

2021年福島県沖の地震における鏡石町の 住宅造成盛土の被害

森 伸一郎¹・三浦 夢乃²

¹フェロー 愛媛大学准教授 大学院理工学研究科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3)
E-mail: mori@ehime-u.ac.jp (Corresponding Author)

²学生会員 愛媛大学 工学部環境建設工学科 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3番)
E-mail: miura.yumeno.18@cee.ehime-u.ac.jp

2021年2月13日に福島県沖の地震(Mj7.3)が発生した。震度5強を記録した鏡石町では地震動による住家被害が生じた。中でも、ある住宅造成地では、2011年東北地方太平洋沖地震で生じた法面崩壊を復旧した箇所では法面の変状、それに伴う道路、下水道、住宅に被害が発生した。本研究では、この住宅造成地の振動特性や地盤構造を推定することを目的に被害状況を調査し、微動測定を実施した。単点微動測定を行い1.5 Hz前後と5~10 Hzに卓越振動数があり、それぞれ段丘と表層の卓越と推察された。造成前の空中写真から読み取れる谷地形の延長上に、2つの被害領域が位置しており、谷埋め盛土のため復旧してもなお、相対的なゆれやすさや脆弱性が表出したものと推察された。

Key Words: embankment, earthquake damage, microtremors, 2021 Fukushima

1. はじめに

2021年2月13日23時7分頃に福島県沖の地震(Mj7.3)が発生し、福島県と宮城県で4地点で震度6強が、21地点で震度6弱が観測された。福島県では、常盤自動車道での切土崩壊などの土木被害、死者1名を含む人的被害101名、全壊66棟含む住家被害11,097棟などの県単位では最大の被害が生じた。震度5強を記録した鏡石町では半壊12棟、一部損壊498棟の住家被害が生じた。中でも、ある住宅造成地では、2011年東北地方太平洋沖地震で生じた法面崩壊を復旧した箇所では法面の変状、それに伴う道路、下水道、住宅に被害が発生した。本研究では、この住宅造成地の被害状況を調査し、微動測定を実施して、振動特性や地盤構造を推定した。

2. 住宅造成地の被害

被害調査は3月1日に行った。図-1に対象の住宅造成地の位置と周辺地形を示す。住宅造成の北東端部は、陰影起伏図によれば法面が波打っているように見え、自然地形を示しているものと推察する。一帯の地質は旧段丘堆積物(後期更新統の堆積岩)である。この北東端部の法面に沿う道路舗装が亀裂・段差・波打ちなどの変状を伴

う被害を受け、埋設下水管の埋め戻し部が沈下して人孔が相対的に突出した。写真-1は法面の道路の様子である。また、道路に沿う住家の敷地にも亀裂が伸び、住家の基礎や床にひび割れが生じた。この被害箇所は、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震の際の写真¹⁾(写真-2)に基づけば広範囲にわたって道路と宅地が崩壊・流下したところである。

写真-3はUAVで撮影した被災地全景である。北東側から撮影している。写真左側(南東側、Aとする)と写真右側(北西側、Bとする)に分かれると判断している。

図-2にAの中心部における法面断面図を示す。現地での著者の測定による。法面は長さ15.30m、高さ8.77mで、小段を除く法勾配は1:1.7である。法面下端から1.9m下がり6.4m離れて池がある。

2つの小段を挟み南東側Aは、道路に波打ちとうねりが見られ、法面から奥に帯状に沈下しており、最大沈下量は、住宅敷地の土留め壁との間に相対的に40cm程度が確認され、周辺不動部分からは約60cm沈下していると推察される。当時の写真(写真-2)に基づけば、この区間は2011年の地震の際に崩壊した区間に相当する。また、この区間の復旧工事の写真が、今次の地震の広報²⁾で用いられており、町最大級の被害であったことを窺わせる。北西側Bは、道路の沿う亀裂、下水管理め戻し

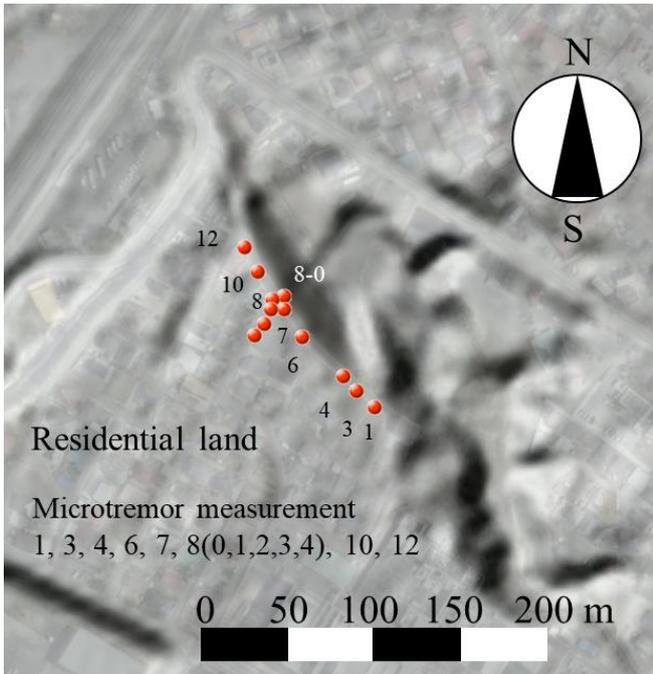


図-1 住宅造成地の位置と周辺地形



写真-1 法肩の道路の様子



写真-2 2011年3月11日東北地方太平洋沖地震発生後の様子¹⁾

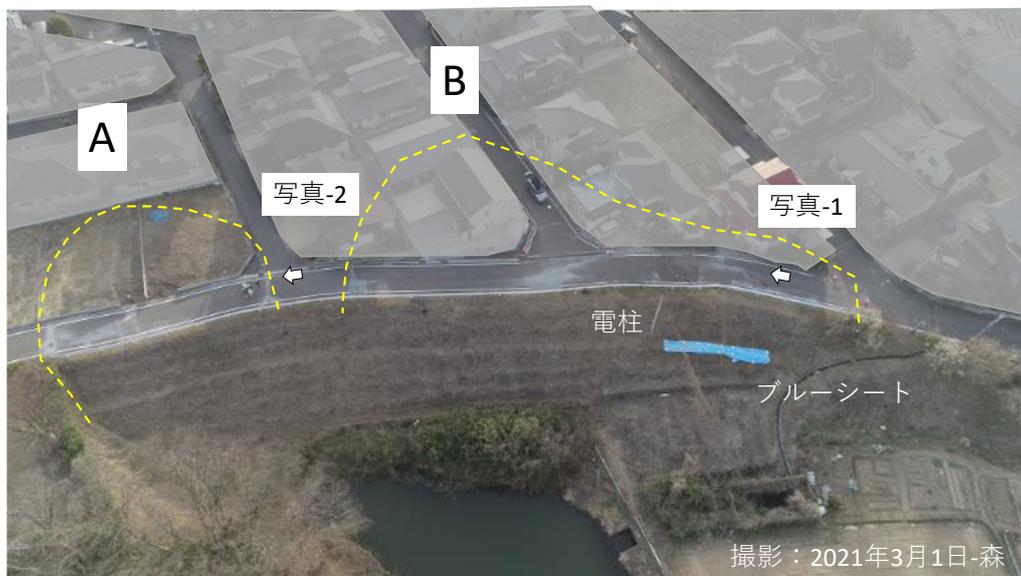


写真-3 UAVで撮影した被災地全景と変状領域(A,B)

部の沈下，マンホールの相対的突出，道路面に波打ちとうねりが見られる．今次の地震では道路舗装の被害の大きいのは，このBの中心部である．

3. 微動測定による振動特性と旧地形との関係

変状の見られた地盤の表層構造を推定し，振動特性を把握するために微動測定を3月15日に実施した．図-1には測定点も示している．測定には3成分の動コイル型速

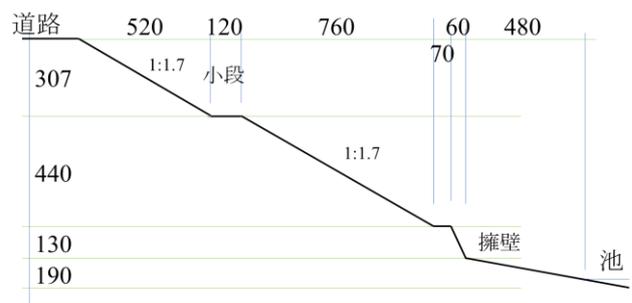
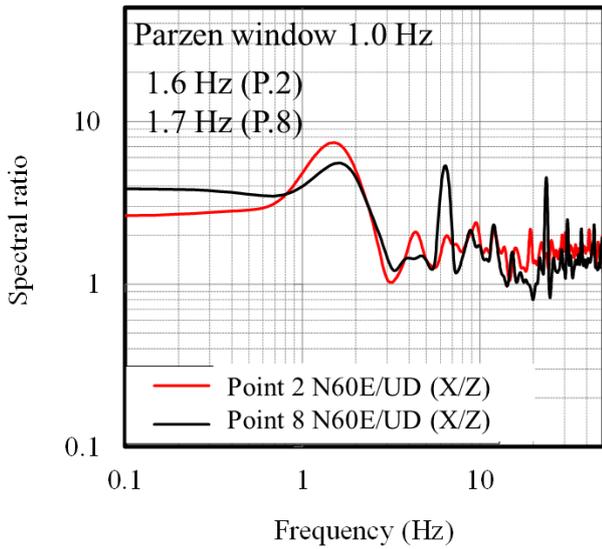
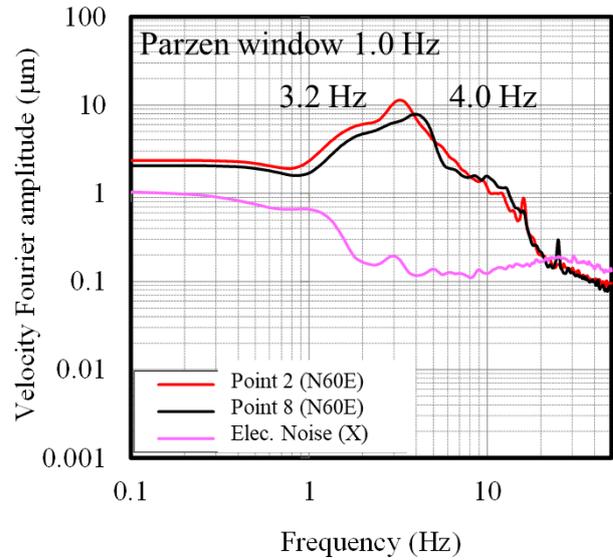


図-2 領域Aの中心部における法面断面図(単位 cm)



(a) フーリエスペクトル



(b) HV

図-3 AB領域2地点における法面直交方向成分のフーリエスペクトルとHV比

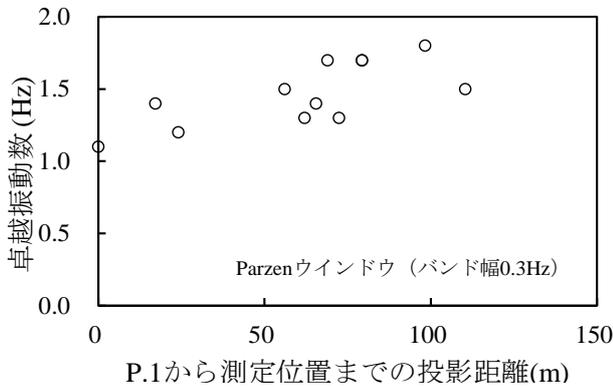


図-4 法肩道路に沿う卓越振動数分布

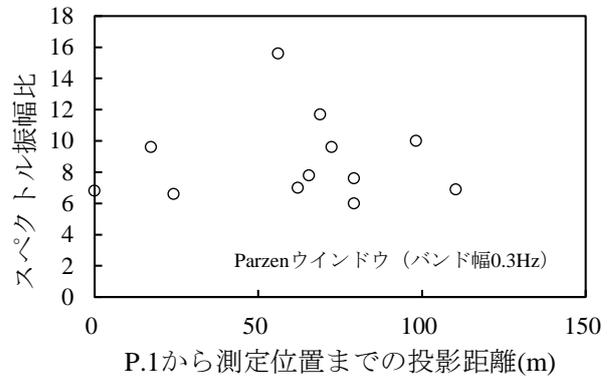


図-5 卓越振動数におけるスペクトル振幅分布

度計 (ANET 製, GEODAS1-2S3DCF) を用いた。測定ではセンサーに風カバーを用いた。測定は 1 点あたり 100 Hz サンプリングで 180 秒間とした。微動計の方位は、X 方向を法面直交方向とし N60E、Y 方向を法面平行方向として N150E に全点統一した。測定点は、法肩の道路に沿って 1 から 12 まで定め、8 は B 領域の中央部を法面直交法に通る道路に沿って、法肩に 1 点、奥に向かって 3 点設置して合計 16 点測定対象とした。このうち 2,5,9,11 の 4 点は測れておらず、測定は 12 点である。図-3(a) にフーリエスペクトル、(b) に HV を示す。フーリエスペクトルでは 0.8 Hz 以下は電気ノイズレベルでパワーが小さいことがわかる。測定時 p レアンプ 40 dB (100 倍) にしている。点 2 と 8 で形状はよく似ている。HV 比では、1.6、1.7 Hz にピークが認められ、高振動数領域には 20 Hz 付近にディップを伴い 8~9 Hz でゆるやかなピークが認められる。1.6~1.7 Hz 前後のピークは段丘の卓越振動数、8~9 Hz でゆるやかなピークは表層の緩い層を反映した卓越だと推察される。地盤構造と地盤物性の双方の情報



図-6 住宅地造成前の谷地形の分布

がないので、単点微動観測では振動特性しかわからない。

図-4 に測点 1 からの距離に沿う卓越振動数分布を示す。1.1 から 1.8 Hz の間を漸変して、南東からの距離 70 m 程

度離れた領域 B 付近では 1.5Hz 程度である。図-5 にフリーエ振幅分布を示す。今次の地震で道路変状の最も大きな地点で振幅が大きくなっており、地震の影響を受けた可能性もあるが、ゆれやすさが大きかったとも考えられる。

図-6 に 1961-1969 年間に撮影された空中写真では造成前の状況がわかる谷地形の部分を描くと、2011 年の地震の後に更地になっている箇所、A 領域の双方と一致する。また、B 領域の中心部に向かって小さい谷地形が読み取れる。そのため、谷埋め盛土のため復旧してもなお、相対的なゆれやすさや脆弱性が表出したものと推察される。

4. 結論

2021 年 2 月 13 日の福島県沖の地震で被害を受けた鏡石町のある住宅造成地の被害調査を行い、2011 年東北地方太平洋沖地震の被害状況と規模は違うが、類似した範囲に変状が現れたことを明らかにした。また、単点微動測定を行い 1.5 Hz 前後と 5~10 Hz に卓越振動数があり、それぞれ段丘と表層の卓越と推察された。造成前の空中

写真から読み取れる谷地形の延長上に、2 つの被害領域が位置しており、谷埋め盛土のため復旧してもなお、相対的なゆれやすさや脆弱性が表出したものと推察された。

謝辞：長谷川順一様には第 1 回の調査に同行いただき調査の協力を得ました。地元住民の方からは被害の様子をお聞きしました。第 1 回調査は愛媛大学防災情報センターの調査、第 2 回調査は京都大学防災研究所自然災害研究協議会の調査であり、調査の支援を受けました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 鏡石町：東日本大震災による町内被害状況，鏡石町ホームページ <http://www.kagamiishi-nk.com/saigai/sien/000357.php>
- 2) 鏡石町：夜間に強い揺れ各地に被害，広報かがみいし，Vol.721，2021.3. <https://www.town.kagamiishi.fukushima.jp>

(Received ?, 2021)
(Accepted ?, 2021)

DAMAGE TO RESIDENTIAL DEVELOPMENT EMBANKMENT IN KAGAMIISHI TOWN DURING THE 2021 EARTHQUAKE OFF THE COAST OF FUKUSHIMA PREFECTURE

Shinichiro MORI, Yumeno MIURA

On February 13, 2021, an earthquake (Mj7.3) occurred off the coast of Fukushima Prefecture. In Kagamiishi Town, which recorded a seismic intensity of 5.0 on the Japanese scale, damage to houses was caused by the seismic motion. In particular, in one of the residential development sites, the slope collapsed after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, and the slope was deformed, resulting in damage to roads, sewers, and houses. In this study, we surveyed the damage and conducted microtremor measurements in order to estimate the vibration characteristics and ground structure of this residential development site. A single point microtremor measurement was carried out, and the dominant frequencies were around 1.5 Hz and 5 to 10 Hz, which were presumed to be dominant in the terrace and the surface layer, respectively. The two damaged areas are located on the extension of the valley shape that can be read from the aerial photograph before the construction, and it is inferred that the relative susceptibility and vulnerability were expressed even after the restoration due to the valley-filling embankment.