

故田村昌仁博士を偲ぶ (その 2 「地盤補強と圧縮沈下」)

(一社) 基礎構造研究会代表理事 杉村義広

今年の建築学会大会基礎の PD [合理的な小規模建築物基礎の設計とは-小規模建築物基礎設計指針の改定に向けて-、以下「小規模指針」と略記する] の続報である。二木さん [ベターリビング] は“圧縮沈下”も言葉の使い方がおかしいと指摘したのである。地盤工学の専門家が圧縮沈下と聞くと砂地盤を思い浮かべ、間隙水がすぐに出て行くから時間の函数として考える必要はない [土質力学を学んだ人々には「圧縮沈下=即時沈下」という意識が定着しているのが現状である]、その意味で圧縮沈下とは言わずに即時沈下というべきであるとの視点からなぜ圧縮沈下という言葉を使うのか、おかしいのではないかとこの主旨の発言をしていた。答えは“いろいろの沈下があって…”と、これまた自信のなさそうな不明瞭な説明であった。筆者はこの点についても二木さんの方が正論で、圧縮沈下の定義を無理に広めようとしているのかとの感想を持って聴いていたのである。確かに土質力学は理想的な砂と粘土を考え、その範囲内で沈下を定義している傾向があるので現実にはもっと複雑な状態が起こりうるであろうとは思いつつも、“いろいろな沈下”とはどのようなものか、一つ一つ挙げて貰ってその原因を調べてみる必要がある、と考えていたのである。

小規模指針の付録に示された用語には 10 番目に「地盤補強：直接基礎の底面下に支持力の向上や有害な沈下・変形を抑制するために行う地盤改良による工法または小口径鋼管・木材・既製コンクリート等を補強体に用いた工法をいう」とあり [これについては前回のいしずえ通信で記述すべきであったが…。後出の付録 6.2 節に「杭状地盤補強体」として深層混合処理工法と同等の扱いがなされているが、それについての感想を本文最後の注 1 に記述する]、29 番目に「圧縮沈下：砂質土や不飽和粘性土の盛土・埋土において締固め不足等により比較的短時間で土粒子の移動や骨格構造が変化して体積を減少 (圧縮・収縮) させる沈下現象。本指針では水浸沈下やスレーキングによる沈下を含め、総称して圧縮沈下と呼ぶ」とある。筆者は「水浸沈下」とはどういうものか知らなかったが、締固めが不足した盛土などの裂け目に雨水が浸透することで土粒子接触部にあった粘土分、シルト分、塩分などを洗い流し、接合力を低下させることで起こる沈下であるという [たまたまインターネットで知った「李俊憲、澁谷啓：砂質盛土材の水浸沈下特性に及ぼす諸要因の影響、地盤工学ジャーナル、Vol.15, No.2, 371-381」による]。

こうした沈下があると知ってみると、私たちは圧密沈下と即時沈下、すなわち深さ方向だけの 1 次元問題として考えることに慣れ過ぎているのではないかとこの反省も感じる。実際、小規模建築では圧密沈下でも即時沈下でもない、“いろいろの沈下”があつて被害が生じているとの発表があつたので、それで悩んでいる現状は想像出来たのであるが、いろいろの沈下という点は説明不足であることは否めない [上記では、“水浸沈下やスレーキングによる沈下を含め、総称して圧縮沈

下と呼ぶ”とあるので、事例紹介されたケースではスレーキングは起こす土質ではなさそうなので水浸沈下を指して言っていると読めるが、いろいろと言っている点が曖昧さを残している。これについてはもう少し詳しく聴いてみたいと思ったのは事実であり、その点は今後とも検討を継続することが必要であるとも考えている。

現実の問題は平面を持つ建物と地盤の関係であるから、荷重のかかり方や沈下の起こり方は両者の関係を3次元の世界で考えなければならぬのは当然である。また、地表に近い所は地下水位より浅いことが多いので、地盤は不飽和条件にある場合の方が多きことにも注意する必要がある。そのような観点から、こんな沈下もあるのだろうかと思案したことを以下に記述してみたい。落ち葉が降り積もった上を歩いたことが思い出されるからである。

落ち葉の中に足は沈み込むし、それと同時にカサカサと落ち葉は回りにも持ち上がる。その足の沈み込みと回りへの落ち葉の広がり沈下の原体験ではないかと思う〔鳴き砂と言われるものがあるが、それも似た現象であろう〕。落ち葉は地盤ではないが、やがて腐植土と呼ばれる地盤になる可能性があるものであるから、見かけ上の地盤ともいえ、そうした体験が沈下の原型であると考案してもそれほどおかしくはないであろう。

紹介された事例ではほとんどが盛土地盤であったが、盛土の場合は締固めの不足で隙間が多いことが現実であり、地下水位以浅であれば不飽和状態〔空隙はむしろ空気かガスの方が大半である状態〕にあることになる。その状態で荷重がかかると土は体積収縮を起こすと考案られるが、その主因は空気あるいはガスが逃げることにありと想像される。言葉遊びの域を出ないが、圧搾沈下とも言うべき沈下もあるのか、今後調べてみる価値がありそうである。

注1)「6.2節杭状地盤補強工法」で、小口径鋼管、木材、既製コンクリート等(すなわち杭)を補強体に用いる工法を深層混合処理工法と同様に扱うことが記されているが、これについては前報で書いたように少し無理に関係づけているとの感想を持たざるを得ない。深層混合処理工法による改良体は現地土を攪拌混合することで文字通り地盤を補強しているので問題はないが、杭を用いる場合は地盤とは別の物体を設置するので“地盤補強”しているわけではなく、あくまで構造部材を支持力の支援材として用いているだけである。杭頭を基礎スラブ内に埋め込まないことで、地震時の慣性力は杭に伝えないので水平力に対する杭としての検討はしないですむ(すなわち、直接基礎のように扱う)が、それは設計上の工夫であって、支持機構としてはあくまで地盤と杭の複合体で支えるわけである。しかも地盤は軟弱であるので支持の主体は地盤ではなく、杭になっていることが問題なのである。裁判案件になったような場合、“支持している主体は地盤ですか、そうではなく杭でしょうか?”と言われた時に“地盤です”と言い張ることができますか? 地盤補強と言っているが、実態は杭ではないですか、で終わるのではないか。勿論、杭体だけで支持出来るかといえばそれも無理で、地盤に設置された杭の強度と周面摩擦力などの効果で、すなわち杭と地盤の複合体としての支持機構で支えていることが実態ではある。その意味からも“支持しているのは地盤である”とは言い切れないであろう。行政官は、このことを最も気にしているのではないかと筆者は想像するので、その対応を考えておくべきであると思うのである。