

I-25 大径鋼管を用いた橋脚の振動について

滋賀県 正員 三露嘉郎
八幡製鉄 正員 ○石川二郎
間 組 正員 藤田圭一
〃 正員 山口靖紀

1. 概要

琵琶湖大橋の橋脚には我国で初めて大規模に大径の鋼管が用いられた。直径12m、長さ30m~40mに達する大径鋼管を打ち込み、基礎杭とすると同時に上まで立て上げて橋脚とした新しいタイプの橋梁下部構造である。(図-1)このように大きな杭の鉛直支持力、横臥杭に関して従来の理論、設計法が適用できるか疑問であり、また、撓み易い下部構造の地盤に対する安定性が問題である。これを検討するための第一段階の作業として建設現場に於いて一連の試験、即ち

(i) 単杭について鉛直載荷および水平載荷試験(静的・動的)

(ii) 完成後(上部構造も完成)の橋脚について水平載荷試験(静的・動的)

を行つた。ここでは、これ等の試験の中の動的水平載荷試験(振動試験)の結果について報告する。

2. 試験目的

今回の試験では次の2つを目的とした。

(i) 単杭、完成後の両者について固有周期、減衰常数等を求める

(ii) 静的水平試験の結果から固有周期を推定する方法を検討する

3. 強制振動試験

3-1 試験方法および結果

(i) 単杭の場合

試験杭は P_0 の径12mの鋼管である。この同じ杭で静的水平載荷試験も行つた。頭部自由で杭頭にコンクリートの版をつくりその上に起振機をアンカーした。(図-2) 共振曲線は図-3に示す。共振曲線より固有周期は約1.0秒/cycleである。

(ii) 完成後の場合

図-4のように起振機、加速度計、変位計を配置した。 HD_1 による変位の共振曲線は図-5に示す。共振曲線より固有周期は1次が0.83秒/cycle、2次が0.42秒/cycleである。なお、振動試験中に明瞭に変位が認められた範囲は $P_0 \sim P_{10}$ 、 $P_0 \sim P_{11}$ 、 $P_{11} \sim P_{12}$ 、 $P_{12} \sim P_{13}$ の1スパンであつた。

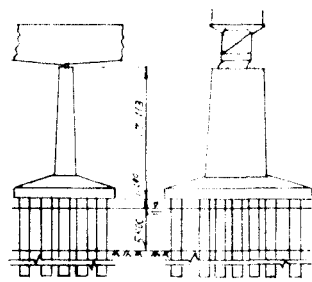


図-1

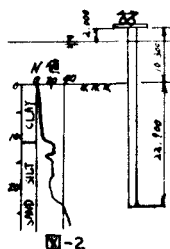


図-2

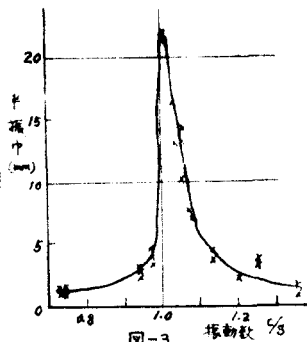


図-3

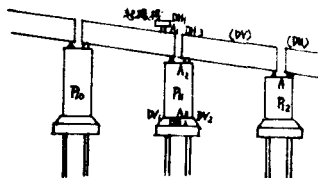


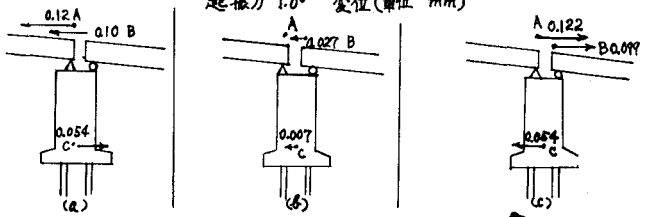
図-4

3-2 結果に対する考察

単杭よりも完成後の方が固有周期が幾分短い。単純に考えれば、固有周期はバネ常数が大きい程短く、質量が大きい程長くなる。杭1本当りの頭部質量は完成後の方が大きい。しかし単杭が頭部自由であるのに対して図-1に示すように完成後は頭部固定とみなせるし、鋼管内には鉄筋コンクリートの中詰を施してある。このようなわけで結局完成後の方が短くなる要素の影響の方が幾分大きかつたと思われる。

共振倍率は共振曲線によれば約15倍~20倍(単杭、完成後共に)である。橋脚の振動は1質点の振動とは異なるが1質点の線形振動の式より共振倍率を用いて減衰常数を求めると0.025~0.035を得る。

2次の固有周期付近に於ける P_{11} の各部の変位、加速度を図示すると図-6ようになる。これから2次の共振付近では2次の振動モードが卓越していることがわかる。

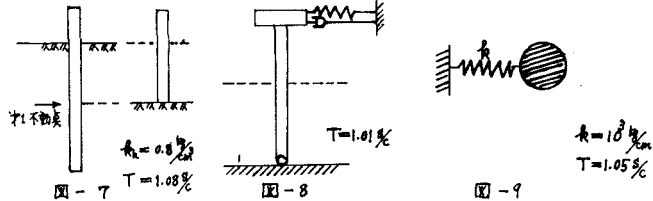


注；上図の(a)、(b)、(c)はA点が右の曲線の(a)、(b)、(c)にあるときの状態である。

4 固有周期の推定

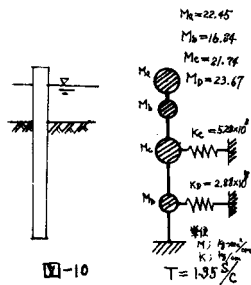
(イ) 単杭の場合

第1不動点で固定された片持ばり(図-7)、倒立剛体振子(図-8)、バネで支えられた1質点(図-9)、多質点(図-10)等の種々の振動系に置き代えてN値や静的試験結果から計算に必要な数値(バネ常数)を求め固有周期を算定した。結果は各図に記してある。



(ロ) 完成後の場合

静的荷重試験の際に明瞭に変位が認められた範囲を把え、その区間を質量とする1質点の振動系に置き代えて固有周期を計算する予定であつたが、今回はその範囲を把えることに失敗した。それゆえ、主旨には反するが、振動試験中に明瞭に変位が認められた4スパンの質量および静的試験によつて得られたバネ常数を用いて固有周期を求めた。結果は $T = 0.92\%$ である。



5 結 び

以上から単杭の場合、かなり簡単な系に置き代えても実用上はさしつかえない程度に固有周期は推定できることがわかる。完成後の場合も、静的試験によつて振動に關与する質量が把握できればかなりの精度で推定できそうである。これは、単杭の場合も完成後も鋼管杭の質量にくらべて上部構造の質量(単杭の場合は頭部質量)が極端に大きいためであると思われる。