

固化改良地盤の鉛直支持力を考える

(一社) 基礎構造研究会代表理事 杉村義広

昨日の名古屋講習会でいくつかの質問が出たが、そのうち二つのことを2回に別けて考えてみたいと思う。今回はその第一として、固化改良地盤の鉛直支持力の考え方についての質問を採り上げる。改良体を杭のように考えるのではなく、通常の直接基礎の支持力〔言い換えれば地耐力〕として扱うことでよいか、その場合の注意点などを示して欲しいとの主旨である。筆者は、参考意見として「もし不安を感じるならば、通常の場合よりも安全率を少し多めに考えるなどの対応をしておくとういと思う」との、ごく一般的なコメントをしたのであるが、ここではそれに加えるべき内容を記述してみたいのである。

手抜き工事をしない限り、施工はしっかりと行われているとするのが基本であるので、造られた改良体は原地盤よりは確実に硬いものが出来ると考えて間違いはない。したがって、固化改良地盤は施工された改良体が軟弱地盤中でいわば杭のような形で建物を支持していると考えることが基本である。筆者が委員長を務めた委員会の成果をまとめた書〔日本建築センター：建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針―セメント系固化剤を用いた深層・浅層混合処理工法、1997、現在はその改定版が出版されている〕では、この考えに基づいた設計法を示している。すなわち、長期軸力に対しては改良体の一軸圧縮試験を行うことで、その強度の1/3を長期許容応力度と考えて検討する方法である〔基本的には改良体も地盤なのであるが、人が手を加えて造り出したものであるため擬似的に杭のような“部材”として扱うということである。そのために支持力としては原地盤との相互作用によって生じる周面摩擦と先端支持力の検討を適切な仮定などを通じて行うことになるが、最も基本とするのは改良体自身の耐力であって許容応力度以内に収めることの検討となる〕。

実は、この委員会の考え方は長期の問題だけではなく、短期〔地震時が中心であるが〕の問題も重要な課題として杭と見立てた改良体の水平抵抗解析と曲げやせん断に対する検討に対しても記述しているのであるが、告示第1113号には改良体の長期許容応力度と短期許容応力度だけが示されることになったので、行政的には変則的な〔というより中途半端なというべきであろうが〕義務づけがなされたという関係になっている。

ところで、改良体の効果を直接基礎の支持力、言い換えれば地耐力として検討する場合を考えれば、確実に言えることは「基礎全面にわたって原地盤であるとするのは効果を全く考えない」ことになってしまうので問題外であるが、一方において「基礎全面にわたって改良体であると仮定するのは効果の取り過ぎである」ことになるので、これも実状に合わない。したがって、この範囲内のどこかにある状態が実際であるという点を基本として出発することになる。そこで、基礎全底面積に対する原地盤と改良体の面積の比に応じて、それぞれの反力を基礎底面全体に薄めて足し合わせるという考え方が生まれてくる。すなわち、基礎全

底面積に対する原地盤と改良体の面積の比を算定し、それぞれの支持力を基礎底面全体に対して平均化し、加算する疑似地盤を想定する方法である〔地盤の許容支持力度を求める際に必要となる粘着力 c 、内部摩擦角 ϕ 、単位体積重量 γ などは、この平均化に従ってそれぞれ薄められた値を加算して評価することになる〕。

原地盤がとくに軟弱であるような場合は、その反力は多くを望めないで〔その場合、単位体積重量 γ については重力に関する量なのでそのまま残し、直接反力に関する粘着力 c 、内部摩擦角 ϕ の値を〕ゼロとし、改良体の効果だけを〔すなわち、支持力として〕平均化して評価するなどの考慮も有効な方法となろう。

また、どの程度以上離れた位置になるか、改良体の間隔によっては基礎底面全体に対しての平均化が無理で、杭としての検討の方がよいとの設計的感覚も掴めることにもなろう。もともと改良体の必要本数は改良体の長期許容応力度〔一軸圧縮強度 q_u の $1/3$ 〕によって推定することが出発点となると思われるので、上部構造との関係〔主として重さが問題となる〕で改良体の間隔も自然に決まることになると思われる。

こうした平均化による疑似地盤の検討法は、講習会のテキスト〔(一社)基礎構造研究会：-実務に役立つ手引き書-建築基礎構造の設計（建築基礎設計士テキスト 2015 年度版）〕に示されている考え方〔 q_{a1} ：改良体と原地盤を一種のラップルコンクリートのように考えて、その底面における支持地盤の支持力度、 q_{a2} ：改良体を単体の杭として考えて本数倍した支持力度、のうち小さい方の値を採用する〕の前段階における試設計として位置づけられるとも考えられるのかも知れない。