

国鉄 構造物設計事務所
同 上
パシフィックコンサルタンツ

正員 山本 強
正員 ○ 大植 英亮
中村 兵次

まえがき

地下連続壁の技術の進歩と共に、地下連続壁自体の本体利用がこのところ各方面で積極的に試みられているが、国鉄では高速列車の走行安全性から厳しい制約条件のある東北新幹線の井筒基礎として本体利用し、現場水平載荷試験を行った。その結果、同規模の在来のニューマチックケーソンと比較して、変位量は約1/5と小さく、施工時の安全性、経済性等から今後多用される大型基礎工と考えられる。

ここでは、水平載荷試験と地下連続壁井筒（以下連壁井筒と言う）の設計法の概要について述べる。

1. 水平載荷試験

水平載荷試験は図-1に示すように、円形ニューマチックケーソンと正方形連壁井筒ともPC鋼より線を引き合う形で、4サイクル（300, 600, 900, 1200 t）方式で行った。測定項目は、(1)水平地盤反力、(2)鉛直地盤反力、(3)水平変位量、(4)回転角、(5)継ぎの剛性および鉄筋応力等であり、これらの測定のため、土圧計、間隙水圧計、周面摩擦計、鉄筋計、クラック計、水平変位計、温度計等が、連壁井筒の深さ方向4断面の各所に設置され、またマイクロベル、トランシットなども用いられた。

図-2に各サイクルでの最大荷重と水平変位量の関係を示した。図-2よりほぼ同一規模の基礎工であるにもかかわらず変位量に大きな差のあることがわかる。

図-3に土圧計による測定結果と、後述する計算値とも示したが、両者はかなりの差がある。

2. 連壁井筒の構造解析と設計法

連壁井筒の設計に当っては、在来のケーソン法¹⁾以外に、ケーソンと連壁井筒の差違（ケー

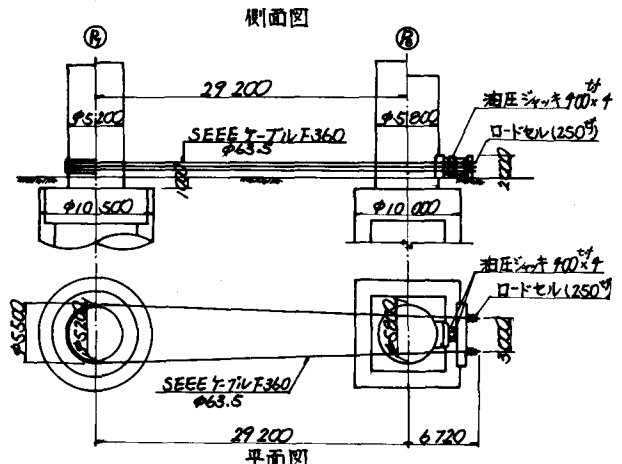


図-1 載荷試験一概図

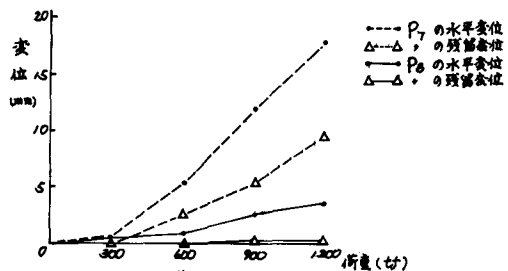


図-2 各最大荷重と基礎天端での水平変位

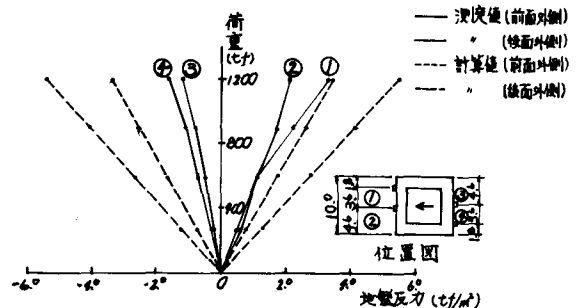


図-3 荷重 地盤反力関係 (前・後面・外側, $G_L=10.5\text{m}$)

ソソ基礎はフリクショソカッターの影響から、ケーソソ周面のせん断バネを考慮していないが、連壁井筒は地山と密着し、支持力機構の異なることに着目した連壁基礎法によって行つた。すなわち、図-4に示すように連壁井筒は8個のバネによって地盤との力の伝達を行うものとし、各バネはランキソの主働、受働土圧を極限值とする弾塑性バネと考えた。このときの地盤反力は図-5に示すものとなる。図-5に示す地盤反力の差金は、図-4に示す井筒側面のせん断バネ k_s によって支持されたものに他ならない。なお、連壁基礎法における $k_1 \sim k_8$ のバネは、 k_1, k_7 の値と図録式により求めておき、他は2次元または3次元FEMを用いて k_1, k_7 との相対的な関係を求め、表-1に示すものとするれば、図-6に示すように変位に対しては比較的良好に合っている。しかしながら、土圧(地盤反力)は図-3に示したように計算値と実測値にかなりの開きがあり、当該地盤のような砂礫地盤における土圧測定は難しさと物語っているように考えらる。

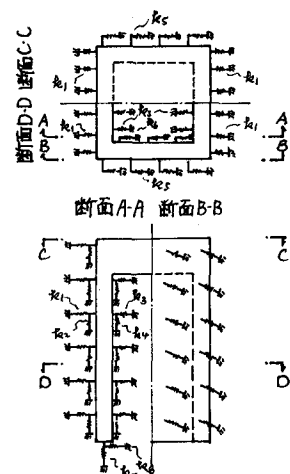


図-4 連壁基礎バネモデル

表-1. 地盤係数及び極限值

地盤係数	地盤係数の算式 (tf/m^2)	極限値の算式 (tf/m^2)
k_1	$k_1 = 0.4 \times d \times d \times E_0 \times B_0^{-3/4}$ (図録式)	最大圧縮反力: P_{c0} (受働土圧・静土圧) 引張反力: P_{t0} (静土圧) (土物土圧)
k_2	$k_2 = (0.15 + 0.35 \frac{B_0}{D}) \cdot k_1$ D: 着目点の深さ(m), D: 基礎の長さ(m)	砂質土: $P_2 = 0.5N \leq 20$ 粘性土: $P_2 = C \cdot \alpha \cdot N \leq 15$
k_3	$\frac{B_0}{D} < 0.9$ のとき $k_3 = 0$ $0.9 \leq \frac{B_0}{D} \leq 1.0$ のとき $k_3 = (0.2 \sim 0.3) \cdot k_1$	最大圧縮反力: $P_{c0} = \frac{1}{2} \cdot P_{c0}$ 引張反力: $P_{t0} = \frac{1}{2} \cdot P_{t0}$
k_4	$\frac{B_0}{D} < 0.5$ のとき $k_4 = 0$ $0.5 \leq \frac{B_0}{D} \leq 1.0$ のとき $k_4 = (0.8 \sim 0.9) \cdot k_1$	砂質土: $P_4 = \frac{1}{2} \cdot P_2$ 粘性土: $P_4 = \frac{1}{2} \cdot P_2$
k_5	$k_5 = 0.6 \cdot k_1$	砂質土: $P_5 = 0.5N \leq 20$ 粘性土: $P_5 = C \cdot \alpha \cdot N \leq 15$
k_6	$\frac{B_0}{D} < 0.5$ のとき $k_6 = 0$ $0.5 \leq \frac{B_0}{D} \leq 1.0$ のとき $k_6 = (0.8 \sim 0.9) \cdot k_1$	砂質土: $P_6 = \frac{1}{2} \cdot P_2$ 粘性土: $P_6 = \frac{1}{2} \cdot P_2$
k_7	$k_7 = 0.4 \cdot d \cdot E_0 \cdot B_0^{-3/4}$ (図録式)	最大圧縮反力: 地盤粘着支持力 引張反力: 連壁基礎自重
k_8	$k_8 = 0.5 \cdot k_7$	砂質土: $P_8 = 0.5N \leq 20$ 粘性土: $P_8 = C \cdot \alpha \cdot N \leq 15$

注) k_2, k_4, k_5, k_6, k_8 の極限値の算式は、道路橋示方書(下部構造編)による。

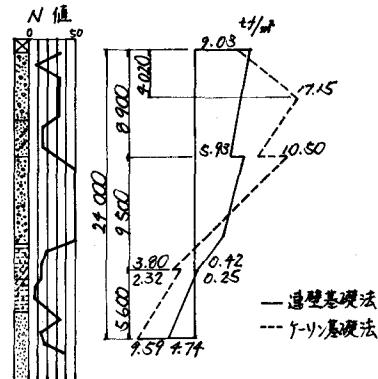


図-5 前後面に作用する地盤反力の分布

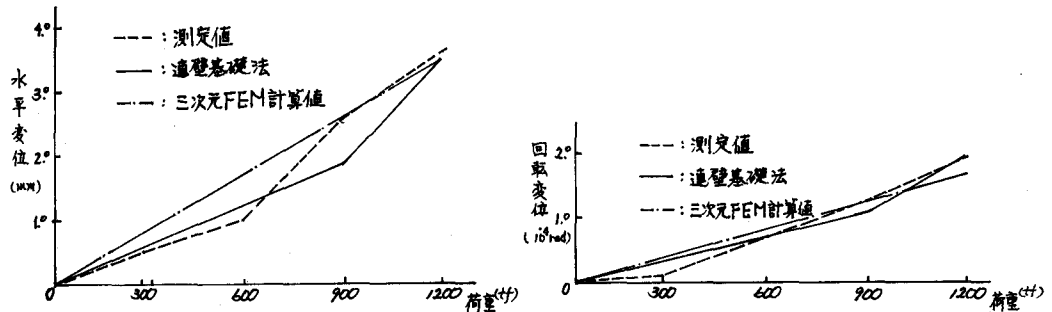


図-6 水平変位と回転変位の測定値と計算値の比較

あとがき

初の連壁井筒の水平載荷試験の結果、図-4、表-1の計算法は砂礫地盤において適用できることが判明した。今後、粘性土地盤、軟弱地盤等においても試験を行い、大变位の場合についても研究して行きたい。

参考文献

- 1) 図録: 建造物設計標準(基礎構造物及び抗土圧構造物)