

II-157 外水位変化に伴う堤防浸透水の挙動に関する実験とその考察

名古屋大学 工学部 正 員 西畑勇夫

1. まえがき 伊勢湾台風後、伊勢湾ならびに三河湾沿岸には画期的な海岸堤防が建設されたが、今日では所々に補修工事が行なわれている。最近、愛知県下の海岸堤防を総点検する機会を得て、1ヶ年にわたり海岸堤防の沈下、空隙、空洞、破損その他の実態をしらべることができた。これらのうち、被覆工の下層ならびに護岸工の背面に発生している空洞現象もかなり発見され、沈下現象とともに防災機能を低下させる現象として注目された。

この調査に際し、浸透水と空洞との関係をしらべる目的で浸透実験を行なった結果を整理し、若干の考察を試みようとするものである。

2. 浸透実験 現地調査の結果、三河湾三谷漁港におけるコンクリートブロック積岸壁の背後に顕著な空洞を発見したので、これをモデルとして実験を行なうことにした。まず浸透水の挙動を明らかにするため、極めて単純化した模型を、水位可変水槽に設置したもので、その装置の概要は図-1に示すごとく、アクリル板を垂直壁とし、その前面の水位を種々の周期で上下させ、アクリル板に設けた鉛直方向スリット(巾1cm)を通じて浸入、出する浸透水の水位変化を堤体各断面でマンノメーターにより観測した。スリットには金網をはり、砂の流出を防いだ。堤体に用いた砂は現地の海岸砂であり、その土質要素は次のようである。

$d_{50} = 0.5\text{mm}$, $G_s = 2.63$, $\gamma(\text{乾燥}) = 1.68 \text{ g/cm}^3$, $\gamma(\text{飽和}) = 1.90 \text{ g/cm}^3$, $n(e) = 0.26\%$, 水中安息角 $= 28^\circ$

外水位は0より48cmまで周期的に変化させ、

その変動周期を15分、30分、60分、90分の4通りで実験した。

3. 実験の結果 実験により浸透水の水位変化を測定したものの一部を図-2, 図-3に示す。これらの実験から、外水位の変動に伴う堤体内浸透水について次のことが推定される。

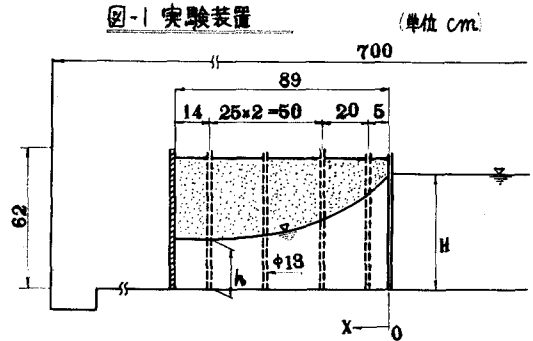
(1) 連続周期実験では、周期Tに関係なく、堤体内の各断面(鉛直壁より5cm, 25cm, 50cm, 75cmの位置の各鉛直断面)の水位は、周期が重なるにつれて上昇する。ただし、本実験では約4周期で安定状態になった。

(2) 堤体内各鉛直断面での第一周期における水位の最大変動量に対し、第二周期以後の各周期における最大変動量の比は、各鉛直断面で近似した値(表-1)を示す。

(3) 外水位の下降時に示す鉛直壁面スリット附近の浸潤線こう配は、周期回数が増える程急になり、また外水位の変動周期Tが短い程急になる。

(4) 鉛直壁近傍の浸潤線こう配は、外水位が下降する程急になる。このほか内部に同うにしたがって、水位変化の位相がおくれることは当然であり、外水位下降時のこれらの現象が、堤体土砂の流出を

図-1 実験装置



生させる大きな要素を
なすものと考えられる。

4. 考察 実験結果に
もヒナシ、周期時間

$T=15$ 分, 30 分, 60 分 の

場合につき、 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{2}$

周期間における堤内浸

透水の減少量から、ス

リットを通じて流出す

る平均速度を求めると次のようになる。

	$T=15$ 分			$T=30$ 分			$T=60$ 分		
周期数	1	3	4	1	3	4	1	3	4
流速 $\frac{\text{cm}}{\text{sec}}$	67	69	80	56	50	52	24	21	21

いま、透水係数 $K=10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ として、ダル
シー則より浸透線こう配を求めると、 $I =$
 $2.0 \sim 8.0$ 程度となり、非常に大きい値であ
る。実験でも鉛直壁近傍の水面こう配の測
定に意を用いたが、測定は困難で、測定 of
最大こう配は 1.75 程度で
あった。

いま、傾き θ なる斜面
上に浸透水の流出点があ
るときの、流出点におけ
る砂粒子の安定を考える。

砂粒子に働く外力は、自重、浮力、浸透水压、静水压と摩擦力であり、砂粒子の半径を r とすると、
砂動限界時の浸透圧は $P=r \cdot \gamma_w \cdot \sin \theta$ と考えられるので、土砂の内部摩擦角 ϕ と斜面傾斜角 θ との間に
は次の関係があるとき、土砂粒は安定である。

$$\tan \phi \geq \tan \theta \left\{ 1 + \frac{3 \gamma_w}{4 C_s (\gamma_s - \gamma_w)} + \frac{3 C_d \cdot v_0^2}{8 r (\gamma_s - \gamma_w) \sin \theta} \right\}$$

上式で、 $C_s=0.6$ 、 $C_d=0.31$ 、 $\gamma_w=1.0 \text{ g/cm}^3$ 、 $\gamma_s=2.6 \text{ g/cm}^3$ 、 $r=0.5 \text{ mm}$ とし、浸出流速 v_0 には前の
計算から $2.0 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$ をとり $v_0 = \frac{0.02 \cdot \tan \theta}{0.26} = 7.7 \times 10^{-2} \tan \theta \text{ (m/sec)}$ とすると、

$$\tan \phi \geq \tan \theta (1 + 0.782 + 0.00862 \frac{\tan^2 \theta}{\sin \theta})$$

ゆえに $\theta = 25^\circ, 30^\circ, 35^\circ$ に対し、それぞれ $\phi = 39^\circ 46', 45^\circ 54', 51^\circ 23'$ 以上の値が必要となる。
垂直壁面の背後においても自由斜面と同様な条件がなりうると考えられる。

以上の考察から、浸透水の流出をともなう斜面傾斜角は、小さくする必要があり、また浸透水の流
出は外水位の変動周期 T が小さい程、強くなることから推定され空洞発生の主たる要素と考えられる。

図-2 ($T=30$ 分)

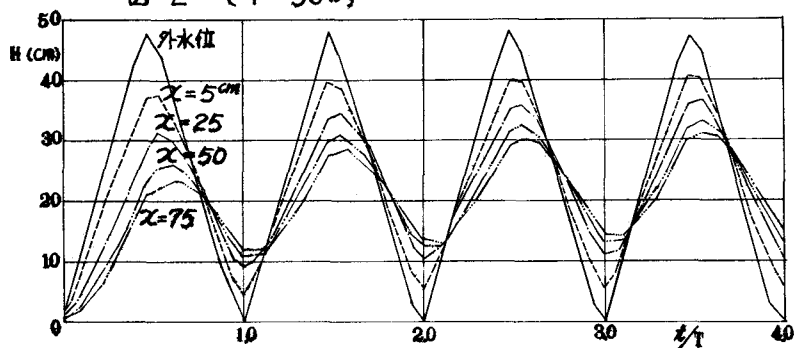


図-3 ($T=30$ 分)

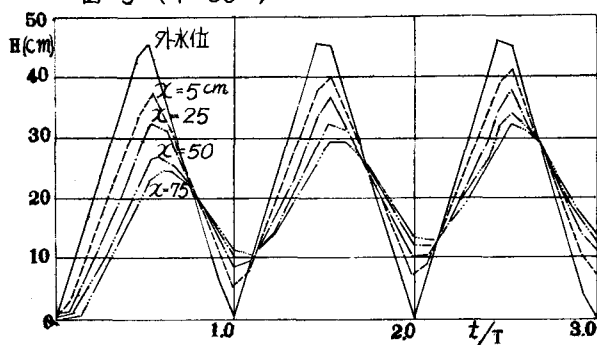


表-1

鉛直壁近 傍の水深 (cm)	T=15分				T=30分				T=60分		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
5	1.0	0.93	0.94	0.90	1.0	0.97	0.96	0.97	1.0	0.95	0.95
25	1.0	0.92	0.95	0.94	1.0	0.84	0.85	0.87	1.0	0.90	1.00
50	1.0	0.84	0.88	0.94	1.0	0.79	0.82	0.80	1.0	0.83	0.84
75	1.0	0.80	0.78	0.80	1.0	0.76	0.80	0.80	1.0	0.79	0.81