

■ 上下動における地盤と構造物の相互作用について

フェロー 工博 大阪市立大学教授 工学部土木工学科 園田 恵一郎 Keiichiro SONODA

筆者は、阪神・淡路大震災における構造物の破壊は地盤の上下動に大きな影響を受けているとの確信の下、独自の調査・研究を進めており、現時点では地盤と構造物の相互作用の問題に関心を向けている。ところで、今回の地震で、建設途上で上部に何も無い場所打ち RC 杭に水平輪切りひび割れが入っていた事例の報告を 3カ所（現場）から受けている。これらの杭の先端は N 値が 60 以上の砂または砂礫層に支持されており、杭の周辺の表層地盤は支持地盤よりかなり柔らかい。“なぜ上部に何も無い単独の RC 杭が軸方向引張力を受けたのか？”この問題を解くために、地盤と杭を弾性定数の異なる 3次元連続体と仮定し、支持地盤層の下部にある基盤層より入射した上下動によって杭にどのような鉛直（軸方向）引張応力が入るのかを 3次元有限要素解析により調べたところ、杭中央断面の引張応力は、杭下端からの圧縮応力と杭周面からのせん断応力の杭内の伝播に

よって発生し、周面からの応力は表層地盤の上下の伸縮運動に杭が抵抗することによって発生していることがわかった。

ところで、通常の構造物の動的応答解析は、支持地盤の代表点（1点）での地震加速度と構造物の質量との積である慣性力を強制力として構造物に与え、運動方程式を解くことによって実行されており、地盤と構造物の相互作用はそれらの界面に挿入された線形または非線形バネ等で考慮されることが多い。しかしながら、地盤と構造物では、地盤の方が柔らかく変形しやすいので、それらの界面では地盤の運動を拘束する力である応力が発生し、この応力が構造物内に入射する。それゆえ、地盤と構造物の相互作用の問題は、地盤内を伝播する波動が構造物との界面で反射や屈折する問題として捉える必要があり、構造物の振動問題として捉えた通常の動的応答解析は相互作用の問題に対して十分でないと思う。

■ 基礎構造の被害探査法およびその健全度評価方法の確立を

正会員 学博 (株)青木建設 研究所土木研究室主任研究員 孫 建生 Jian-Sheng SUN

兵庫県南部地震では、杭やケーソンなどの基礎構造も多大な被害を受けたものと考えられる。その被害状況の把握は復旧方針の立案に欠かせないが、地上構造物のように直接確認することは困難である。掘削による目視やボアホールカメラによる観察などの直接的調査方法ではかなりの時間と労力を必要とすること、弾性波探査などの間接的調査法では基礎構造物の損傷（数 mm 以下の亀裂など）を十分に把握できないことなど、現状の技術では地震時の基礎構造の被害状況を把握するには限界がある。

これまで、私たちのグループでは、亀裂を有する材料の波動伝播特性に関する研究を行っており、それをベースに地震被害を受けた構造物に関する独自の非破壊探査システムを開発した。本システムは精度向上などの課題があるものの、地上から地中の基礎構造の亀裂位置や幅を特定できることを特徴としている。これを用いて被害を受けた基礎杭等を探査した結果、杭頭付近だけでなく、かなり深いところにも亀裂のあることがわかった。このことから、杭頭付近の地震被害対策だけではなく、深い位置における亀裂等の損傷に対す