

鉛直荷重を受ける杭の曲げ変形に関する、基礎実験

金沢大学 正員 西田 義親
 “ “ 儿木 則男
 “ 学生員 O伊藤 直和

1 はしがき

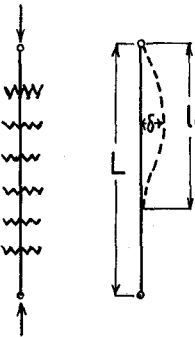
土の、杭の座屈に与える影響は、複雑であり、未だ説明できない点が多い。従来より多くの座屈実験が、行なわれて来たが、その大部分は実験砂層を使ったモデル実験か、実際地盤に打ち込まれた、実大杭による実験であった。そこで、その基本的研究として、試験を簡単化する為、土の代りに、スプリングで、杭側部を、支持する装置を作製して、模型実験を、行ってみた。以下はその報告である

2 実験装置

モデル杭は、800×50×3 の、細長い、鋼材を使用した。両端はナイフエッジにした。杭は6ヶの、支点で両側より、スプリングで支えられる。

3 実験I

スプリングはバネ定数を違えた、2種類を用意し、土の構造に似せて配置した。

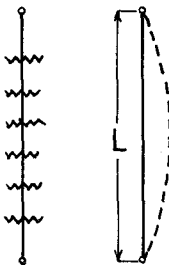


	$k_{wa} \times 3, k_{st} \times 3$	$k_{wa} \times 3, k_{st} \times 3$	$k_{wa} \times 4, k_{st} \times 2$	$k_{wa} \times 4, k_{st} \times 2$
axial Δ mm	1.2	1.0	1.0	1.0
l_i / L	0.388	0.363	0.450	0.500
P_{cr} Kg	265	255	220	208
P_{cr} / P_E	7.3	7.0	6.0	5.7

P_E はオイラーの座屈荷重で $P_E = \pi^2 EI / L^2$
 $k_{wa} = 3.497 \text{ Kg/cm}$ $k_{st} = 16.690 \text{ Kg/cm}$

4 実験II

1様な地層を、まね、スプリングの強度を、1様にした、実験の、結果は下記の様である。



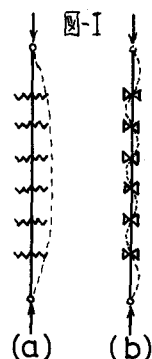
	ALL WEAK	ALL WEAK	ALL STRONG	ALL STRONG
axial Δ mm	1.1	1.2	0.9	1.0
P_{cr}	217	180	565	551
P_{cr} / P_E	6.0	4.9	15.5	15.1

5 実験について

軸歪 Δ と、 P_{cr} の関連については、実験例を増さなければ、理論にあうかどうか、結論づけにくい。 δ については、参考程度に計測した。 P_E はオイラーの空中座屈強度を表し、 P_{cr} / P_E は、どの程度、

スプリングによって、拘束されるかを示す。実験Ⅱでは、座屈の形が、数種類現れ、初期歪の影響が、大きい事を示唆している。

バネ定数が全て、0の時、又は充分小さい時には、図-Iaの様に座屈し、バネ定数が、剛、あるいは、十分剛な時、図-Ibの様に、7次の座屈形をとる事は、論理的に予想がつく。座屈形は、バネ定数により、支配されるわけだが前述の、初期歪や、あるいは、荷重の偏心、ナイフエッジ部の固定度、などが大きく影響している。バネ定数1定の試験では4例、代表として載せた。



6 P_{cr}/P_E の計算

試みに、スプリングのバネ定数と、ほぼ同程度と思われる、地盤反力係数

k を持つ、地盤中での、 P_{cr}/P_E の値について、試算してみると、チモシェンコの著名な式

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \left(n^2 + \frac{\beta}{n^2} \right) \quad \beta = \frac{k L^4}{\pi^4 EI}$$

で、 $k = 0.35 \text{ kg/cm}^2$ と $k = 1.67 \text{ kg/cm}^2$ を代入
実験Ⅱと比較して、表-I とする。

表-I P_{cr}/P_E				
	ALL WEAK	ALL WEAK	ALL STRONG	ALL STRONG
実験値	6.0	4.9	15.5	15.1
計算値	623	623	297	297

7 実験Ⅰについて、エネルギー方法を使って、 P_{cr} を求めてみる⁽¹⁾

歪曲線を、微物線と仮定して、材の曲げエネルギー ΔV_1 、弾性体の歪エネルギーを、 ΔV_2 圧縮力、 P のなす仕事を、それぞれ計算する。

微物線は

$$y = -\frac{4\delta}{l_1^2} x(x-l_1)$$

$$\Delta V_1 = \frac{EI}{2} \int_0^{l_1} \left(\frac{d^2 y}{dx^2} \right)^2 dx$$

$$\Delta V_2 = \frac{B}{2} \int_0^{l_1} y^2 dx$$

$$\Delta T = P \lambda$$

となり、 $\Delta T = \Delta V_1 + \Delta V_2$ より P を求める。計算値と、実験値との比較したものを表-II とする。

表-II $P \text{ kg}$				
	$\frac{Bwa \times 3}{Bst \times 3}$	$\frac{Bwa \times 3}{Bst \times 3}$	$\frac{Bwa \times 4}{Bst \times 2}$	$\frac{Bwa \times 4}{Bst \times 2}$
実験値	265	255	220	208
理論値	328	366	264	235

$B =$ バネ定数 / 各支点間の距離

$$\lambda = \frac{1}{2} \int_0^{l_1} \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 dx$$

8. あとがき

まず、簡単な、実験装置で、座屈という、現象を、モデル化、してみたが、次に砂箱との比較も、目下、行っている。座屈の室内実験例は、少いので、実際地盤に於て、試験装置を改良し、実験を、続けるつもりである。尚、今回の報告の詳しい事は当日、説明する予定である。

(1) 詳しくは、チモシェンコ「座屈理論」、コロナ社刊、P.52 以後参照

尚、本実験には、小谷佳範君の協力を得たので、ここに記し感謝の意を表わす。