

1. はしがき

地盤上に構築された土構造物の振動性状は、その構造物が基礎を占めている地盤の振動的性質の影響を強く受ける。このことは過去の大地震に際して生じた被害の実例を見ても明らかである。このような土構造物の地震時応答特性に及ぼす基礎地盤の影響を明らかにするために、岡本等のダム体と三角形のセメントクサビと仮定して、基礎地盤上で鉛直下方向に進入してくるセメント波に対する応答を求めた。基礎の上には比較的硬化的な進入地表面層が堆積している場合には、この地表面層の性質がダム体の振動性状に大きく影響する。ここでは、土構造物の振動性状に及ぼす地表面層の影響を明らかにするために、地表面層の固有振動および堤体の固有振動の層厚による変化を求めてみた。

2. 地表面層上の堤体の振動

二層地盤上の三角形堤体の振動については、既に解析的解を求めたことあり、この結果、すのこ上から地盤圧力の振動を示す項と堤体の振動を示す項とが結合された形で応答の解が求まることは既に報告した通りである。この結果は、堤体の影響を無視すればいづれも二層地盤の応答に帰着し、また、地表面層の厚さを h とすれば、岡本等の求めた基礎上の堤体の振動に近づくことが知られている。この理論解に基づいて、堤高 8m の盛土の厚さ 16m の軟弱な地表面層の上に構築された場合を考えた。基礎層の密度を ρ_1 、セメント波速度を V_1 、としてそれぞれ 2.0 t/m^3 、 1000 m/sec と仮定する。また、地表面層の ρ_2 、 V_2 をそれぞれ 1.6 t/m^3 、 500 m/sec とし、堤体材料の ρ_3 、 V_3 をそれぞれ 1.8 t/m^3 、 600 m/sec と仮定して計算を行った。図-1 は堤体の減衰率を 5% とし、右側の厚さ h の地盤での応答曲線を示したものである。すなわち、堤頂における振動 A_c と堤体底面での入射波および反射波の合成振動 U_0 との比率は図中破線で示した如く 1 次固有振動数 9.2 Hz 付近で最も大きくなる。これは対し、堤体が存在しない場合の地表面層の応答は図中の実線を示したように 1 次固有振動数が 4.6 Hz 、2 次振動数が 13.8 Hz 付近でピークとなることが知られる。しかし、堤体と地表面層が構成する連成系においては、固有振動数はこれらの値の単なる重ね合わせにはならず、全く別な固有値を有することになる。図中、一実線線を示す如く入力波の振動 A_1 に対する堤頂での振動 A_c の比率は 2.7 Hz 、 9.2 Hz 、 14.8 Hz でピークが現われる。 9.2 Hz は堤体の固有振動の影響と考えられるが、その他は連成系の新しい固有振動と考えられる。

図-2 は、同じく堤高 8m の堤体が、層厚 8m 、 16m 、 32m の表層地盤上にある場合の応答曲線を示したものである。堤体自体の固有振動数は図中の矢印を示し、堤体が存在しない場合の地盤の固有振動数は図の下部に記号で示してある。すなわち層厚 8m の場合 9.4 Hz 、 16m の場合 4.7 Hz 、 14.1 Hz 、

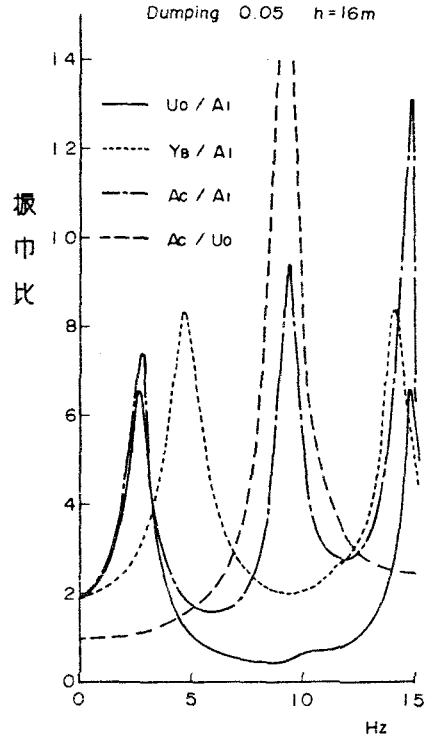


図-1 堤体と地盤の応答曲線

32mの場合には 2.4 Hz, 7.0 Hz, 11.7 Hz である。例え
ば層厚が 8m の場合は単純に下すべく、地盤の固有振動数が
9.4 Hz と一体のそれとほとんど同じであるにもかかわらず、振中比
 A_c/A_1 はこの周振数附近ではむしろ最低の応答倍率であり、4.0
Hz 付近が 13.8 Hz 附近で大きな倍率を示している。また、層厚
32m の場合にはついでと、地盤における振中比は 1.7, 5.4,
9.4, 13.2 Hz どれもピークを有し、地盤の固有振動数の
ところでは必ずしも応答倍率が大きいとは言えない。このよ
うな現象は、地盤が一体のよう層附加質量を得ることによって
1次固有周期が長い入すれたものと考えよとうである。

図-3 は一体および地盤の連成系の固有振動数が地表面の厚さ
の変化によつてどのような影響を受けたかを調べたものである。
ただし、固有振動数としてはピークの順番に従って小さい
方から定めた。図から明らかなように固有振動数は1次2次
ともに層厚が大きくなると指数状に小さくなり、地表面の
厚さの影響を受けることが明瞭に見える。 h/H が 0 の場合、
9.4 Hz であることが知られ、地表面の影響がかなり大きいこ
とが想像できる。一、一体と地盤の連成系の固有
振動数と地盤のみの固有振動数の比率を調べてみると
図-4 に示すような結果が得られる。地表面の厚さが
厚ければ厚いほどこの値は1に近づく。すなわち
 h/H が 10 を越えるような際、地表面のところでは、
連成系の固有振動数は地盤の固有振動数とほぼ等しく
1割程度の誤差範囲に入ることが知られる。 h/H が
4 以下のところではこの両者の値の差がかなり大きい
ので、連成系として考える必要がある。 h/H が非常に
小さい場合には地表面の影響は無視できず、はた一体
だけの振動と考えるべきである。

3. おまけ

以上、簡単な計算例から、土構造物の振動に及ぼす
地盤の影響について考察したが、この傾向は地表面の
性質によつて大きく影響を受けるので更に検討する必要がある。

- 参考文献 1) 岡本 義三 耐震工学、オーム社
2) 柳沢 栄司 「土構造物の振動に及ぼす地盤振動の影
響」 第11回土壌工学研究発表会 (1976)
3) 柳沢 栄司 「軟弱地盤上の土構造物の応答特性」
第14回地震工学研究発表会 (1976)

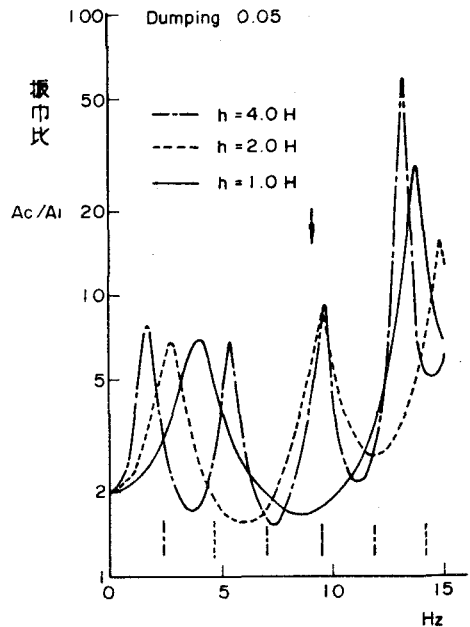


図-2 表層地盤の層厚と応答曲線

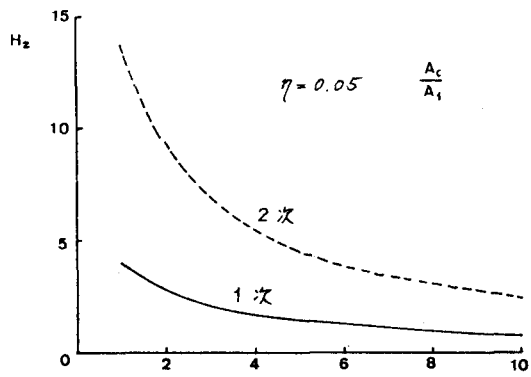


図-3 連成系の固有振動数と層厚 h/H

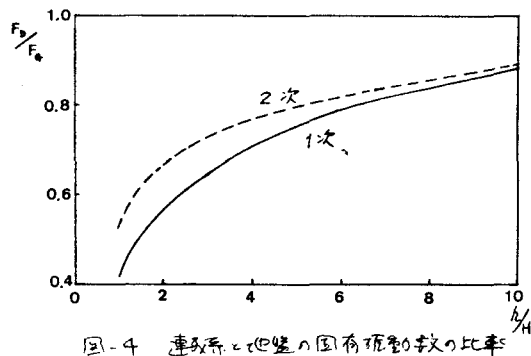


図-4 連成系と地盤の固有振動数の比率