

## 根入れ効果による水平力の低減について

—旧建設省基礎指針に関する補足的記述（その5）—

（一社）基礎構造研究会代表理事 杉村義広

指針では、根入れ効果によって水平力の低減があることを  $[\alpha = (1 - 0.2)\sqrt{H}/\sqrt[4]{D_f}]$  の式で表している。ここで、 $H$  は地上部分の高さ (m)、 $D_f$  は基礎の根入れ深さで 2m 以上の場合に適用できるとされる。 $\alpha$  は根入れ部の水平力分担率であり、結果として得られる値が 0.7 を超えない範囲で適用できるとされている。

この複雑な式がなぜ作られたかの詳細は拙論「地震力に対する建築物の基礎の設計指針—その背景と根拠—その1」（建築技術、No402、pp.135-142、1985.2）に示したのでそちらを参照いただきたいが、ここで簡単に説明を試みれば、正方形平面を持つ 3、6、10 階の建物が 1～4 階の地下室を持つものとし（この組み合わせは現実的でないのは承知の上であったが）、根入れ部の前面受働抵抗には平板の沈下問題に関する弾性論、側面摩擦抵抗には杭の摩擦抵抗と同様の考え方、杭の水平抵抗は弾性支承上の梁曲げ理論をそれぞれ適用して、それらの合力を求める方法を取ったのである。この種の検討では、学術的には少なくとも変位の適合条件を満足しなければならないが、それについてもここでは守れていないことは承知の上で、根入れ部の抵抗がどの程度の値になるか数値的に求めてみることに主眼を置いていたので計算を行ってみたのである。結果を  $H$  と  $D_f$  に対してどのような関係にあるかを両対数グラフ上でそれぞれ試行錯誤的に検討し、 $H$  に対しては 2 乗根に比例、 $D_f$  に対しては 4 乗根に逆比例の関数形を見いだして合成したものである。

かなりの無理があるのも承知でこの関係式を作り出さねばならなかった原因は、建築基準法施行令第 88 条の地下の震度  $[k \geq 0.1(1 - H/40)Z]$ （ここで  $Z$  は地域係数、 $H$  は地下の深さで 20m を超えるときは 20 とする）にある。この規定が追加されたために杭基礎で支持する建物の場合で、地下階があればその部分への水平力を 1 階柱脚での水平せん断力に加算する必要が生じるので、地下階がない場合よりも大きな外力に対して杭を設計しなければならないことになって矛盾ではないか、ということが大問題となったからである。一般には、根入れがあれば地震力の一部がそこから地盤へ流れてくれることが期待出来るので、地下室がない場合よりも杭への水平力は減ると考えられるのに、これではまるで逆ではないか、ということになったのである。

親委員会である建築基礎検討委員会では、“地下室 1 階あたり 2 割とか 3 割とかを低減する”という表現でもよいのではないかと意見も確かにあった。しかし、その表現では根拠もないので説得力に欠ける、それよりはなにがしかの根拠でもあった方がよいということになって作業部会でいろいろ工夫と議論を重ねた結果、ひねり出されたのが上記の関係式なのである。ただ、この関係式は以下のような点にも配慮して作り出されたという背景がある。対象は簡単な形状の建物とし、階数は 10 階少しを超える程度までとすること、したがって、それ

を大幅に超えるような例えば超高層建物の場合は、事実上根入れ効果はほとんど期待出来ないような関係となるようにしたことなどである。実際の建物の高さと根入れ深さを代入して計算してみれば、その点は了解して頂けるものと考えている。

この根入れ効果については、実務界よりは建築学会などで“液状化を起こす地盤では不適當であって使えない”との批判がなされている場面に何回か遭遇したことがある。これは指針の趣旨を誤解した議論である。というのも、指針では冒頭の「構造安全性」で次のように書いていることを見落としているからである。すなわち、“基礎は常に地盤と接している構造部分であることを勘案し、液状化、地すべり、地盤面の沈下等、地震時に地盤変動が生じるおそれのある場合には、これらについての安全性を別途に行い、かつ必要に応じて対策を講ずることとする”と書かれている部分である。「地盤変動」より「地盤変状」の方が適切であったかと思うが、指針は液状化に限らず地すべりなども含めて地盤変状を生じるようなケースは対象としていない（というより対象には出来ない）と断っているのであり、それらに対しては別途の対策を講じることを前提として考えているのである。地震時には（当然ながら1次設計レベルの地震であるが）いわば安定的に揺れている地盤を想定して検討することが全体を通して述べられているわけであり、したがってこの批判は的を射た議論ではないことになる。

以上の内容については拙論「杭基礎に基礎スラブの根入れ効果による水平力の低減、建築技術、p.122、2011.4」（後に建築技術発行の「規準の数値は『何でなの』を探る」、2015.11のp.070に「基礎スラブの水平力低減」として収録されている）にも同様のことを書いているので、併せて参照して頂ければ幸いである。