

九州大学 学生員 成島 勝
九州大学 正会員 園田 敏矢
九州大学 正会員 鳥野 清
九州大学 正会員 小坪 清真

1. まえがき

近來、大規模な構造物の基礎としてケーソン基礎、多柱基礎等が採用されてきたが、ケーソン基礎の場合、地盤が軟弱で支持層が深いと施工が困難であり、多柱基礎の場合、剛性が小さいという不利な点がある。そこで、これらの問題を解決する基礎として近年施工例が増えているのが鋼管矢板井筒基礎である。この基礎はケーソン基礎と多柱基礎との中間的な構造特性をもつと言われるが、その動特性については未解明の点が多い。特に多径間連続橋においては、橋脚の剛性が橋梁の応答に及ぼす影響が大きいので、その剛性を正しく見積もることが重要である。本研究は、佐賀県の筑後川支流の早津江川河口に架設中である川副大橋（5径間連続鋼床版桁橋で橋長58.6+3@80.0+52.9=351.5m）の橋脚（鋼管矢板井筒基礎）の常時微動測定を行ない、この結果を踏まえて理論解析を行ない、この種の基礎の動特性を検討したものである。

2. 地質と橋脚の概要

図-1に地質と橋脚の概要図を示す。

有明海沿岸域には極めて軟弱な有明粘土が厚く堆積しており、支持層がかなり深い所にある。橋脚付近の構成各層は、ほぼ一様な厚さに堆積しているが、深さ30m位までのN値は0~20と小さい。

基礎は外径1000mm、厚さ12mmの鋼管矢板を半径5.176mの円周上に26本打ち込み、井筒部の鋼管矢板はセメントモルタルの注入によりグラウトされたパイプ状継手によって連結されており、脚部の鋼管矢板は井筒部の矢板を1本おきに支持層まで致達させている。

3. 常時微動測定とその結果

橋脚天端（河流水平方向、河流直角

水平方向）と川岸の軟弱地盤上にピックアップとして、固有振動数0.3Hz、感度2 Volt/kine、周波数特性0.5Hz以上平坦の速度型電磁式地震計を設置し、この出力を直流増幅器で増幅してデータレコーダに記録した。得られたデータをAD変換し、FFTを用いてパワースペクトルを求めた。図-2の(a)に橋脚天端河流水平方向、図-2の(b)に橋脚天端河流直角水平方向のパワースペクトルを示す。

橋脚の剛性は、河流水平方向に比べ河流直角水平方向の方が小さいため、固有振動数は前者で2.93Hz、後者で3.05Hzで、前者の方が多少小さくなっている。この橋脚の1次の固有振動数は3.0Hz近傍にあると考えるとよいのではないだろうか。ただ、潮の干満の差が大きいので水の付着質量の影響で固有振動数が多少変化

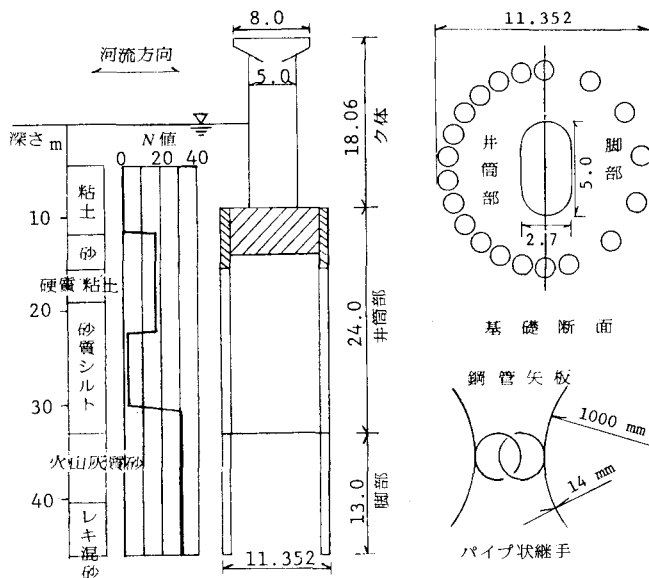


図-1 地質と橋脚の概要図 (単位 m)

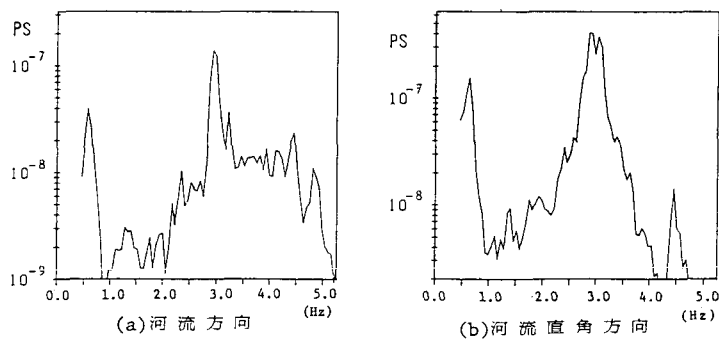


図-2 橋脚天端水平方向パワースペクトル

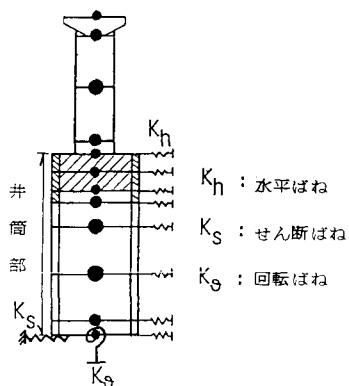


図-3 橋脚のモデル化

すると思われる。0.6 Hz 近傍のピークは地盤の固有振動数と思われる。

4. 理論解析

図-1 に示した橋脚および基礎部分を構造特性および地盤特性を考慮して、図-3 に示すように 12 質点のはり要素にモデル化した。このモデル化に際して、脚部の鋼管杭は井筒下端に作用するばねに置換した。

脚頭部の水平および回転のばね定数は図-4 の (a) に示すように脚部を構成する下端固定の 1 本の鋼管杭に単位水平力および単位モーメントを作用させ、鉛直方向ばね定数については、図-4 の (b) に示すように単位鉛直力を作用させて求めた。また、上記ばね定数については、群杭効果を計算した上ではばね定数の低減を図った。水平ばね定数の群杭効果 α は 0.57 となった。

次に、図-4 の (c) に示すように、これら脚部の杭頭における復元力 (M_0 、 H_0 、 V_0) と井筒部の杭のない部分の底面に働く鉛直地盤反力 V_1 、水平地盤反力 H_1 とを用いて井筒下部全面の水平せん断ばね定数 K_s と回転ばね定数 K_θ を算定した。

図-5 の (a) は井筒部周辺の地盤変形係数を用いて求めた水平方向地盤反力係数 K_H を示したもので、図-5 の (b) はその K_H を用いて求めた橋脚の 1 次から 3 次までの変位モードを示したものである。図-5 の (a) に示した水平方向地盤反力係数 K_H を用いた場合をケース 1 とし、つぎにそれを 1.5 倍した場合をケース 2 とし、表-1 に 1 次から 3 次までの固有振動数を示す。1 次の固有振動数はケース 1 で 2.47 Hz、ケース 2 で 2.99 Hz と得られ、ケース 2 のほうが実験値に近い値となった。ケース 2 の変位モードは図-5 の (a) に示したケース 1 の変位モードとほとんど変わらないことがわかった。

今後の課題として、この種の基礎の動特性に大きく影響を及ぼす地盤反力係数を正しく見積もり、橋脚剛性の適確な推定が必要である。

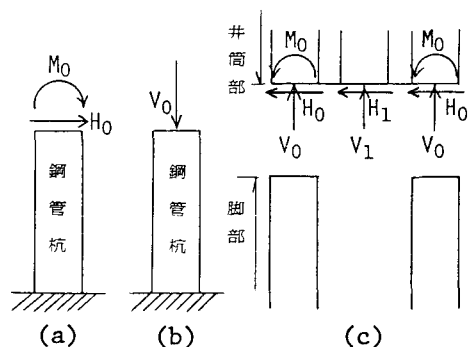


図-4

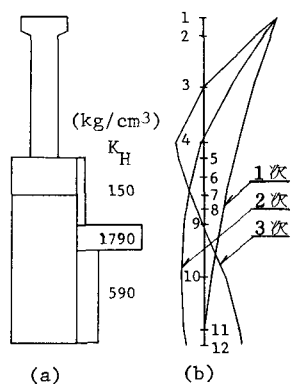


図-5

ケース	水平方向地盤反力係数	次数	固有振動数 (Hz)
1	K_H	1	2.47
		2	6.72
		3	11.52
2	$1.5K_H$	1	2.99
		2	7.62
		3	12.12

表-1