

III-51

低盛土による軟弱地盤の経時変形解析

九大工学部 正 山内豊聡, 正 落合英俊, 正 林 重徳

〃 正 孫 純鐘, 長工学部 正 棚橋由彦

〃 学。青柳隆浩

1. まえがき

軟弱粘性土盛土上に道路盛土を築造する場合、望ましい道路工の形態として、低盛土が定着しつつある。低盛土道路の問題点は、高盛土におけるすべり破壊などの問題ではなく、沈下及び側方流動など地盤の変形に対することである。このような変形の原因は、主として自動車の走行荷重によるものであり、一種の繰り返し圧密の結果として二次圧密が卓越するためと言われている⁽¹⁾。本研究では、その変形挙動を評価する一手法として著者の1人が提案している構成則を用いた静的な経時変形解析法に、動的要素を組み入れることを試みた。国道34号線江北バイパスの現場を対象にし、実験データと解析結果の比較により、解析の有用性を検討した。おわせで、現地に施工された石灰安定処理工法の効果についても言及した。

2. 解析手法

(i) 石灰安定処理層の効果

異方性土に対する正四面体応力と変形増分関係は、 $d\epsilon_v$ が γ の増加に比べて無視できるものとみなせば、次式で表わされる⁽²⁾。

$$\begin{bmatrix} d\epsilon_v \\ d\epsilon_{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_c & S_d \\ 0 & S_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d\sigma_m \\ d\tau \end{bmatrix} \quad (1) \quad \text{ここで } S_c, S_d, S_s \text{ はそれぞれ圧縮による体積ひずみ, } \gamma \text{ の増加によるせん断ひずみ増分の生じ易さを示す係数である。}$$

石灰安定処理層を等方弾性的剛板とみなせば、 S_c, S_d, S_s は K (体積変形係数)、 G (せん断変形係数)を用いて $S_c = 1/K, S_d = 0, S_s = 1/G$ と表わされる。石灰安定処理層に対して弾性係数 $E = 3500 \text{ kg/cm}^2$, ポアソン比 $\nu = 0.3$ とされている。その E, ν の値より K, G を計算すると $S_c = 3.43 \times 10^{-3}, S_d = 0, S_s = 7.43 \times 10^{-4}$ となる。本研究では、石灰安定処理層の S_c, S_d, S_s は常に上記の値をとるようにした。処理層の厚さを変えて解析を行い、影響を比較した。

(ii) 交通荷重の評価

一種の繰り返し圧密の結果として沈下がすすむとみなせば、交通荷重による沈下は、構成則に含まれる圧密に関するパラメーターを変化させることにより評価できると考えられる。そこで交通供用前までは、静的試験(等方圧密試験, 平均主応力一定試験)で求めたパラメーターを用い、交通供用後から動的影響を考慮したパラメーターを用いて解析した。静的試験で求めたパラメーターを表-1に示す。動的影響の評価は次のように考えた。等方圧密試験で得られた $d\epsilon_v - t$ 関係(図-1)を次式で関数近似する。

$$\frac{1}{\epsilon_v} = b + a b^{(\log t / \log 2)} \quad (2)$$

交通供用開始時 t_1 で静的載荷を受け、その後の繰り返し荷重を動圧密とみなせば、 t_1 以降における体積ひずみは静的な載荷による値(曲線①)に比べて大きくなり、例えば曲線②に沿った値をとる。このように体積ひずみか時間 t とともに曲線①→②→③と移行してゆく過程は(2)式の b の値を変化させることにより表現することができる。このことは、静的試験から得られる $e - \log P$ 関係(図-2)において、ある応力 P のもとで、間隔 Δt が、交通供用開始とともに

表-1 所要パラメーター

弾塑性パラメーター		時間パラメーター	
C_c	1.145	k	8.985
C_u	0.126	a	111.325
ν	0.298	b	0.6135
		m_d	0.7685
		m_g	0.7920
ν	0.011	寸法効果パラメーター	
H_0	0.71	n_c	1.0
H_1	0.295	n_d	0.5
		n_g	0.5

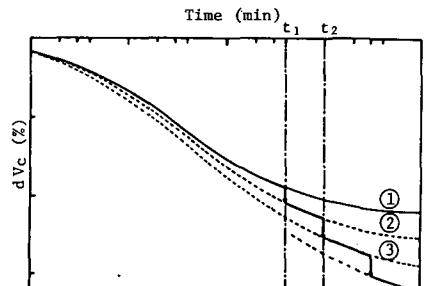


図-1 $dV_c - t$ 関係

に曲線①→②→③と変換し、沈下が進むことを表わしている。

3. 解析地盤

(i) 土性: 現地盤の土性を表-2に示す。深度によりバラツキはあるが、含水比90~160%の典型的軟弱粘性土地盤である。

(ii) 解析条件: 施工された道路区間延長は、1320mで現地盤より深さ1mが石灰安定処理されている。道路盛土幅は29.4mであり、石灰安定処理の幅は盛土のり尻より2m狭くなっている。盛土高は1.95mであり、高さ1mまで調査盛土をし、その後75cmほど暫定盛土を施工し、沈下収まったところで厚さ20cmの舗装がおこなわれている。現庄片側に車線だけ交通供用中である。粘性土地盤を深さ13m、幅60mとして解析モデルを図-3のようにした。

4. 実測値と計算値の比較及び考察

(i) 石灰安定処理層の効果

処理厚、処理幅を6ケース変え、解析を行った。各ケースの内容は表-3に示す。又、解析結果を図-4に示す。図-4は代表断面における地表面沈下量の解析結果であり、 $\times$ 処理厚が厚く、処理幅が広くなるほど、沈下量は小さくなるという定性的傾向が表われている。又、石灰安定処理層は、盛土荷重を分散させるため、沈下を抑制する効果があると図-4より判断できる。

(ii) 交通荷重の評価

図-5に盛土中央部における沈下量の経時変化を示す。現場には、昭和55年4月(図中②)と昭和56年12月(図中③)に第2、第3盛土が施工され、第3盛土の段階から交通供用されている。第1盛土段階における解析結果は、実測値の傾向をほぼ捉えている。第2盛土段階における実測による沈下の様子は、載荷初期において大きく、その後の沈下速度はかなり小さい。

解析結果は、とくに載荷初期の大きな沈下傾向を表わしておらず、全体として実測値を過少評価している。これは第2段階の盛土荷重の評価法あるいはパラメータの決め方のいずれかに問題があったためと考えられる。第3段階盛土後の交通供用による沈下は(2)式の定値と変化させることによって評価した。第2段階盛土による実測値と計算値の差が第3段階の初期にそのまま残るが、解析結果はその後の交通供用による沈下傾向を良く捉えている。すなわち、(2)式の定値を時間の関数として表わせば、交通荷重による沈下性状をかなりの精度で評価できようである。

(参考文献)

1) 軟弱地盤上の低盛土道路における浅層石灰処理に関する研究、佐賀34号江北ハイパス調査業務報告書、(佐賀国道工事事務所) 2) 棚橋、伊勢田、長崎大学工学部研究報告 第13巻、第20号 昭和58年1月 P37~45、

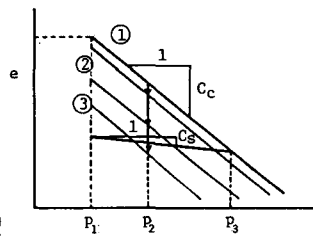


図-2 e-log p関係

表-2 試料土性

比重	C_u	2.58 ~ 2.64
自然含水比	w_n	90 ~ 160 %
液性限界	w_L	95 ~ 130 %
塑性限界	w_p	40 ~ 50 %
塑性指数	I_p	55 ~ 80 %
湿潤単位重量	γ_t	12.5 ~ 14.6 kN/cm ³
間隙率	e	2.2 ~ 4.4

表-3 処理層

処理厚	処理幅
○ 無処理地盤	
△ 1 (m)	60 (m)
■	12.7
□ 2	60
▲	12.7
—	現地盤

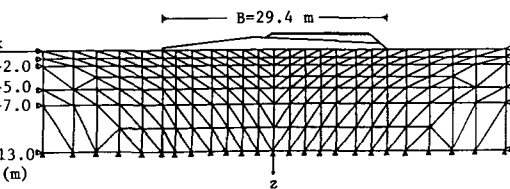


図-3 解析モデル

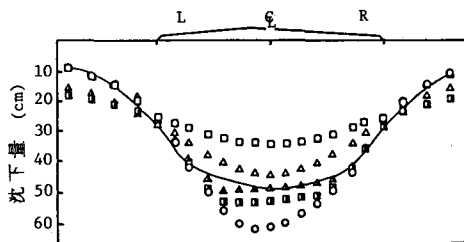


図-4 各ケースにおける沈下曲線

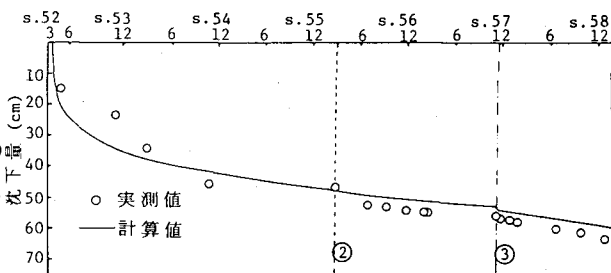


図-5 経過時間一沈下量関係