

埋込み杭工法における支持層の確認手法の試み

名城大学理工学部 堀内孝英
 日本コンクリート工業（株） 可児幸彦
 名城大学理工学部研究生 早水 尚

1. まえがき

既成コンクリート杭を打撃によって打込む工法は、施工杭全数を動的支持力式によって支持力を確認できるなど、信頼性における工法であった。しかし、近年は、杭打ちに伴う騒音、振動、油煙飛散などが建設公害として取り上げられ、市街地では打ち込み杭工法に変わって、杭を埋込む工法等の低公害工法、すなわち、無振動、無騒音工法が主流となっている。

杭の埋込み工法は、施工法によって、1) プレボーリング工法、2) ジェット工法、3) 中掘り工法、4) 圧入工法に分類され、また、杭先端の処置方法としては、A) セメントミルクにて固定する、B) 打撃によって支持層に貫入する等がある。これらの施工法のなかで、一般的な組み合わせは、1) - A)、3) - A)、3) - B) である。このうち、3) - B) を除いて、杭の支持力を算定するための地盤情報としては、標準貫入試験結果のN値や土の物理的および力学的試験結果等をもとに判断するか、あるいは、埋込み杭施工時のアースオーガの駆動電動機の負荷電流値の変化や採取した土のサンプルなどを参考に判定しているのが現状である。したがって、埋込み杭工法における支持層確認のための定量的な手法は確立されていない。

ここに、本研究は、埋込み杭工法における杭孔の穿孔に伴うアースオーガの駆動電動機の電流計の有効利用を目的に、その電流計の電流値の読みと杭孔の穿孔に要する時間をそれに対応する地盤状況とを対比して、支持層を確認する方法を提案するものである。

2. 検討方法と検討に用いた資料

埋込み杭の施工時におけるアースオーガの駆動電動機の負荷電流値や穿孔時間は、地盤状況によって影響されることに着目し、埋込みの杭の施工開始から終了時までのアースオーガの負荷電流値 A (アンペア) と穿孔時間 T (秒) を計測したデータとそれに対応する地盤状況、すなわち、標準貫入試験結果のN値および土質別に分析・整理し検討を行う。

負荷電流値 A および穿孔時間 T の整理に当たっては、埋込み杭の杭孔の穿孔開始から支持層に到達するまでの記録を深度 1 m ごとに平均電流値と穿孔時間を読み取り、それらを土質柱状図および標準貫入試験結果のN値と対比する。

なお、今回の検討に用いた資料は、名古屋市内およびその周辺地域において実施された主に R O D E X 工法による、埋込み杭施工現場 8ヶ所、調査杭 57本のデータである。表-1は、それらの杭長、杭径、

表-1 検討に用いた資料の概要

資料 NO.	杭径 P(cm)	杭長 L(m)	オーガ 機種	工法	杭先端支持層の地盤状況				調査杭 本数
					土質	N値	深度(m)	層厚	
1	500	15	80W	RODEX	玉石混じり砂礫	60	14.40	4.10	6
2	500	20	80W	RODEX	玉石混じり砂礫	55	21.20	1.50	14
3	500	15	60H	RODEX	砂礫	50	23.50	2.75	6
4	450	20	80VA80KP	RODEX	砂礫	38-50	12.67	10.90	5
5	350	11,12	---	RODEX	砂礫	50	10.95	2.30	5
6	350	11,12	---	RODEX	砂礫	50	12.35	1.30	5
7	600	10	SKC-80W	RODEX	砂礫	60	15.25	5.50	13
8	---	---	---	---	固結シルト	60	30.00	5.00	3

工法ならびに杭の先端支持地盤の状況等を一括して示したものである。

3. 検討結果と考察

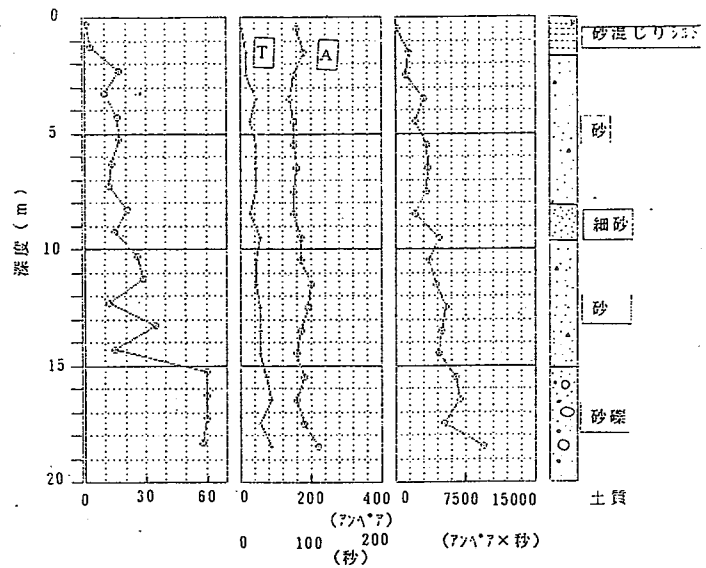
1). 地盤状況と負荷電流値および穿孔時間

図-1は、埋め込み杭の杭孔の穿孔開始から支持層に到達するまでの負荷電流値A : $\text{A}^{\text{m}}\text{A}^{\text{m}}$ (以下A値という)、穿孔時間T : 秒 (以下T値という) および負荷電流値Aと穿孔時間Tとの積値 $A \cdot T$ (以下AT値という) を標準貫入試験結果のN値 (以下N値という) および土質柱状図と対比した結果その1例を示したものである。

この図から、A値、T値およびAT値は、地盤のN値と非常に良い相関性のあることが認められる。すなわち、N値の大きいところではA値も大きく、またT値も長くなる傾向が認められる。さらに、この図から、土質別にN値とA値、T値およびAT値との関係も大略、把握することができる。

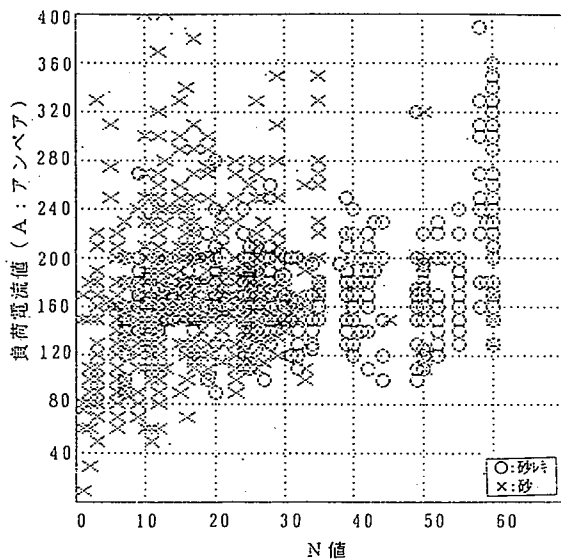
2). 砂層および砂礫層におけるN値とA値およびT値

一般に、杭の支持地盤は、N値40以上の砂層または砂礫層としている場合が多い。したがって、埋め込み杭の支持地盤を砂層または砂礫層とする場合、それら土質のA値およびT値がどの程度以上であれば支持層として判定基準となるかを把握する必要がある。このような観点から、今回収集した全資料について杭孔の穿孔する地盤のうち、砂層および砂礫層を対象にそのN値とA値およびT値との関係を示したのが図-2および図-3である。図-2・(a)は、N値とA値との関係を、また、図-2・(b)は、図-2の(a)をもとに、N値区分別にA値を度数分布で示したもので、同図中には各N値区分別に平均値 u 、標準偏差 σ および変動係数 v を併記してある。

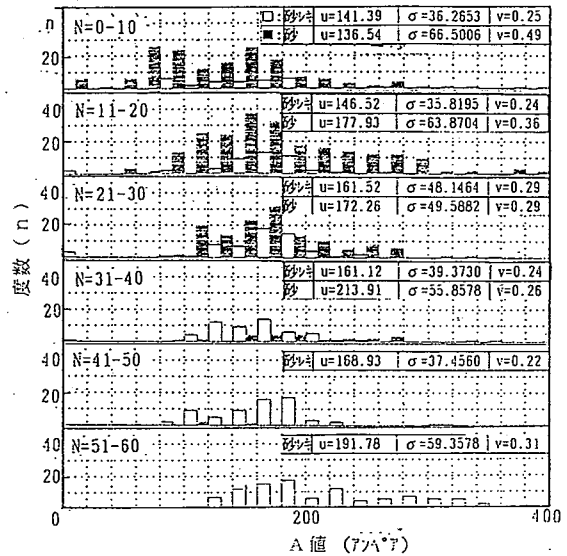


(a)地盤のN値 (b)A値およびT値 (c)AT値

図-1 地盤のN値とA値、T値およびAT値



(a) N値とA値の関係



(b) N値区分別のA値の度数分布

図-2 砂層および砂礫層のN値とA値の関係

図-2・(a)および(b)から、A値は同一のN値に対してかなりのばらつきがあるものの、N値の増大に伴って大きくなる傾向が認められる。ばらつきの原因としては、オーガ機種の相違、同一敷地内でも地盤の成層状態が必ずしも均一でないこともあり、また、標準貫入試験の実施場所と杭穿孔を行なった場所の位置的相違およびデータの読み取り誤差などがあげられる。

次に、図-3・(a)は、N値とT値との関係を、また図-3・(b)はN値区分別にT値を度数分布で示したもので、同図中には各N値区分別に平均値 u 、標準偏差 σ および変動係数 V を併記してある。図-3(a)・(b)から、T値はA値ほど明確ではないが、N値の増大に伴って増加する傾向がみられる。また、T値は砂層・砂れき層とも、同一N値に対してばらつき幅が大きい。砂層ではほとんどが、 $T=10\sim30$ 秒の範囲に分布している。一方、砂れき層においては、 $T=5\sim90$ 秒とかなり広く分布しており、中には $T=300$ 秒と極めて大きな値を示すこともある。

砂れき層におけるT値のばらつきの大きい原因は、砂れき層の中に含まれるれきの大小や含有量および分布状態によって影響されると考えられる。特に、大れきに当たった場合は杭孔の穿孔が進展しないが穿孔時間は長くなる。同様に、砂層においてもT値は、砂層中に含まれるれ径の大小や分布状態によって当然ばらつく。したがって、れきなどに当たれば負荷電流値は大きくなるが、穿孔が進展せず穿孔時間が長くなるので、それを支持層とするのは問題が生じる。そこで、支持層確認のための穿孔時間に関して、図-3のN値とT値の分布状況から検討した結果、T値の上限値を砂層では60秒、砂れき層では80秒とした。

以上のような観点から、埋込み杭工法における支持層の確認にあたっては、単に負荷電流値Aや穿孔時間Tのみで判定することには問題があり、A値とT値の積値であるAT値によって判定するのが妥当であると考えられる。

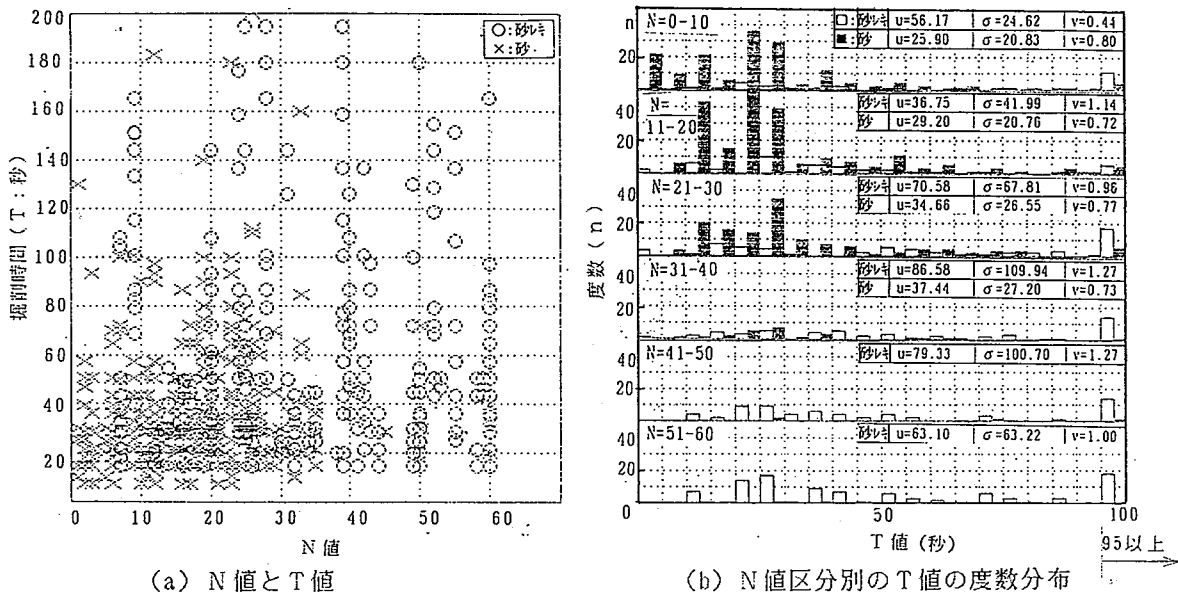


図-3 砂層および砂れき層のN値とT値との関係

4. 支持層の確認のためのAT値

図-4(a)・(b)砂層および砂れき層のN値とAT値の関係を示したものである。ここに、AT値の算定にあたっては、穿孔時間Tを砂層で60秒、砂れき層で80秒以上は、前述の理由によりすべて60秒および80秒とした。図-4(a)はN値とAT値の関係を示したものであるが、同図中には表-1の資料N0・8の固結シルトについても併記してある。また、図-4(b)は(a)をもとに、N値区分別にAT値を度数分布で示したもので、同図中には各N値区分別に平均値 u 、標準偏差 σ および変動係数 V を併記してある。

これらの図からわかるように、N値が小さくてAT値が大きい場合、また、逆にN値が大きくてAT値が小さい場合がある。例えば、N値が30以下の砂層または砂れ層でAT値が7500アンペア・秒以上と大きい値をとる事例。また逆にN値が40以上と支持層と考えられる砂層または砂れ層でAT値が5000アンペア・秒以下と小さい値をとる事例もあるが、これらは全体からみれば非常に少ない。これらについては、前述したように、ボーリングおよび標準貫入試験が実施された場所と穿孔位置の相違によることが考えられる。したがって、N値30以下でAT値が7500アンペア・秒以上は、N値40以上の砂れ層に到達しているものと思われるし、また、N値40以上でAT値が5000アンペア・秒以下は、支持層に到達していないことが考えられる。したがって、図-4からN値35を境にそれ以下の砂層に対するAT値はほとんどが7500アンペア・秒以下であり、また、N値35以上の砂れ層のAT値は、7500アンペア・秒以上を示していることがわかる。

以上のことから、N値40以上の支持層とする砂層および砂れ層に対する杭孔の穿孔単位1m当たりのAT値は、8000アンペア・秒以上を考えるのが妥当と思われる。

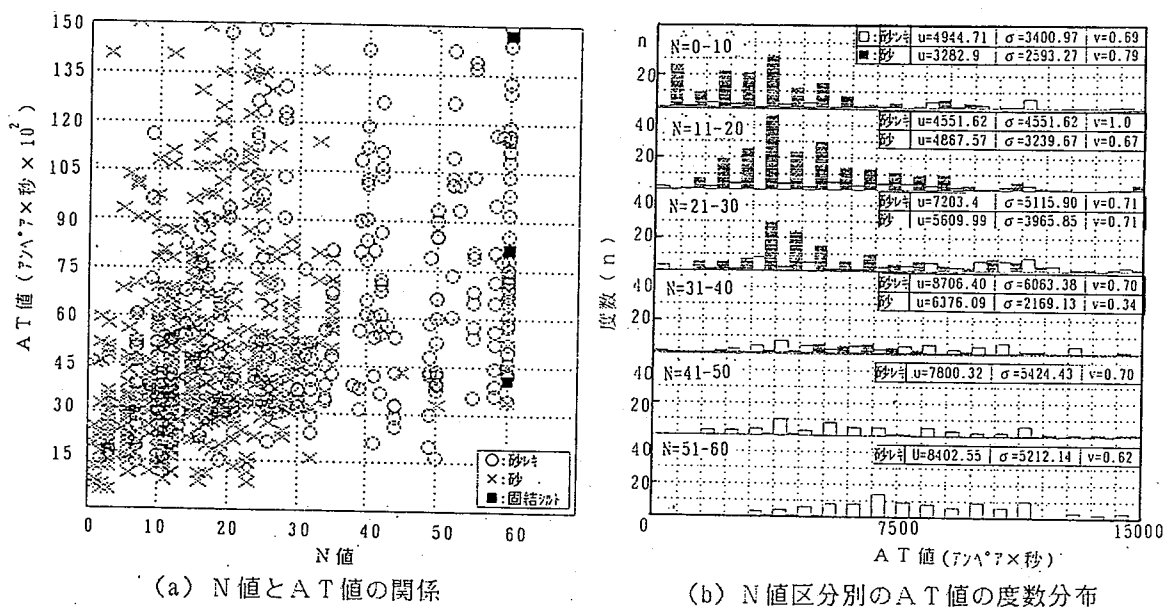


図-4 砂層および砂れ層のN値とAT値との関係

5. まとめ

埋め込み杭工法における支持層の確認手法の試みとして、杭孔の穿孔に伴うオーガーマータの負荷電流値Aとその時の穿孔時間Tの積値、すなわちAT値によって、砂層および砂れ層を支持層とする判定基準について提案した。

しかし、今回検討に用いた埋め込み杭工法の資料はすべてRODEX工法によるもので、その他の工法においては、検討していない。また、負荷電流値Aおよび穿孔時間Tに与える要因は種々考えられるが、これらについても定量的検討がなされていない。

したがって、今後は更に、種々な視点から負荷電流値Aおよび穿孔時間Tを検討し、各種土質や地層状況などに適用しうるAT値を提案したいと考えている。

<参考文献>

- 1) 岡嶋一仁、船曳晴治：T.S.0-91-工法の設計・施工例、基礎工、VOL.14、NO.10、P.P.104~P.P.109、1986
- 2) 阿部 功：既成杭回転埋設工法の施工管理に関する一考察、日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸）、昭和58年9月。