

復旧仕様による深礎基礎の耐力検討に関する一試算

株式会社 建設技術研究所 正員 松井 謙二
 株式会社 建設技術研究所 正員 坂田 隆博
 株式会社 建設技術研究所 正員 堀之内真一
 株式会社 建設技術研究所 正員 ○中川 清史

1.はじめに

「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様、およびその参考資料」(以下復旧仕様とする)によれば、杭基礎及びケーソン基礎は、それが支持する橋脚の保有水平耐力と同等以上の耐力を有するように設計しなければならない。また、これらの基礎の保有水平耐力照査法は復旧仕様で定められている。しかし、この復旧仕様には深礎基礎の保有水平耐力照査法については記載されておらず、現段階での深礎基礎の設計では、保有水平耐力の照査は行っておらず、0.2Gレベルの震度法でとどめているのが現状である。

深礎基礎の現行の設計法は、地盤反力度・断面力・変位については弾性地盤反力法、水平方向の安定照査は複合地盤反力法を適用している。深礎基礎は杭基礎とケーソン基礎の中間に位置づけられ、深礎基礎の保有水平耐力を照査するに当たっては、大地震時における杭体及び地盤の非線形挙動の取り扱い等という問題が考えられる。

本論文では深礎基礎の保有水平耐力照査を、復旧仕様による杭基礎の非線形性を考慮した照査法で試算し、その結果を考察するものである。

2.深礎基礎保有水平耐力照査での問題点

復旧仕様では、基礎の非線形挙動を考慮した保有水平耐力の照査法は杭基礎とケーソン基礎についてしか記載されていない。したがって、深礎基礎での保有水平耐力の照査を行う上で下記の項目について、杭基礎とケーソン基礎のどちらとして取り扱ったらよいのか等の問題点が考えられるが、深礎杭の現行の設計法では杭体は弾性体とみなしていることより、本研究では深礎基礎は杭基礎の1種と考え、下記の問題点についてはすべて杭基礎として取り扱うこととする。

(1)杭体の耐力照査レベル

杭基礎では降伏水平耐力と最大水平耐力の両者で照査しているが、ケーソン基礎では各部の応力度が降伏点以下であることを確認するとしている。本試算では、降伏水平耐力と最大水平耐力の両者で照査する。

(2)深礎杭側面の水平せん断抵抗の取り扱い

杭基礎では杭体と地盤の水平方向せん断抵抗を無視しているのに対し、ケーソン基礎では考慮している。本試算では、杭体と地盤の水平方向せん断抵抗は無視する。

(3)杭体の非線形性の考慮

杭基礎では杭本体の非線形性を考慮しているが、ケーソン基礎については特に明記されていない。本試算では、杭本体の非線形性は考慮する。

(4)支持地盤の弾性領域の確保の必要性

現行の深礎基礎の設計法では、複合地盤反力法により2.0m以上の弾性領域長を確保するようにしているが、大地震時における深礎基礎の保有水平耐力照査にもこの弾性領域長の確保が必要であるかという問題があるが、本試算では地盤の非線形挙動を考慮した弾塑性解析を行うので、弾性領域長の有無は無視した試算とした。

(5)水平変位量の照査の必要性

非線形性を考慮した照査では、杭基礎、ケーソン基礎の両者とも水平変位量の照査は行っていない。ただし、杭基礎の変位法での照査では行っている。本試算では地盤の非線形挙動を考慮した弾塑性解析を行うので、水平変位量の照査は行わないこととした。

(6)基礎前面の水平地盤反力度および水平方向地盤反力係数の上限値の設定

杭基礎及びケーソン基礎の両者とも、基礎前面の水平地盤反力度の上限値は、クーロンの受動土圧係数より求めることとしているが、現行の深礎基礎の設計法では、斜面傾斜角が土の内部摩擦角を越えるような急斜面を対象とする場合、クーロンの受動土圧係数は適用性に劣るとの考えにより、実験

的な観察よりすべり面を仮定し、基礎前面の水平地盤反力度をクーロン系の極限つり合い法より算定している。

また、現行の深礎基礎の設計法では、水平方向地盤反力係数が斜面の影響を受けることを考慮して、杭径と水平被りとの比の関数により水平方向地盤反力係数を低減させている。

そこで、本試算では水平地盤反力度をクーロン系の極限つり合い法より、水平方向地盤反力係数は杭径と水平被りとの比の関数により低減させて試算を行った。

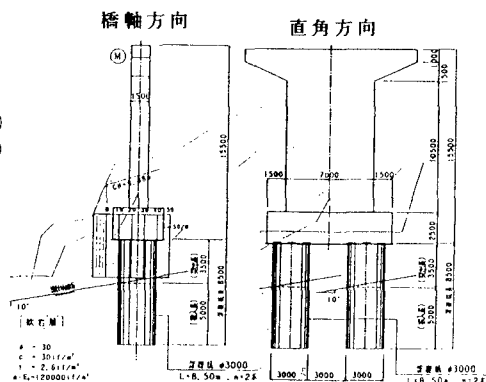
3. 橋脚モデル

本試算で使用する橋脚モデルは図－1に示すものとし、このモデルの橋軸方向について試算を行う。

モデルの諸元

- ・上部工形式 : 2径間連続鋼板桁橋
- ・上部工重量 : $W = 715.0 \text{ t}$
- ・橋脚の保有水平耐力 : $P_a = 163.6 \text{ t}$
- ・橋脚柱の配筋状況 : $A_s = D32 - 55 \text{ 本 (橋軸)}$
 $A_s = D22 - 6 \text{ 本 (直角)}$
- ・深礎杭の配筋状況 : $A_s = D25 - 72 \text{ 本}$
- ・支持地盤の粘着力 : $c = 30 \text{ t/m}^2$
- ・支持地盤の内部摩擦角 : $\phi = 30^\circ$
- ・支持地盤の変形係数 : $E_0 = 3000 \text{ kgf/cm}^2$
- ・支持地盤の傾斜角 : $\theta = 10^\circ$

なお、この橋脚モデルの深礎基礎は現行の設計法により設計されたものとする。その設計結果を表－1に示す。



図－1 橋脚モデル

4. 深礎基礎の非線形挙動を考慮した耐力および変形性能の照査

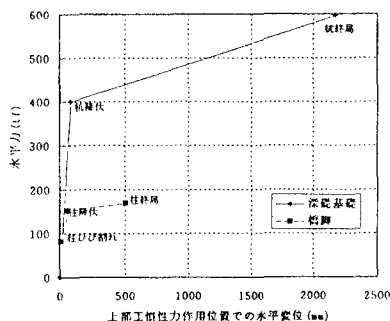
深礎基礎の非線形挙動を考慮した耐力および変形性能の照査は、杭基礎の非線形挙動を考慮した耐力および変形性能の照査用プログラムを使用して行った。なお、水平方向地盤反力係数および水平地盤反力度の上限値については支持地盤の傾斜を考慮し、杭基礎設計便覧の(6.2.10)式および(6.2.14)式により求めた。この試算結果(橋軸方向のみ)を図－2に示す。なお、この図－2は深礎杭2本分の耐力を示す。

表－1 深礎基礎の震度法による照査結果

	単位	設計値	許容値
鉛直地盤反力度	t/m ²	188.3	730
水平変位量	mm	5.6	30
コンクリート応力度	kgf/cm ²	105.5	108
鉄筋応力度	kgf/cm ²	2507.9	2700
弾性領域長	m	2.5	2.0

5. おわりに

この橋脚モデルについて深礎基礎の保有水平耐力の照査を行った結果、この深礎基礎は橋脚躯体の保有水平耐力をはるかに上回る耐力および変形性能を有していることがわかった。この理由として、深礎基礎は一般の杭基礎に比べ、基礎前面の地盤バネが小さいため、杭体自身で曲げに抵抗する傾向が強く、現行の設計法で設計されたものは、十分な曲げ性能を有しているためと考えられる。



図－2 深礎基礎の非線形挙動を考慮した照査結果

参考文献 兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様(日本道路協会)、道路橋示方書(日本道路協会)、杭基礎設計便覧(日本道路協会)、深礎杭の保有水平耐力検討(日本道路公団)、傾斜地と構造物(土質工学会)