

西日本工業大学 正員 安原一哉

九州大学工学部 正員 山内豊聡

西日本工業大学 正員 ○采尾和年

1. はじめに

近年、軟弱地盤上の道路は、種々の理由により低盛土道路が築造されるようになった。しかし、このような低盛土道路では、交通開放後の交通荷重による沈下が大きいと言われており、筆者らも交通荷重による異常沈下倒を報告したことがある。また、飽和粘土地盤の沈下にはクリープ的傾向が強く、通常の圧密理論的手法では説明を困難にしており、工学的な取扱いが尚題となっている。今回は、このような尚題に資するため、主として低盛土道路の簡易沈下計算法を報告する。もちろん、その方法は、繰返し荷重をうけると考えられる他の構造物の沈下の予測についても同様に適用しうると考えられる。

2. 繰返し荷重をうける飽和粘土の変形を予測する方法

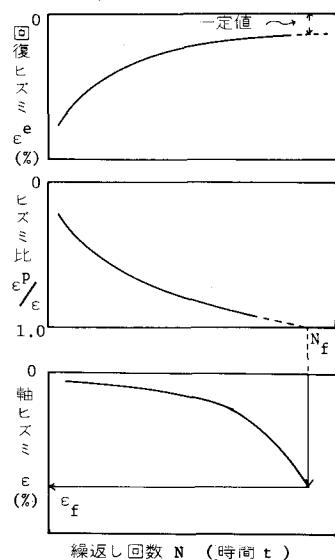
変形を予測する方法を図-1に模式図で示している。繰返し荷重をうける粘性土の変形は、回復性のヒズミ成分を ε^e 、除荷によっても回復しないヒズミ成分を ε^p と仮定すると、ある載荷回数における全ヒズミ ε は、

$$\varepsilon = \varepsilon^e + \varepsilon^p \quad \text{----- (1)}$$

と表わせると考えられる。さらに、式(1)の両辺を ε で除せば

$$\frac{\varepsilon^e}{\varepsilon} + \frac{\varepsilon^p}{\varepsilon} = 1 \quad \text{----- (2)}$$

となる。ここで、回復性ヒズミ ε^e は、側方拘束条件での土の弾性的性質に依存すると考えられるが、その量は繰返し回数の増加に伴って減少するが一定化する傾向があるので、 $\frac{\varepsilon^e}{\varepsilon}$ は繰返し回数の増加により 0 に近似的にしようとする。したがって、一方 $\frac{\varepsilon^p}{\varepsilon}$ は 1.0 に漸近するであろう。模式図のように、 $\frac{\varepsilon^p}{\varepsilon} = 1.0$ となる回数 N_f を求め、この N_f に相当する軸ヒズミを最終ヒズミ ε_f とするのが、ここで提案する近似的手法である。



繰返し回数 N (時間 t)
図-1 最終ヒズミを求めるための模式図

3. 交通荷重をうける低盛土道路の簡易沈下計算法

具体的な沈下の予測は、下記の手順で行う。

- 1) 盛土荷重および輪荷重による地盤内応力を計算する。
- 2) 計算された応力状態のもとで、現地から採取した試料に対し室内繰返し三軸圧縮試験を行う。
- 3) 試験結果より 2. で示した方法によって最終ヒズミ ε_f を推定して、これから予測沈下量を計算する。

4. ケーススタディ

次に、具体例として、佐賀県国道 207 号線の低盛土道路の沈下の予測に適用した例を報告する。盛土標準断面と計算地点を図-2に示している。なお、盛土下約 10m までは、有明粘土層と呼ばれる軟弱粘土地盤である。代表的土性も図中に示している。この盛土に、15 ton トラックが通過する瞬間の状態を考えて、地盤内応力を推定する。この地盤内応力の推定については、次のような方法が考えられる。

- i) トラックによる接地圧を測定し、これを円形等分布荷重と仮定して増加応力を求める。

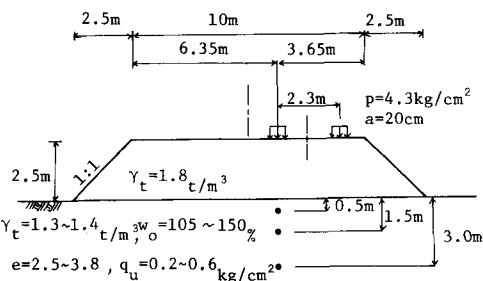


図-2 盛土標準断面と計算地点

ii) i)の値に、タイヤのセン断応力による影響と衝撃効果を考慮した値を加算する。

iii)舗装全体を版と考え、これがトラックの全重量を支持するとして増加応力を計算する。

これらのうち、最も危険側の数値を増加応力として採用する。計算結果を表-1に、実験条件を表-2に示している。試験機は、文献2)に詳述しているの、ここでは省略する。これまでと異なるのは、先行圧密として奥方圧密を採用していることである。実験結果のうち、繰返し載荷時のヒズミ比 ϵ^p/ϵ と時間 t の関係を図-3に、軸ヒズミ ϵ の変化を図-4に示している。ここで、2.に示した方法に従って、 $\epsilon^p/\epsilon - \log t$ 関係を外挿すると、図-3より $\epsilon^p/\epsilon \rightarrow 1.0$ となる t_f がほぼ 10^4 min と求まるので、これに相当する最終ヒズミ ϵ_f を推定すれば、表-3が得られる。この ϵ_f から、各層の沈下量 ΔSi および全沈下量 S は

$$\Delta Si = \epsilon_{fi} \times \Delta h_i \quad \text{----- (3)}$$

$$S = \sum_i^n \Delta Si \quad \text{----- (4)}$$

によって、求めるるとすると、予測沈下量は表-3のように求められる。これより、交通荷重による最終沈下量は、2～5cm程度と推定される。

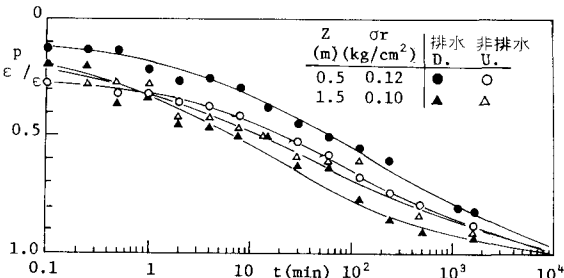


図-3 三軸繰返し圧縮試験におけるヒズミ比と載荷時間の関係

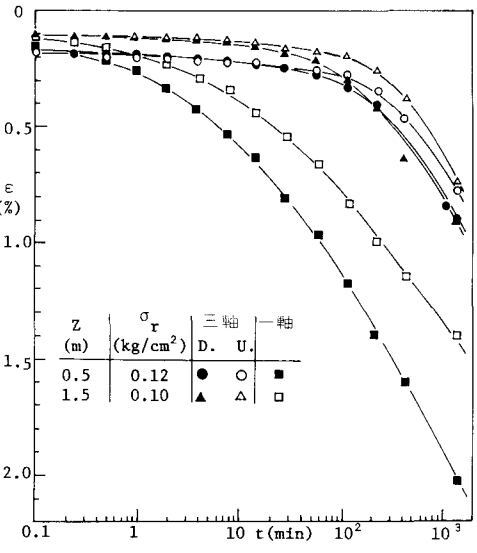


図-4 繰返し一軸圧密と繰返し三軸圧縮試験結果の比較

5. あとがき

ここで用いた室内試験は、極めて単純化されたものであるため、提案した予測方法により求められた沈下量は概略設計に資するもので、これ以上厳密な値を必要とする場合、室内試験もより精密な試験にあるとともに、FEM解析のような手法も必要となってくるであろう。

参考文献

- 1) Yamanouchi, T. and K. Yasuhara (1975): Settlement of Clay Subgrades of Low Bank Roads After Opening Traffic, Proc. 2nd Australia and New-Zealand Conf. on Geomechanics, Vol.1, pp.115-119.
- 2) 安原・平尾・岩田(1978): 繰返し荷重をうける飽和粘土の変形特性(統報), 52年度土木学会西部支部, pp.83-84.
- 3) 山内・安原・平尾(1977): 繰返し荷重による低盛土道路の沈下について, 51年度土木学会西部支部, pp.113-114.

表-1 地盤内増加応力の計算結果

深度 Z(m)	σ_r (kg/cm ²)		
	i)	ii)	iii)
0.5	0.029	0.036	0.118, 0.12*
1.5	0.016	0.020	0.102, 0.10*
3.0	0.009	0.011	0.083

* 印が実験に用いた値

表-2 実験条件

深度 Z (m)	拘束圧 σ_1, σ_3 (kg/cm ²)	繰返し荷重 σ_r (kg/cm ²)	試験の 種類	周波数 f (cps)
0.5	0.52, 0.26 0.52, 0.26 0.52	0.12	三軸 D 三軸 U 一軸	1
1.5	0.66, 0.33 0.66, 0.33 0.66	0.10	三軸 D 三軸 U 一軸	1

※ 先行圧密1日, 背圧負荷1日, 繰返し1日
※ $K_0=0.5$, 排水; D, 非排水; U

表-3 予測沈下量

深度 Z (m)	層厚 h (m)	拘束圧 σ_1, σ_3 (kg/cm ²)	繰返し荷重 σ_r (kg/cm ²)	三軸条件 (D) ϵ_{fi} (%)	三軸条件 (U) ϵ_{fi} (%)	一軸条件 ϵ_{if} (%)
0.5	1.0	0.52, 0.26	0.12	1.74	1.35	2.96
1.5	1.0	0.66, 0.33	0.10	1.45	1.28	1.86
全ヒズミ ϵ_f (%)				3.19	2.63	4.82
全沈下量 S (cm)				3.19	2.63	4.82