

### Ⅲ—22

#### 不整形地盤の地震応答特性について

東北大学工学部 学生員 ○大井 高志

東北大学工学部 正会員 柳沢 栄司

##### 1. はじめに

地震時における特異地盤の地震時挙動について、簡単な3種類の3次元有限要素モデルを用いて、その基本的な応答性状の比較を行なうことを試みた。また、入力地震波には、短周期成分の卓越する直下型地震と、長周期成分の卓越する地震の、2種類の記録を用い、入力地震波の違いによる応答性状の差異についても検討をおこなった。

##### 2. 解析手法

解析は3次元有限要素により行ない、土の非線形性は等価線形の仮定により近似することとした。また応答解析は、20次までのモードを用いたモード重ね合わせ法によって行なった。

解析モデルは盆地状に軟弱地盤が堆積した形を考え、軟弱地盤の厚さの異なる3種類のモデルとした。境界条件は、簡単のため側方および底面の全変位を拘束した。今回用いた解析モデルを図-1に示す。

地盤は8×8個の立方体を3層に重ねた形を考え、その立方体を6個の四面体要素に分割した。解析に用いた材料定数は、地盤の区別を明瞭にするために意識的に変化を与え、表-1に示す通りとした。

解析に用いる入力地震波は、1987年日本海中部地震の秋田港における記録と、1988年1月長沼ダムの基盤で観測された記録で、いずれも3方向入力とした。なお、日本海中部地震の最大入力加速度はX方向190.09gal、Y方向205.45gal、Z方向40.53galで、長沼ダムはX方向171.0gal、Y方向98.0gal、Z方向60.0galである。

##### 3. 解析結果

各節点における最大加速度応答を表-2に示す。これによれば、長周期成分の卓越する日本海中部地震に対しては、各接点とも、水平方向垂直方向ともに加速度の増幅が顕著に見られる。また、各モデルごとに見ると、CASE1が最も大きく、次いでCASE2、CASE3の順になっている。CASE1についてみると、節点番号19、20、21、22のX軸に平行な谷に沿うラインでX方向加速度が、19、26、32、36のY軸に平行な谷に沿うラインでY方向加速度が大きく増幅している。またCASE2についても、同じような傾向が見うけられる。CASE3について、このような傾向がみられないのは、谷の部分が短いためであると考えられる。垂直方向の応答については、CASE1、CASE2の増幅が、CASE3の場合に比べてより顕著に見られ、軟弱地盤表面の端部において最も大きい増幅が見られる。

短周期成分の卓越する長沼ダムの地震については、水平方向は全般に応答加速度は入力地震波より小さくなっている。垂直方向の応答については、軟弱地盤表面の中央部よりも、むしろ軟弱地盤表面の端部において、加速度は増幅している。CASE1の節点番号19について、2つの地震に対する時刻歴応答（X方向）を図-2に示す。

##### 4. あとがき

今回の解析で得られたことを下に示す。

- 1) 軟弱地盤の応答性状が、谷の形状の違いによって左右されることがわかった。
- 2) 地震の卓越周期が短いと、軟弱地盤内で水平方向加速度が減衰され、垂直方向加速度は場所により多少の増幅がみられる。
- 3) これらの結果が既往の研究と一致することから、3次元有限要素法による等価線形解析の手法が妥当であると考えられる。

今後、実際に則した研究をする場合には適切な境界条件を用いて要素数を増やして解析を行なわなければならない。

図-1 解析モデル

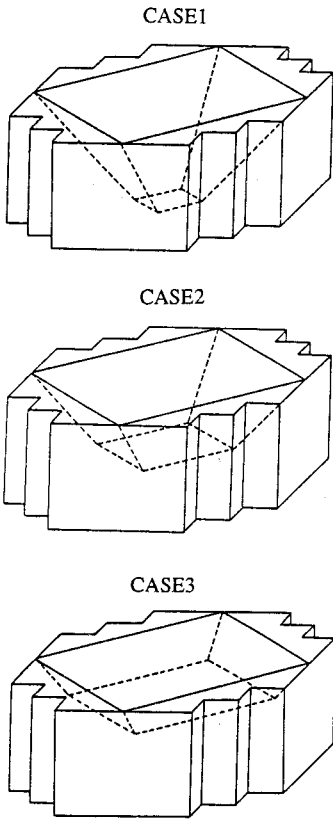
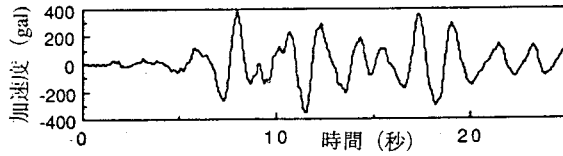


図-2 日本海中部 節点19 X方向加速度



長沼ダム 節点19 X方向加速度

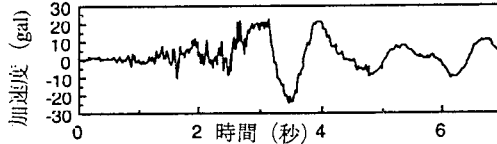


表-2 最大加速度応答

長沼ダム

CASE1	19	24.1	25.2	35.3
	20	67.7	24.5	39.2
	21	44.3	43.5	112.6
	22	70.3	63.9	94.5
	26	58.7	48.7	67.9
	32	89.4	32.2	50.8
	36	160.5	20.6	80.6

日本海中部地震

	節点	X(gal)	Y(gal)	Z(gal)
CASE1	19	374.9	312.6	122.0
	20	536.2	283.1	130.6
	21	378.0	249.7	232.0
	22	216.4	183.2	154.6
	26	290.2	312.4	214.7
	32	134.1	247.1	143.6
	36	184.2	252.6	216.2
CASE2	19	392.0	314.4	140.4
	20	574.5	300.4	175.7
	21	303.8	306.1	170.9
	22	155.9	166.5	101.6
	26	306.6	295.0	153.0
	32	151.2	260.3	110.5
	36	186.4	303.6	233.5
CASE3	19	332.8	215.1	119.7
	20	297.7	290.8	93.5
	21	244.9	320.8	78.2
	22	163.7	170.0	63.8
	26	368.2	231.4	64.5
	32	307.3	378.1	120.6
	36	189.1	373.4	169.0

接点番号表 (モデル表面)

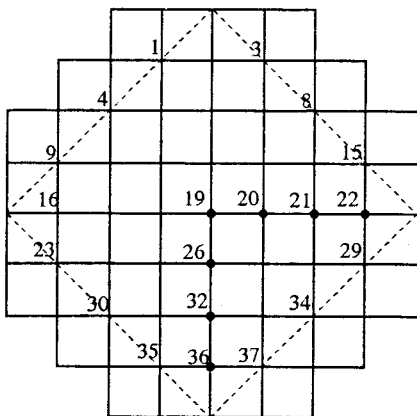


表-1 材料定数

材料	地盤 1	地盤 2
密度 (t/m <sup>3</sup> )	1.8	1.9
弾性定数 (kg/c m <sup>3</sup> )	600.0	14000.0
ポアソン比	0.48	0.45
粘着力 (t/m <sup>2</sup> )	2.0	1.0
内部摩擦角 (°)	10.0	30.0

参考文献

柳沢栄司 「ロマプリータ地震震害調査報告」 土木学会論文集  
第424号 P19~51 (1989)