

CS4-2〔I〕

造成地盤における地震時挙動

東京電力(株) 大塚正博, ○矢野康明
佐藤工業(株) 中村 晋

1. はじめに

造成地盤の地震時挙動については、これまで数値解析や地震観測等に基づく最大加速度の増幅等に関する研究¹⁾が行われており、加速度増幅は斜面に対する方向で異なっているとの報告²⁾もある。造成地盤の振動性状のうち卓越振動方向の評価は、造成地盤および地盤上の構造物の設計の合理化や構造物の配置を決定する上で最大加速度の増幅と同様に重要な性質であるが、その評価手法は確立していない。

ここでは、造成盛土の振動卓越方向を評価する手法の確立を図るために必要な検討のうち、実地震記録の分析結果および常時微動に基づいた振動卓越方向の推定結果を報告する。

2. 地震観測の概要

地震観測は山梨県笹子町の山作沢流域を図-1に示す様に切土・盛土を施すことにより造成した地盤上および変電機器基礎上で実施している。各観測点で測定の対象とする震動成分は加速度であり、いずれの測点も水平2成分(南北, 東西)および鉛直成分の3成分の測定を実施している。ここでは、造成盛土固有の振動特性を有すると考えられる地震観測点のうち法肩部(図中○;GL-1m)および基盤位置(図中●;GL-41m)における地震記録の分析を行った。常時微動は図中法肩部を含む造成地盤上の幾つかの地点で工事振動の影響のない深夜に測定を実施した。その測定は地震観測と同様に水平2成分(南北, 東西)および鉛直成分の3成分について、速度成分の測定を行った。

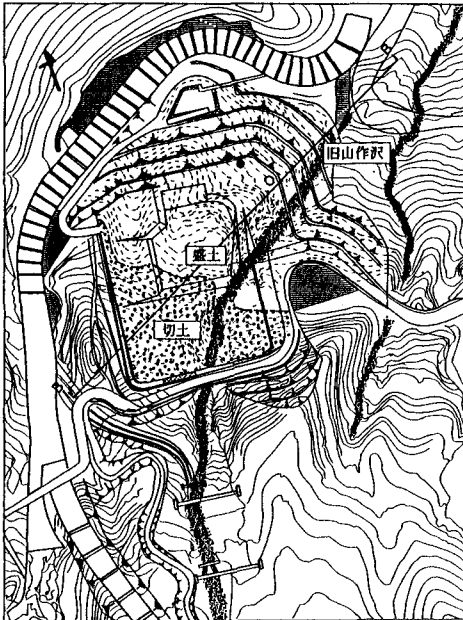


図-1 造成地盤と原地盤

地震観測点を含む地盤構造は、図-2に示す様に表層が土石流堆積物による盛土地盤、その下に土石流堆積物からなる地山(DaI, DaII)および地震基盤と考えられるせん断波速度2000m/s程度の安山岩となっている。

地震観測点を含む地盤構造は、図-2に示す様に表層が土石流堆積物による盛土地盤、その下に土石流堆積物からなる地山(DaI, DaII)および地震基盤と考えられるせん断波速度2000m/s程度の安山岩となっている。

検討には、これまで観測された地震のうち震源方位が特定の方向に偏らない5地震による地震記録を用いた。それらの震源位置を図-3、諸元および最大加速度を表-1に示す。

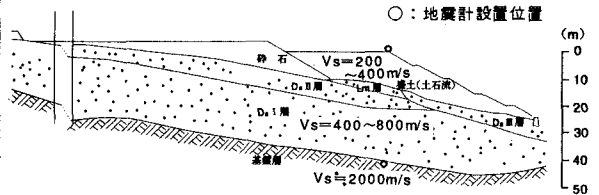


図-2 造成地盤の縦断図

表-1 地震諸元

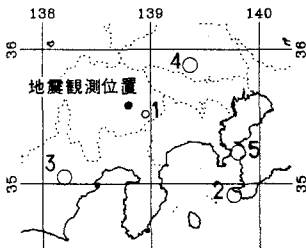


図-3 震源位置

| 番号 | 発生年月日 | 地震名称 | マグニチュード | 震源位置 | | 最大加速度(gal) |
|----|-----------|-------|---------|--------|---------|------------|
| | | | | 緯度 | 経度 | |
| 1 | 1991.1.26 | 山梨県東部 | 3.3 | 35.31° | 138.57° | 6.7/2.0 |
| 2 | 1991.4.1 | 千葉県南部 | 4.2 | 34.55° | 139.46° | 11.9/1.7 |
| 3 | 1991.4.25 | 静岡県中部 | 4.9 | 35.53° | 138.12° | 48.1/7.6 |
| 4 | 1991.5.30 | 埼玉県南部 | 4.3 | 35.53° | 139.22° | 8.2/1.2 |
| 5 | 1992.2.2 | 東京都 | 5.9 | 35.14° | 139.48° | 29.5/6.0 |

3. 地震記録の分析

表-1に示した地震のうち最大加速度を与える静岡県中部地震による記録を用いて算出した法肩部と基盤位置の間の周波数応答関数を図-4に示す。それは両地点の南北成分のフーリエスペクトル比として求めた。これより、地盤固有の振動の影響と考えられる応答倍率のピークを与える周期が0.2~0.3秒、0.11秒および0.06~0.07秒に認められ、周期0.11秒および0.06~0.07秒は2, 3次モードに対応し主に盛土の振動の影響を受けていると考えられる。

次に、地盤の1, 2次固有周期近傍の0.3秒, 0.1秒を中心周期として求めた水平面に関する主要動部分のオービットを地震毎に地表, 地中について図-5(図中上下方向が南北方向, 左右方向が東西方向)

に示す。図には法肩部で得られた常時微動のオービットも合わせて示す。オービットは水平2成分にフィルター(中心周期 T_c より $\pm 0.05T_c$ で1, それより $\pm 0.05T_c$ で余弦関数に基づいて0となる)を乗じることにより得られた加速度時刻歴, 速度時刻歴より求めた。ただし、オービットの振幅はそれぞれの振幅が同程度となるように調整している。これより、地震記録についてみると周期0.3秒では基盤と地表における地震動の振動方向が一致しているが、周期0.1秒では基盤における地震動の振動方向によらず地表面における地震動の振動方向は南北方向を向いていることが分かる。常時微動については、周期0.3秒では山作沢下流方向に振動方向がみられるが、周期0.1秒では地震記録と同様に南北方向を向いていることが分かる。

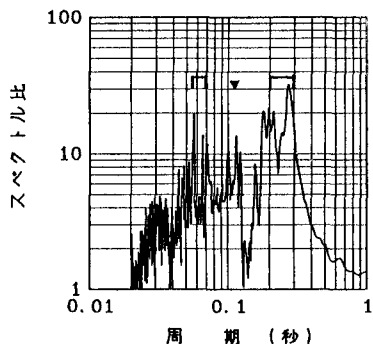


図-4 伝達関数(S3/S6)

| | | 地震1 | 地震2 | 地震3 | 地震4 | 地震5 | 常時微動 |
|------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 周期 0.3秒 | 法肩 | | | | | | |
| | 基盤 | | | | | | — |
| 周期 0.1秒 | 法肩 | | | | | | |
| | 基盤 | | | | | | — |

図-5 法肩部と基盤および常時微動によるオービットの比較

4. あとがき

造成地盤で得られた地震記録や常時微動の測定記録に基づき、造成盛土の振動性状特に法肩部における地盤の振動卓越方向について検討を行った結果、盛土部の振動が卓越する周期帯域では基盤地震動の振動卓越方向によらず盛土固有と考えられる振動卓越方向が存在し、その振動方向は常時微動測定によって推定できる可能性があることが分かった。今後、地震記録の蓄積を計るとともに本結果と地盤構造との関連等や常時微動等を活用した地震記録によらない振動卓越方向の推定手法についての検討を実施したいと考えている。

参考文献 1)例えば浜田政則, 亀村勝美: 傾斜下基盤上の沖積砂層の振動特性, 第14回地震工学研究発表会, pp.25~28, 1967, 2) 安田悟, 丘陵造成地における地震動の局所特性について, 土木学会第40回年次学術講演会講演概要集第1部門, pp.639~640, 1985