

鉛直アレー地震観測記録に基づく泥炭の地震時応答特性

国研) 土木研究所寒地土木研究所

国研) 土木研究所寒地土木研究所

国研) 土木研究所寒地土木研究所

正会員

正会員

正会員

○橋本 聖

林 宏親

江川 拓也

1. 目的

泥炭は圧縮性が高くかつ、せん断強さが著しく小さい特殊土であるが、動的特性には不明な点が多い。本報告は泥炭性軟弱地盤内に設置した鉛直アレー地震観測装置により観測された地震動記録から 16 の地震動を抽出、整理して、泥炭の地震時応答特性を考察したものである。

2. 鉛直アレー観測箇所の概要

図-1 は鉛直アレー地震観測装置の設置箇所を示す。鉛直アレー地震観測は泥炭性軟弱地盤が分布する釧路外環状道路の新釧路大橋 A2 橋台背面盛土に隣接する素地盤で実施した。

図-2 は地盤柱状図と加速度計の配置位置である。当該箇所の土層構成は粗砂と中粗砂に挟まれた泥炭 (G.L.-2.30~ -4.30m) が特徴的であり、これらの層より下層はシルト質粗砂やシルト、砂質シルトなどが続き、G.L.-38.40m~ -42.50m は火山灰まじり細砂~中砂である。この層は $N=20$ 以上となるが、大部分は $N=0\sim 2$ 程度の極めて軟弱な土層で構成されている。工学的基盤は $N=50$ 以上で厚さ 9.7m の細砂~砂質シルト層の上端部である G.L.-61.7m 以深とみなした。

当該箇所における加速度計は 1 台に水平 2 成分 (NS 成分, EW 成分) と上下成分 (UD 成分) の計 3 成分を内蔵しているが、本論では水平 2 成分のみ述べる。

素地盤の加速度計は G.L.-1.66m, G.L.-5.51m, G.L.-40m, G.L.-64m に設置した。G.L. -1.66m (粗砂), G.L.-5.51m (シルト質粗砂) に加速度計を設置した理由は、泥炭の加速度応答を上下層に設置した応答加速度の差分から把握するためである。以降、この二つの加速度計のデータで泥炭の地震時応答を考察する。

表-1 は 2004 年以降に発生した地震より抽出した 16 地震の G.L.-1.66m, G.L.-5.51m の最大加速度を示す。観測記録データには、振幅が非常に小さいデータやノイズデータが含まれるため、①得られた最大加速度が 10gal 以上である、②記録された波形データは地震波形と推定される、③気象庁の震源リストより、地震発生記録と観測開始記録が整合する、ことを抽出の条件とした。上記の条件に合致した加速度は 10~50gal 程度であるため、本稿では泥炭に作用した弱地震動に対する応答特性として考察する。



図-1 鉛直アレー観測装置の設置箇所

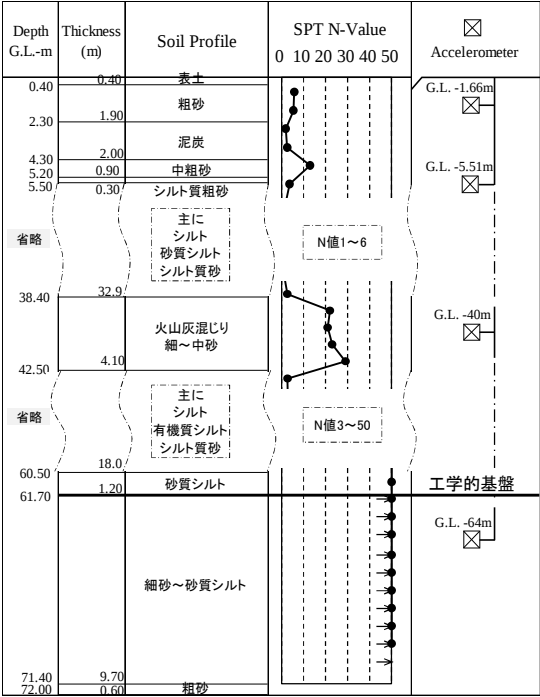


図-2 土層構成および加速度計の設置位置

表-1 最大加速度の一覧表

No.	発生日時	震央地名	最大加速度(gal)			
			素地盤			
			粗砂		シルト質粗砂	
			G.L.-1.66m	G.L.-5.51m	G.L.-1.66m	G.L.-5.51m
			NS	EW	NS	EW
			CH7	CH8	CH10	CH11
1	2005/03/12 03:47:36	釧路沖	29.6	36.6	16.6	23.0
2	2005/05/19 01:33:05	釧路沖	19.5	45.6	17.8	57.9
3	2005/09/21 11:25:08	国後島付近	14.2	12.7	18.3	17.4
4	2007/07/01 13:12:06	根室地方北部	20.0	24.5	26.1	50.1
5	2008/07/24 00:26:19	岩手県沿岸北部	21.2	11.1	12.6	20.8
6	2008/09/11 09:20:51	十勝沖	17.5	16.0	16.5	21.0
7	2009/04/28 20:21:19	釧路沖	19.6	13.3	12.5	28.4
8	2009/12/28 09:12:49	釧路地方中南部	19.3	15.2	14.0	16.7
9	2010/04/09 03:41:49	釧路沖	24.9	14.7	11.2	35.8
10	2011/03/11 14:46:18	三陸沖	17.2	15.0	18.4	17.8
11	2011/03/11 15:25:44	三陸沖	23.7	17.1	19.1	24.4
12	2012/03/14 18:08:33	三陸沖	12.6	10.8	12.6	13.9
13	2012/08/25 23:16:17	十勝地方南部	21.5	17.8	17.8	22.7
14	2020/02/13 19:33:45	択捉島南東沖	15.9	14.1	17.3	17.0
15	2021/05/16 12:23:54	十勝沖	10.9	6.3	10.0	12.9
16	2022/03/16 23:36:32	福島県沖	13.7	11.0	13.2	10.4

キーワード 鉛直アレー地震観測, 泥炭, 卓越周波数

連絡先 寒地土木研究所寒地地盤チーム 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34 TEL 011-841-1709

3. 泥炭の地震時応答特性

図-3 は No.13 地震の EW 成分の加速度応答時刻歴波形である。加速度は工学的基盤である細砂～砂質シルトと比較して、地表面に近くなるに従って振幅が大きく、かつ振幅が大きい状態が長く継続する傾向にある。その他の地震動も No.13 地震と概ね同様であった。

図-4 は表-1 に示した 16 の地震における

泥炭上下層の加速度時刻歴波形（NS・EW 成分）の最大加速度の相関図である。縦軸と横軸が 1:1 のラインより上方は泥炭層を通過した地震動が増幅、同じく下方は減衰したことを示す。応答加速度の最大値をみると、NS 成分は減衰、EW 成分は増幅する傾向にあった。加速度計は盛土北側の素地盤に設置したが、地震波の伝播方向（NS 方向）に対して直交方向（EW 方向）に盛土が連続的に構築されたため、盛土の影響で NS 成分の加速度が小さくなったと考えられる。

図-5 は No.13 地震の EW 成分の伝達関数である。伝達関数は泥炭直下層である G.L.-5.51m（シルト質粗砂）に対する泥炭直上層である G.L.-1.66m（粗砂）の加速度フーリエスペクトルの比であり、バンド幅 0.05Hz の Parzen ウィンドウで平滑化している。卓越周波数は一般的な地震動の周波数帯領域として 0.1Hz ～10Hz の範囲を抽出した。泥炭を挟む伝達関数は 2.6Hz 付近が卓越する結果を得た。

図-6 は泥炭上下層の伝達関数による卓越周波数のヒストグラムである。16 の地震の伝達関数のうち、NS・EW 成分の卓越周波数は 1.0～3.0Hz の範囲であり、EW 成分（盛土軸方向）の卓越周波数は 2.0～3.0Hz が多く出現した。これは、既往研究において、別の地点で観測された地盤観測波を入力波とし、1 次元地震応答解析（SHAKE）で表層付近の泥炭の地震動を推定した結果、泥炭が最も増幅する周波数は 2.5Hz 付近との報告²⁾と調和的である。

4. まとめ

鉛直アレー地震観測で得られた泥炭に作用した弱地震動（10～50gal 程度）を整理した結果、加速度は NS 成分では減衰傾向、EW 成分は増幅傾向であり、卓越周波数は NS 成分が 1.0～2.0Hz、EW 成分では 2.0～3.0Hz に集中することが確認された。今後は泥炭層厚、泥炭表層部に作用する応力（サーチャージ）の違い、盛土の有無、地震動レベルの違いによる動的遠心力模型実験を行い、これら諸条件の違いに応じた泥炭の地震時応答を明らかにしたい。

参考文献 1)国研) 土木研究所寒地土木研究所：泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル, pp.2-6, 2018. 2)黒田英文, 石田悦一, 吉田絃一：泥炭性軟弱地盤の振動特性について, 昭和 62 年度第 31 回北海道開発局技術研究発表会（共-5）, pp.27-32, 1988.

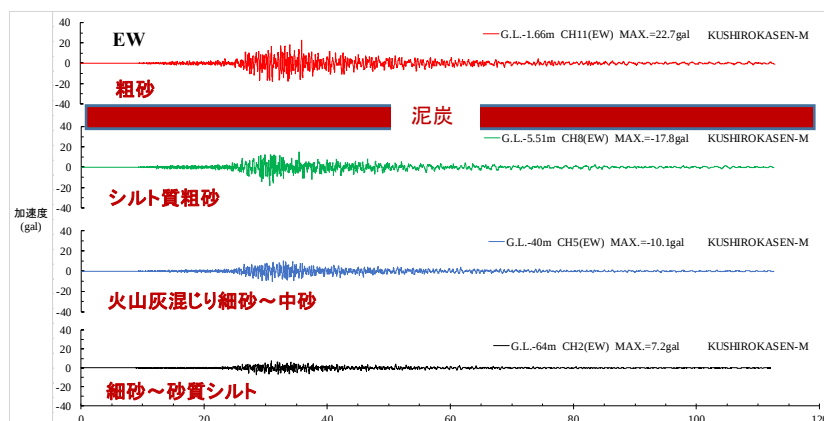


図-3 加速度時刻歴波形（No. 13 地震の EW 成分）

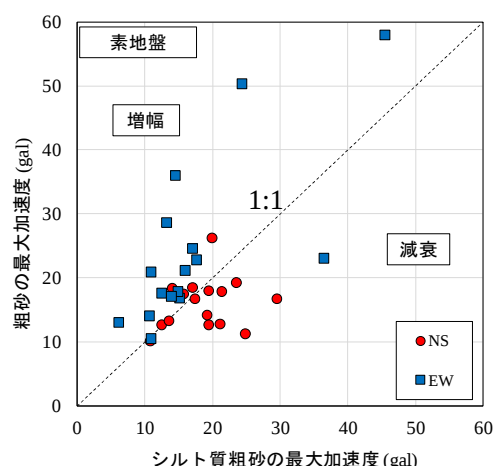


図-4 泥炭上下層の最大加速度の相関図

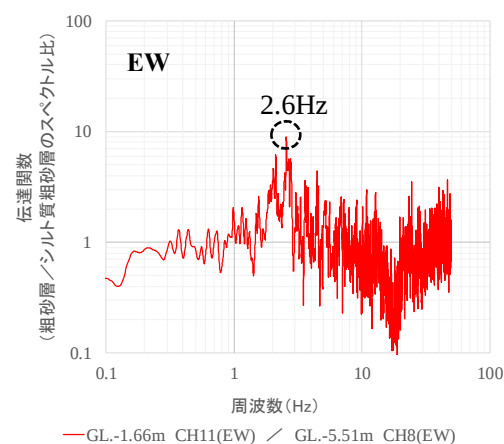


図-5 泥炭上下層の伝達関数

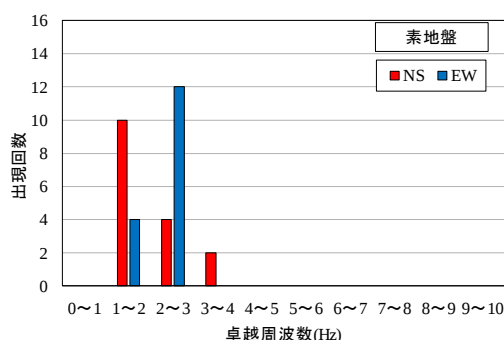


図-6 泥炭上下層の伝達関数による卓越周波数のヒストグラム