

宮崎リニア実験線および高千穂高原鉄道跡地における地震観測から得られた構造物の応答特性

(公財)鉄道総合技術研究所 ○(正)岩田直泰 山本俊六 (正)野田俊太
(正)伊藤賀章 (正)津野靖士 (正)宮腰寛之

1. はじめに

鉄道構造物の地震時被害推定等に資する基礎データを収集する目的から、(公財)鉄道総合技術研究所が所有する宮崎リニア実験線(以下、Myz)の高架橋地点と、宮崎県延岡市が管理する高千穂高原鉄道跡地(以下、Tch)の盛土地点において地震観測を行った(図 1(a)). 地震計は地盤上と構造物上に設置し同時連続観測を行った. 本稿では、観測より明らかになった構造物の地震応答特性について述べる.

2. 地震観測の概要

Myz では中間(桁式高架橋)と終端(ラーメン高架橋)の2地点の地盤上と高架橋上に計4台の地震計を設置した(図 1(b)). また、Tch では盛土高さが約2m(低盛土)と約4m(高盛土)の2地点の地盤上と盛土上に計4台の地震計を設置した(図 1(c)). 観測機器は、データロガーに白山工業(株)の Datamark LS-8800, 加速度センサーに(株)ミツトヨの JEP-6A3 を用いた. 水平成分の観測は線路方向と線路直角方向として、100Hz サンプリングで連続的に記録した. Myz の観測期間は2011年1月から2012年12月までの約2年間、Tch は2011年8月から2012年12月までの概ね1年半であった.



図1 地震観測地点の位置図

気象庁の震源カタログに基づき、連続データから地震動が記録されている部分の切り出しを行った. データ切り出しの時間は60秒間とし、Myz および Tch の各4台の地震計の記録に対する切り出し開始時刻は統一した.

3. 宮崎リニア実験線における観測地震動

Myz の各地震計で観測された線路直角方向の地震波形例(2012年1月30日、日向灘の地震、M4.9、深さ39km)を図2に示す. この図から、桁式およびラーメン高架橋地点とも地盤上に対し高架橋上の波形は大きく増幅され、その性状が異なることが確認される. 図3には桁式高架橋地点、図4にはラーメン高架橋地点で記録された地震動の比較を示す. それぞれ、(a)は地盤上と高架橋上の各成分のフーリエスペクトル比、(b)は地盤上と高架橋上の計測震度の比較を示す. フーリエスペクトル比の図中の太線は各成分の対数平均である. 桁式高架橋地点のフーリエスペクトル比を見ると線路方向および線路直角方向とも約2Hzにピークがあり、その振幅比は線路直角方向が大きくなっている. 上下方向でも約2Hzにピークがあるが、これは水平方向の振動に伴って生じていると考えられる(図3(a)). また、ラーメン高架橋地点では線路方向は約2.5Hz、線路直角方向は約3.5Hzにピークがある. 振幅比は線路直角方向の方が大きい(図4(a)). これらのピークは当該高架橋の固有振動数と考えられる. 地盤上と高架橋上の計測震度を比較した結果、桁式およびラーメン高架橋地点とも揺れが大きく増幅していることが確認される(図3(b)と図4(b)).

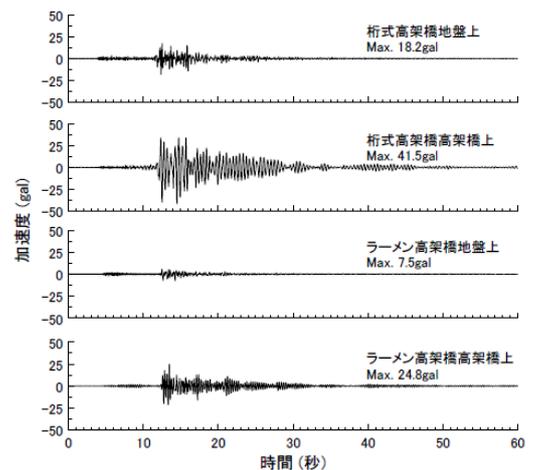
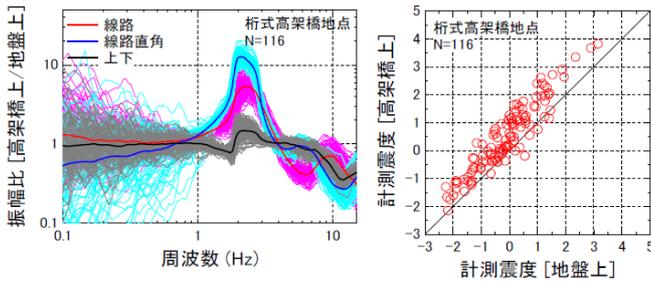


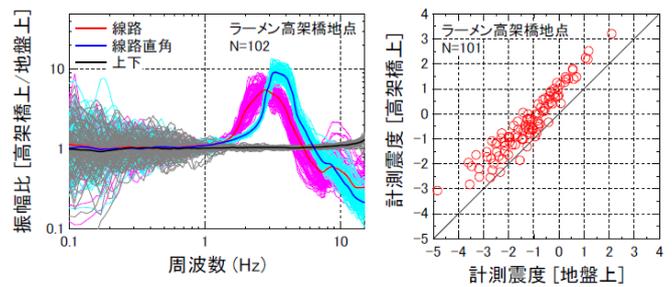
図2 Myz の観測波形例(線路直角方向)

キーワード 宮崎リニア実験線, 高千穂高原鉄道跡地, 地震観測, 構造物応答

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 地震防災 TEL:042-573-7273



(a) フーリエスペクトル比 (b) 計測震度の比較
図3 桁式高架橋地点で記録された地震動の比較



(a) フーリエスペクトル比 (b) 計測震度の比較
図4 ラーメン高架橋地点で記録された地震動の比較

4. 高千穂高原鉄道跡地における観測地震動

Tchの各地震計で観測された線路直角方向の地震波形例(2012年5月14日,日向灘の地震, M4.8, 深さ27km)を図5に示す. この図によると, 低盛土地点では地盤上と盛土上で波形の形状や最大加速度がほぼ等しいのに対し, 高盛土地点では地震動の増幅が見られる. 図6には低盛土地点, 図7には高盛土地点で記録された地震動の比較を示す. それぞれ, (a)は地盤上と盛土上の各成分のフーリエスペクトル比, (b)は地盤上と盛土上の計測震度の比較を示す. 低盛土地点のフーリエスペクトル比は各成分ともほぼ1であり(図6(a)), また同地点の地盤上と盛土上の計測震度を比較すると概ね一致する(図6(b)). 一方, 高盛土地点のフーリエスペクトル比は各成分ともピークを持ち, 線路方向および線路直角方向のピークは約6Hz, 上下方向では約8Hzとなっている. 振幅比については線路直角方向が最も大きく, 上下方向は線路方向よりも大きい(図7(a)). また, 計測震度の比較から当該地点では地震動が増大していることが認められる(図7(b)). 低盛土地点では地盤上と盛土上でほぼ同じ地震動特性を示したのに対し, 高盛土地点では地震動の増幅が見られる. よって, 盛土構造物の地震応答を評価する場合には, 盛土高さ(盛土形状)は重要な要素であると考えられる.

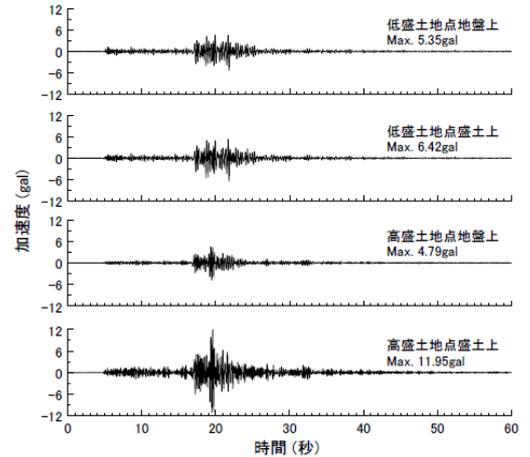
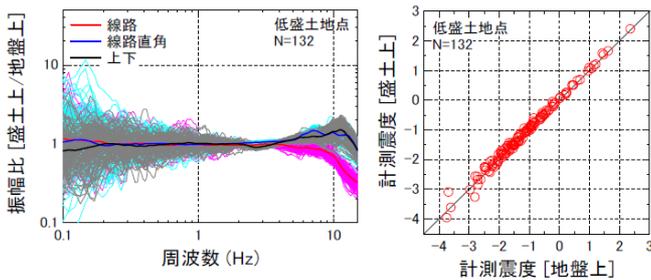
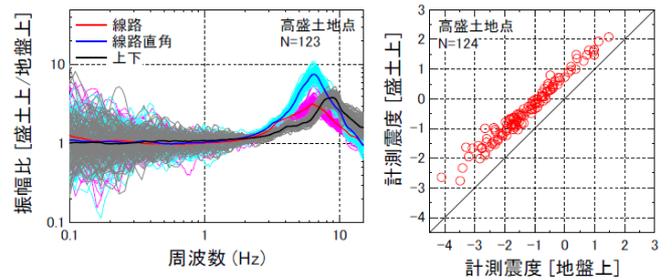


図5 Tchの観測波形例(線路直角方向)



(a) フーリエスペクトル比 (b) 計測震度の比較
図6 低盛土地点で記録された地震動の比較



(a) フーリエスペクトル比 (b) 計測震度の比較
図7 高盛土地点で記録された地震動の比較

5. おわりに

鉄道構造物の地震応答を直接計測する目的から, 高架橋地点(コンクリート構造物)と盛土地点(土構造物)の地盤上と構造物上で地震観測を行った. この結果, 高架橋地点では構造物の応答により地震動が大きく増幅することが確認された. 一方, 盛土地点では盛土の高さによって地震動特性が変化しない場合と増幅する場合が見られた. 今回の地盤上と構造物上の同時地震観測から, 対象とした地点における鉄道構造物の地震応答特性を把握できた.

謝辞

本資料の地震観測は, 国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて実施しました. また, 高千穂高原鉄道跡地への地震計設置にあたり延岡市企画部企画課には多大なるご協力を頂きました. 記して感謝の意を表します.