

首都高速道路公団

正員 中村正平

同上

正員 ○池田尚治

§1 緒言

直径 1.5 m、長さ 36 m の鋼管杭の鉛直載荷試験の結果について述べる。試験は、まず、杭を打ち込んだままの状態に載荷を行い、つぎに管内を掘削し、中詰コンクリートと打設してある載荷を行った。杭の形状および地質柱状図を図-1に示す。土質試験による一期圧縮強度、粘着力および内部摩擦角は、深さ 17 m において、それぞれ 2.4 kg/cm^2 、 0.6 kg/cm^2 および 25° 、深さ 33 m において 2.9 kg/cm^2 、 0.9 kg/cm^2 および 30° であった。

試験杭は、長さ 12 m の管を 3 本継ぎとし、現場で電気溶接して打ち込んだ。杭打機は、起振力 6 ton 振動数 980 c.p.m. の振動杭打機（三菱 V-5）を用いた。杭の打ち込みに要した時間は、下杭 2 分、中杭 44 分*および上杭 72 分であった。

載荷装置は、同一フーチング内の他の 4 本を反力杭として、フレームをつくり、300 ton オイルジャック 4 台を並列に連動させた。なお第 1 回目の載荷は、杭打ち後約 70 日に行なった。

(注)* 中杭打ち中貫入不能となったので鋼管内を約 21 m 掘削してから再び打ち込んだ。

§2 杭の応力分布

杭の外面にワイヤストレーンゲージを 10 ヶ貼つて測定を行った。中詰コンクリートのない場合（以下「中詰なし」と記す）の測定結果を図-2に示す。この結果より、杭の応力分布は、ほぼ三角形分布であり、700 ton 載荷した場合でも杭先端から 4 m の位置には 100 ton しか伝わっていない。残りの 600 ton はその上側の摩擦力で負担していることが解る。また、応力分布線は杭先端にエクストラポレートして考えると、ほとんど先端に荷重が伝わりきらないことになる。したがって、この程度の地盤で長尺杭を用いば、荷重のほとんどが摩擦力で受け持たれることになる。なお、図-2 の応力分布より杭周囲の摩擦力を求めると、最高 6 ton/m^2 程度であり、土質試験の粘着力以内である。

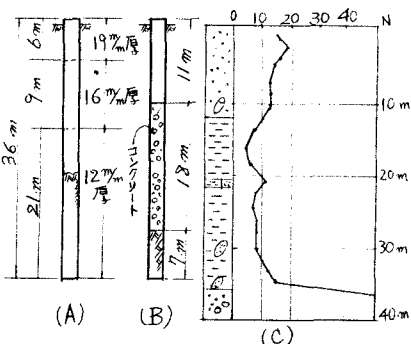


図-1 (A) 中詰コンクリートなしの杭
(B) " " のある杭
(C) 地質柱状図

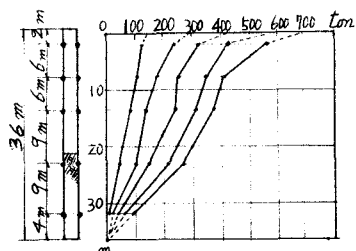


図-2 杭の応力分布図（中詰なし）

§3 杭の沈下量

杭頭の沈下量をダイヤルゲージ 4 ヶの平均より求めた結果の一部（中詰なし）を図-3に示す。

図-2の応力分布から考えて、三角形の応力分布と仮定し、杭先端の変位を0とした時の杭自身の弾性沈下量を求めると、

$$w_{(cm)} = \sum_n \frac{T K_n}{E A_n} = 1.2 \times 10^{-3} \cdot T_0 (ton) : \text{中詰なし}$$

$$= 0.75 \times 10^{-3} \cdot T_0 : \text{中詰あり}$$

となる。この T_0 は載荷重量(ton)。

この値を図-3に計算値として示す。これより解るように、杭の沈下量の大部分は、杭自身の弾性変形によって生じるものであり、例えば、中詰なしの場合、荷重450ton(本橋造物の許容常時設計荷重は400ton/本)に対して、全沈下量6.6mm中5.4mmが杭自身の縮みによって生ずる変位である(82%)。

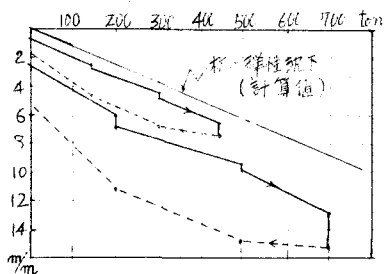


図-3 荷重-沈下曲線
(450t, 700tのサイクルのみ記す)

3.4. 粘弾性的考察

杭の沈下曲線を考察するに当って最も初歩的なマクスウェルモデルを考えたい(図-4A)。

荷重速度一定の場合、 $\frac{dx}{dt} + \frac{Kx}{\alpha} = \frac{Kt}{\alpha} \dots (1)$

より、 $x = \frac{K}{K} \left(\frac{\alpha}{K} e^{-\frac{Kt}{\alpha}} - \frac{\alpha}{K} + t \right) + \frac{Kt}{K_0} \dots (2)$

荷重一定の場合、(1)式の $pt = P$ とて

$$x = \frac{P}{K} (1 - e^{-\frac{Kt}{\alpha}}) + \frac{P}{K_0} \dots (3)$$

中詰なしの場合の上式のバネ定数 K_0 、 K 、 α は、クリープ量および弾性変形量から求められ、 $K = 400 \text{ ton/mm}$ 、 $K_0 = 85 \text{ ton/mm}$ と求められ、またダンプ係数は、 $\alpha = 2 \text{ 秒}$ の時 $\frac{K}{\alpha} t = \pi$ と仮定して $\alpha = 250 \text{ ton sec/mm}$ とした。これらの係数を用いて沈下-時間曲線を求めた一例を図-5に示す。計算値は、実測値とよく一致しており、簡単なモデルで摩擦杭の沈下曲線を説明することも出来ると思われた。しかしながらこのモデルでは、荷重を増加させる場合にはよく一致しても、荷重を減少させる場合の変位曲線を説明することが出来ない。この場合定性的に図-4Bのモデルを考えられるが、荷重の増大と減少とで同一機構の相違はフリーでは更に今後検討する積りである。

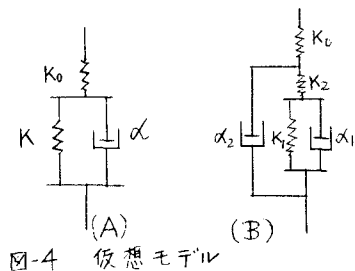


図-4 仮想モデル

3.5. 中詰コンクリートの影響

中詰のある場合、杭の沈下量は、中詰のない場合と較べて約 $\frac{1}{3}$ となった。また一定荷重載荷時、フリー変形量は、中詰のない場合と較べてかなり小さく値が得られた。しかしながら、鋼管とコンクリートとの一体性は、完全ではないことが推測された。

以上

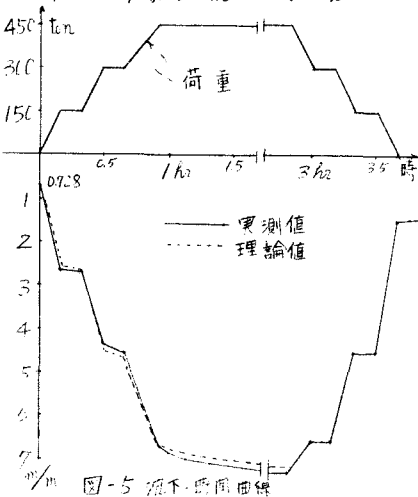


図-5 沈下-時間曲線