

中部工業大学 正員 高田 彰

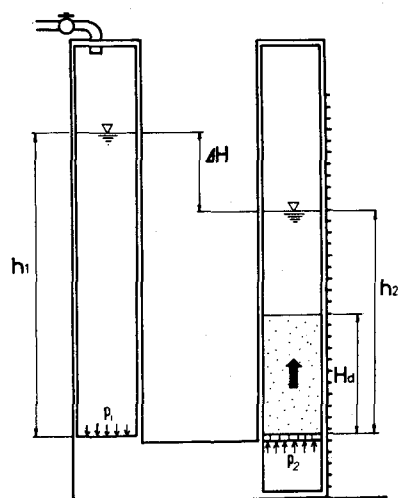
中部工業大学大学院 学生員 高木 悟

(株)市川工務店

大野由樹雄

1. まえびき 著者らは昭和5年台風17号に伴う集中豪雨による長良川堤防決壊のメカニズムを実験的に調べ、すでに、2, 3の成果を明らかにして来た。その中で、とくに、堤防上の降雨、堤体内部に内蔵された旧堤防(粘土コア材)、森部排水機場の内水排水に伴う残留水圧、地盤漏水によるパイピングなどが複雑にかみ合っていることを強調している。そこで、本研究は、まず地盤漏水によってのり尻および堤内地にパイピングを生じることが決壊の原因にどの程度関係していたかを定量的に明らかにしようとしたものであり、パイピングの発生限界についてU字形に連通した2本の煙突状の実験水槽を用いて基礎実験を行なったものである。

2. 実験方法 実験装置は30cm×30cmの矩形断面をもち、図-1に示すようなU字形に連通した煙突状の水槽で、給水・排水装置があり、左右両管共、一定水位を保つよう一定間隔毎にバルブを付けてある。実験はこのU字管の左側に水(河川側)、右側に試料(堤内地)とし、まず、河川水位 h_1 もて左右両管水で満ちし、左管(河川側)のバルブを用いて一定速度で水位を降下(水位降下速度約0.3cm/sec)させ、パイピングも発生させた。(逆に、河川側の水位を上昇させる方法も行なったが両者にはあまり差異は認められなかった)。なお、実験に用いた試料は瀬戸産砵砂6, 7号であり、7号砂は50%粒径 $D_{50}=0.17\text{mm}$ 、沈降速度 $V=1.67\text{cm/sec}$ 、透水係数 $k=7.2\times 10^{-4}\text{cm/sec}$ 、比重 $G_s=2.59$ 、不均係数 $U_c=2.50$



である。6

号砂は D_{50}
= 0.32mmで

図-1 パイピング実験装置

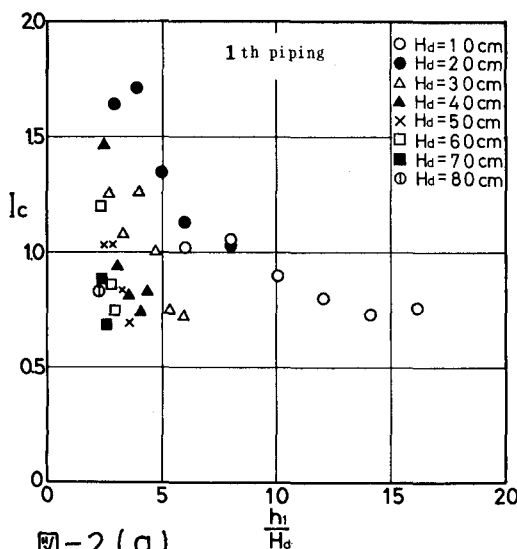


図-2 (a)

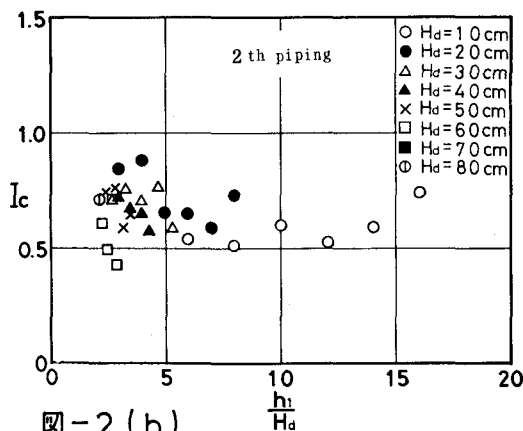
第1回目パイピングの I_c と h_1/H_d との関係

図-2 (b)

第2回目パイピングの I_c と h_1/H_d との関係

あるが、本文の実験結果では参考程度にしている。

3. パイピング発生限界の理論式 図-1の実験装置でパイピングの発生限界を考えれば、限界動水勾配 $I_c (=dH/H_d)$ は次のように導かれる。

パスカルの原理より、 $P_1/A_1 = P_2/A_2$ (A_1 および A_2 : 左管および右管の断面積) であり、

$$P_1 = \gamma_w \cdot h_1 \cdot A_1$$

$$P_2 = \{ \gamma_w \cdot h_2 + (1-n)(G_s-1) \cdot \gamma_w \cdot H_d \} \cdot A_2$$

$$\therefore I_c = \frac{dH}{H_d} = \frac{h_1 - h_2}{H_d} = (1-n)(G_s-1) = \frac{G_s-1}{1+e}$$

ここに、 γ_w : 水の単位体積重量、 e : 空隙比 ($= G_s \cdot \gamma_w / H_d - 1$)、 n : 空隙率 ($= e / (1+e)$)、 G_s : 試料の比重、 H_d : 試料の厚さ、 h_1 : 河川側水位、 h_2 : 堤内地 (試料側) 水位である。以上の式は、すでによく知られたパイピングの限界動水勾配 I_c の式である。しかし、実際の河川では安全率 $F_s (= I_c / I)$ が2.3~1.3程度でもパイピングが発生しており、 F_s に関する研究が充分とはいえない。なお、この方法の他にBlighの方法、Laneの方法、Tunbull (1959) の方法、山村・久泉 (1972) の方法などがある。一斉、建設省 (鋼矢板二重式工法仮締切設計指針) では $F_s > 3.5$ 、首都高速道路公団 (仮設構造物設計基準) では $F_s = 2$ を採用している。

4. 実験結果とその考察

(1) I_c と h_1/H_d および h_2/H_d との関係

実験結果は図-2 (a)、(b) および図-3に示される。これらより、一般に、 h_1/H_d および h_2/H_d の影響は小さく $I_c = \text{Const}$ となる傾向にある。

(2) 第1回目パイピングと第2回目パイピングの発生限界の比較

実験結果は図-4 (a)、(b) に示される。これらより、第1回目パイピングの実験値は計算値

とかなりよい近似で発生するが、第2回目パイピングは第1回目パイピングで初めの間隙比が大きくなるため計算値よりかなり小さい値で発生することがわかる。これは、実際の河川において何度も洪水を履歴するとパイピングが起きやすくなることを示唆している。パイピング時の漏水量は講演で述べる。

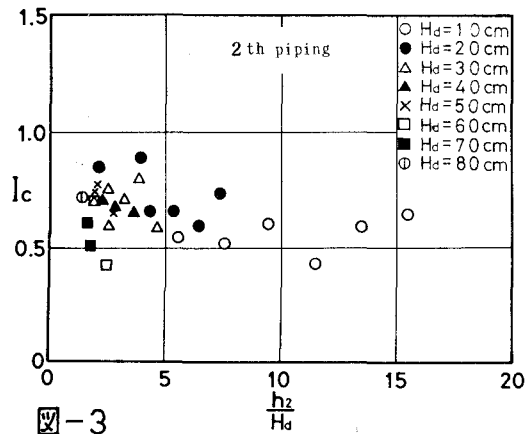


図-3

第2回目パイピング I_c と h_2/H_d との関係

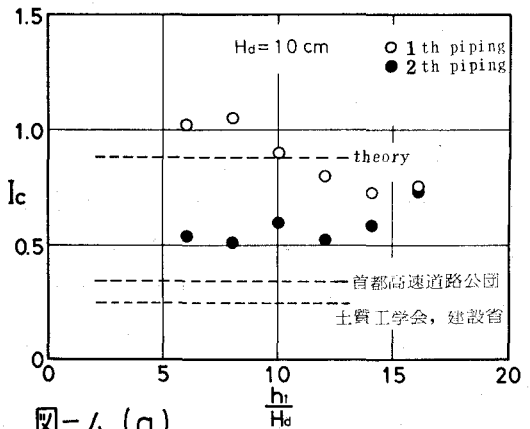


図-4 (a)

実験値と計算値との比較 ($H_d = 10 \text{ cm}$)

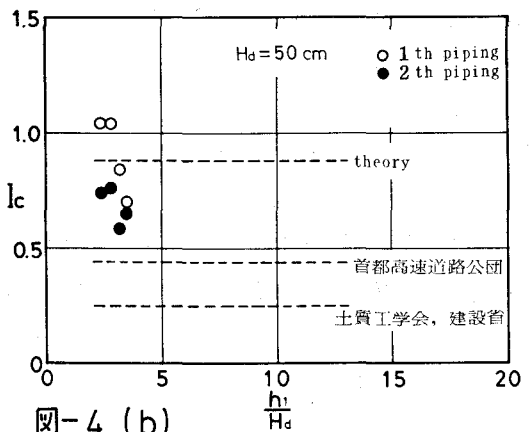


図-4 (b)

実験値と計算値との比較 ($H_d = 50 \text{ cm}$)