

10 - 8 . 堤防の安全性の評価

(1) 堤防の調査

堤防の強さ・築堤の履歴を調べるためや堤防の補強対策を検討するために、各種堤防調査を行う。

《解 説》

地質調査

・ボーリング調査：堤防と基礎地盤の土質，地質を調べる

・標準貫入試験：土の締め具合，硬さを調べる

サウンディング調査

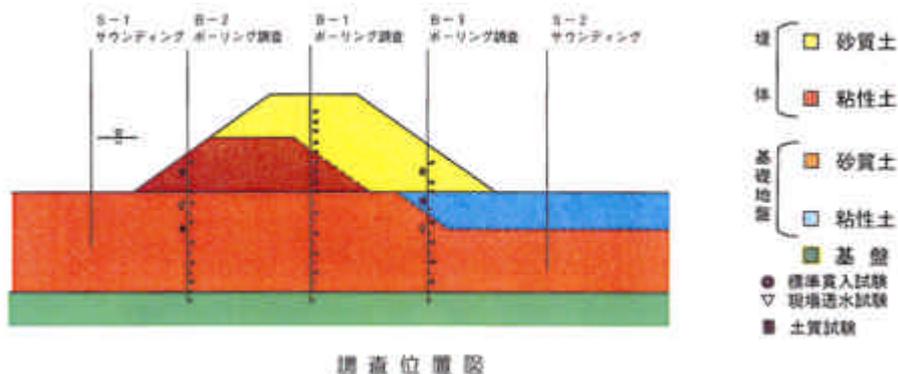
ボーリングデータを補完し、堤防表裏の基礎地盤の連続性を調べる。

室内土質試験

現地で採取した土の物性や、浸透特性，強度特性を求める。

堤防開削調査

工事で堤防を切断した時に、堤防断面を観察し、堤防の築造，改修の歴史を判別します。



(3) 法面の安定計算

浸透流解析で得られた最も危険な潤滑面を使って、堤防のすべりに対する安全度を計算する。

《解説》

安定性の検討は、非定常浸透流解析により求めた各時刻の堤体および基礎地盤の浸透状態（湿潤線）をもとにして、有効応力法に基づく堤防の安定計算（円弧すべり計算）により判定する。安定計算の基本式を次式に示す。

ここでは、外的要因として非定常浸透流解析により求めた堤体湿潤線を、内的要因として力学定数（内部摩擦角 ϕ 、粘着力 c ）をそれぞれ解析条件として与える。

$$F_s = \frac{(C \cdot \ell + (W - U \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi)}{W \cdot \sin \alpha}$$

ここに、

F_s : 安全率 (1.2 F_s : ok)

C : 粘着力 (tf/m²)

ℓ : 分割片で切られたすべり面の弧長 (m)

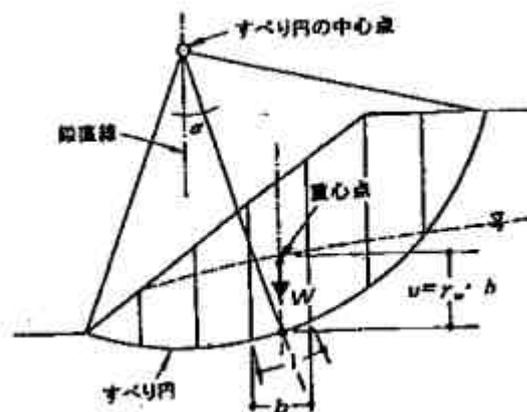
W : 分割片の全重量 (tf/m)

U : 間げき水圧 (tf/m²)

b : 分割片の幅 (m)

α : 各分割片で切られたすべり面の中点とすべり面の中心を結ぶ直線と鉛直線となす角 (度)

ϕ : せん断抵抗角 (度)



のり面工：斜面安定工指針の説明図

○ 法面の安定計算例

1つの分割片での計算を示す。

$$F_s = \frac{\text{すべりに対して抵抗しうる力のモーメント}}{\text{すべりを起こさせようとする力のモーメント}} = \frac{M_r}{M_d}$$

$$F_s = \frac{\sum \{c \cdot l + (w - u \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi\}}{\sum W \cdot \sin \alpha} = \frac{M_r}{M_d}$$

土の定数

C	: 粘着力	0.1 t/m ²
φ	: 内部摩擦角	30 度
ρ _t	: 湿潤密度	1.8 t/m ³
W	: 分割片の全重量	ρ _t × b × h = 1.8 × 1 × 10 = 18 t/m
h	: 分割片の高さ	10 m
b	: 分割片の幅	1 m
U	: 間隙水圧	5 t/m ²
l	: 分割片で切られたすべり面の弧長	1.1 m
α	: 各分割片で切られたすべり面の中心とすべり面の中心を結ぶ直線と鉛直線のなす角 (度)	30 °

$$F_s = \frac{0.1 \times 1.1 + (18 - 5 \times 1) \cos 25^\circ \times \tan 30^\circ}{18 \times \sin 25^\circ}$$

$$= \frac{6.9}{7.6} = 0.91$$

よって、この分割片は不安定である。

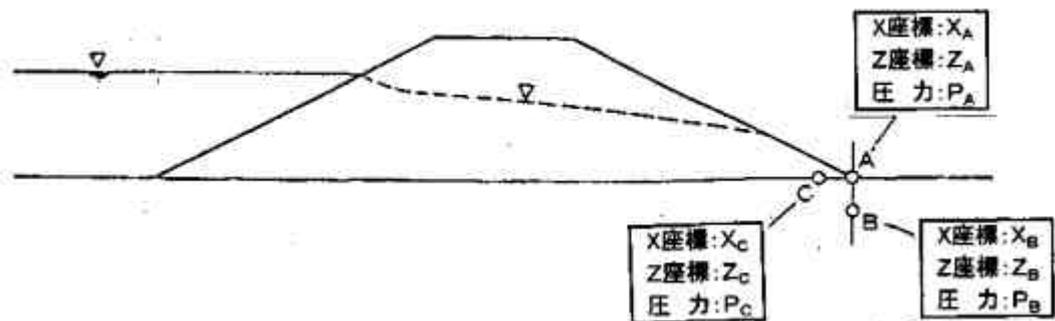
(4) パイピングによる堤防の安全性評価

局所動水勾配の 限界値 0.5を基準にパイピングが発生するかどうかで安全性の判定を行う。

《解 説》

パイピングに対する安全性を評価するための局所動水勾配は、下図に示すように、裏法尻近傍の基礎地盤を対象に浸透流計算結果に基づいて原則として次式によって算出し、鉛直方向並びに水平方向それぞれの最大値を求める。

$$\text{局所動水勾配} = \frac{\text{接点における圧力} (\Delta p)}{\text{基礎地盤におけるひとつの要素 } t \text{ の高さまたは幅} (\Delta d)}$$



$$\text{鉛直方向の局所動水勾配} = \frac{\Delta p}{\Delta d} = \frac{P_B - P_A}{Z_A - Z_B}$$

$$\text{水平方向の局所動水勾配} = \frac{\Delta P}{\Delta d} = \frac{P_C - P_A}{X_A - X_C}$$

局所動水勾配の算出

局所動水勾配の最大値 0.5 …… 評価：パイピングなし

局所動水勾配の最大値 > 0.5 …… 評価：パイピングあり

○ パイピングに対する安全性の計算例

・ ΔP (接点における圧力)

ρ_w : 水の密度 1 t/m^3

P : 被覆層底面の圧力水頭 0.6 m (全水頭と位置水頭の差)

$$\Delta P = P \times \rho_w$$

注) P は、浸透流解析によって求める。

・ Δd (基礎地盤におけるひとつの要素の高さまたは幅) 1 m

$$\text{局所動水勾配} = \frac{\Delta P}{\Delta d} = \frac{1 \text{ t/m}^3 \times 0.6 \text{ m}}{1 \text{ m}} = 0.6$$

このケースではパイピングの可能性あり

