

津波による鉄道盛土の被害と地形の相関性

JR 東日本 正会員 ○白崎 広和
 JR 東日本 正会員 藤原 寅士良
 JR 東日本 青木 貢

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震では、鉄道も広い範囲で被災した。JR 東日本線において、地震動では在来線の盛土・切土が被害を受けたが、それぞれの規模は小さくなく、線路延長では最大でも 120m 程度であった。一方、津波による被害は甚大であった。本稿では JR 東日本における津波による鉄道盛土の被害について、地形とその被害の程度の相関性を検討した一考察を報告する。

2. 鉄道盛土の特徴と調査内容

津波による被害を受けた盛土について、線区の建設年代から、気仙沼線の本吉～不動の沢間が 1967 年に制定された「土構造物の設計施工指針」に基づき建設されているほかは、耐震や締固めに関して取り決めのない古い年代に建設されたことが特徴である¹⁾。今回の調査では、浸水した範囲が図示されている地図²⁾と現地調査結果から、「津波による盛土被害の箇所数」を算出した。その数量を表-1 に示す。今回の津波浸水延長は、約 84.2km であり、そのうち 46 箇所盛土に被害を受けた。被害を受けた盛土のうち、完全に流失した盛土も存在したが、残存する盛土を対象に調査を行った。

3. 被災の形態

現地における被害調査の結果から、図-1 に示すとおり、盛土の破壊形態を 6 タイプに分類した。残存した盛土の断面別に被害の程度を 5 つに分類した。

また、表-2 に示すとおり、公表されている資料³⁾に基づいた津波の遡上タイプと、今回の調査で得られた盛土の被災形態との相関性を検討した。遡上タイプに当てはまらない箇所は表中のケースからは除いている。

相関性を検討した結果、分類できた 40 ケースのうち、半数以上の 22 ケースが傾斜地形に該当しており、傾斜地形に位置する盛土が被害を受けやすい傾向がある。また、被災形態も「山側法面削られ型」もしくは盛土の横断面形状が大きく変形する「饅頭型」が多いことが判った。

4. 被害の程度との相関

次に、盛土被害の程度について着目して、図-2 に示すとおり相関性を整理した。被災の形態と同様に、遡上タイプに当てはまらない箇所は表中のケースからは除いている。被害の程度については以下のとおり定義した。

〔被害の程度〕

被害無し…被災後の盛土堤体の損傷が確認できないか、バラスト流失程度のもの。

被害小…被災後の盛土堤体が、原形を確認でき、法肩の流失程度のもの。

被害中…被災後の盛土堤体が、原形を確認でき、法面の削り取られや流失程度のもの。

被害大…被災後の盛土堤体が原形を確認できるものの、その半分以上が損壊したり、流失したりしてしまっているもの。

表-1 津波による盛土被害

線区	八戸線	山田線	大船渡線	気仙沼線	仙石線
箇所数	5	12	6	18	5

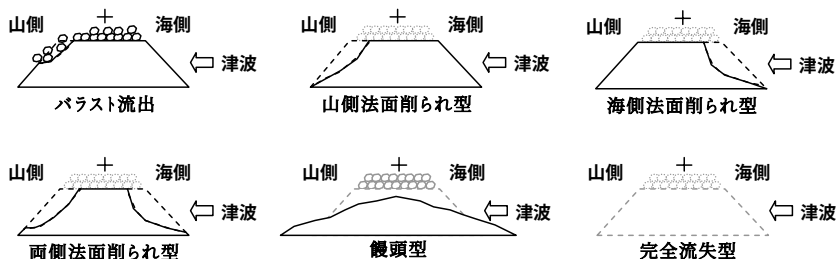
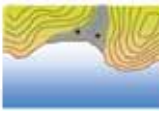


図-1 盛土の破壊形態

キーワード：津波、盛土、地形

連絡先：〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-2 東日本旅客鉄道株式会社 構造技術センター TEL：(03)5334-1288

表-2 地形 (津波の遡上タイプ) と盛土の被災形態との関係

		津波の遡上タイプ			
		①河川・運河・水路	②砂浜・海岸平野	③傾斜地形	④段丘・護岸
					
		①河川・運河・水路 河口から河川沿いに遡上するタイプで、勾配の緩い河川、運河、埋立地の水路で見られる。内陸深くまで進みやすく河岸堤防を越えたり決壊させたりすると市街地や田畑に浸水する。	②砂浜・海岸平野(仙台湾沿岸) 海岸が平坦で砂州や砂丘になっているところで広範囲に氾濫するタイプで、浸水する深さは③よりは大きくないが影響する面積が広い。低地が多いので排水しにくく浸水期間が長くなる恐れがある。	③傾斜地形(三陸海岸) 中小河川の谷底平野や傾斜した海岸平野を遡上するタイプで奥まった入り江に加え前面の海底が谷状のこともあり、標高が高いところまで遡上しやすい。	④段丘・護岸 海食崖や護岸など急崖が前面にあり、背後が平坦地となっているタイプで、津波の高さが急崖を越えた時、砂浜・海岸平野型と同じ氾濫形態となる。
盛土の被災形態	バラスト流出	1ケース	3ケース	3ケース	1ケース
	山側法面削られ型	1ケース		7ケース	1ケース
	海側法面削られ型		1ケース	1ケース	2ケース
	両側法面削られ型	1ケース	1ケース	1ケース	
	饅頭型		2ケース	6ケース	
	完全流失型	1ケース	1ケース		
	被害なし	2ケース		4ケース	1ケース

特大…被災後の盛土堤体が原形をとどめないくらい分からなくなっているもの。

図-2 から相関性を検討した結果、「傾斜地形」において甚大な被害が多く発生していることが判るが、反面、被害を受けなかった盛土もある。これは、盛土中腹に架道橋(ガード)等の開口部があり、越波後の引き波が盛土を破壊することなく海へ戻っていったことが想定された。また、「砂浜・海岸平野」および「段丘・護岸」では、被害の程度が特大から被害なしまでケース数が同程度であるが、これは地形の影響よりも、津波の波向、流速により被害の程度が変わる要素を含んでいると推測される。

5. まとめ

津波の遡上タイプと盛土の被災形態、被害の程度についての相関性をまとめると以下のとおりと言える。

- (1) 「河川・運河・水路」、「砂浜・海岸平野」といった地形に位置する盛土は甚大な被害が少なく、傾斜地形において甚大な被害が多かった。
- (2) 「段丘・護岸」地形では、甚大な被災を受けたケースが少ない。
- (3) 「傾斜地形」に位置する盛土は甚大な被害を受けたケースが多い。これは、津波高が他の地形に比べて高くなることで被害を受けやすくなることが考えられる。
- (4) 「傾斜地形」に位置する盛土であっても中腹に大きな開口部のある盛土は被害を受けにくい。

参考文献

- 1) 館山勝：土構造物の耐震性診断と対策(5)鉄道構造物の耐震性診断と補強、地盤工学会誌 59(7), pp82-89, 2011.7.
- 2) 東日本大震災復興支援地図, 昭文社, 2011.
- 3) 一般財団法人 日本気象協会：平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震津波の概要(第 3 報) 青森県～福島県の津波高・浸水高および青森県～千葉県の浸水状況, 2011.4.22.

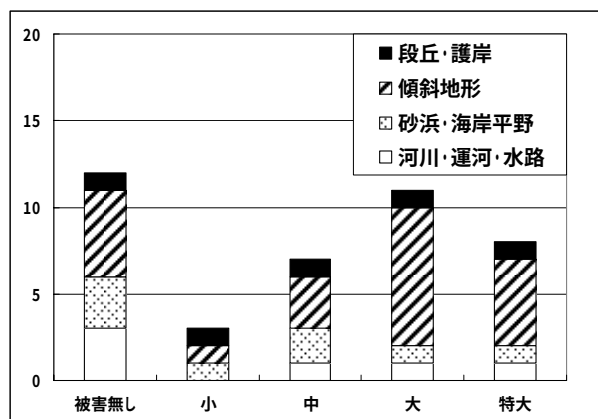


図-2 地形と盛土被害の程度との関係