

I-51 上部工の動特性に及ぼす異種基礎の効果

宮崎大学工学部 正員 ○ 赤木正見
同 上 正員 堤 一
同 上 正員 原田隆典

1. まえがき

異なる基礎工をもつ類似した構造物の動特性を調べる機会が与えられたため、上部工の動特性が基礎工によってどのように変わるか、また、基礎工の特徴とはどのようなものであろうかという点に着目し、若干の検討を行なった。これらの構造物とは、図示されているように、ディンダー工法により張出しが完了したT型のものである。これらの上部工は顕著な動特性をもつため、下部工の特性が表われにくく、いろいろな仮定に基づく解析によりちがうを得ない点が多かったが、3種の基礎の特性について吟味を試みた。

2. 直接基礎

図-1に示されるよう、砂岩・泥岩の互層上に直接基礎をもつものの起振試験の結果、1次振動数1.21Hzが観測された(表-1)。このモードは橋脚の曲げによる桁の回転が主なものとなっているが、地盤弾性によるものも含んでいる。しかし、基礎を固定したときの上部工の振動数は、変点系計算によれば、1.31Hzであり、地盤弾性の影響はきわめて小さいことがわかる。

この状態では、地震による橋脚の転倒が懸念されている。ここに、最悪の状態として、前出の振動数は基礎のロックアップの固有振動数とも一致すると仮定し、この地盤を弾塑性体とみなして解析を行なった。(A):ステップ波、(B):共振波、(C):エルセントロ波[(C)は(C)の時間軸を延ばしたもの]の3種の外力を与えて、応答を調べた。共振波とは、等価線形系を考えたときの共振振動数をもつ正弦波を3波与える方法という。この結果、図-2にみられるよう、等価線形系の場合が、非線形系の場合よりきわめて早く応答振幅が成長し、転倒しやすい。非線形系の場合は、(A)、(B)、(C)の順に倒れにくくなることわかった。図中の一点鎖線は基礎底面で考えた20本のばねのうち塑性化したものの割合(%)〔倒れやすさ〕を示す。

3. ケーソン基礎

図-3に示されるよう、途中に砂レキ層も含むが、全体的にシルトや粘土の軟弱層で支持されたケーソン上の上部工でも、1.14Hzが得られた。上部工のみの振動数は1.50Hzであり、ケーソンによって0.4Hzほど低下したことがわかる。この値は直接基礎の場合に比べて大きい。ケーソンの特性は、これを支持する地盤のばねに依存

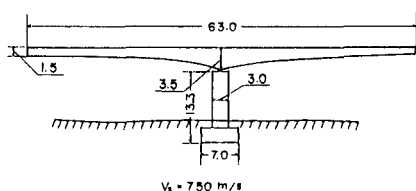


図-1 直接基礎の例

表-1 1次の固有振動数と減衰

	計算値	実験値	
	上部工 1次(Hz)	上下部工 1次(Hz)	1次減衰 (%)
直接 基礎	1.40	1.21	1.5
ケーソン 基礎	1.50	1.14	1.6
杭基礎	1.44	1.18	2.1

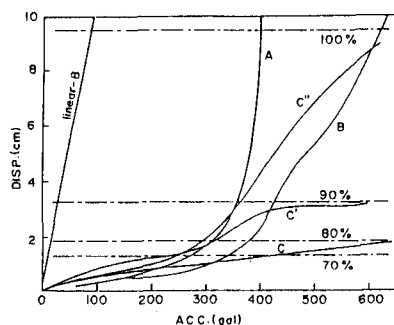


図-2 直接基礎の塑性化を想定したときの倒れやすさ

するため、地盤係数・弾性波速度・N値について検討した。

道路橋の慣用設計法では、N値からばねを求めており、着者の1人による提案法では、弾性波速度を用いているため、各法により、実験結果を説明し得るN値と弾性波速度を算出し、表-2に示す。この結果、弾性波速度は計算値と実測値がよく合うが、N値はかなり異なったものとなることがわかる。地盤ばねとして比較すれば、慣用法によるものは、提案法によるものの $1/2 \sim 1/3$ となっている。

このことは、起震実験のような微小振動に対しては提案法でよいが、大地震に対しては、地盤弾性がかなり低下した場合を想定した慣用設計法による方が妥当と考えられる。

このケーソンの固有振動数は $3 \sim 4$ Hzにあるため、上部工が剛になってくると、ケーソンの特性との結合は大きくはなるであろう。

4. 杭基礎

図-4は、せん断波速度 $100 \sim 200$ m/sec程度の表層に打たれた杭基礎をもつものを示している。この振動数は 1.18 Hzであった。この上部工の振動数は 1.44 Hzと推定されるため、杭基礎により、約 0.2 Hz低下したものと考えられる。この基礎も $3 \sim 4$ Hzの振動数をもっているため、ケーソンに近い特性を示すものと考えられる。

実験結果を説明できる、フーチングに対する水平と回転のばねを求め、これを杭によるものと地盤によるものとに分解したものが表-3に示されている。これによると、回転ばねの大部分は杭が受持つており、水平ばねは、地盤によるものの方が大きいことがわかった。

一般の杭基礎では、このような分担機構をもつものが多いものと考えられる。

表-1中の減衰は、1次振動すなわち上部工の特性に支配されたものであるため、いずれの基礎の場合にも大差なく、小さかった。

5. まとめ

- (1) 微小振動の範囲内で、この種の小さい振動数をもつ構造物に対しては、3種の基礎の固有振動数が大きいので、これらの動特性の初果は、巨視的には変らない。
- (2) 軟岩ではあっても、着岩したマツトがもつとも大きい剛性をもつ。激震時の転倒に対しては、岩盤の塑性化を想定すると、線形で考えた場合より、有利になる。
- (3) 激震により表層地盤の物性が低下すると、全体の回転中心も下り、振動機構も異なってくる。この解明のためには、地盤のみならず、地盤と構造物との間の力の授受を考慮した、物性と応答の相互作用を研究しなければならない。
- (4) 杭基礎の回転ばねは杭が受持つが、水平ばねは地盤で支えるため、(3)の状態を想定すると、さん橋状構造の解明が必要となるが、このためにも、上記相互作用の研究が必要である。

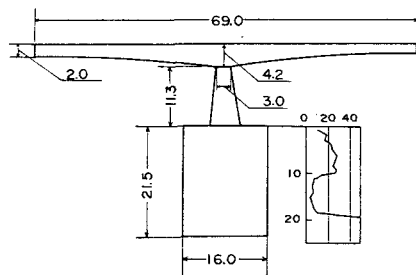


図-3 ケーソン基礎の例

表-2 N値と弾性波速度との対比

	実測値	慣用設計法	提案法
直接基礎	N=80 $V_p=750$ m/s	N=260	$V_p=750$ m/s
ケーソン 表層	N=25 $V_p=300$ m/s	N=65	$V_p=300$ m/s
底面基礎	N=80 $V_p=750$ m/s	N=80	$V_p=750$ m/s

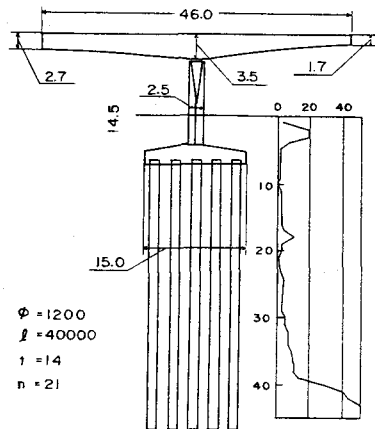


図-4 杭基礎の例

表-3 ばね定数の成分

	回 転		水 平	
	ばね定数 (t.m) ($\times 10^7$)	地盤係数 (kg/cm)	ばね定数 (t.m) ($\times 10^7$)	地盤係数 (kg/cm)
総合	6.0	14.2	1.4	0.62
フー チング	0.21- 0.41	0.5-1.0	1.1- 1.3	0.50- 0.59
杭	5.8- 5.6	13.2- 13.7	0.1- 0.3	0.03- 0.12