

I - 471

常時微動による盛土の地震被害分析

ー北海道東方沖地震ー

(株) システム・データ・リサーチ 西永雅行

(財) 鉄道総合技術研究所 中村 豊

1. はじめに

北海道東部地域の多くの土構造物は近年のたびかさなる大地震(M7 以上)で被害を受けている。ここでは、1994 年 10 月 4 日の北海道東方沖地震で被害のあった根室本線(花咲線)の別当賀・落石間の盛土について、常時微動の測定調査を行い、これに基づいて盛土の被害分析を行った結果を報告する。

2. 地震被害概要

ここで取り上げる被害盛土は根釧台地の東端にある根室半島の付け根部分に位置する。この部分の根釧台地は、高さ約30mの切り立った崖で太平洋に接し、台地側はやや凹地形状で軟弱地盤が堆積しており、東方で温根沼を形成している。台地の崖は、温根沼にそそぐオネベツ川によって数カ所で開析され太平洋にそそぐ開口部がある。盛土はこの台地の縁辺部にあり、断崖に接している。盛土は約900mにわたって被災した。盛土はオネベツ川により開析された部分に設けられている3箇所の防風柵の周辺で大きく変状し(最大沈下量2m)、軌道が大きく屈曲した。これらの地点では線路方向に大きなクラックが生じている。盛土の山側と海側では沈下量に差が認められ、山側の沈下量の方が大きい箇所と海側の方が大きい箇所とがある。

3. 測定位置と測定条件

図1(1)に示すように常時微動の測定点は、被害を受けていない盛土上で2ヶ所、被害を受けた盛土上で13ヶ所設けた。測点では原則として山側と海側の2点で合計6成分を同時測定した。常時微動の測定にはわれわれの開発したPIC91を使用した。各測点で1回約41秒間の測定を3回実施している。測定範囲は1~20Hzである。この約41秒間のデータをFFT分析して、フーリエスペクトルを求め、さらにQTスペクトルを算出した。QTスペクトルから卓越振動数Fと増幅倍率Aを読みとり、K値($=A^2/F$)を算出した。K値を用いて盛土地盤のせん断歪 γ はつぎのように概算できる。すなわち、 $\gamma = K \times \alpha / (\pi^2 V_b)$ 、ここに α は基盤加速度、 V_b は基盤でのせん断波速度である。

4. 測定結果と考察

図1(3)は測定結果をまとめて示したもので、線路直交方向のQTスペクトルから読みとった卓越振動数と増幅倍率から算出したK値の変動を示して、図1(2)に示す盛土の沈下量と対比している。これによると被害を受けていない両端では卓越振動数Fは8Hz以上と高く、増幅倍率Aは3~6倍前後となっている。これに対して被害を受けた盛土では、Fは3Hz前後と低く、Aも10倍前後と大きくなっている。このため、K値は被害盛土で10以上と無被害盛土では4以下と明らかに違う値となっている。また、被害盛土でも一様に沈下している場合には盛土左右のK値はほとんど同一であるが、盛土左右で沈下量が異なる場合にはK値も左右で異なった値となっていた。以上のように、K値の変動と沈下量はいよ対応関係を示している。付近の基盤加速度を推定する手がかりとなる観測値は、根室測候所の 369 cm/s^2 、花咲漁港の 380 cm/s^2 、厚岸で 189 cm/s^2 などである。被害盛土のK値は10以上であるが、 $V_b=600 \text{ m/s}$ とおけば、被害盛土では発生せん断ひずみが 1000μ を越えるのは基盤加速度が 60 cm/s^2 以上の場合となる。実際の基盤加速度はおそらくこれより大きかったであろうし、K値も被害の大きなところで数10に達しているため、かなり激しく塑性化したものと推測される。

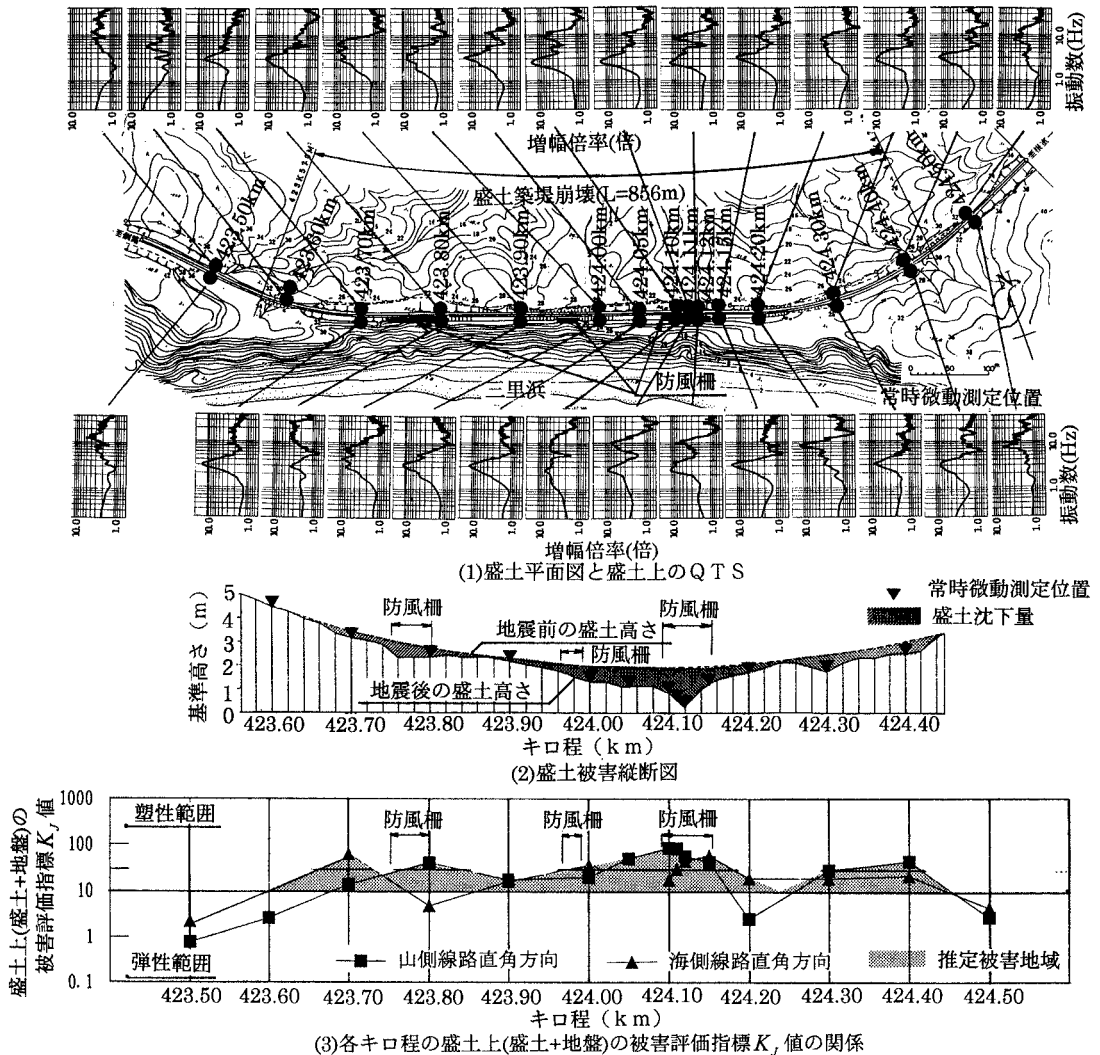


図1 根室本線(花咲線)の別当賀・落石間の盛土の被害と被害推定

5. まとめ

以上のように、盛土上で測定された常時微動を用いて盛土の振動特性を把握することができるのみならず、振動特性から算出される K 値を使って地震に対する健全度を把握できることがわかった。今後、常時微動の観測結果から誘導される諸量を用いて、盛土の詳細な地震被害分析ができることを確認したい。

謝辞：常時微動測定にあたり便宜を図って頂いたJR北海道の関係者に謝意を表す。

参考文献：1)中村 豊：常時微動計測に基づく表層地盤の地震動特性の推定、鉄道総研報告、第2巻第4号、1988年4月、pp.18～27。2)中村 豊、日高和利、佐藤新二、西永雅行：ラーメン高架橋および盛土の地震被害判定指標の提案、鉄道総研報告、第8巻第5号、1994年5月、pp.25～28。3)中村 豊、富田健司：最大地震動加速度の推定式、第回土木学会年次学術講演会講演概要集I-393、1984年10月、pp.785～786