

八戸地域の火山灰質粘性土の動的変形特性を反映した一次元地震応答解析

八戸工業大学 正会員 ○橋詰 豊
八戸工業大学 正会員 金子 賢治
八戸工業大学 学生会員 泉谷 勇気
八戸工業大学大学院 学生会員 野添 重晃

1. はじめに

地震振動による被害を想定し、効率よく対策を施すためには、地表面もしくは浅層部の地震による振動応答を高精度でかつ細かい領域に分割して予測する必要がある。また、八戸地域では3000点以上の地盤情報が蓄積・電子化された地盤情報データベースが2009年より公開され、これらを背景に、一次元応答解析によって八戸地域の地表面振動分布図が市川・金子らによって作成された¹⁾。作成に際し、応答解析に必要な土の動的変形特性については、今津・福武の平均値を用いてパラメータを決定しており、野添らによってそれらの条件下でのモデル検証、パラメータ検証も行われその妥当性についても検討されている²⁾。

一方、八戸地域には十和田火山等の火山活動に起因する火山灰質粘性土（ローム）が広域かつ厚く堆積している。同研究グループ実験により、これら八戸地域特有の火山灰質粘性土のうち、層厚・堆積範囲も広く地震時の応答に大きな影響を与えらる高館ロームと、層厚は比較的薄いが繰り返し荷重を受けると急激に剛性を失うとされ、これまで多くの問題を発生させてきた八戸ロームの動的変形特性について実験値が整理された³⁾。本研究では実験により得られた動的変形特性値を計算パラメータに反映させた応答解析を行い、結果の比較と妥当性の評価を行う。

2. 一次元地震応答解析

解析は重複反射理論に基づく一次元応答解析プログラムDYNEQ⁴⁾により実施した。入力地震波は、2011年東北地方太平洋沖地震時のKiK-net⁵⁾八戸の表層より150mの深さにより観測された地震波を工学的基盤に入力した。この波の加速度時刻歴を図-1に示す。また、K-net 八戸⁶⁾において地表面での実測データが

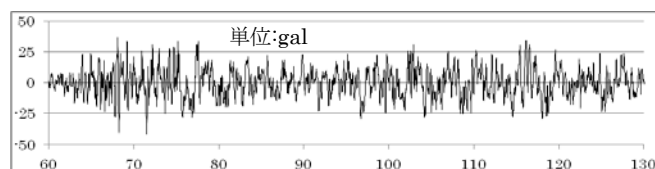


図-1 入力地震波(KiK-Net 八戸 N-S GL-150m)

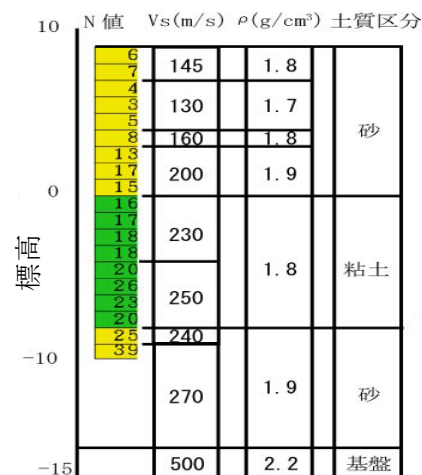


図-2 K-Net 位置における地盤モデルとパラメータ

表-1 変形特性の決定パラメータ

		a	b	c	d
今津・福武式	砂	729.7	0.89	338.0	0.47
	粘土	179.1	0.79	46.84	0.27
	砂礫	392.8	0.75	75.36	0.30
高館ローム		944.046	0.958	24.915	0.190
八戸ローム		844.03	0.898	0.313	0.328

得られているため、この位置での地盤モデルを用いて、工学的基盤にKiK-netの地震波を入力した解析結果との比較を行った。

地盤モデル作成にあたっては、八戸地域地盤情報データベースに収録されているボーリングデータに基づいて全国電子地盤図により250mメッシュに平均化した地盤モデルを用いた。作成した地盤モデルを図-2に示す。

3. 非線形特性式

本研究では地盤の非線形特性として今津・福武の実験式を採用している。このうち、柱状図より高館ローム、八戸ロームと考えられるものについては、

キーワード 地震応答解析、動的変形特性、高館ローム、八戸ローム、地表面加速度分布図

(〒031-8501 八戸市大字妙字大開 88-1) 八戸工業大学工学部地盤工学研究室

変形特性の決定パラメータを固有のものに入れ替えて計算を行った。下式に今津・福武の整理による実験式を、表-1 に変形特性の決定パラメータを示す。なお、今津・福武の実験式⁷⁾のパラメータについては平均値を採用している。

$$\frac{G}{G_{\max}} = \frac{1}{1+a(\gamma)^b}, \quad h=c(\gamma)^d \tag{1}$$

4. 解析結果

図-3 に各層の時刻歴応答と地表面加速度の実測値を、表-2 に最大加速度の絶対値と記録波の最大値で除して基準化したものを示す。電子地盤図の地盤データによりモデル化したためか、加速度値に大きな差はみられず、すべての層において同じような加速度値になっている。ただ、応答形状に直目してみると、実験式を採用した波がなめらかな形状になっており、八戸地域特有土の剛性低下のし易さや、減衰定数の大きさが結果として表れている。地震時の地表面加速度と比較すると、最大加速度 183gal に対して約 8 割程度の応答結果になり、過小評価となった。応答形状についてはほぼ類似しているため、せん断波速度のモデル化に若干の難があったと考えられる。

5. おわりに

本研究では、八戸地域に広く分布する高館ローム及び八戸ロームの動的変形特性を計算パラメータに適用させて一次元応答解析を行い、その応答性状の違いについて調べた。加速度時刻歴応答結果からはっきりとした差異はみられなかったが、引き続き応答スペクトル等の比較検討を行うことにより、応答性状の把握をする必要がある。加えて、広域的に多点の地震応答解析を行い、より精度の高い八戸地域の地表面振動分布図を作成する必要がある。

参考文献

1) 市川裕一郎，金子賢治：八戸地域地盤情報データベースを用いた一次元応答解析，平成 23 年度土木学会東北支部研究発表会講演概要集，III-35
2) 野添重晃，橋詰豊，金子賢治，葛西祥男：八戸地域情報 DB を利用した一次元地震応答解析，八戸工業大学紀要第 32 巻別刷，平成 25 年 3 月。
3) 泉谷勇氣，野添重晃，橋詰豊，金子賢治：八戸ロームと高館ロームの動的変形特性，平成 25 年度土木学会

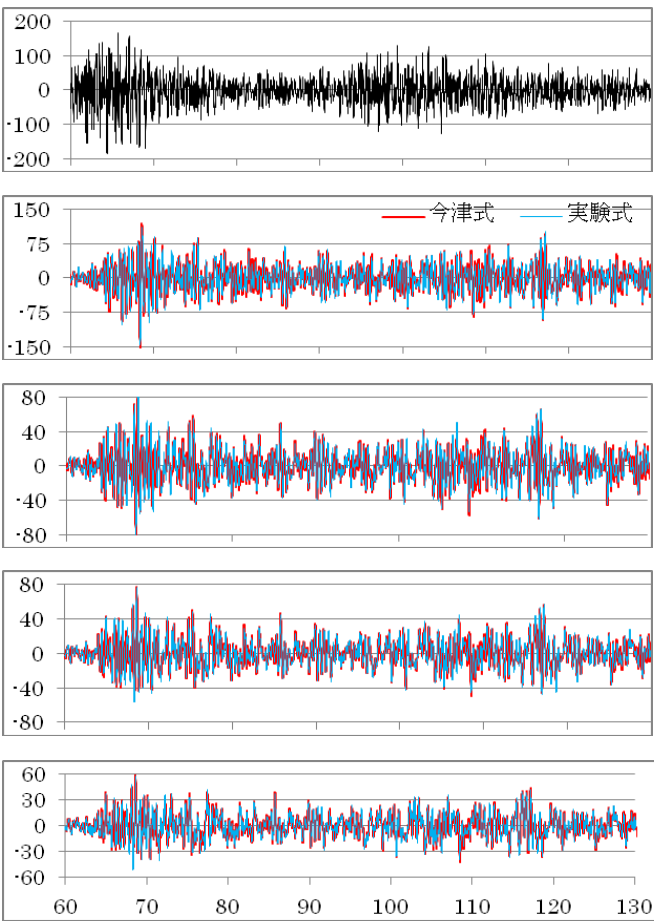


図-3 加速度時刻歴応答(表層,5 層,6 層,7 層)

表-2 最大加速度の絶対値

	記録波	双曲線	今津福武	a,b	a
最大加速度(gal)	183.69	137.8	153.3	143.7	146.2
基準化(%)	1	0.75	0.83	0.78	0.80

東北支部研究発表会講演概要集，投稿中
4) 吉田望(2008)：DYNEQ A computer program for DYNamic response analysi of level ground by EQuibalent linear method，東北学院大学工学部，<http://boh0709.ld.infoseek.co.jp/>
八戸工業大学：2011 年東北地方太平洋沖地震災害調査報告書，2011
5) (財) 防災科学技術研究所 KiK-net:
<http://www.kik.bosai.go.jp/kik/>
6) (財) 防災科学技術研究所 K-NET:
<http://www.k-net.vosai.go.jp/k-net/>
7) 今津雅紀，福武毅芳：砂礫材料の動的変形特性，第 21 回土質工学研究発表会，pp.509-512，1986.