

杭の安全性(杭の沈下原因)

横浜市で発生(発覚)した高層マンションの沈下および昨年発生した高層マンションの沈下に伴う杭工事の問題は、社会問題にまで発展する様子を示しているが、個人住宅まで含めれば、地盤に関わる杭および地盤改良工事(以下改良体と云う)の欠陥問題点は間違いなく社会問題であり、また、社会問題にしなければ解決できない課題であると思われるので、杭および改良体の問題点を検討し、今後の地業に役立たせたいと考え本文を記述する。

1.沈下の原因

(1)自然現象による地盤の変位による沈下

地球は可動物であり変動物であって、固定物や不動物ではない。地盤を構成する土は土粒子と水と空気で構成されており水と空気の量によって地盤は変化するし、表層の高さも変化する。また、礫や岩盤で構成される支持地盤はフィリピン海プレートや太平洋プレート等の影響を受け数 cm 単位で隆起したり沈下したりしているわけだが、これらの数値は数十年、数百年単位のものなので、投資対比効果の面から考えても杭や改良体の設計時に自然現象による地盤の変位を検討することは非現実的なものかもしれない。従って、この稼働値を検討して対策を講じている建築構造物は無いに等しいと思われるが、建築物は耐震、風圧等の外的要因に耐えられるように設計されており、杭や改良体は安全率として建築構造物の3倍の重量に耐えるように設計されているので、建築構造物の被害は少ないのかもしれない。但し、建築構造物はじめ杭や改良体工事が適正に行われていればの話であるが、地球が可動物、変動物である以上、長い目で見れば建築構造物も可動物、変動物であると、云えなくはない。

(2)技術的な要因

ここで云う技術的な要因とは設計や施工によるものではなく、技術理論の不適性を要因とする沈下である。つまり、杭に求められるものは『支持力・強度・せん断応力度・曲げ応力度・引張応力度・耐久年数』等であり、地盤改良に求められるものは『支持力・強度・せん断力応力度・曲げ応力度・耐久年数』であるが、これらの数値によって杭および改良体の性能が決まる。

この中で問題となるのが支持力である。その他のものは実験値と経年値で確認できるが支持力は地盤の反力によって決まるので、地盤構成や地質、水量等、様々な要因に影響をうけるため現場によっては m 単位で異なることがある。従って、ポイント的な地盤調査資料に基づき設計される設計値と異なることが多い。しかし、設計に用いる計算式は実験値と補正係数を基本としており、また、実績からも信頼に足りると判断できるが、問題は反力係数である。工法によって異なる反力係数には疑問に感じるところがある。その疑問点を杭の理論を用いて考える。

* 杭は土の摩擦(反力による拘束力)と先端支持力(反力)によって支持される。

この理論は地盤に杭を打撃および振動等で打ち込むことによってコラム周面に生じる原地盤の反力(原地盤押付けることによって生じる押し戻す力)で杭を拘束(摩擦力)して支持力を生じさせ、杭先端地盤に生じる反力で杭を支持させることで成立する。この理論を再現する代表的な工法は杭では『打込杭工法』、改良体では『SST工法』であるが、打込杭工法は騒音と振動等の問題で規制がかかり、SST工法では高層、超高層建物には対応が出来ない。そこで開発されたのが地盤に孔を空け、杭を落とし込み、後で孔と杭の空隙をセント系固化材(以下固化材と云う)で固める『プレボーリング工法』と同じ工法で杭先端部の孔を広げ、固化材を流し込んで杭の先端面積を拡大評価する『先端根固め工法』等があるが、これらの工法は地盤の反力による拘束力が杭の周面に作用しないところから『先端支持杭』として差別化している。

現在、杭ではこの工法が主流をなしており今回の高層マンションも昨年の超高層マンションも同様の工法が用いられていると思われるが、杭は製品であり、杭の性能は実験等で確認されている筈だし、関係機関の認定も受けているところから品質、性能自体は何の問題もないと思われるが、現場施工との適合性には問題がある。

(3)工法的な要因

現在主流をなしているプレボーリング工法の殆どはベントナイト液(ベントナイト粉を水で溶いたもの)で孔壁崩落を防止しながら規定の深度まで掘削し、杭を落とし込んで固化材で固化させることになっているが、はたしてその固化物が規定の強度に達しているのか、と考えると疑問が残る。その疑問点を以下に記述する。

1)固化材の強度発現

固化材の固化力(強度)は土質と水量によって大きく変わるので室内配合試験結果のその1例を下表に示す。

・土質による固化材の固化力変化(固化材配合量 200 kg/m³)

土質	砂質土	粘性土	ローム	有機質土
強度(kN/m ²)	6450	4720	1200	1240

・水の配合量による固化材の固化力変化

水配合比(%)	20	40	60	80	100	120
強度(kN/m ²)	4870	5890	2840	1810	850	0

*土質による強度変化は土質試験である程度推定できるが、水の配合量による強度変化は推定することは極めて難しい。なぜなら、添加水量は管理できるが添加水に加算さ

れる地下水と土の含水比および間隙水とベントナイト液の残水などは管理できないからである。このことを考慮するとプレボーリング方式の杭の支持力は杭の先端を削孔底の支持地盤底に密着させる必要があり、杭の先端と削孔底の間に固化材の固化力があるから安全という理論には疑問が残る。

2)削孔深度の問題

・設計上の課題

地盤の設計に用いる資料は建築構造物の荷重計算書と地盤調査資料と土質試験資料(液状化判定含)等であるが、経済的理由によって調査箇所が限定的になることが多い。従って、最も不利な条件になる地盤調査箇所での支持力等を検討し、杭長等を決めることが一般的であるが、規模が大きい場合は複数の調査資料に基づく支持地盤の推定図によって杭長を決めることが多いので誤差が生じる。ここで設計が現場に求めることは、杭の打設箇所ごとに実際の支持地盤の確認とその支持地盤に合わせた杭長を確保することにある。これに応じるには予め杭に余長を持たせておくか、継足杭を用意しておく必要があるのだが、実際は工期や経済的理由等で設計通りの杭長に拘る杭業者がいることも否定できないし、設計上の杭長に拘る元請側管理者がいることも否定できない。

・施工上の問題

杭の支持地盤に定められた深度(通常 2m以上)まで削孔を行い杭を落とし込むわけだが、掘削機を操作する技能技術者(オペレーター)は土質変化の状況から地層構成は勿論のこと、固い支持層に当たれば回転は減速するし、掘削速度も減少するので支持地盤に達したことは簡単に判断できる。従って、悪意、または上位指示者からの指示が無い限り、間違いなく削孔を行う筈である。なぜなら、建築構造物を支える重要な仕事を行うプロ(技術者・職人)としての誇りと意地があるからである。さらに云えば、支持地盤に規定の深度まで削孔を行ったかの判断は熟練度の高い技能技術者や管理者ではなく、新米のオペレーターでも手元作業員でも分かることであるからだ。この、簡単に判断できることを信用せずに、電流や電圧の変化に置き換えさせる管理システムが設計者と元請側管理者と施工管理者間の意図の違いが生じ、データ上の矛盾を生じさせることは否定できない。

矛盾点：技能技術者は支持地盤に規定の深さまで削孔を行うことを優先するから、打設位置ごとに削孔深度が変わる。杭は養生期間が必要なので設計の長さで製造されるから削孔データと相違が発生する。相違を固化材で補うと固化剤の使用量が計画値と異なってくる。全部のデータを修正するには手間がかかり、元請管理者と設計管理者の承諾も必要となる。さて、どうする？

- ・施工管理の問題

建築現場における一般的な管理体制を以下に示す。

設計管理(設計事務所)：事業主側の管理者

現場代理人(所長)：元請側の管理者

施工管理者：下請側の管理者

専任技術者：建設業法に基づく事業主と元請の利益を調整する技術者

小規模な住宅現場でもこれだけの管理体制で施工される。規模が大きくなれば事業主側の管理者や元請側の現場監督や監督員も増員されるから管理体制に問題があることは考えづらい。では、どこが問題かというところ、元請側管理者(監督員含む)が施工に立ち会っていないことが一番の問題と思えるが、なぜ立ち会わないかと云うと、リスク回避目的の管理書類作成で忙しく、立ち会う時間が取れなくなることである。つまり、書類管理が主体で現場での人的施工管理が業者任せになる傾向が強いからである。

人的管理を業者に任せるのは不安だから、施工上の管理項目を機械的に記録させ、記録書類で管理するシステムとなる。つまりデータ管理である。この管理システムの正誤性は別として、矛盾が生じることは前に述べたとおりである。

さらに、最近「熟練度高い技術者、技能者でなければ出来ない技術は技術とは呼ばない、誰でも出来るようにすることが技術である」と云う風潮が専門家のなかに定着しようとしている。この正誤性を論ずる気もないが、人的管理よりもデータ管理の方が信頼性があるとする考えには肯定も否定もしないが、現場対応力に関しては、異論がある。

先に述べたように、杭事業における実現場は杭1本ごとに異なる地層や地質、地下水位や側圧、支持地盤など、様々な変化に対応しなければ杭事業は成立しない。従って、建築構造物の全てを支え、やり直し工事が出来ない重要な杭や地盤改良工事は熟練度の高い技術者、技能者がやらなければ安心が出来ない。小生が現場にいた時代は、杭事業のときは目を離すことなく、常に土質、土層構成、支持地盤等の確認を行いながら杭事業の進捗状況を立会管理していたものである。データ管理システムの開発も結構だが、優れた技能技術者の育成こそ、安心安全な社会を構築する最重要課題であると云いたい。

- ・技能技術者

建設に関わる全ての業種に技能技術者の不足が及んでいることは周知のとおりであるが、技能技術者不足の原因は高齢化による減少と『3Kと低賃金』からくる嫌悪感から技能技術者を目指す若者がいないところにある。また、現場での地位を人格人権に及ぶと勘違いしている元請管理者がいることも技術技能者不足に拍車をかけていることも事実である。これを解決しない限り、今回のような問題は解決しないだ

ろうし、再発を防げる筈がない。なぜなら、推定しかできない地盤に関わる仕事を低賃金の作業員や単純労働者が出来るわけが無いからである。

さらに、『災害の国日本』の災害対策や災害復旧は誰がやるのか、という観点から見れば深刻な問題である。この深刻な問題を解決するには技能技術者の社会的地位の向上と悪しき身分制度の撤廃は勿論のこと、技能技術者の育成に尽くすしかない。

ここで、技能技術者の年収を日給月給制で計算すると下表のようになる。

表：年間実働日数 220 日の報酬

	報酬例 1	報酬例 2	報酬例 3	報酬例 4	報酬例 5
1 日の報酬	13,000	15,000	17,000	20,000	25,000
時間単位の報酬	1,625	1,875	2,125	2,500	3,125
年間の報酬	2,860,000	3,300,000	3,740,000	4,400,000	5,500,000

*一人親方の場合雇用保険と社会保険および建退協と交通費等自己負担となるので年間報酬は 10～15%程度少なくなる。

この年間報酬の是非は別として、技能技術者になるまでの年数は職種によって異なるが、杭や地盤改良の場合は技能資格、技術資格の取得とあらゆる地盤に対応できる経験値が必要となるので最低でも 5～10 年は必要であり、技術の進化を考慮すると技能技術者の修練は生涯終わることのない職業と考えてよいだろう。さらに、技能技術者となるには様々な資格の他に建設機械知識、地盤の知識、肉体的適正、精神的適正、協調性、安全および危険予知特性などなど、あらゆることが求められる。これらのことを考慮し、正しく評価をしなければ、技能技術者の育成はおろか、希望者も現れないだろう。

まとめ

横浜で発生したマンションの沈下は杭の手抜き工事と云うよりも不適切工事と考えた方が良いのかもしれない。その理由は、地盤調査箇所の適正と、杭長の適正と、工法の適正と、管理システムの適正と、管理者の適正等が問われているからである。さらに云えば、建設業界の悪しき習慣とコスト主義、社会根付く過剰な格差主義と過当競争がこのような事故、事件を引き起こすと考えられるからである。

平成 27 年 11 月 5 日

株式会社エスエスティー協会
統括管理者 飯田 哲夫