

東京都西部における鉄道の自然災害に対する脆弱性の検討

中央大学大学院 学生員 ○金子 貴裕 中央大学 正会員 佐藤尚次

1. はじめに

東京都内における鉄道運行に支障をきたす自然災害として大雨や強風、そして地震などが挙げられる。これらの災害によって、鉄道に運休または30分以上の遅延が生じてしまうと、いわゆる輸送障害の状態になる。

筆者らの研究¹⁾により、東京都内において例えば沿岸部では風害といったように、地形条件や気象条件により地域ごとに輸送障害が発生する頻度や原因が異なることがわかった。その中で、東京都中央部から西部にかけて並行して運行しているJR中央線(以下、中央線)および京王線において、風害が多く発生していることがわかった。

そこで、本研究では中央線および京王線における自然災害の発生頻度などから脆弱性の評価を行い、どのような対策が必要であるか検討することを目的とする。

2. 検討方法

2.1 路線選定

本研究では、中央線および京王線を対象路線とする。対象路線の区間や駅数などを表-1に示す。

2.2 使用データ

本研究で用いるデータとして、国土交通省発表の「運転事故等整理表」²⁾に記載されている、輸送障害の発生した場所、原因の項目を用いる。期間は2002年度4月から2013年度9月までを対象とする。

2.3 検討方法

本研究で行う評価の方法として、輸送障害の発生件数、発生原因等をGIS(ArcGIS10.2)上にマッピングすることや、気象庁が公開しているデータを用い、自然災害に対する検討を行う。

3. 輸送障害発生件数

3.1 原因別輸送障害発生件数

表-2に対象期間内に発生した対象路線の原因別輸送障害発生件数を示す。表-2から、中央線では18件、京王線では11件、輸送障害が発生していることがわかった。対象路線において風害と雷害による輸送障害が多発していることから、東京都の中央部から西部にかけての地域では風害と雷害が輸送障害の主原因といえる。風害の被害としては、瞬間風速が規制値に到達したための運転規制や、ビニールなどの飛来物によるものである。また、雷害の被害としては、信号設備や変電設備に落雷が発生することによるものである。

3.2 輸送障害の発生箇所について

図-1に輸送障害の原因別分布を示す。図-1から、中央線では、三鷹付近で風害と雷害が発生している。また、立川駅~日野駅間の多摩川において風害が発生している。一方、京王線では、府中駅や分倍河原駅付近において風害が発生しているが、多摩川の交差部である聖蹟桜ヶ丘駅付近では、風害が発生していない。

以上のことから、風害に着目し発生確率を求めていくこととする。

表-1 対象路線の基本情報

項目	中央線	京王線
区間	東京~高尾	新宿~京王八王子
路線長(km)	53.1	37.9
駅数	24	32

表-2 対象路線の原因別輸送障害発生件数²⁾

原因	中央線	京王線
風害	5	5
水害	2	0
雷害	3	3
冷害	1	0
倒木	2	1
震害	1	1
雪害	0	1
気温上昇	2	0
その他	2	0
計	18	11

期間：2002年4月~2013年9月



図-1 原因別輸送障害発生分布

4. 強風の発生確率

中央線および京王線において多発している風害について確率分布を用いて検討を行う。

4.1 使用データ

鉄道が強風による運転規制を行う際に用いる風速指標としては、瞬間風速が挙げられる。³⁾そのため、本研究において気象庁の府中観測所と八王子観測所の2009年1月から2013年12月までの1日の最大瞬間風速⁴⁾を用いることとした。

4.2 分布形の決定

分布形を決定する際に、本研究では確率紙を用い決定する。用いる確率紙は、Gumbel確率紙と対数正規確率紙を用いる。

図-2に八王子観測所の風速データをGumbel確率紙にプロットしたものを、図-3に対数正規確率紙にプロットしたものを示す。図-2と図-3より、Gumbel確率紙と対数正規確率紙の両方とも、風速が大きい箇所プロットが回帰直線から離れてしまっている。しかし、相関は両方ともR²値が1に近く相関は強いといえる。Gumbel分布は風速が大きくなるにつれ風速を過小評

キーワード：鉄道、輸送障害、自然災害

連絡先：〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 tel.03-3817-1816 fax.03-3817-1803

価している。反対に、対数正規分布は、風速を過大評価している。そこで、より安全側の評価を行っている対数正規分布を用いる。

4.3 最大瞬間風速の発生期待値

図-4 に各観測所の最大瞬間風速の確率密度関数を示す。図-4 から、八王子観測所の方が府中観測所よりも風速が大きくなる傾向にあるとわかる。また、府中観測所では最大瞬間風速が 20[m/s]を超えるような日がほぼ発生しないことがわかる。

図-4 の結果を用い、表-3 に各観測所における 1 年間にある風速以上の瞬間風速が発生する日数を算出したものを示す。表-3 から八王子観測所の方が風速が大きくなるということがわかる。このようになる要因として観測所の位置している場所によるものと考えられる。八王子観測所は多摩川から 100 から 200[m] ほどの位置にあるが、府中観測所は周辺に大きな河川等がなく、風の水平収束の影響を受けにくい。そのため、八王子観測所の方が強風が多く発生すると考えられる。

5. 新たな運転規制基準の提案

5.1 現行の運転規制基準

多くの鉄道会社では自前で風速を計測し、現行の運転規制基準は瞬間風速が 25[m/s]を超えた際に運転規制を行っている所が多い³⁾。そこで、各観測所において 1 年間に風速 25[m/s]以上の風が吹く日数を算出すると、八王子観測所では 2.4 日、府中観測所では 0.1 日となった。八王子観測所の数字と実際の発生件数を対比すると、実際の発生件数は著しく少ないように思われる。このことから、鉄道の走行箇所風速が 25[m/s]を超えているにもかかわらず、観測ができずに輸送を継続されていると考えられる。

5.2 提案する運転規制基準

しかし、八王子観測所のような強風条件下において対象期間内に強風で事故が発生したことがないので、この措置がただちに危険というものではない。そこで、気象庁設置の観測所の観測データを参照データとして併用することを提案する。この提案する運転規制基準は、規制上限値を 25[m/s]よりも大きな値とし、沿線に設置した風速計以外の強風情報を取り込むことに局所的な強風の発生を見落とさないためである。

ちなみに、八王子観測所の風速データで年間超過日数が 0.5 日 (11.5 年で 5.75 件) となる風速は 30[m/s]であることから、八王子観測所のような環境下では沿線外に設置している風速計の観測値が 30[m/s]以上で運転規制を行うことが適切である。

6. おわりに

本研究において、並行して運行している JR 中央線および京王線における自然災害による輸送障害の事例を調査した。その結果、対象路線共に風害による輸送障害が多発していた。そのため、沿線にある気象庁の八王子、府中観測所の最大瞬間風速を用い、強風の発生確率を算出し、新たな運転規制基準の提案を行った。

今後の課題は、提案を行った運転規制基準が東京都内各地で当てはまるかの検証や、もう一つの原因である飛来物による風害についての検討を行っていく必要などが挙げられる。

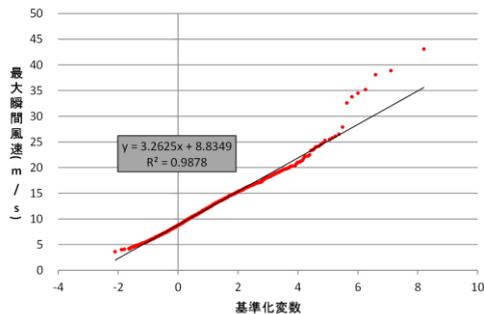


図-2 八王子観測所 Gumbel 確率紙

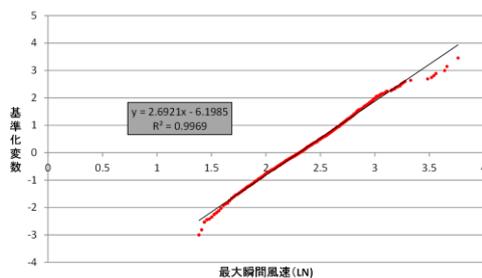


図-3 八王子観測所対数正規確率紙

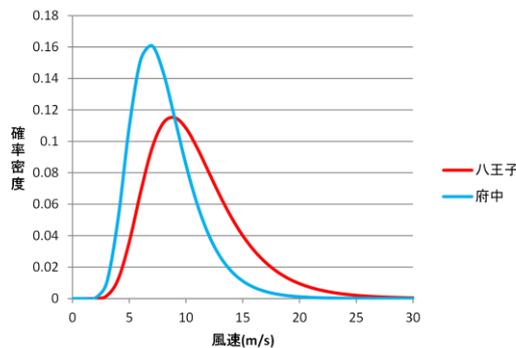


図-4 各観測点の確率密度

表-3 1 年間での風速の発生日数

風速 (m/s)	八王子(日)	府中(日)
5	354.5	325.1
10	184.7	78.5
15	50.6	8.9
20	11.3	0.9
25	2.4	0.1
30	0.5	0.0

参考文献

- 金子貴裕, 佐藤尚次: 東京都内における鉄道の自然災害に対する脆弱性の検討, 第 42 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集(2015), IV-10
- 国土交通省: 運転事故等整理表, 2002-2013
- 荒木啓司, 日比野裕, 鈴木実: 列車運行と風規制, 日本風工学学会誌第 40 巻第 I 号(2015), pp.10-16
- 気象庁 HP: 各種データ・資料, <http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>