

1. まえがき

宮城県沖地震は仙台市を中心として東北地方に多大な被害をもたらしたが、この地震では仙台市緑ヶ丘を典型例とする丘陵造成地の地盤災害が多発した。一方、最近の用地難を背景とした丘陵地開発は増加の一途をたどっているが、過去の地震で丘陵地の地盤災害が多発していることもあり、立地条件の制約克服・立地技術の拡大を図るうえで、丘陵造成地固有の地震動特性を解明することが急務となっている。当社では、宮城県沖地震を契機として、丘陵造成地における地震動の局所特性解明を目的とした地震観測を実施してきたが、過去5年間に観測された地震動は47個に達している。以下、これら実地震動記録に認められた丘陵造成地の地震動特性について述べる。

2. 観測地点の地形と地震計配置

観測地点の地盤概念図と地震計配置を図-1に示す。当該地点は丘陵地を切盛造成した420m×240mの敷地であり、盛土部の一部はNS方向が片切・片盛地盤、EW方向が埋谷地盤から成る。地震計は地盤構成と地形が地震動に及ぼす影響を把握することに主眼を置き、GL-23.8mの岩盤内に基盤観測点B、厚さ15mの盛土上に盛土部GC、同4mの場所に盛土部GB、旧尾根掘削部に切土部GD、岩盤上に露頭岩盤GAを、それぞれ配置してある。また、ボーリング調査及び弾性波検層の結果によれば、地盤構成は概略次のようになる。

①GB地点

地盤は3層構造から成り、第1層（表層）は層厚5m、 $V_s = 160\text{ m/s}$ 、第2層（風化層）は層厚5m、 $V_s = 610\text{ m/s}$ 、第3層（基盤）は $V_s = 1300\text{ m/s}$ である。

②GC地点

地盤は4層構造から成り、第1層（盛土表層）は層厚7m、 $V_s = 140\text{ m/s}$ 、第2層（盛土下層）は層厚8m、 $V_s = 210\text{ m/s}$ 、第3層（風化層）は層厚8m、 $V_s = 610\text{ m/s}$ 、第4層（基盤）は $V_s = 1300\text{ m/s}$ である。

3. 観測記録の概要

観測された地震は、その大半が岩手県・宮城県・福島県沖の太平洋で発生しており、マグニチュード5～6の地震が最も多く20個、次いで6～7の地震が9個、4～5の地震が8個となっている。各観測点で記録された最大加速度は（単位； gal ）、基盤Bが14.66、盛土部GCが53.60、同GBが57.66、露頭岩盤GAが20.08となっている。

4. 地震動の局所特性

(1)最大加速度増幅率

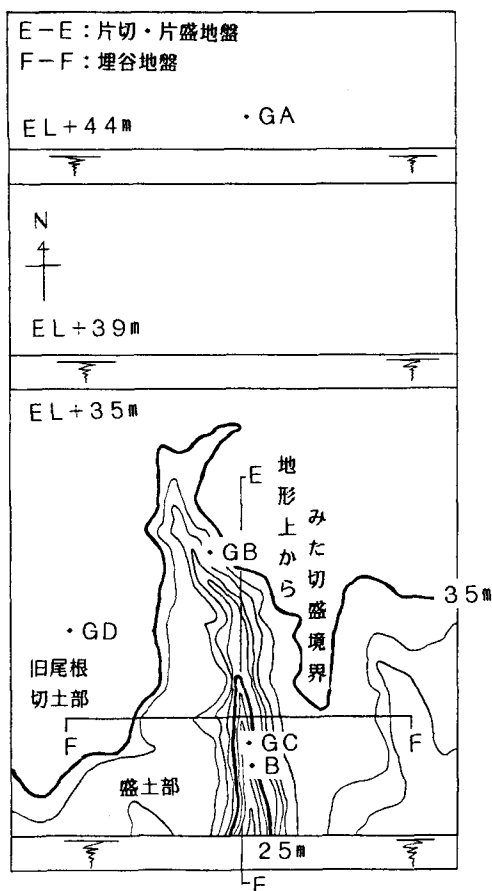


図-1 地盤概念図

地盤条件による地震動増幅率の違いを定量的に把握するために、基盤と各地表観測点間の最大加速度増幅率の関係を最小2乗法による実験式で表わした。一例としてBとGCの加速度の関係を図-2に示す。

$G A_{max} = 0.98 \quad B_{max}^{1.06}$
 $G B_{max} = 2.31 \quad B_{max}^{1.04}$
 $G C_{max} = 3.82 \quad B_{max}^{0.95}$

上式の勾配は、いずれも1程度で場所による差は小さいが、その係数はGAが1.0、GBが2.3、GCが3.8を示し、盛土厚と増幅率の間には明らかな相関関係が認められる。これらは、場所によっては地震動に4倍もの違いが生じていることを示している。

(2)地形の影響による地震動の方向性

片切・片盛地盤及び埋谷地盤の応答特性を扱った報告例では、不整形地盤の周波応答特性が解明されているが、いずれも2次元解析によるもので、丘陵造成地の傾斜基盤や斜面の影響を3次元的に解析した例は少ない。地盤構

成により地震動に4倍もの違いが認められることは既に述べたが、ここでは、基盤の地震動がこれら地形の幾何学的増幅効果により変化する現象(「地震動の局所特性」)の一例として、表-1に各観測点の最大加速度成分比(NS成分/EW成分)を示す。表から各観測点毎に特有の方向性が認められ、同一敷地内でも地震動の卓越方向が異なっていることが分かる。

最大加速度成分比は露頭岩盤GAが0.98、盛土厚4mのGBが1.03、基盤Bが1.08で大きな違いはない。一方、切土部GDではサンプル数が地震計を移設した関係上7個と少ないが、成分比は0.80となりEW成分がNS成分を上回る。ところが、盛土厚15mのGCでは、この傾向が逆

転し成分比は1.38でNS成分、すなわち斜面方向の地震動の増幅が著しいことが分かる。これは両側の旧尾根による拘束と南側斜面を自由面とする振動系の構成が原因と思われる。

5. あとがき

典型的な丘陵造成地で観測された47個の地震加速度記録群に認められる地盤及び地形の影響を、最大加速度の観点から考察した結果、V字谷を埋立造成した盛土地盤では斜面方向(V字谷長手方向)地震動の増幅が著しいことが判明した。これは、従来震度法で採用されてきた地盤種別補正係数、地域別補正係数、構造物の重要度別補正係数等に加えて、かかる盛土上に設置される構造物については、「盛土の局所特性による補正係数」を考慮する必要があることを示唆している。なお、これらの地震は震度4を最大とした比較的小さな地震であることから、今後の地震観測により、大地震時の傾向を確認する必要がある。

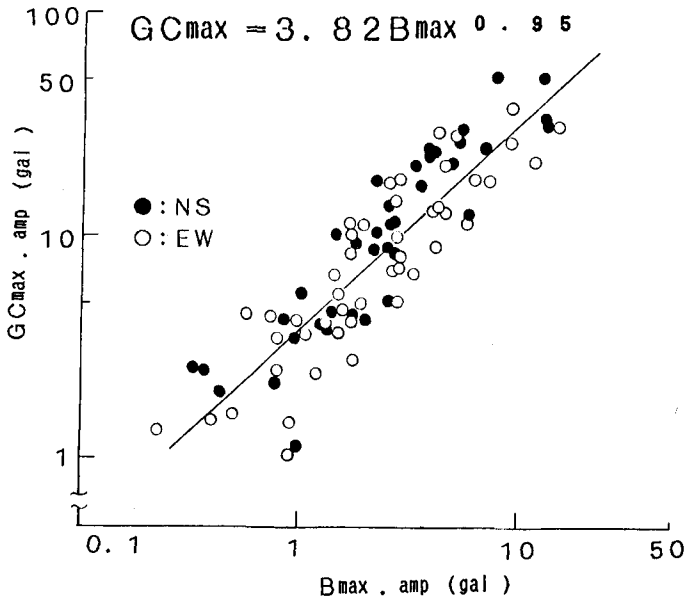


図-2 基盤(B)加速度と地表面(GC)加速度の関係

表-1 各観測点における最大加速度成分比(NS/EW)

観測点	サンプル数	加速度成分比平均
B (基盤)	46	1.08
GA (露頭岩盤)	37	0.98
GB (盛土厚4m)	37	1.03
GC (盛土厚15m)	40	1.38
GD (切土部)	7	0.80