	-0.051	0.144	-0.048	0.093
据付後	0.382	4.929	5.368	0.385	10.694	9.515
軸力変動	0.335	4.878	5.419	0.240	10.742	9.421

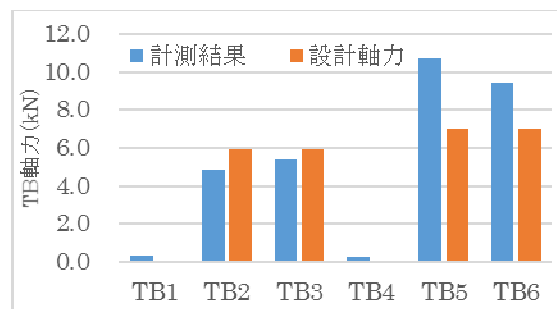


図-2 設計軸力との比較(据付時)

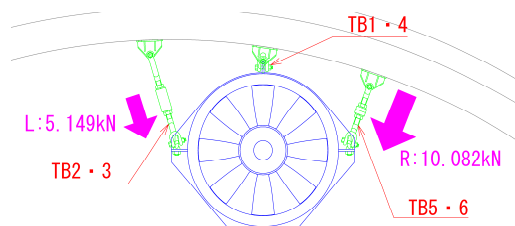


図-3 軸力変動概要図

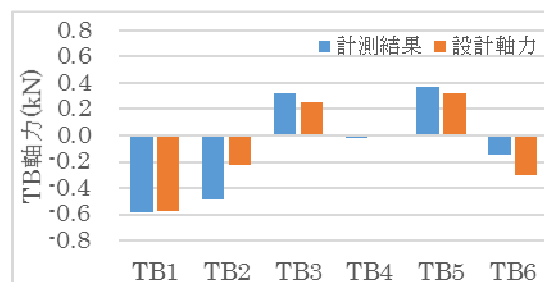


図-4 設計軸力との比較(試運転時:正転)

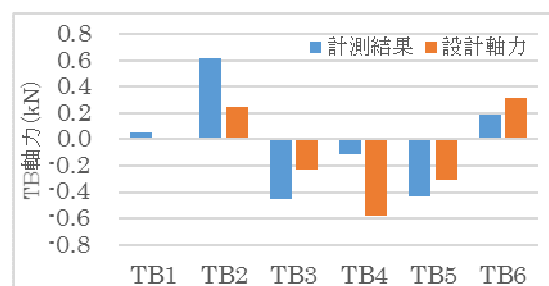


図-5 設計軸力との比較(試運転時:逆転)