

金沢大学工学部

西田 義親

八木 則男

○小谷 佳範

1. まえがき

地盤の応力-ひずみ関係を直線と仮定し、スプリングにより、地盤をモデル化し図-1に示す装置を用いて座屈荷重を求めた。次に、伝達マトリックス法を用いて座屈荷重を求め、理論値と、実験値の比較を行い、二層より成る地盤における座屈荷重に及ぼす層の厚さ及び位置の影響について、若干の考察を行った。

なお、杭の両端はピンで支持されていると仮定した。

2. 実験装置及び方法について

実験装置を図-1に示す。荷重は、圧縮試験機により与えた。杭のモデルとして800×50×3.2のSS41鋼板を用い、両端は、サイフエッジに切り、ピンとしてある。鉛直方向の変位とスルーベイングリングの読みから得た荷重を、図-2に示すようにプロットし、その曲線部分の交点として、座屈荷重 P_{cr} を求めた。⁽¹⁾

二層より成る地盤をモデル化するために、バネ定数の異なる二種類のバネを用いて実験を行った。No.1の支点から順に、弱いバネをおきかえて実験を行った。その結果を表-1に示す。鋼板の厚さに、若干ばらつきがあったので、その都度、測定した。

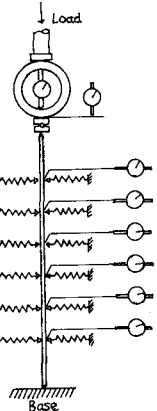


図-1

Ks X 6

No	2	7	63	64	65	66	67
Δ	1.82	0.46	2.47	1.34	2.72	1.81	2.84
P_{cr}	381	440	470	355	508	332	339
P_r/P_e	10.5	12.1	12.9	10.8	11.5	9.1	11.2

Kw X 3 + Ks X 3

No	8	9	40	41	42	47	49
Δ	0.30	0.22	1.12	1.05	1.05	1.15	0.94
P_{cr}	265	255	266	240	258	253	215
P_r/P_e	7.3	7.0	7.3	6.6	7.1	6.9	5.9

Kw X 6

No	3	4	5	32	38	59	61	62
Δ	0.83	0.32	0.31	0.30	0.95	0.76	0.95	1.00
P_{cr}	2093	196	2439	211	228	175	230	215
P_r/P_e	5.8	5.4	6.7	5.9	6.3	5.3	6.3	5.9

Kw X 1 + Ks X 5

No	50	51	52	53	54
Δ	1.44	1.53	1.38	1.60	1.42
P_{cr}	359	329	295	406	365
P_r/P_e	9.8	9.0	8.1	11.1	10.0

Kw X 4 + Ks X 2

No	68	80	81	82	83
Δ	1.11	0.98	1.19	1.10	0.98
P_{cr}	234	233	251	240	258
P_r/P_e	7.1	6.4	6.9	6.6	7.1

Kw X 2 + Ks X 4

No	10	35	36	44	45	46	69	70
Δ	0.28	0.34	0.35	1.24	1.25	1.18	0.96	1.03
P_{cr}	268	315	302	295	279	289	236	260
P_r/P_e	7.4	8.7	8.3	8.1	7.7	7.9	7.2	7.2

Kw X 5 + Ks X 1

No	55	56	57	58
Δ	0.94	0.95	1.34	0.98
P_{cr}	226	223	322	249
P_r/P_e	6.2	6.1	6.1	6.1

Δ :鉛直方向変位

P_{cr} : 実験値

P_r/P_e : オイラー座屈荷重

表-1

3. 伝達マトリックス法により求めた理論値と実験値の比較

杭を7つのエレメントに分割し、6つの弾性支点で、支えられているとする。格間伝達マトリックス中の、せん断力が作用する所において、

$$\{Q\}_{k+1}^L = \{Q\}_k^R + \{Q\}_k$$

$$Q = K \cdot y_k$$

K: 地盤反力係数

y_k : k 変位の変位

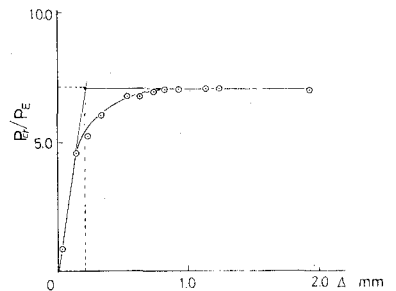


図-2

Kの値を代入し、計算を行う。計算値と実験値の比較を図-4に示す。杭頭の支点より、順に、弱いスプリングでおきかえてゆく。全て強いスプリングで支えられた時を $Ks \times 6$ 、1本弱いスプリングでおきかえた時を $Kw \times 1 + Ks \times 5$ 、のように表わす。

計算においては、スプリングは、圧縮に対してのみ作用すると仮定する。即ち、杭がたれ込んだ時、杭の圧縮側においては、地盤は、直ちに破壊し、杭に上の圧力は作用しないと仮定する。

図-5に、弱いスプリングが増加することによる座屈荷重の変化を示す。弱い層の厚さが増加すると、座屈荷重は、指数関数的に減少する。

図-6に、隣り合う2つの支点を、弱いバネで支持し、この層が、杭頭から杭先へ移動してゆく時の座屈荷重の変化を示す。

4. まとめ

図-5から、わかるように、座屈荷重は指数関数的に減少するから、たとえ、杭頭付近であっても、弱い層が存在すると、座屈荷重は大幅に減少する。その減少率は、オ1層を、弱いスプリングで、おきかえた時が最大である。従って、このような場合、弱い層を無視し、一様地盤とみなして、座屈荷重を計算することは、不適当であるといえる。

また、杭長の半分以上が、弱い層中にある時は、杭がすべて、弱い層中に存在しているとして、座屈荷重を計算してもさしつかえない。

図-6より、座屈荷重と、杭頭から、弱い層までの距離はほぼ、比例関係にある。但し、このことは、分割数を多くして、計算を行わねば、明言できない。

伝達マトリックス法によれば、N値等からK値を指定し、多数層より成る地盤中にある杭の座屈荷重を簡単に求めることができるが、地盤を弾性体と仮定したこと、杭の両端をピンと仮定したこと等に多くの問題が残されている。

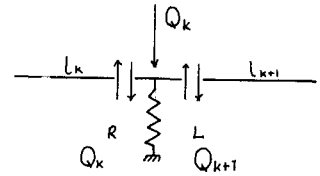


図-3

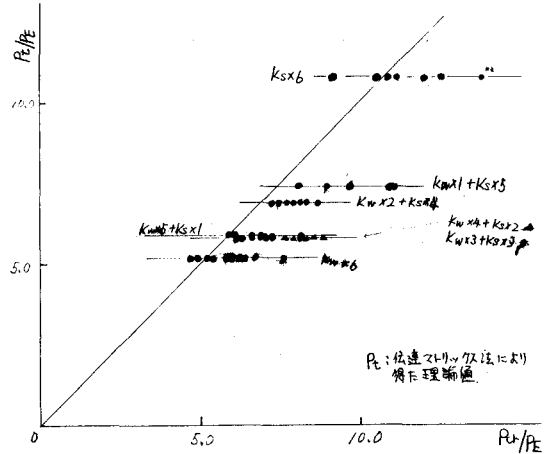


図-4

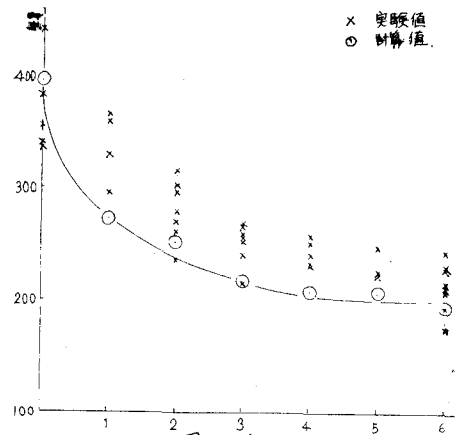


図-5

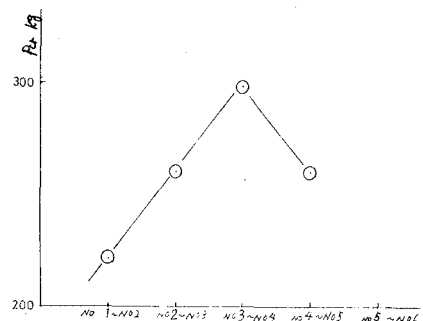


図-6

参考文献

1) KENNETH LEE

Buckling of Partially Embedded Piles in Sand
ASCE 1968

2) 成岡昌夫 コンピューターによる構造工学講座I-2-B

3) 伊藤直和 杭の座屈に関する基礎的研究(金沢大学5年度修士論文)