

鉄道盛土の地震危険度マクロ評価法に関する検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○藤原 雅仁
正会員 山田 孝弘
大阪大学 フェロー 常田 賢一

1. はじめに

鉄道構造物は線状構造物であり、地震により1か所でも寸断されると、列車運行ができなくなる。鉄道ネットワークとして、盛土も他の構造物と同様の耐震性を有することが重要である。
一方、盛土延長は膨大であり、全線にわたって高密度に調査し、数多くの断面に対して耐震診断を実施することは現実的ではない。著者らは、鉄道盛土の地震被災リスクを判定する地震危険度マクロ評価法（以下、「マクロ評価」という）を提案してきた。
本論文は、過去の地震による被害盛土と無被害盛土を対象にマクロ評価を適用した結果と被害規模の関係性について報告する。

2. 鉄道盛土の地震危険度マクロ評価法

鉄道盛土のマクロ評価法の構築にあたっては、道路盛土ですでに活用されている事例¹⁾を参考とした。マクロ評価は、地震被害との相関が高いと考えられる素因を抽出し、それらを点数化して、相対的に地震危険度が高い盛土ブロックを抽出する手法と定義する。ここで、点数化については過去の地震被害を基に工学的判断により配点を決め、重み付けを行っている。また、大分類として、過去の地震被害を基に、地形・地盤に関する情報、盛土に関する情報、維持管理に関する情報の3つのカテゴリーを抽出した。そして、それぞれのカテゴリーごとに中分類・小分類を設定した。表-1に地震危険度が高いと考えられる素因と評価点を示す。素因については机上調査において収集できる情報を基本とする。この配点に従って対象とする盛土に対して採点を行い、点数が高いほど地震危険度が高い盛土と考えられる。

ここで素因と評価点について今回一部見直しを行った²⁾³⁾。
谷渡り盛土はこれまで提案していた素因には挙げられていなかったが、谷渡り盛土ではこれまで地震による被害を多く受けており、地震被害と相関が高い素因と考えられるため小分類に追記した。

3. 地震危険度マクロ評価法の適用性の検証

日本海中部地震、兵庫県南部地震、東北地方太平洋沖地震を対象にマクロ評価を実施し、マクロ評価の適用性を検討した。ここで、盛土名称においてDは地震被害を受けた盛土、キーワード 地震危険度マクロ評価法、鉄道盛土、地震危険度

表-1 地震危険度が高いと考えられる素因と評価点²⁾³⁾を修正

大分類	中分類	重み	配点	最高点	小分類	評価点
地形・地盤に関する情報	微地形区分	×1	3	3	後背湿地・谷底盛土・旧河道	3
			1	3	三角洲・海岸低地・自然堤防・ローム台地	1
			0	3	砂・砂礫・砂礫質土・扇状地・河原・段丘・山地	0
	地盤区分	×3	5	15	軟弱地盤(沖積砂質土質)	15
			3	9	軟弱地盤(沖積粘性土質)	9
			0	15	普通地盤	0
	基盤形状	×2	5	10	傾斜基盤(傾斜地山)	10
			0	10	水平地山(水平地山)	0
			Σmax	28	A)	
	盛土に関する情報Ⅰ	盛土構造(横断)	×3	5	15	片切り盛土・谷渡り盛土
0				15	それ以外	0
3				9	切盛境界・構造物との境界・谷部	9
盛土高		×3	5	15	8m以上	15
			3	15	4~8m未満	9
			1	15	4m未満	3
付帯構造物		×1	3	3	石積み擁壁3m以上	3
			0	3	それ以外(補強済み)	0
					Σmax	42
盛土に関する情報Ⅱ		のり面工	×1	5	5	雨水浸透を防ぐのり面工なし(のり面工が機能不全)
	0			5	雨水浸透を防ぐのり面工あり(のり面工が機能維持)	0
	排水設備	×1	5	5	側溝等の排水設備なし(排水設備が機能不全)	5
			0	5	側溝等の排水設備あり(排水設備が機能維持)	0
		Σmax	10	C)		
維持管理に関する情報	弱点箇所・災害履歴	×2	5	10	降雨時の弱点箇所指定・災害履歴あり	10
			0	10	降雨時の弱点箇所指定されていない・災害履歴なし	0
	変状	×1	5	5	顕著な変状等が認められ盛土の安定性が低下している	5
			3	5	軽微な変状等が認められ経過観察中である	3
			0	5	顕著な変状等がなく盛土の安定性が維持されている	0
	湧水	×1	5	5	のり面・のり底から湧水あり(湧水状態にある)	5
			0	5	のり面・のり底から湧水なし	0
			Σmax	20	D)	
危険度評価点		Σmax	100	A)×B)×C)×D)		

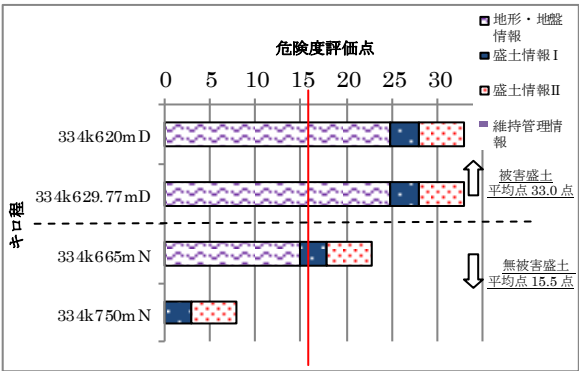


図-1 日本海中部地震のマクロ評価結果

Nは地震被害を受けなかった盛土を示す. 今回のマクロ評価に関しては, いずれかの地震において机上調査で情報が収集できなかった, 微地形区分, 排水設備, 湧水, 変状については全ての地震で統一して0点を採用しマクロ評価を行った. また日本海中部地震は過去の文献⁴⁾を基に, 情報を収集しマクロ評価を実施した. 図-1に日本海中部地震でのマクロ評価結果, 図-2に兵庫県南部地震でのマクロ評価結果, 図-3に東北地方太平洋沖地震でのマクロ評価結果を示す. 日本海中部地震について無被害盛土の平均点は15.5点であるのに対し, 被害盛土の平均点は33.0点であった. また, 兵庫県南部地震について無被害盛土の平均点は12.4点であるのに対し, 被害盛土の平均点は23.6点であった. 次に東北地方太平洋沖地震について無被害盛土の評価点は38.0点であるのに対し, 被害盛土の平均点は52.9点であった. 被害盛土では過去に災害履歴がある盛土が多く見られ, 過去に災害履歴がある盛土は地震危険度が高くなっていることが分かる.

今回の結果では, いずれの地震においても地震被害の有無を概ね区別することができた.

次に図-4に崩壊した盛土の危険度評価点と沈下率の関係を示す. ここで沈下率とは沈下量/盛土高さから求めたものである. この結果から危険度評価点が高い盛土ほど沈下率が大きくなる傾向があることが分かる.

4. おわりに

鉄道盛土の一次抽出方法としてマクロ評価を提案した.

過去の地震被害に対してマクロ評価を実施した結果, 概ね地震の被害の有無を区別することができた.

また, 危険度評価点が高くなるにつれて沈下率が高くなる傾向があることを確認した.

今回提案した分類・配点は過去の地震被害を基に工学的判断により行ったものである. したがって, 今後はデータを蓄積していき, 客観性を有する配点を検討し, 発災状況をより区別できる適正値を模索することを考えている. また, 今回提案したマクロ評価では, 地震被害の誘因である震度を評価できていないため, 今後は誘因をどのように取り込んでいくのかを検討する.

参考文献

- 1) 常田・林: 道路盛土の地震危険度マクロ評価法を利用した緊急点検について, 国土交通省近畿地方整備局研究発表会, 2010.
- 2) 山田, 土井, 近藤, 常田: 鉄道盛土の地震危険度マクロ評価法の提案と適用性の検証, kansai Geo-Symposium, 2014
- 3) 土井, 山田: 鉄道盛土の地震危険度マクロ評価法による一次スクリーニング, 日本鉄道施設協会誌, pp226-228, 2015. 3
- 4) 那須, 藤沢, 匹本: 日本海中部地震による被害盛土の安定解析, 鉄道技術研究所速報, No. A-86-140, 1986. 7

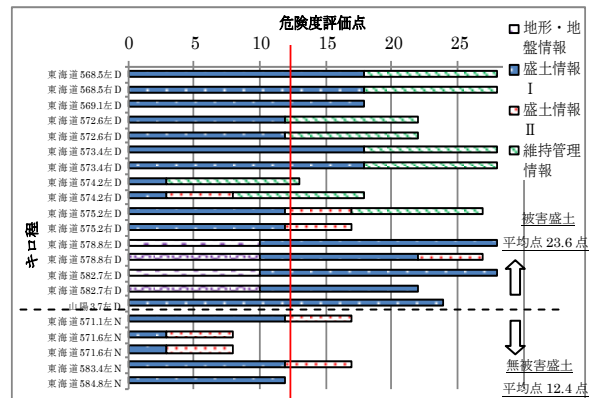


図-2 兵庫県南部地震のマクロ評価結果

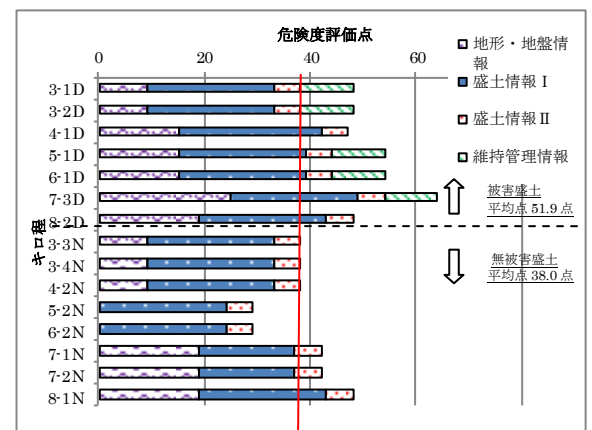


図-3 東北地方太平洋沖地震のマクロ評価結果

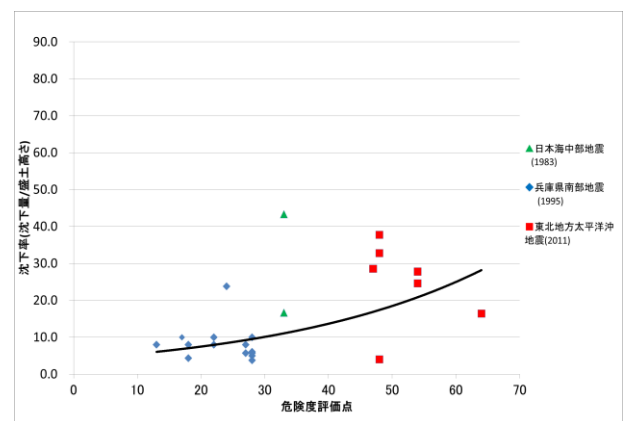


図-4 危険度評価点と沈下率