

杭頭固定度と杭頭接合詳細について

—旧建設省基礎指針に関する補足的記述（その4）—

（一社）基礎構造研究会代表理事 杉村義広

今回は指針で“杭頭固定度は実験等によって求める”とされていることについて述べる。建築研究所在職中に、筆者はそう書いた手前もあって当時主としてPHC杭を対象にして多く採用されていた杭頭接合法について固定度を調べるための実験をいくつか行ったことがある（拙著:高強度プレストレストコンクリート杭とフーチング接合部の回転拘束度および破壊耐力に関する実験的研究、日本建築学会構造系論文報告集、第 373 号、pp.111-120、1987.3を参照）。試験体は35cm径の（後に50cm径も）PHC杭とし、フーチング内へ単に10cm埋め込む方式（ただし杭径分だけ無筋コンクリートを杭体に中詰めしている）Xタイプ、その中詰めに鉄筋コンクリートとし、フーチング内へも伸ばして定着させるYタイプ、杭体の外側を40cm鋼管で巻き、フーチング内へは10cm埋め込み、径の50倍ほどはつりだしたPC鋼材で定着させるZタイプの3つの接合法（それぞれ単純埋込み方式、中詰め方式、鋼管巻き方式と略称する）に対して軸力を変えた条件下での、いわば大野式加力ともいべき実験を行っている。接合法は第2回実験として接合詳細を少しずつ変えたものも実施したが、本質的には同類と考えられるためにそれぞれX'、Y'、Z'として整理している。

結果のうち、杭頭固定度についてまとめたものを図1に示す。ここでは学術研究を意識したので本来の「杭頭回転拘束度」の用語を用いているが、杭体の縁応力度が短期許容応力度

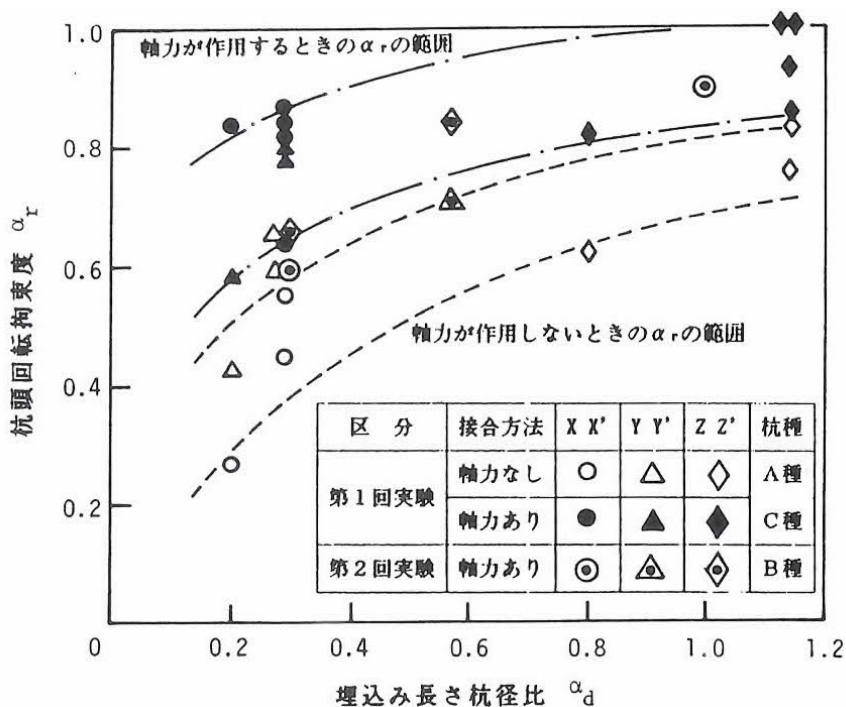


図1 各種杭頭接合法の杭頭固定度の比較

に達した時点での値を抽出して示している。この図からは、杭頭固定度 α_r は軸力と埋込み長さ大きく影響されることが読み取れる。埋込み長さ杭径比が 0.2 から 1.0 付近までの間で軸力なしの条件下で α_r が 0.3~0.5 から 0.7~0.8 に増大し、軸力が作用すると 0.6~0.8 から 0.8~1.0 と全体的に幅を持ったまま増大している。とくに、浅い単純埋込み方式 X の場合でも軸力が作用すると 0.8 以上になるケースや、逆に軸力なしでも深い埋込みのある Z 方式（鋼管部分も含めているので埋込み長さは大きくなる）では 0.8 付近まで増大していることが注目される。これらの特徴の中に隠れてしまっているので、接合方法による差違自体については余り明確ではないが、一般的に X、Y、Z の順に α_r が大きくなると言える傾向は推定できるように思われる。

この杭頭固定度 α_r を導入した指針が提示されて以来、杭頭接合詳細については種々の工法が開発されるようになってきているので、それらとこの図の関係について類推してみる。

まず、PHC 杭などにおいてピンの境界条件（すなわち $\alpha_r=0.0$ ）となる接合詳細を創り出すことは可能かという点では、この図からはとくに軸力が作用した場合にはよほどのメカニズムを工夫しない限り難しいことが推定出来る。実際、1998 年頃からはピン指向の杭頭接合法の開発研究がなされ始めているが、その多くは構造詳細に苦労している様子が見られ、コスト面からも相当に高価になることが避けられない状況にあるようで、今日では広く普及するには至っていないように見える。

SC 杭などに対しては、ピンとは逆に固定を指向した新しい杭頭接合法も最近研究されている例が多くなりつつある。これらについては、この図から見るとがちがちに繋げることを意識し過ぎて軸力が作用していることが忘れられているのではないかと、思えるほどの接合詳細になっているものが少なからずある、言い換えれば、 $\alpha_r=1.0$ を優に超えて 1.2 や 1.5 となる接合部を狙っていることにならないかと、心配される例があるように思われるのである。強度の高い杭になるほど、それに対応して完全固定を狙うと“追いかけて”になり、ほかの部位へ悪影響を与える結果になる恐れがあることに注意する必要があるが生じて来る。

さらに最近では、杭頭半固定を称する工法もいくつか出現し出している。“半固定”の言葉はかなり曖昧で、印象的には固定度 [$\alpha_r=0.5$] を目指しているように思わせるが、実際にはかなり広い範囲に散らばっているのが現状であろう。この種の工法ほど実験によって固定度が確実に見いだされる必要があるのに、実験は必ずしも十分多く行われているわけでもないように見えるのは筆者の勉強不足だけではないと思われる。

最後に 1 スパンからなる建物を支持する杭基礎を想定し、この図に関連させて地震時の挙動を推定してみる。建物がロッキングすることで、杭は押し込み側、引抜き側（すなわち軸力の差）を交互に経験することになるが、この図ではある埋込み長さ杭径比の縦線上で軸力の有無による α_r の微妙な差が生じることに見立てることが出来る。指針では水平力が杭に均等に作用するとされているので押し込み側、引抜き側での曲げモーメントなどは同一となるが、実際にはこの差（すなわち水平力が押し込み側の方で大きくなるという配分変化）があること、1 次設計領域を超えて破壊領域に近づくほど押し込み側の杭に水平力が集中するという傾向はさらに増大すると考えられる。この点は今後の重要な課題であると認識しておくべきである。