

る診断および対策方法の検討が必要であると考えられ、今後の課題として捉える必要があると思われる。たとえば、亀裂発生時の鉄筋の状態、あるいは構造物の鉛直、水平および曲げ荷重に対する耐力の評価および対策に関する研究など。

これまで、健全な構造部材、健全な基礎を持つ

構造物に関する実験、解析および耐震評価法などの研究が多く行われてきたが、震災後の復旧関連業務に携わって、ある程度の損傷を受けた構造物、とくに基礎構造の健全度の探査および評価方法の研究が必要であると痛感した。

■ 杭の破壊・変形両モードの調査が必要

正会員 建設省建築研究所 国際地震工学部第一耐震工学室長 大岡 弘 Hiroshi OH-OKA

兵庫県南部地震の際に生じた地盤の液状化とそれに伴う地盤の側方流動によって、構造物を支持する多数の杭基礎に少なからぬ被害が生じた。それでは、被害を受けた杭基礎に対しどのような調査を行い、何をすることが目下の急務なのか。逆な言い方をすれば、把握すべき最重要なことは何であり、それを知るにはどのような調査を実施すべきなのだろうか。

ぜひとも知りたいことは、ひとつは杭全長にわたる杭体の破壊モードであり、いまひとつは杭全長にわたる杭体の定量的残留変形モード、すなわち、杭全長にわたる杭体の残留水平変位量分布である。同じ基礎杭に対し両者を把握することが、最も大切なポイントと思われる。

それを達成するには杭体の全深度掘削調査を行

うことが最善であるが、それを実施するとなると多額の費用と、かなりの調査期間を要することになる。次善の策は、孔中内視カメラと孔内傾斜計を用いて、地盤中の杭体の破壊モードと残留変形モードをそれぞれ把握することである。これは、前者の方法と比較すると格安な機動的調査手法と言える。地震前に中空部を有している既製杭（RC杭、PC杭、PHC杭、および鋼管杭）に対しては、この次善の策のような調査をぜひ実施されてはいいかがだろうか。

それらの調査結果は、杭基礎に生じる応力に及ぼす構造物の慣性力による影響、地盤震動による影響、さらには側方流動による影響を明確にした、物理的意味の明快な杭基礎設計法の確立に役立つものと思われる。

■ 側方流動に強い新しい基礎形式の提案

フェロー (株) 間組 土木統括本部 下村 嘉平衛 Yoshihira SHIMOMURA

今回の地震直後から震災復旧まで半年の神戸勤務と、ここ数年間の基礎（杭・壁等）施工機械導入（独り）の経験から、主として高架橋基礎杭の被害状況とその復旧方法、および表層が側方流動しやすい地点でのそれらの新しい基礎形式について私見をまとめる。

阪神高速道路神戸線高架橋基礎は、名神高速道路に引き続き直径1.2m程度の場所打ち杭（主としてベント工法）が多用されている。これら基礎

の詳しい被害状況は別途報告されようが、私見では径の大きい杭ほど杭自身の致命的な損傷は少なかったように思う。最も弱かったのは細径の既製杭で、次に中詰めコンクリートのない鋼管杭（たとえ太径であっても）で、これらは補強して利用するには無理なものが多い。考えられる理由は、橋脚フーチングの被災時の動きと剛性に追従できなかったためであろう。一方損傷を受けた場所打ち杭は、知る範囲では致命的なものは少なく、そ

の補強方法も、増し杭や、杭内に何かを注入するなどの方法によらず、フーチングより一回り広い範囲の下部表層（たとえば深さ7～8m）地盤を何らかの方法で一体的に改良または補強するのが得策と考える。

さて表層が側方流動しやすい地点での新しい高架橋基礎形式としては、①フーチング外周下部に連壁または柱列壁でスカートを降ろし（深さ10m程度）内側は通常の場合打ち杭基礎を支持層まで構築するもの、②従来の場合打ち杭の本数を2

倍程度に増やしコンクリートに代わりソイルミキシングコンクリート（排出土抑制）を打設しN値30程度の地層まで置換型杭を構築するもの、③前記②において杭の代わりに壁を使用するもの、の3つを提案する。なお、この提案の意図するところ、供用中の高架橋下部を補強する低空頭の基礎施工機械、排出土抑制の置換型杭（または壁）施工法等に関しては、別の機会に討論できれば幸いである。

見えないものは難しい

正会員 工博 (株)中堀ソイルコーナー・代表 中堀 和英 Kazuhide NAKABORI

この大きい災害から学ばねばならない、教訓の山と思った。その一端を示す。

埋立地盤内の杭基礎は、深さ16m程まで土石流の中にあるような動土圧を受けたと思う。前はチャンの式や K_h 値を考え地盤土は杭を守るものと思っていた。守りが攻撃側に廻られるのはこわい。ポートアイランドでの加速度波形も16m以深と地表とでモードを異にしている。変位波形でも地表部は異相となり相対変位約40cm、最大速度80cm/sec、衝撃的な強制変位であり、杭は深い部分まで大きい曲げ作用を受けたようである。

これに耐えるには、剛・靱な材で安定層まで入れた柱列か壁で囲む法が思い浮かぶ。中の土の軟らかさは課題である。杭頭が壊れて免震作用となった報告もあるが学ぶべき点かも知れない。

ビル・マンションの杭基礎で不同沈下の発生も多く見た。埋込杭などの鉛直・水平支持ともに問題が残る。斜面や擁壁近くの杭は地盤の動きで壊された例が多い。これも地盤が攻撃に廻っている。

木造住宅基礎、これほど近代技術の検討から疎外されたものもなからう。まず設計という意を感

じるものが少ない。上下動で柱が跳び上がった話も多い。多くの人がここで死んだ。金物による基礎との連結が大切であろう。

役割を十分果たせた例もある。東灘区西岡本、建坪123 m^2 、RC2階、4～6m深の軟岩まで1m ϕ 場所打杭8本を入れた建物、無傷で近隣の被害と比べ画然としていた。

今後の課題では、限界状態における基礎の役割の明確化、地盤内の動土圧の解明、上述の拘束効果や免震構造、杭材料のねばりの開発、など多くが浮ぶ。

柔よく剛を制するというが、構造系全体にどこか遊びが必要と思う。また杭基礎に頼らず、地盤改良や鋼格子補強土に直接載せてよかったと思う例もある。

自然界の樹木は枝と同じ位に根を張っているそうだが学ぶべきかも知れない。

いずれにしても基礎は見えないので難しい。設計も施工もまたその復旧も難しいので軽視は禁物である。足元しっかり！