

鉄道盛土の降雨被災箇所と地震被災箇所との関係分析

東日本旅客鉄道（株） 正会員 ○大島 竜二

東日本旅客鉄道（株） 正会員 藤原 寅士良

1. はじめに

鉄道が被る自然災害の中で、比較的高い頻度で生じる事象の一つとして降雨に起因した土砂災害が挙げられる。このような降雨による被害の発生を抑止するには、ハード対策の実施が効果的であり、対策が必要と想定される箇所を適切に評価することが課題といえる。降雨被害に対する要注意箇所の一つに谷埋め盛土が挙げられるが、このような地形条件に該当する箇所では、過去の地震発生時に被災した事例¹⁾も多く見られるため、降雨被害を受けやすい箇所と地震被害を受けやすい箇所には、何らかの相関があるものと想定される。そこで、本稿では、既往の研究²⁾で検討された既設鉄道盛土の簡易耐震性評価手法に基づき、実際に降雨により被災した盛土の記録を用いて分析を行った。

2. 既往の研究成果と検討の概要

(1) 検討概要

本稿では、文献 2)と同様の手法で、降雨による被害が発生した鉄道盛土を評価し、文献 2)の評価結果と比較することで、降雨被害箇所と地震被害箇所の関係を分析することとした。

(2) 鉄道盛土の簡易耐震性評価手法

鉄道盛土の簡易耐震性評価手法は、図-1 に示すように盛土の高さや地盤条件等を調査し、各調査項目においてカテゴリー毎に設定した仮設配点から盛土毎の総和点を算出し、盛土の耐震性を評価するものである。仮設配点の一例を表-1 に示す。仮設配点は被害が発生する影響度が強い項目ほど、点数が高く設定されており、仮設配点の総和点が高い盛土ほど、地震による被害が生じやすい盛土と評価されることになる。

(3) 対象データと調査項目

対象となるデータは、2005 年から 2014 年（10 年間）に降雨による被害が発生した鉄道盛土とした。調査項目は、盛土高さ、盛土勾配、周辺環境、支持地盤の微地形区分、災害歴の有無とした。なお、文献 2)では、上記に合わせて、最も近傍の K-NET 地震計で観測された計測震度を調査項目として用いているが、今回は降雨による被害箇所であり、該当するデータがないため、調査項目からは除くこととした。よって、今回は地形条件などの素因による比較分析を行うこととなる。なお、文献 2)と同様に、調査方法は、被害を受けた盛土を一区間 20m に分割し、机上調査により上記の調査項目を整理した。

また、被害規模による差を分析するため、文献 2)と同様に被害規模を大、中、小の 3 つに区分した。なお、被害規模「大」は大規模な軌道変状を伴う沈下および盛土の崩壊、被害規模「中」は小規模な軌道変状を伴う沈下および盛土表層の流出、被害規模「小」はのり肩の亀裂等列車の運行に支障しない軽微な被害と定義した。

3. 既往の研究結果との比較

2 で述べた降雨による被害が発生した鉄道盛土について、仮設配点の総和点と被害規模の関係を図-2 に示す。また、総和点は 1 つの被害箇所でも最も高い点数を示した区間の値を代表値とし、総和点の平均値は代表

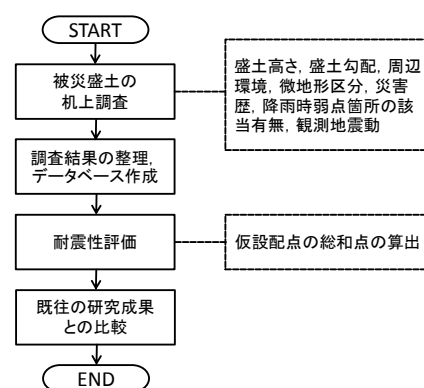


図-1 既往の研究成果の検証フロー

表-1 仮設配点の一例

調査項目	評価区分	仮設配点
盛土勾配 (1:x)	$2.0 \leq x$	0
	$1.6 \leq x < 2.0$	2
	$1.4 \leq x < 1.6$	4
	$1.2 \leq x < 1.4$	6
	$1.0 \leq x < 1.2$	8
	$x < 1.0$	10
周辺環境	下記以外	0
	畑、草地、水田	30
排水設備	有	0
	無	2
災害歴	有	0
	無	20

キーワード 鉄道盛土、降雨被害、地震被害、被害要因分析

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木二丁目2番6号 東日本旅客鉄道（株） TEL 03-5334-1288

値の平均とし、図中にそれぞれプロットしている。なお、図-2の白抜きマーカーは文献2)を参照に、東北地方太平洋沖地震における盛土被害の結果から計測震度の調査項目等を除いて算出した仮設配点の総和点を示している。地震被害では、総和点が高いと被害規模が大きくなる傾向が見られたが、降雨被害では、被害規模に応じた総和点の顕著な差は見られなかった。

また、図-3に被災した盛土の総和点の累積分布を示す。総和点の累積分布は30%程度までは、降雨被害と地震被害で同様の傾向を示している。ただし、その値以降は、同じ総和点で比較した場合に、降雨被害の方が地震被害よりも大きな累積分布値となっている。特に、総和点がある一定の値を超えた付近から累積分布が大幅に増加していることから、被害の発生頻度という点では、降雨被害では素因が与える影響が大きいことが示唆される。

4. 比較結果に対する考察

地震被害に比べると、降雨被害では素因のみで被害規模大を把握する精度が低下する結果となったが、その要因の一つを以下に考察する。

表-2に降雨被害のみのレコードを用いた微地形区分と被害規模および文献2)で用いた仮設配点の関係を示す。仮設配点は地盤の揺れやすさや東北地方太平洋沖地震で被害を受けた微地形区分が高くなるように設定されているが、仮設配点が低く設定されている「扇状地」などにおいても、規模「大」の降雨被害が生じていた。また、仮設配点が高く設定されている「後背湿地」などでは、規模「中」までの降雨被害にとどまっている。あくまで限定的なデータからの推察となるが、微地形区分により降雨被害に与える影響を評価するには、地盤の揺れやすさとは異なる観点による検討が必要となるものと思われる。

次に、表-3に盛土高さ、被害規模および文献2)で用いた仮設配点の関係を示す。仮設配点が低く設定されている高さ2m以下の盛土でも規模「大」の降雨被害が生じている一方で、仮設配点が高く設定されている高さ6m以上の盛土でも規模「小」の降雨被害が生じていた。

地震では高い盛土ほど崩壊しやすく、降雨では低い盛土ほど降雨により流失しやすい傾向を示唆していると考えられる。

また、今回の素因による比較分析において、降雨被害では地震被害ほどには、仮設配点の総和点と被害規模の間に顕著な関係が見られなかったことについて、地震被害と比較すると、降雨被害では降雨強度などの誘因による影響がより強い可能性があることも考えられる。

5. まとめ

本分析により得られた知見は以下の通りである。

- ・データ分析により、降雨被害については地震被害と比較して、素因が与える影響が強いと想定される。
- ・降雨被害は、地震被害と異なり「扇状地」など仮設配点が低い地形でも、規模「大」の被害が生じていた。

参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道(株)編：特集「新潟県中越地震と鉄道」，SED，No24，p125，2005.8
- 2) 藤原寅士良他：東北地方太平洋沖地震における鉄道盛土の被害要因に関する考察，土木学会論文集 A1，Vol. 71，pp. I_79-I_86，2015

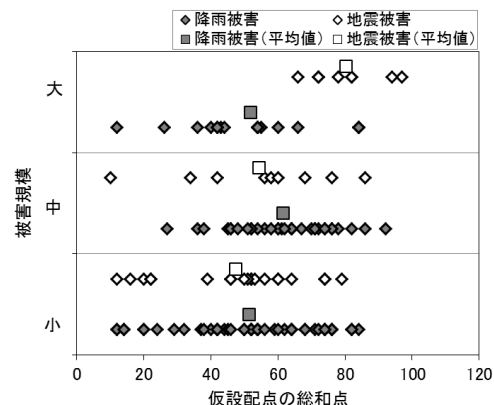


図-2 仮設配点と被害規模

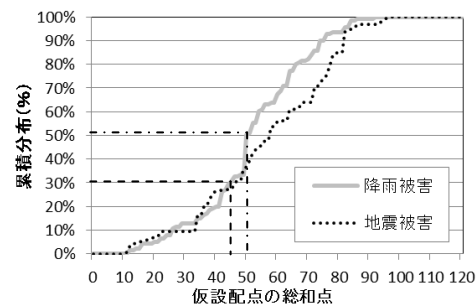


図-3 仮設配点による被災した盛土の累積分布

表-2 微地形区分と被害規模の関係

揺れやすさ	微地形区分	被害レコード数			仮設配点
		被害規模小	被害規模中	被害規模大	
小	山地	8	6	1	30
	山地斜面等	1	0	0	0
中	丘陵	3	3	0	10
	火山性丘陵	3	0	0	30
	砂礫質台地	22	20	13	10
	ローム台地	1	1	3	30
	扇状地	3	0	13	10
やや大	自然堤防・砂州・砂堆	1	0	0	30
	谷底平野・氾濫平野	4	0	0	20
	谷底低地	13	10	35	20
大	三角洲・海岸低地	3	3	0	30
	後背湿地	2	2	0	30
	埋土地	0	1	0	30

表-3 盛土高さ、被害規模と被害の関係

盛土高さ ;H(m)	被害レコード数			仮設配点
	被害規模小	被害規模中	被害規模大	
H<2	13	4	29	0
2≤H<4	21	6	11	2
4≤H<6	13	22	1	10
6≤H<8	6	7	4	15
8≤H	11	7	20	20