

東洋建設(株) 技術研究室 正員 山本俊之

同 上 正員 ○三宅達夫

同 上 吉田康雄

同 上 松浦福市

1. まえがき

杭状施工されたセメント処理土と粘性土から成る複合地盤上に構造物が建設された場合、セメント処理土杭は粘性土による拘束状態のもとで複雑な変形が予想される。また、その場合、セメント処理土杭の細長比の変化によっても変形特性は変化するであろうし、平均ひずみと局所的なひずみの分布状態との対応性も興味のあるところである。そこで、今回は現象を単純化してとらえる為、一軸状態でのセメント処理土杭の縦横比の変化による平均ひずみと局所ひずみの分布状態及び限界ひずみとの関係を検討したので報告する。

2. 実験方法

セメント処理土杭の作成に用いた試料土は鳴尾粘土でその物理特性を表-1に示す。処理杭の作成は湿潤状態の試料土重量に対して30%のセメント重量を水セメント比60%のスラリー状で混合した後、硬質塩ビパイプ製のモールド内へ充てんした。養生はモールドのまま水槽内へ浸水させた。養生期間は四ヶ月とした。

一軸状態の中心圧縮力を受けるセメント処理土杭のひずみ分布の状態を調べる為、縦横比を変えた5ケースについて杭の周面にひずみゲージを貼付した。測定は平均縦ひずみ(以後平均ひずみ)と比較するためひずみゲージは縦方向に貼付したが、ケース5については参考のため、周面方向にも貼付した。平均ひずみはダイヤルゲージにて杭頂部の変位から求めた。圧縮ひずみ速度はひずみゲージによるサンプリング速度を考慮して0.2mm/minで行なった。

3. 実験結果と考察

各ケースの結果を表-2に示す。又、各ケースにおける平均ひずみ ε_1 と局所ひずみ ε_2 の関係について図-1(a)~(e)に示した。同図中には、ひずみゲージの貼付状況、破壊面も記している。図-1fには応力~ひずみ関係を示した。

ここに限界ひずみ ε_0 は次のように表わされる。

$$\varepsilon_0 = \sigma_c / E_i \times 100 \quad \dots\dots(1)$$

$$(\sigma_c = q_u, \quad E_i \approx E_{50})$$

この ε_0 と破壊ひずみ ε_f は R_f をパラメータとして

$$\varepsilon_f = \varepsilon_0 / (1 - R_f) \quad \dots\dots(2)$$

で表わされる。

図-1(a)~(e)には $\varepsilon_2 = \varepsilon_1$ 、 $\varepsilon_2 = 0.35 \varepsilon_1$ 及び $\varepsilon_2 = 0.35 \varepsilon_1$ の直線が $\varepsilon_2 = \varepsilon_1$ の直線を右方向へ平行移動した直線を限界ひずみ ε_0 で交わる

領域を図示している。このことは、各局所ひずみ ε_2 は平均破壊ひずみ ε_f 以下の範囲ではいずれの箇所においても平均ひずみ ε_1 よりも小さいひずみしか生じていないことを示している。しかし、どの箇所においても平均ひずみ ε_1 が小さい時は局所ひずみ ε_2 は ε_1 の増加に比例して増加している。これは供試体寸法の大小にかかわらず同じ傾向にあるが、供試体は圧縮過程の初期から不均一なひずみを生じている。標準サイズ

表-1 試料土の物理的性質

試験項目		鳴尾粘土
比重	Gs	2.72
活性度		3.4
調整含水比	W _L %	99~102
コンシ シ特 ステ 性	液性限界W _L	72.9
	塑性限界W _p	24.7
	塑性指数I _p	48.2
	砂 分%	11
粒 度	シルト 分%	39
	粘土 分%	50
	最大粒径mm	0.42

表-2. 実験結果

実験 ケース	寸法 cm	一軸強度 σ_c (kgf/cm ²)	破壊ひずみ ε_f (%)	変形係数 E_{50} (kgf/cm ²)	限界ひずみ ε_0 (%)
1	10, 40	20.19	0.57	4924	0.41
2	10, 80	20.13	0.38	8052	0.25
3	10, 115	19.08	0.35	7632	0.25
4	15, 40	27.04	0.44	9013	0.30
5	15, 170	20.93	0.46	7752	0.27
Aw=30% , W/C=0.6 , W _L =100%					

の供試体における局所ひずみの分布で、ほぼ一様なひずみ分布が認められたのとは異っており、今回のように単純化された条件のもとでも供試体寸法が大きくなることにより変形の一様性、ひいては応力の一様性を保つことは非常に困難である。

圧縮過程の初期における平均ひずみ ϵ_1 と局所ひずみ ϵ_2 の線形関係は平均ひずみ ϵ_1 が限界ひずみ ϵ_0 を境として、 $\epsilon_1 \geq \epsilon_0$ ではこの関係は成立しない。又 $0.35\epsilon_1 \leq \epsilon_2 \leq \epsilon_1$ が成立しなくなるのも $\epsilon_1 \geq \epsilon_0$ であり、この点 ϵ_0 を境にして平均ひずみの増加に対応して増加する ϵ_2 と、逆に減少傾向を示すものとに分かれる。したがって、shanley²⁾が言う中心圧縮力を受ける弾塑性柱の分岐挙動の開始点としての接線係数荷重を与えるひずみよりもセメント処理土杭においてはむしろこの限界ひずみをたわみ可能な状態とする最初の点とする方が妥当と思われる。

そこで、この限界ひずみをセメント系処理土（海底・河川の粘土・有機質土等を数種のセメント系固化剤で処理）の広範囲な一軸圧縮強度にわたって求めたのが図-1である。図中に記入した桜井らが求めた岩石・土のものとは異なり広範囲の一軸強度のもとで強度には関係なく、ある特定の領域 $\epsilon_0 = 0.2 \sim 0.8$ に納まっている。この図へ今回実験した処理土杭のデータも併記しているが、やはり強度には関係なく、又、縦横比($H/D = 0.5 \sim 11.5$)にも関係なく同一領域にある。このことから、セメント処理土杭は縦横比・強度の大小にかかわらず限界ひずみを安定状態の喪失点と考えることができよう。

4. むすび

一軸状態でセメント処理土杭は縦横比 H/D がいわゆる短柱以下ではその大小によらず、又強度の大小にもよらず限界ひずみは $0.2 \sim 0.8\%$ で変らない。

現在、三軸試験により標準サイズの供試体の限界ひずみを検討している。

参考文献

- 1) 桜井春輔 : トンネル工事における変位計測結果の評価法 ; 土木学会論文集 1982, VOL 317, No. 1 pp 93 ~ pp 100
- 2) 中村恒善他 : 弾塑性構造物の臨界挙動 ; 材料, 1981, VOL 30, No. 6 pp 535 ~ pp 548

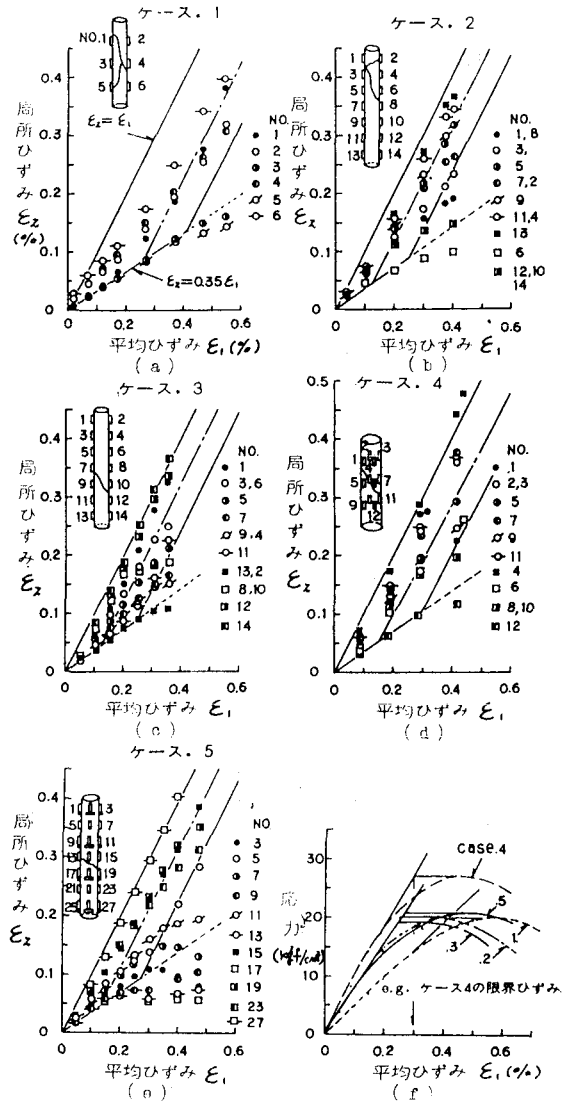


図-1 平均ひずみと局所ひずみ

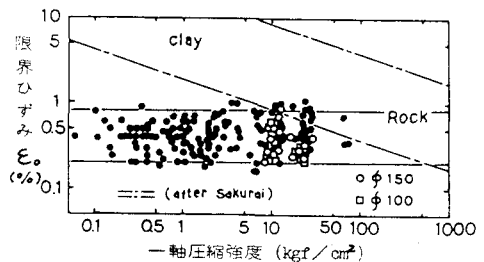


図-2 一軸圧縮強度と限界ひずみ (セメント処理土)