

トンネル換気用ジェットファン取付金具への地震による影響

国立研究開発法人 土木研究所 正会員 ○原翔平，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 本体の自重に対して所定の安全率を確保する場合が多い¹⁾．JF の自重は 4 本の取付金具で分担している場合が多いが，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取付金具の軸力分担率が大きく変動する可能性がある．本研究では JF の取付金具に実際に作用する軸力を平成 30 年 2 月より計測しており，JF 据付時，試運転時，供用後の軸力変動については既に報告済みである．本稿では平成 30 年 9 月に北海道内で発生した地震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．JF は片側 1 台(1250 型)に設置されており，本計測ではそのうちの 1 台に対して計測を実施した．JF の設置状況および計測器の取付概要を図-1 に示す．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であり，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計測対象としている．

平成 30 年 9 月 6 日に北海道内で最大震度 7 の地震が発生し，その後も震度 3 以上の地震が頻発した．表-1 に地震の最大震度と計測対象トンネル付近(小樽市)で観測された最大震度および加速度

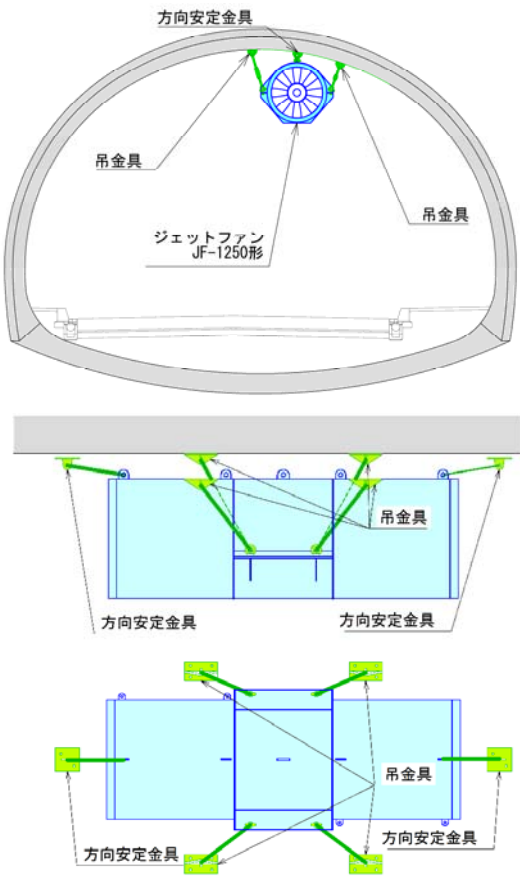


図-1 計測機器取付概要

表-1 地震概要

No.	発生時間	M	最大震度	最大震度 (小樽市)	最大加速度(gal)			
					N-S	E-W	U-D	合成値
1	3:07:59	M6.7	7	4	61	56	29	64
2	3:17:09	M4.7	4	2	2	4	1	5
3	3:20:10	M5.5	4	2	6	7	3	8
4	3:23:49	M4.8	4	2	3	2	1	3
5	3:32:52	M4.6	4	1	2	2	1	3
6	4:10:48	M4.7	4	1	2	2	1	3
7	6:11:30	M5.4	5弱	3	14	12	5	16
8	6:32:33	M3.9	3	1	1	2	1	2

震度：気象庁の各種・資料・データを参照
加速度：防災科学研究所の強震観測網を参照

キーワード 山岳トンネル，ジェットファン，現地計測，地震

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) TEL 029-879-6791

を示す。トンネル付近では最大で震度 4 が観測され、それ以降も震度 3 以下の地震が複数回発生している。今回の計測結果より JF 取付金具に作用する軸力への地震による影響を確認した。

3. 計測結果

トンネル付近の観測所で計測した地震の中で最も震度が大きい No. 1 の地震と 2 番目に大きい No. 10 の地震発生時の軸力変動について検証した。トンネル内に設置した計測機器と観測所では計測時刻に差異が生じているため、軸力変動を正確に捉えることは難しい。ここでは観測所からトンネルまでの距離による時刻差を計測器自体の時刻差に考慮した上で対象の軸力変動箇所を推定した。

No. 1 の地震発生時(最大震度 4)の軸力変動を図-2 に示す。(a)は 6 本のターンバックルの中で顕著に変動が現れた TB1 の計測結果で、軸力変動は 0.1kN 程度となっている。TB4 でも同程度の変動が認められている。(b)は吊金具の一つである TB5 の計測結果であり軸力変動がほとんど認められず、計測中に発生しているノイズと判別できない程度であった。他の 3 本の吊金具でも同様の計測結果であった。TB 1 および 4 の方向安定金具は吊金具と比較して JF 本体から作用する荷重が非常に小さいため、地震動の影響を受けやすい可能性がある。次に、No. 10 の地震発生時(最大震度 3)の軸力変動(TB1)を図-3 に示す。これより、本地震発生時には軸力がほとんど変動していないことを確認した。この他の TB においても同様に軸力変動は認められなかった。ここで、表-1 に示した各地震の加速度より No. 1 は No. 10 の 4 倍の加速度となっており、この差が変動にも影響したと考えられる。

過去の計測結果²⁾より、JF 据付時には 1 本あたりに最大で 10kN 程度の荷重がターンバックルに作用し、JF を稼働させた際の変動は最大で 0.6kN 程度であったことが確認されている。これらの計測結果と比較して、今回発生した地震による影響は非常に小さいことが分かった。

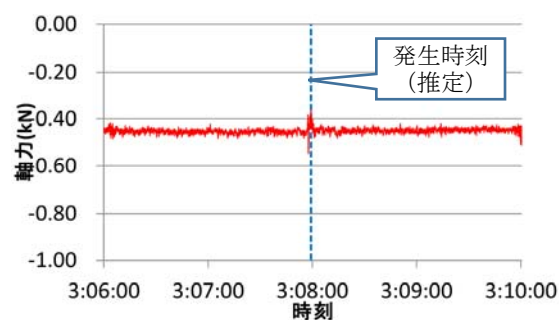
4. まとめ

本研究では、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実施しており、平成 30 年 9 月 6 日に発生した地震(最大震度 4 を観測)において最大で 0.1kN 程度の軸力変動を確認した。これは JF の自重による軸力や JF 起動等による軸力変動と比較して小さく、この範囲の大きさの地震であれば軸力への影響は非常に小さいとことを確認した。ただし、本計測結果は限定的な条件における計測結果である。今後、地震特性や JF の固有周期の影響等を含めた分析や、覆工や取付金具等の材料劣化による軸力変動等についても検討を行いたいと考えている。

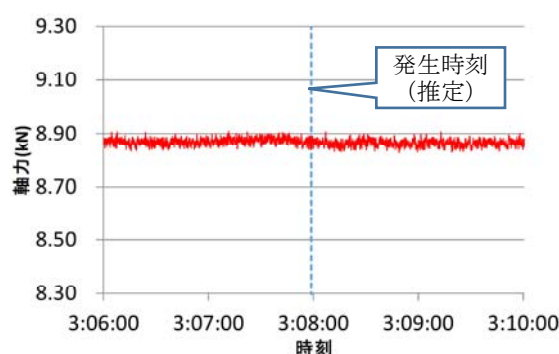
謝辞：本計測は北海道開発局の全面的な協力により実施したものである。関係各位に深甚なる謝意を表す。

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
- 2)原翔平, 日下敦, 小出孝明, 砂金伸治: トンネル換気用ジェットファン吊金具の軸力計測に関する一考察, トンネル工学報告集, 第 28 巻, I-51, 2018. 11.



(a)TB1



(b)TB5

図-2 No. 1 地震発生時の軸力変動

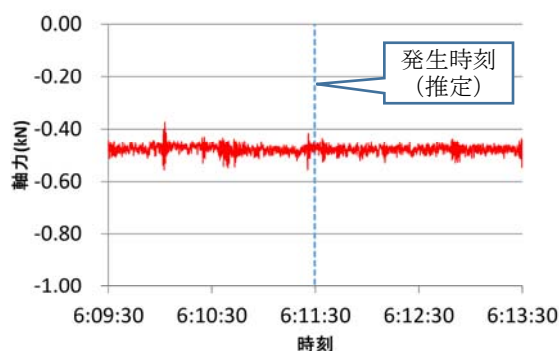


図-3 No. 10 地震発生時の軸力変動(TB1)