

鹿島建設技術研究所 正員 阿部 裕
○林 寛

1. まえがき

軟弱地盤上の盛土を施工管理する方法として、現在までに、盛土中央部の沈下量、盛土ノリ尻部の側方変位量に着目した松尾らの方法¹⁾、ノリ尻部の水平変位速度を指標とした方法^{2), 3)}などが提案されている。

この報文においては、盛土管理規準の意味について若干の考察を行ない、ノリ尻部の鉛直変位 δv と水平変位 δH に注目した管理法を提案する。この方法を軟弱地盤上の盛土の観測結果に適用し、 $\Delta \delta H$ (ただし、 $\Delta \delta H$ は単位時間内における水平変位の増分)、 δv をパラメータとして図上にプロットし破壊に到る過程を調べた。

2. 盛土施工管理法に対する考察

盛土の安全管理に必要な管理規準について以下に若干の考察を行なった。考察にあたっては、図-1 に示すように、連続的な盛土過程を n 等分して瞬間的な盛土載荷と放置期間との組み合わせとみなし、各盛土段階の瞬間載荷に伴って盛土基礎の任意点において生ずる水平変位の増分を $\Delta \delta i$ ($i=1, \dots, n$) とする。また原地盤は正規圧密状態と仮定する。

図-1 において、時刻 t_i の直前における盛土基礎の任意点における全沈下量を D 、間ゲキ比を e とし、初期間ゲキ比を e_0 とすると、

$$\frac{1+e}{1+e_0} = \frac{H_0-D}{H_0} \quad \text{----- ①}$$

$$\therefore e - e_0 = -\frac{D(1+e_0)}{H_0}$$

また地盤の圧縮指数を C_c とすると、

$$e - e_0 = -C_c \cdot \log \left(\frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \right) \quad \text{----- ②}$$

ここに、 P_0 : 圧密降伏荷重

ΔP : 有効荷重の増分

①, ②より

$$\log \left(1 + \frac{\Delta P}{P_0} \right) = \frac{D(1+e_0)}{C_c \cdot H_0} = k_1 \cdot D$$

ただし、 $k_1 = \frac{1+e_0}{C_c \cdot H_0}$

$$\therefore \Delta P = P_0 (e^{k_1 \cdot D} - 1) \quad \text{----- ③}$$

初期地盤強度を C_0 、時刻 t_i の直前における地盤強度を C 、また強度増加率を m とすると、

$$\Delta C = C - C_0 = m \cdot \Delta P \quad \text{----- ④}$$

③, ④より

$$C = C_0 + m \cdot P_0 (e^{k_1 \cdot D} - 1) \quad \text{----- ⑤}$$

また④の関係を P_0 と C_0 の間にも拡張 ($C_0/P_0 = m$) すると、

$$C = m \cdot P_0 \cdot e^{k_1 \cdot D} \quad \text{----- ⑥}$$

一般に、地盤の強度 C と破壊ひずみ ε_f との間には相関があると考えられる。一例として粘性土を対象とした一軸圧縮強度と破壊ひずみの関係を図-2 に示す。これによれば、強度が大きくなるほど破壊ひずみは小さくなる傾向があると考えられるので、いま最も簡単な場合として、

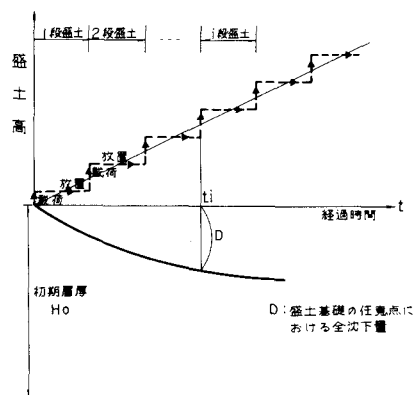


図-1 段階的盛土模式図

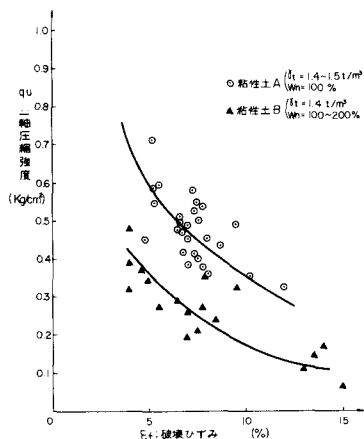


図-2 一軸圧縮強度と破壊ひずみの関係

$$C \cdot \varepsilon_f = k_2 \quad \text{----- (7)}$$

ただし、 k_2 は土質などにより異なる定数

を仮定すれば、盛土が安定であるためには、ひずみ ε は、

$$\varepsilon \leq \varepsilon_f = k_2 / C \quad \text{----- (8)}$$

を満足する必要がある。

いま、図-1に示すように時刻 t_i において i 段盛土を実施し、これにより盛土基礎の任意点において生ずる水平変位の増分を $\Delta\delta_i$ とする。このとき、盛土載荷に伴って発生するセン断ひずみは深度方向に変化し一様ではないが、セン断ひずみの尺度として $\Delta\delta_i$ をこの時の層厚 (H_0-D) で除した値を仮定すると、⑧式は

$$\varepsilon = \frac{\Delta\delta_i}{H_0-D} \leq \frac{k_2}{C} = \frac{k_2}{m \cdot p_0 \cdot e^{k_1 \cdot D}} = K \cdot e^{-k_1 \cdot D} \quad \text{----- (9)}$$

ただし、 $K = \frac{k_2}{m \cdot p_0}$

となる。⑨式の関係は任意の盛土段階において成立するものであり、これを一般化すると

$$\frac{\Delta\delta}{H_0-D} \leq K \cdot e^{-k_1 \cdot D}$$

$$\therefore \Delta\delta \leq K \cdot (H_0-D) \cdot e^{-k_1 \cdot D} \quad \text{----- (10)}$$

ここに、 $\Delta\delta$ は単位時間内における δ の増分

⑩式の等号は破壊規準線を与えるものであり、⑩式の破壊規準は圧密の進行に伴う地盤の強度増加を組み込んだ管理規準といえる。⑩式から、盛土基礎の任意点における D 、 δ により盛土管理を行なうことができ、その着目点として、盛土基礎上で最もセン断力が集中する盛土ノリ尻部を選ぶと、⑩式は以下になる。

$$\Delta\delta_H \leq K (H_0 - \delta_v) \cdot e^{-k_1 \cdot \delta_v} \quad \text{----- (11)}$$

ここに δ_v : 盛土ノリ尻部の鉛直変位(沈下量)

$\Delta\delta_H$: 単位時間内における盛土ノリ尻部の水平変位の増分

図-3に示す軟弱地盤上の盛土工事を例にとり、 $\Delta\delta_H$ 、 δ_v を図上にプロットした結果を図-4に示す。図-4によれば、盛土荷重の増加とともに δ_v は徐々に増大していくが、破壊に到る直前の段階で δ_v が増大から減少へと反転する、すなわち浮き上りを生じていることがわかる。このことは、現場で施工管理する場合、 δ_v の減少が破壊予知の有力な前兆現象として利用できる可能性を示唆しているといえる。また、⑪式で決定される破壊規準線の存在については、実測データが不足しているため確認するまでには到らなかった。今後は実測データを収集して⑪式の存在を検証していく予定である。

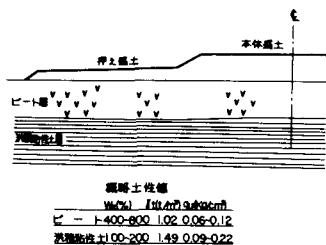


図-3 盛土断面図

参考文献

- 1) 松尾稔・川村国夫; 軟弱地盤上の盛土施工に関する施工理図, 土と基礎, 1978年7月
- 2) 山本・志子田・志田; 軟弱地盤における宅地造成工事, 施工技術, 1977年3月
- 3) 鈴木音彦他; 軟弱粘性土地盤の盛土における法反抗の挙動解析, 鹿島建設技術研究所年報, Vol 21, 1972

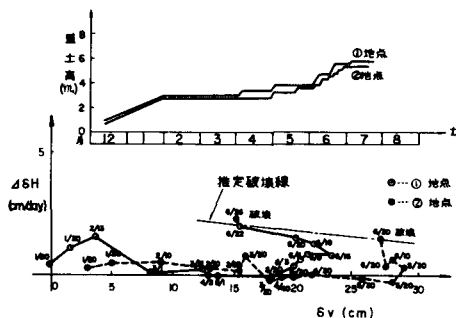


図-4 施工管理図