

広島工業大学 正員 鈴木 健夫
 " 正員 伊藤 秀敏
 成幸工業(株) 正員 國藤 光弘

1. まえがき

最近都市部においてソイルセメント杭の土留工法が多用されるようになった。土留の場合、深度及び土質により土圧による曲げに抵抗し得なくなるのでH鋼による補強を行っている。曲げに対して通常H鋼のみで負担するとしているが、ソイルセメントの寄与もあると思われたので、土質、水セメント比、ソイルセメント中のH鋼の断面

面積比を変えて、曲げ試験を実施し、H鋼に対するH鋼入りソイルセメントの寄与率を検討した。

2. 実験方法

試料土は図-1の海砂、まさ土、粘性土の3種類を用い、水セメント比は、 $W/C = 2.1, 2.5$ の2種類とし、H型鋼は $100 \times 50, 125 \times 6$

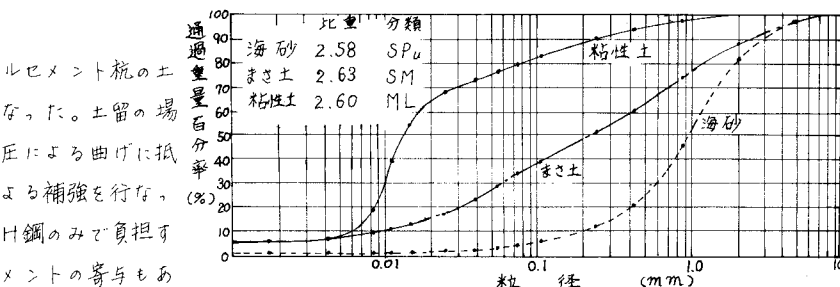


図-1 試料土の物理的性質

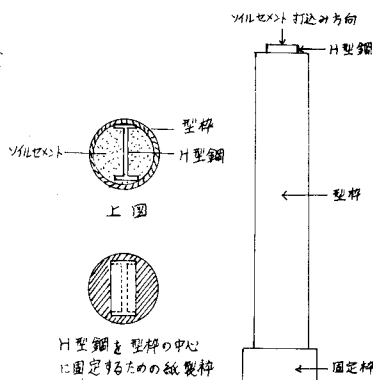


図-2 ソイルセメント杭の成形方法

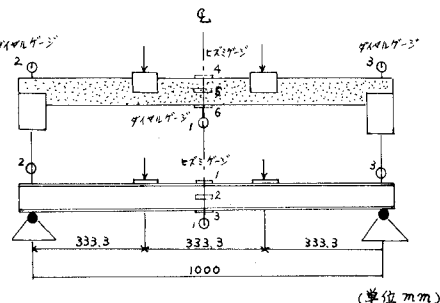


図-3 ソイルセメント杭の載荷試験状況
 ヒズミゲージ 1~6
 ダイヤルゲージ 1~3

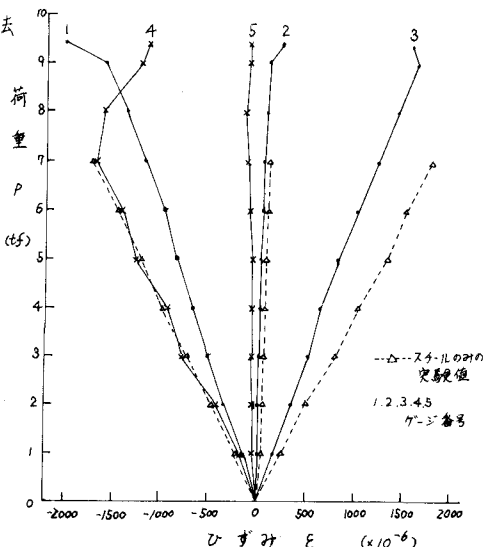


図-4 載荷試験時の荷重とひずみの挙動
 H鋼 100×50 $W/C = 2.5$ 粘性土

0.150 $\times$ 75 mm の3種類とし、それぞれ組合せてH鋼を入れたソイルセメント杭を作り、H鋼のみと比較した。土/セメントミルク比を0.5とし、少量のベントナイトを混合する。ソイルセメント杭供試体は内径200 mmの円筒状紙パイプの中に図-2のようにH鋼を固定し、その後混練したセメントミルクを気泡を抜きながら流れ込み、28日間型枠中で養生した。供試体の形状および寸法は図-3に示す通りである。すなわち、有効スパン1 m、断面は直径20 cmの円形である。各材料のひずみ量を測定するため、ソイルセメント部およびH鋼のスパン中央部にそれぞれ3枚のストレンゲージを貼付した。たわみの測定はダイヤルゲージで行ない、支点上部に2個、スパン中央部に1個設置した。載荷は2点対称荷重で行ない、各荷重段階におけるひずみおよびたわみを測定し、ひびわれ伸張を観測した。

3. 試験結果および考察

図-4は載荷試験の1例であり、ソイルセメント中に挿入したH鋼のひずみ量は、H鋼の場合に比較して

ひずみ進行速度が遅く、大略60%を示した。

このことからソイルセメント部が杭の曲げ剛性の増加に寄与しているといえる。たわみとの関係は図-5であり、土の種類を変えてもソイルセメントが杭の剛性増加に寄与することが判明した。海砂およびまき土において、高い剛性寄与を得たが、粘性土は低い剛性寄与にとどまった。これは、杭養生期間中に微細なひびわれが発生したものもあり、H鋼との付着が損なわれたとみられる。

本試験で組合わせ使用したH鋼の形状、ソイルセメントの配合および圧縮強度を表-1に、ソイルセメントのヤング係数およびソイルセメント杭の剛性寄与率を表-2に示す。剛性寄与率は、H鋼とソイルセメントが一体化した複合材とし、全断面有効と仮定し、ソイルセメント杭とH鋼のみの弾性域におけるたわみ比(δ_1/δ_2 , δ_1 : H鋼のみのたわみ, δ_2 : ソイルセメント杭のたわみ)を求め、その増分を寄与率として、次のように求めた。

$$\begin{aligned}\delta_1/\delta_2 &= (E_s I_s + E_{cs} I_{cs}) / E_s I_s \\ &= (E_{cs} I_{cs} / E_s I_s) + 1 = I_{cs}/n I_s + 1 \cdots \cdots (1)\end{aligned}$$

ここで E_s : H鋼の弾性係数(kgf/cm^2)

I_s : H鋼の断面二次モーメント(cm^4)

E_{cs} : ソイルセメント部の弾性係数(kgf/cm^2)

I_{cs} : ソイルセメントの断面二次モーメント(cm^4)

n : 弾性係数比(E_s/E_{cs})

よって $I_{cs}/n I_s \times 100$ を寄与率とする。

すなわち、表-2における寄与率は弾性論に寄基づく値と本試験によって得られた値とを示すにものである。したがって、理論値はH鋼のみの剛性と(1)式より求めた値との比率であり、実験値はH鋼のみの剛性と試験値との比率である。理論値および実験値はH鋼が大きくなるに伴って低減している。したがって、寄与率に関しては、形状の小さいH鋼を使用する方が有利であるとの結果を得たが、H鋼の形状が大きくても、地中壁としての杭の拘束条件を考慮すれば高い寄与率が得られるものと推定される。杭の剛性寄与率に関する主なる影響因子は、H鋼の鋼材比、 W/c および土の種類であり、図-6より、H鋼の鋼材比が0.030で W/c が2.1の場合高い寄与率が得られたが、この比が0.055程度になると W/c ,土の種類の相異なる寄与率の差は、わずかであった。

4. むすび

ソイルセメントとH鋼を併用する事により、ソイルセメントが杭の剛性に寄与することが判明した。この場合の寄与率はH鋼の鋼材比、 W/c ,土の種類により異なり、20~85%の値を得た。本研究でご協力いただいた卒業生の熊谷、市川、上野、大村、神田、大住、今日の諸君に深謝します。

表-1 ソイルセメントの σ_{28}

H 型 鋼	ソイルセメント	圧縮力(kgf/cm^2)
100x50	粘性土 2.1	39.8
	2.5	27.0
	まき土 2.1	48.9
	2.5	28.7
	海砂 2.1	45.5
125x60	2.5	34.0
	粘性土 2.1	39.4
	2.5	22.1
	150x75	35.9
	2.5	29.4
	まき土 2.1	49.2
	2.5	36.7
	海砂 2.1	41.8
	2.5	39.4

表-2 ソイルセメント杭の寄与率

H型鋼	ソイルセメント		割合と率		
	土	W/c	理論値	実験値	
100x50	粘土性土	2.1	66.5	0.71	0.38
		2.5	102.4	0.46	0.33
	まき土	2.1	47.4	0.86	0.66
		2.5	78.7	0.52	0.36
	海砂	2.1	48.8	0.84	
125x60	粘土性土	2.5	65.8	0.62	0.62
		2.1	73.9	0.30	0.25
		2.5	139.1	0.16	0.07
	粘土性土	2.1	60.5	0.17	
		2.5	68.2	0.15	
150x75	まき土	2.1	43.5	0.25	0.16
		2.5	47.3	0.23	0.10
	海砂	2.1	36.6	0.30	-0.07
		2.5	51.0	0.21	0.03

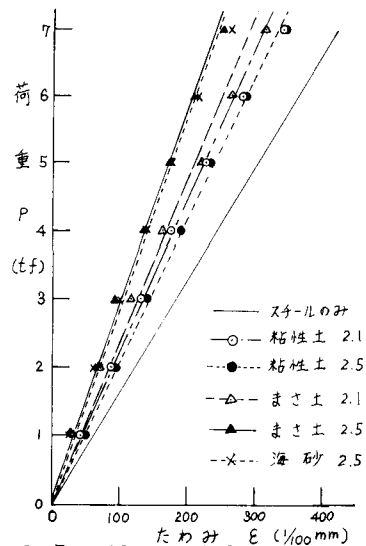


図-5 H鋼100x50を用いた場合の載荷試験時の荷重とたわみ曲線

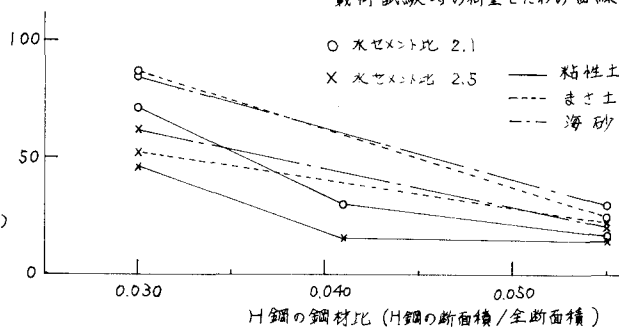


図-6 H鋼の鋼材比による寄与率の変化