

東北大学 工学部(学) ○ 大村 宜孝
同 (正) 柳沢 栄司

1, まえがき

1978年6月12日の宮城県沖地震により白石市にある寿山団地の盛土部分が崩壊した。本報告は、動的間ゲキ水圧を考慮した非線形ヒステリシス曲線を用いて、各地点での応答解析を行ない、斜面の安全性を論ずるものである。

2, 盛土崩壊の概況

盛土部分は、現地発生材である浮石質凝灰岩スリを用いて、法面付近には、以前溜池があり、比較的水の集まりやすい箇所であったと思われる。1976年8月から9月にかけての強雨により斜面に亀裂・崩壊・変形などの被害が発生した。被災後の調査によれば地下水位は、比較的高く盛土表面下6~10mにあった。宮城県沖地震に際し、この盛土一部が崩壊し、崩壊後の斜面からは、湧水が認められ、また崩壊した土砂は、高多水比できわめてゆるい状態にあった。震災後の調査では、地下水位は、76年度の調査とほぼ同様であった。以上の崩壊状況から見て、地下水による間ゲキ水圧を考慮した場合、地震時における斜面の安全性が十分に保たれていない、たのてはなりのと考えるられ、応答の機構を考察するため、以下の応答解析を行なった。

3, 盛土材料の動的物性

寿山団地の崩壊後の斜面より採取した試料土の物理的性質は、表-1に示すとおりである。 $\nu = 1.73$ (87/cm²)に突固めた供試体について、共振柱法によるせん断弾性係数Gを求めた結果は、図-1に示すとおりである。解析には、Modified-Hardin Drnevichモデルを用いてこの剛性の歪依存性を考慮した。また $\nu = 1.7$ に作製した供試体の動的三軸試験結果をもとにSheriff-Ishibashiの方法に基づいて動的間ゲキ水圧を定量化する条件式を求め、本解析では、間ゲキ水圧発生量は、次式で計算される。

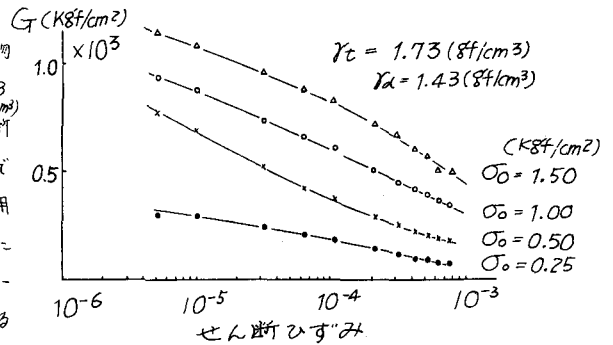


図1. せん断弾性係数~せん断ひずみ

$$u_{Nn} = 1.5 N^{-0.08} (1 - u_{N-1})^{1.8} \left(\frac{I_{Nn}}{I_{N-1}} \right)^{3.4}$$

ただし、 u_{Nn} : 第N番目サイクルの間ゲキ水圧比増分、N: 繰り返し数、 I_{Nn} : 第N番目サイクルのせん断応力、 u_{N-1} : 第(N-1)番目サイクル終了時の有効応力 表1. 試料物性

粒度	比重	2.563
礫分 (%) 18.86	単位体積重量 (kg/m³)	1.823
石少分 (%) 42.74	含水比 (%)	27.74
シルト分 (%) 20.90	液性限界	37.30
粘土分 (%) 17.50	塑性限界	20.68

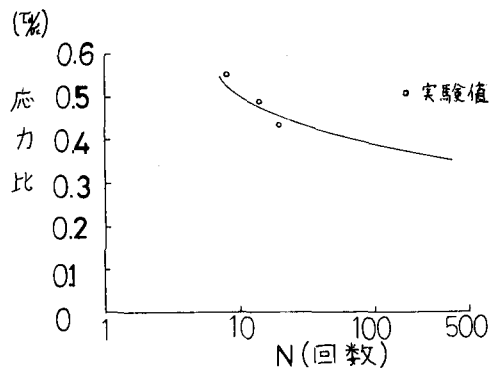


図2. 応力比~初期液状化回数

4, 二次元モデルによる応答解析

盛土斜面の形状および有限要素分割は、図3に示すとおりである。間ゲキ水圧は、地下水位以下の要素について計算を行なった。盛土の物性は、 $\phi = 36^\circ$, ポアソン比 0.45, $\sigma_v = 1.9\%$, 静的せん断弾性係数 100 kg/cm^2 , 動的せん断弾性係数 800 kg/cm^2 とした。入力地震波としては、樽水ダムで記録された地震波を用いた。

5, 結果と考察

出力は、3.5秒まで表示した。入力加速度波形を図4に示す。図3における節点Aについて、応答加速度、応答変位を図5、図6に示す。最大加速度分布を図7に示す。図3における要素Bについての間ゲキ水圧比上昇を図8に示す。間ゲキ水圧比分布を図9に示す。

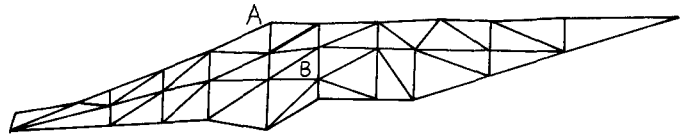


図3 有限要素分割図

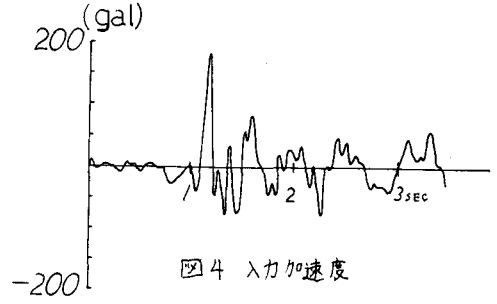


図4 入力加速度

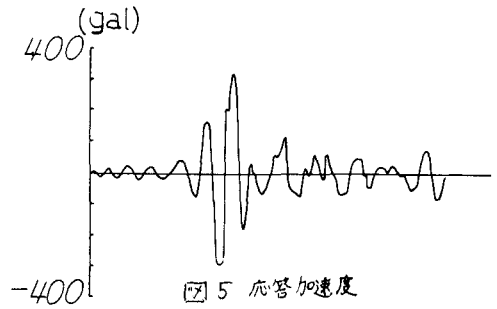


図5 応答加速度

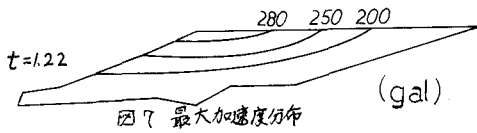


図7 最大加速度分布

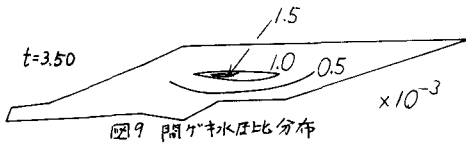


図9 間ゲキ水圧比分布

以上の結果より次のことが考えられる。図7より応答加速度は、法肩で最も大きく、地山の斜面形状に似た最大加速度の等値線が描かれている。崩壊した斜面の形状は、図7の200galの等加速度線にほぼ近いから、崩壊した土塊は、200galを上まわった地震力を受けた可能性があると思われる。

各要素における動的間ゲキ水圧の発生量は小さく、剛性の低下、有効応力の減少も顕著ではないが、動的間ゲキ水圧の分布から見ると、地下水面付近で大きいことがわかる。実際のすべり面が、地下水面付近にあることから、地震による動的間ゲキ水圧の発生がすべりに影響を与えたことが考えられる。しかし、発生する間ゲキ水圧が、初期有効拘束圧に比べて小さく、すべりに関する安全率にどの程度影響するのということについては、本研究では、検討していないので、今後この点に関して研究を進めていく予定である。

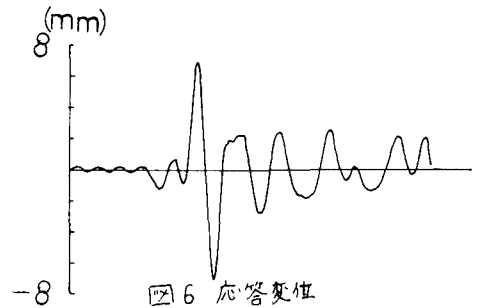


図6 応答変位



図8 間ゲキ水圧比上昇

参考文献 高橋、柳沢「基礎杭試験による土物性工学的定数」⁵⁶ 季報