

I - 463

複合斜面における地震動増幅特性

建設省土木研究所 正会員 宇佐美 淳

建設省土木研究所 正会員 大塚 久哲

建設省長野国道工事事務所 正会員 吉見精太郎

1. まえがき

最近のダム建設を見ると、施工技術の向上や、農水、上水等ダム本来の機能に加えて多目的な機能を有するダムが増加していることから、規模が大規模になるとともに、複雑かつ険しい地形上に建設されることが多い。このような急峻な地形を有する地域に建設される大規模なダムにおいては、ダムの底部と袖部に作用する地震動が異なることが考えられる。したがって、ダムに対する入力地震動を定めるためには、傾斜した岩盤上での地震動の増幅特性などを考慮しなければならない。しかしながら、ダムサイトの複合斜面の動的応答特性については、未だ明らかにされていない。本文では、複合斜面モデルを作成し、二次元FEM動的応答解析を行った結果について報告する。

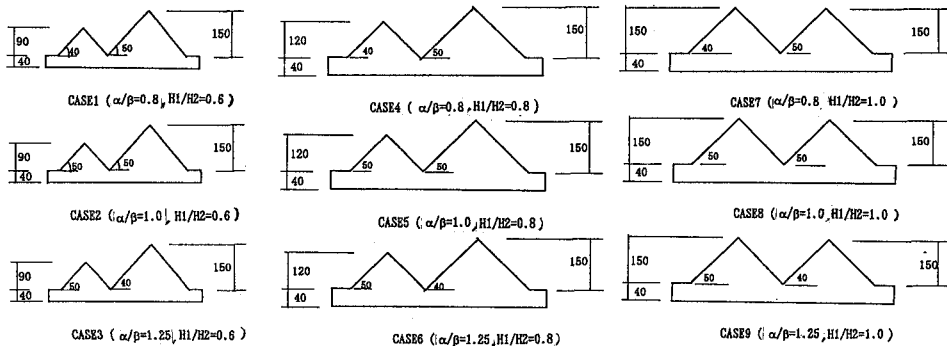


図-1 複合斜面モデル

2. 解析モデル

解析を行う上で、既往のダム建設位置の地形を考慮に入れ、図-1に示す9ケースの複合斜面モデルを作成した。モデルは、斜面高さを90、120、150mに、勾配は40°及び50°とし、斜面高さ比及び斜面勾配比を変化パラメータとした。地震応答解析には、二次元の有限要素法プログラムFLUSHを用いた。図-2に二次元解析モデルを示す。地盤モデルの要素として、鉛直方向は10mとし、水平方向の長さは10m、 $10 \tan \alpha$ (m)及び $10 \tan \beta$ (m)とした。各ケースの節点数及び要素数は表-1のとおりである。モデルの境界条件は、両側面境界は伝達境界とし、底面境界については固定境界とした。また、モデルの土質定数は軟岩とし、G-h- γ 曲線から材料依存曲線を算定している。地震応答解析の入力地震動としては、道路橋示方書にある1978年宮城県沖地震の際、開北橋周辺の地盤上で観測されたI種地盤用波形を用い、モデルの地表に入力した。本地震のマグニチュード及び震央距離は、それぞれ7.4及び80kmである。また、入力地震動の最大加速度は102galである。

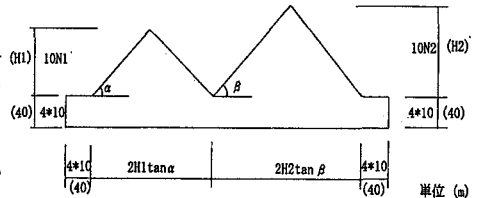


図-2 解析モデル

表-1 ケース毎の節点数、要素数

	CASE1, 2, 3	CASE4, 5, 6	CASE7, 8, 9
節点数	5 9 1	6 8 4	7 9 6
要素数	5 5 4	6 4 4	7 5 2

3. 解析結果

9 ケースの複合斜面モデルを作成し、前述した解析条件のもとで二次元FEM動的応答解析を行った結果、次に示すような特性が得られた。図-3は、ケース1における最大加速

度のコンター図及び鉛直方向の増幅度を示す。ケース1に限らず、最大加速度の分布をみると、山頂部に近い程、加速度の増幅が大きくなっている。次に、応答加速度からフーリエスペクトルを求めたのが図-4である。図-4はケース1における各斜面頂部のフーリエスペクトルを示す。図から H_1 斜面では約1.5Hzに、 H_2 斜面では0.8~0.9Hz付近にピーク値がみられる。このピーク値は H_1/H_2 が1.0に近づく程、つまり複合斜面の高低差が小さくなる程、 H_1 斜面のピーク値は H_2 斜面のピーク値に近づき、また $\alpha > \beta$ になると H_2 斜面のピーク値は50程度にしか達しない。図-5は、 H_1/H_2 の比による3点での応答加速度の分布を、図-6は応答加速度比の分布を示したものである。この図から点③については、 α/β 及び H_1/H_2 の比によらずほぼ一定であり、点②は H_1/H_2 の比が1.0に近づくにつれ増加傾向にある。また点①は H_1 の高さが H_2 よりかなり低いときに大きな加速度値を示し、点③の加速度値を上回っている。これは斜面の境界付近の影響を受けているものと思われる。図-6からも同様な傾向がみられ、同じ標高を示す点①と点②の加速度比をみると、 H_1/H_2 が小さい程、点②に対する点①の加速度値が大きくなっていることがわかる。図-7は、 α/β の比による3点での応答加速度の分布を、図-8は応答加速度比の分布を示したものである。この図から、点①の H_1/H_2 の比が0.6の場合を除くと、 α/β の比による加速度値の変動はあまり顕著ではないことがわかる。また、点③は H_1/H_2 の比によらず α/β がかわっても、ほぼ一定で同程度の加速度値を示している。また、図-8をみると①/③の比率は α/β 比が大きくなる程、大きくなる傾向にある。

4. まとめ

本文では、9ケースの複合斜面モデルを作成し、二次元FEM動的応答解析を行い、傾斜地盤の地震動特性について検討した。その結果、山頂付近で急激に加速度が増幅すること、低い山体の方が増幅が大きいこと、傾斜角が大きい程増幅が大きいこと等がわかった。今後、解析条件を変えたケースや、変位及びSI等にも着目し、またダム基礎掘削線等を考慮した解析を行い、今回の結果と比較し、複合斜面の地震動特性を明らかにするつもりである。

参考文献

- 1) 吉見等：斜面の動的応答特性に関する模型振動実験、第21回地震工学研究発表会講演概要、平成3年7月

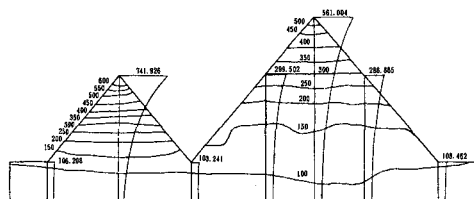


図-3 最大加速度分布図(CASE1)

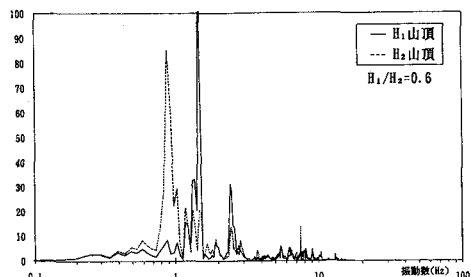


図-4 山頂におけるフーリエスペクトル(CASE1)

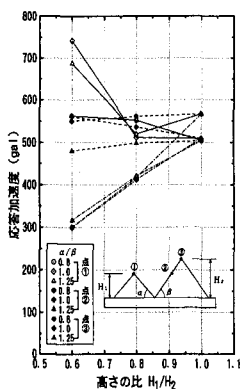


図-5 H_1/H_2 による
応答加速度の分布

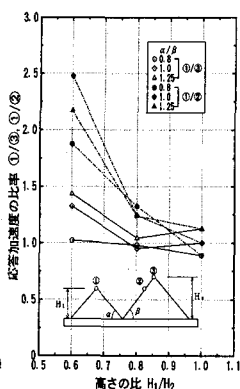


図-6 H_1/H_2 による
応答加速度比の分布

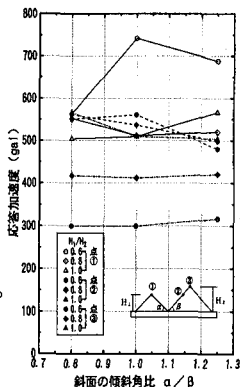


図-7 α/β による
応答加速度の分布

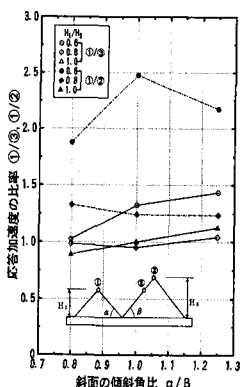


図-8 α/β による
応答加速度比の分布