

IV-10 三陸はるか沖地震の鉄道被害の特徴についての研究

J R 東日本 正会員 角地山光浩
 J R 東日本 正会員 須藤 慧

1. はじめに

平成6年12月28日21時19分に発生した「三陸はるか沖地震」は1968年5月に起きた「十勝沖地震」とほぼ同じ震源域で発生し、青森県八戸市を中心に大きな被害をもたらされた（表一）。

J R 東日本においては、東北本線八戸～小川原間の軟弱地盤の箇所を中心に盛土崩壊、軌道変状等の被害が発生し、年末輸送に大きな影響を与えた。今回、盛土区間を中心にそれらの被害分布、地盤条件、地震波の分析等を「十勝沖地震」と比較しながら、「はるか沖地震」被害の特徴とその原因を分析したので、その結果について報告する。

2. 被害の特徴

(1) 被害状況

今回の地震は「十勝沖地震」と比較して、震度、最大加速度とも大きく上回る値であったが、被害状況は東北本線八戸～陸奥市川間648k 260m付近の盛土が大規模な崩壊に至った他は軌道変状、盛土沈下等比較的軽微な被害であった（表二）。これは、

- ①「十勝沖地震」では、地震前日まで八戸で総雨量 166mmと多く、盛土の間隙水圧が飽和状態であったこと。
- ②地震による揺れの継続時間が「はるか沖地震」では約30秒、「十勝沖地震」は約90秒で「十勝沖地震」の方が長かったこと。
- ③「十勝沖地震」では、昭和43年の東北本線複線化に伴い大部分が新設盛土であったこと。
- ④「十勝沖地震」以降「土留壁」、「ふとん簞」、「のり面工」等の防護設備が強化されたこと。

等によるものと考えられる。

(2) 被害分布

地質平面図に「はるか沖」、「十勝沖」両地震の被害箇所をプロットしてみると、八戸～小川原間の軟弱地盤低地（沖積層）と固い基盤層（洪積台地）が交互に分布する地域に集中している。

また、地質縦断面図に被害箇所をプロットしてみると、「はるか沖地震」では、①厚く盛土された箇所、②基盤の傾斜している箇所、③沖積層厚の薄い箇所、④おぼれ谷地形の箇所に被害が多く見られた。「十勝沖地震」では同じく、①厚く盛土された箇所、②基盤の傾斜している箇所、③沖積層厚の薄い箇所、④おぼれ谷地形の箇所に被害が多く見られたが、⑤沖積層厚の厚い箇所でも被害が発生している点が異なった。

(3) 被害比率

「はるか沖」の被害の箇所から盛土高さ、沖積層厚、基盤の傾斜別に被害の発生率を調べて見ると、盛土高さ7m以上の高盛土区間、沖積層厚5m以下の薄い箇所、基盤の傾斜している箇所に被害が多いことがわかった。以上の結果から「三陸はるか沖地震」の特徴として、①高盛土区間、②軟弱地盤のうち、特に軟弱層の薄い箇所、③基盤が傾斜している箇所が上げられる。この三項目について分析した結果を述べる。

3. 被害の分析

表一 地震の規模比較

	はるか沖地震	十勝沖地震
発生日	1994年12月28日	1968年 5月16日
八戸震度	震度 6	震度 5
最大加速度	605 gal (八戸港NS)	230 gal (八戸港NS)
震源の規模	M7.5	M7.9
震 源	北緯 40.4° 東経143.7°	北緯 40.7° 東経143.7°

表2 被害状況（八戸～小川原）

	被害内容	発生件数	
		はるか沖	十勝沖
盛土	盛土崩壊		
	盛土沈下	14	78
軌道	軌道変状		
	道床流出	55	36
橋梁	高架橋変状		
	下部盛土沈下	1	2

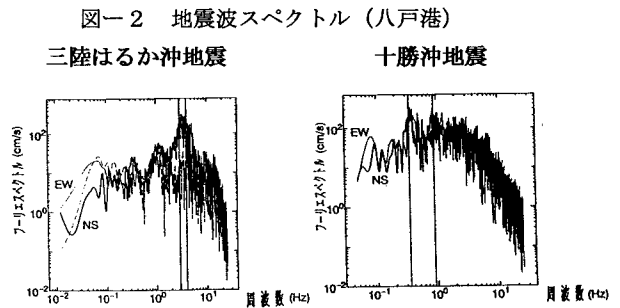
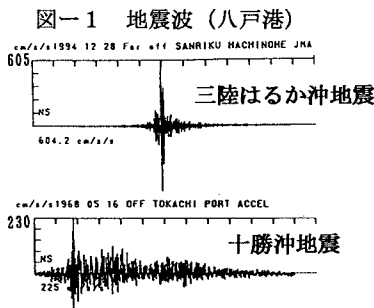
(1) 高盛土

高盛土区間の原因を検討するために、今回の地震で崩壊した高盛土で円弧すべり法により安定計算を実施した結果、平常時で安全率FS=1.29、地震時で安全率FS=0.81と現行の設計標準による平常時FS=1.4、地震時FS=1.0を下回っていた。

(2) 軟弱地盤

軟弱地盤上の構造物は地震の被害を受けやすいが、今回の地震の被害の特徴として、層厚の薄い箇所被害が多く見られたため、「三陸はるか沖」と「十勝沖」の両地震波を比較分析してみた。

八戸港で記録された地震波(図-1)、地震波スペクトル(図-2)を比較して見ると「三陸はるか沖」は最大加速度は605galで約30秒と短時間の揺れで、「十勝沖」は最大加速度は230galで約90秒と長時間の揺れであった。また、地震波スペクトル図を解析してみた結果、「三陸はるか沖」では周波数 $f=3\sim 4\text{Hz}$ (周期 $T=0.25\sim 0.33\text{s}$)が卓越し、「十勝沖」では $f=0.35\sim 0.90\text{Hz}$ ($T=1.1\sim 2.9\text{s}$)が卓越している。つまり、三陸はるか沖地震では「短時間で急激に揺れた」、十勝沖地震では「加速度は小さかったものの長時間揺れた」ことになる。



一般に、地震波は震源地から基盤層を伝わって表層で増幅され、「地盤の振動特性」と「地震の周期特性」が一致すると更に増幅されることが解っている。地盤の振動特性は「常時微動」を測定することにより推定され、八戸地区での測定の結果、軟弱地盤低地部は周期0.6~1.2sが卓越し固い台地では0.2~0.5sが卓越していることから、軟弱地盤は「ゆっくりした地盤の振動特性」である。「地震」と「地盤」の卓越周期を比較した結果(表-3,4)、「はるか沖地震」は揺れの周期がかみ合わず被害が少なかった。逆に「十勝沖地震」は揺れの周期がかみ合い増幅され被害が多かったと考えられる。

表-3 地震波卓越周期

はるか沖地震	十勝沖地震
$T=0.25\sim 0.33\text{s}$	$T=1.10\sim 2.90\text{s}$

表-4 常時微動卓越周期(八戸区)

台地部	軟弱低地部
$T=0.20\sim 0.50\text{s}$	$T=0.60\sim 1.20\text{s}$

(3) 基盤の傾斜

基盤の傾斜している箇所は「はるか沖」や「十勝沖」地震に限らず、過去の地震でも被害が集中しているこれは、軟弱地盤層の厚さが変化している箇所では、地表面の揺れ方が異なるため不同変位が生じ構造物が不安定な状態になり、被害が生じやすくなること。また、基盤が傾斜している箇所は揺れやすい構造であることが他の地震被害の分析からも考えられる。

4. おわりに

今回の「三陸はるか沖地震」の特徴の分析から次のことが言える。

- ①基盤の傾斜している軟弱地盤上の高盛土は被害が発生しやすい。
- ②軟弱地盤層の下にある基盤に傾斜が見られる箇所に地震の被害が多い傾向がある。基盤の傾斜している箇所は地震の弱点箇所と考えてよい。
- ③地盤の振動特性と地震の周期特性の一致した箇所に多くの被害が発生すると言える。

東北本線の八戸地区は、将来「三陸はるか沖地震」と同程度の地震の再発が予想されるため、今回の調査分析で判明した弱点箇所の特徴に着目し、今後は地震に対しての対策工の検討を進めることとしたい。