

III-B9 損傷杭の載荷試験

阪神高速道路公団 正会員 安田 扶律
同 上 正会員 幸左 賢二

1. はじめに

兵庫県南部地震による阪神高速道路3号神戸線の橋脚基礎の損傷は、橋脚や上部工に比べてはるかに軽微であり、ボアホールテレビによる調査でも微細なクラックが確認できる程度であった。

しかし、破壊に至った橋脚もあることから、基礎にも橋脚終局震度以上の荷重が作用したとも考えられ、補修の要否を判定するためには、杭の損傷度や地盤の支持力を十分確認する必要がある。このため、3号神戸線の調査結果から損傷度の最も高かった基礎杭を対象に鉛直載荷試験、水平載荷試験、曲げ載荷試験を実施した。ここでは、これらの試験結果について報告する。

2. 試験杭および試験方法

試験に用いた杭は、場所打ちコンクリートベノト杭で、杭径1000mm、杭長はフーチング下面から8.75mである。

杭の損傷状況はおおむね図-1に示すとおりであり、杭頭部付近に巾2mm程度のひびわれがみられるが、コンクリートの圧壊や鉄筋の座屈は生じていなかった。

鉛直載荷試験および水平載荷試験においては、フーチング下面から50cmの位置で杭を切断して試験杭とした。鉛直載荷装置はフーチングを利用した反力式とし、油圧ジャッキ（100tf）5基をフーチングと試験杭の間に設置して図-2に示す位置で載荷した。載荷方法は多サイクル方式にて行った。水平載荷装置は試験杭に隣接した2本の杭を反力体とし、これらの杭間に渡したH鋼と試験杭の間に油圧ジャッキ（100tf）を設置し、杭鉄筋の許容応力度レベルの45tfまで、一方向多サイクル方式にて図-3の位置で載荷した。

曲げ載荷試験は、フーチング下面から2.8mの位置

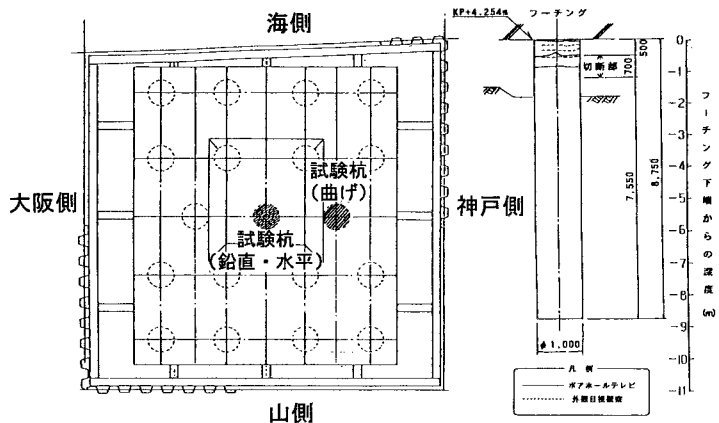


図-1 試験杭

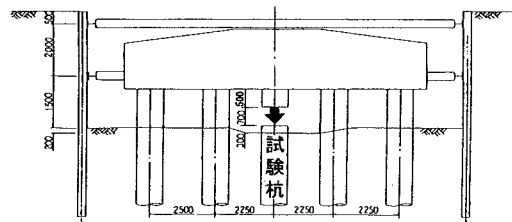


図-2 鉛直載荷試験装置

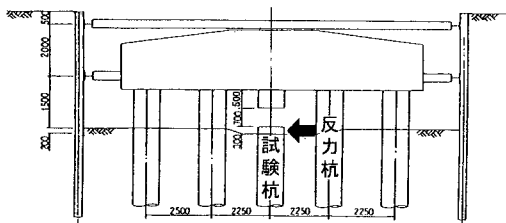


図-3 水平載荷試験装置

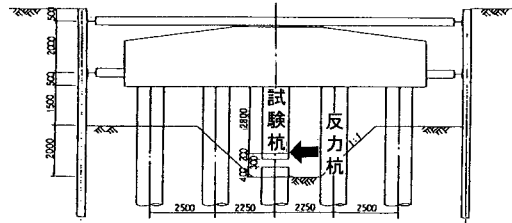


図-4 曲げ載荷試験装置

で杭を切断して試験杭とし、隣接した2本の杭を反力体として、その杭間に渡したH鋼と試験杭の間に油圧ジャッキ（50tf）を設置し、図-4に示すように杭頭部の降伏曲げモーメント計算値の60％に相当する25tfまで載荷した。載荷方法は一方向多サイクル方式とし、杭体の水平変位量、杭体曲率、載荷重などを測定した。

3. 試験結果

3-1 鉛直載荷試験

試験から得られた荷重～沈下量関係によれば、試験の最大載荷重（ $P_{max}=450\text{tf}$ ）においては第1限界荷重、第2限界荷重共に求められなかったことから、試験杭の極限支持力は450tf以上となり支持力推定式によって求められた値（ $R_u=436\text{tf}$ ）を上回る支持力を有していることが確認できた。

3-2 水平載荷試験

試験により得られた荷重～変位量曲線から水平方向地盤反力係数（ K_H ）を求めると $K_H=1.9\text{kgf/cm}^2$ となり、道路橋示方書に基づきN値から推定した $K_H=2.3\text{kgf/cm}^2$ とほぼ等しい値が得られた。

3-3 曲げ試験

図-5にモーメントと鉛直変位計から求めた杭頭部のモーメントと平均曲率の関係（ $M\sim\phi$ ）を示す。 $M\sim\phi$ 関係から得られる剛性は計算による降伏点剛性よりも低く、杭頭部の鉄筋は降伏域に達していることがわかる。

図-6に載荷点位置での荷重～変位関係を示す。載荷時では荷重～変位関係は線形を示し、完全除荷での残留変位もほとんどなく、終局状態の荷重履歴までは受けていないと考えられる。そこで、損傷杭の健全度を評価するために杭頭部1.5mの区間の剛性を図-7から求められる剛性に低下させて、荷重～変位曲線を求め、図-8に示す。図-8から、損傷杭では無損傷杭に比べて変位量がわずかに増加するが耐力はほとんど低下しないことがわかる。

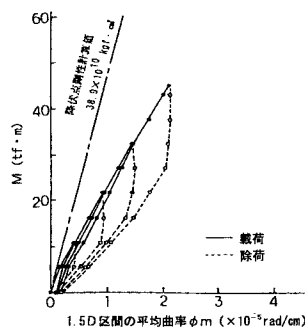


図-5 杭頭部のモーメント～平均曲率

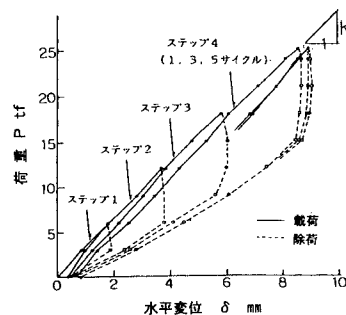


図-6 荷重～変位

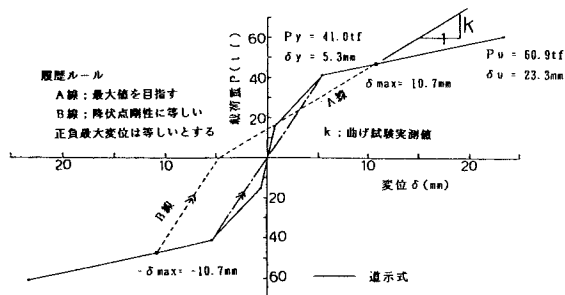


図-7 荷重～変形履歴(載荷点位置)

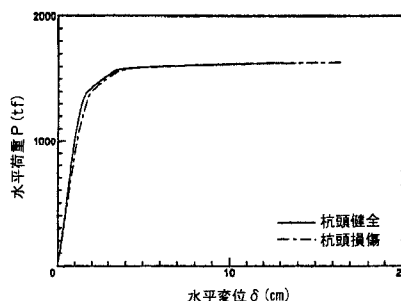


図-8 荷重～水平変位曲線

4. おわりに

損傷杭に対し鉛直載荷試験、水平載荷試験、曲げ載荷試験を実施した。その結果、推定式による極限支持力を上回る支持力を有し、水平方向地盤反力係数も計算値と同程度であることが確認できた。また、曲げ載荷試験から杭頭部の鉄筋は降伏しているものの耐力的には低下していないと推定される。