III-88　支持杭の載荷試験における沈下特性について

鹿島建設技術研究所　正員　○永田慧

1 はじめに

載荷試験における鉛直荷重と杭頭の沈下量についてはいくつかの関係式[1)2)]が提案されており、また粘土中の摩擦杭の沈下特性については、京大村山教授等の研究があるが、杭の沈下特性全般については明らかにされていない面が多い。この報文では過去における載荷試験結果のいくつかについて杭頭の沈下量を1)各載荷段階において所定の載荷重に達した時点の沈下量と2)、同一荷重持続中の沈下量とに分けた場合のそれぞれの沈下特性について現象解析した結果について述べる。

2 載荷試験データーおよび解析方法

ここでは30例の載荷試験データーを使用した。これらの大部分は支持杭として分類されるものであり、杭種の内訳は鋼杭11例、大口径場所打ちコンクリート杭6例、RC杭3例、木杭10例であった。試験方法は主として「処女荷重に対しては、その段階の荷重による沈下が事実上停止したと認められるまで同一荷重を持続する」という標準的な載荷方法によるものである。なお、30例のうち試験時に降伏荷重に達したのが10例ある。解析方法は、沈下記録を1)各段階の増加荷重ΔPを載荷（または除荷）し、所定の載荷重に達した時点で生じた沈下量ΔS_1と、2)増加荷重ΔPを載荷（または除荷）した後、同一荷重を持続させている間に生じた沈下量ΔS_2とに分離した。次にそれらを別々に統計して$S_1 \sim P$関係図および$S_2 \sim P$関係図を作成して荷重Pの増加に伴なうS_1およびS_2の増加率、S_1とS_2との比および除荷時におけるS_1およびS_2の回復率等を調べた。（図-1参照）

3 結果および検討

解析結果によると、一連の載荷試験におけるデーターについての$S_1 \sim P$関係と$S_2 \sim P$関係とでは、その特性が著しく異なっている。結果の一例を図-2および図-3に示した。全般についての検討結果は次のとおりであった。

1)荷重Pの増加に伴なうS_1およびS_2の増加率

ここでは、京都工芸繊維大山崎助教授等の表示に従い、$S = a \cdot P^n$（a, n：定数）とした場合のnをS_1およびS_2について調べたところ、S_1については、$n = 1 \sim 1.5$であるのに対し、S_2については、$n = 1 \sim 4$であった。実際、図-2にみられるように、S_1とPとは直線（$n = 1$）関係となっている例が多かったのに対し、図-3にみられるようにS_2はPの増加に従い急激に大きくなる傾向がみられた。

2)S_1とS_2との比

S_2とS_1との比mを各試験例における最大荷重P_{max}および$\frac{1}{2} \times P_{max}$の荷重について求めた結果は次のとおりである。すなわち、mの値は、0.1～2の間にバラついていたが、$\frac{1}{2} \times P_{max}$では大部分が$m < 0.5$（平均値0.44）であり、これに対し$P_{max}$では、大部分が$m > 0.5$（平均値0.93）であった。

3)除荷時におけるS_1およびS_2の回復率

除荷時のSをS^0と表示して、除荷による沈下の回復量、$S - S^0$と沈下量Sとの比率αを求め、図-

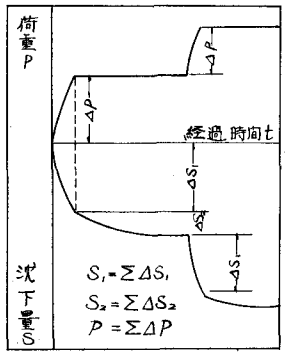

図-1 説明図

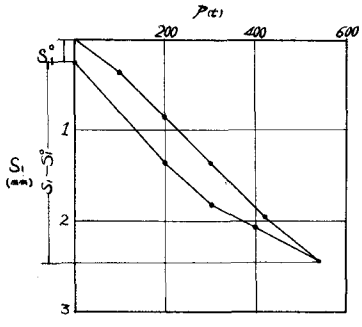

図-2 S_1～P図

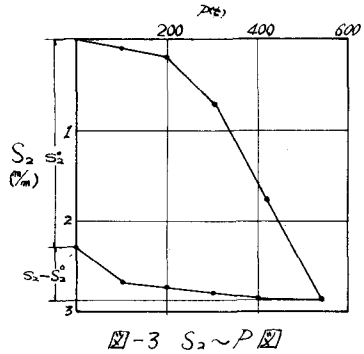

図-3 S_2～P図

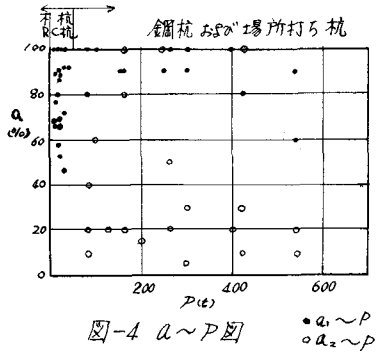

図-4 α～P図

4に示した。図中•印はS_1°に関する値(α_1)であり、また○印はS_2°に関する値(α_2)である。これらの図によると鋼杭およびRC杭では、α_1が100%近くなっているのに対し、α_2は20%程度と小さくなっている。以上1)～3)の結果を総合すると、一般に載荷直後に生じる沈下量S_1は、荷重Pにほぼ比例して増加し、また除荷時においてその大部分が回復するのに対し、S_2はPの増加にしたがい急激に増加し、またその大部分は除荷後も回復していない。すなわち、載荷直後の沈下は弾性的であり、同一荷重持続中の沈下は塑性的であるとみることができる。なお、試験中、降伏荷重に達した10例について1)～3)の検討を加えた結果は次のとおりであった。すなわち、降伏荷重以上では2)のmの値は、1～2と大きくなっており、また、3)のα_1の値は100%から50%程度に低下したものと100%にとどまったものとが半々であった。以上の結果を総合すると次のようになる。一般に載荷試験により永久荷重に対し将来予想される杭の沈下量$S = S_1 + S_2$を推定するには、S_2を正確に把握する必要があり、従って、載荷試験は十分時間をかけて行なうことが望ましく、又、急速な載荷によりS_1のみ測定した場合は前述のmの値等によりS_2を推定して将来の沈下量Sを算定する必要があると思われる。

4 むすび

今回の検討は30例と数が少ないが、今後さらに多くのデーターについて杭応力を含めた解析を行ない、杭の沈下特性の一端を明らかにする考えである。

参考文献

1) 山肩邦男；支持杭の載荷試験における降伏荷重の力学的意義に関する考察（中間報）
日本建築学会論文報告集 79号 1962
2) 藤田圭一；杭打ち技術ノート （P-125） 日刊工業新聞社
3) 村山朔郎；粘土中の摩擦杭の支持力とその新測定法，土木学会論文集 44号，1958