

II-16

スーパー堤防を越流する流れの実験と解析

東京工業大学

学生員 ○内山 雄介

東京工業大学

正 員 福岡 捷二

(株)東京建設コンサルタント 正 員 川島 幹雄

1. はじめに 超過洪水において、越流を許しても破堤しないスーパー堤防は、市街地を壊滅的被害から守るとともに、市街地再開発のための施策として注目されている。本研究ではスーパー堤防上の越流水の挙動について実験及び解析を行い、水防災に配慮した街の構造について2、3の考察を行う。

2. スーパー堤防上の土地利用 荒川、淀川など大都市を流れる河川周辺の土地利用状況を調査したところ、平均的に図-1の様に表された。この市街地に再開発を実施すると、スーパー堤防では堤防裏法部分が公共利用できるため、再開発事業としての減歩率が通常の30%から、21%まで緩和される。また、再開発により工場がなくなり、水防災と住環境の向上のために緑地、道路を大幅に増加させる。その結果、図-2に示す土地利用を想定し、これをスーパー堤防の水理模型上に再現する。

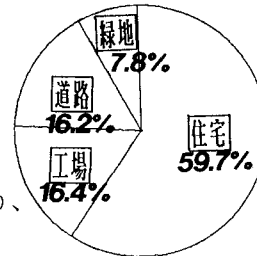


図-1 スーパー堤防建設前の土地利用

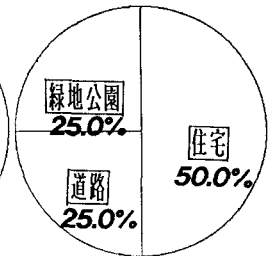


図-2 建設後の土地利用

3. 水理模型実験 写真-1に示すような縮尺1/50の想定市街地の水理模型を製作し、実験を行った。以下数値はすべてFroudeの相似則により現地スケールに換算してある。堤体は水平部分とその間の段差部から構成され、平均縦断勾配は1/30である。また、実スケールで堤高7m、河川軸方向150m、流下方向235mである。堤防からの越流により破堤に至る越流水深は0.5m程度と報告されている¹⁾。ここでは越流水深0.5mに相当する75m³/sの流量を流入させた。堤体の欠壊と家屋群の倒壊を防ぐために越流水は道路に集中させ、道路網はT字路で構成し、道路上の段差位置で跳水を起こさせる方式を用いた。

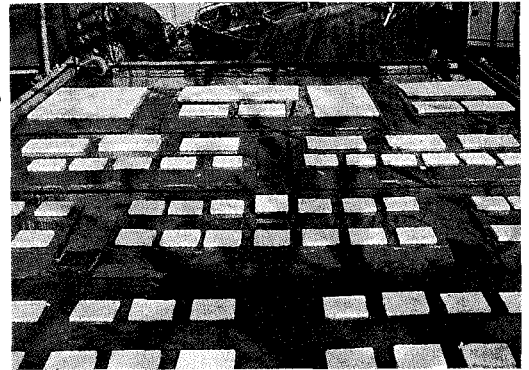


写真-1 模型実験装置

4. 実験結果 実験で得られた流速ベクトルを図-3に示す。この場合、道路上で最大7~8m/sと大きな流速が発生するものの、流れに直交する道路を0.75m掘り下げることで確実に跳水を発生させることが可能となった。この時、かさ上げした住宅地盤上では流速は数10cm/sであった。水深は道路上で平均1.2m、住宅地盤上で最大約50cmであった。

5. 数値解析 スーパー堤防上の流れは跳水や段落ちを伴い、常射流混在する流れとなるため従来の汜濫モデル²⁾では正しく表現できない。そこで、このような流れに対して有効なMacCormack法を用いた平面2次元解析を行った³⁾。

$$U_t + E_x + F_y = C$$

$$U = \begin{bmatrix} h \\ M \\ N \end{bmatrix} \quad E = \begin{bmatrix} M \\ 1/2 g h^2 + M^2/h \\ MN/h \end{bmatrix} \quad F = \begin{bmatrix} N \\ MN/h \\ 1/2 g h^2 + N^2/h \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} 0 \\ g h (i_{ox} - I_{fx}) \\ g h (i_{oy} - I_{fy}) \end{bmatrix}$$

ここに、 n : Manningの粗度係数、 $M = u h$ 、 $N = v h$ 、

$$I_{fx} = g n^2 M \sqrt{M^2 + N^2} / h^{10/3}、I_{fy} = g n^2 N \sqrt{M^2 + N^2} / h^{10/3}$$

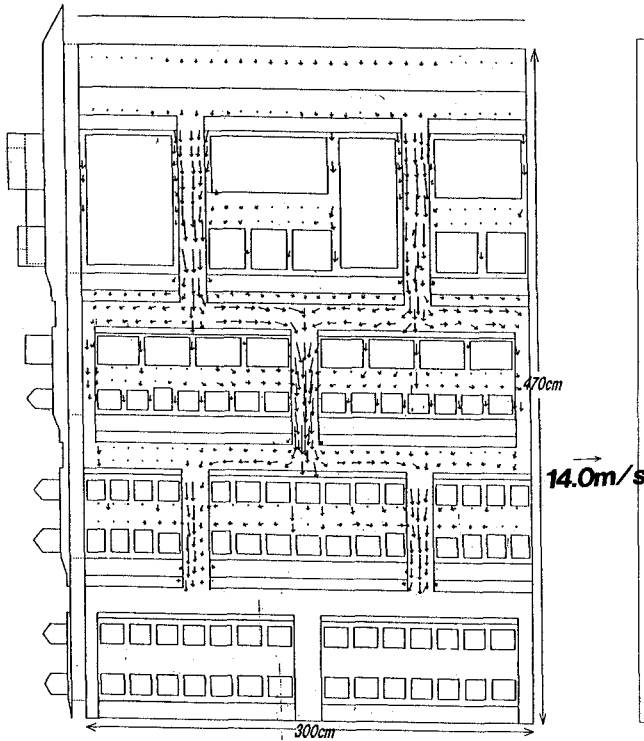


図-3 流速ベクトル図（実験値）

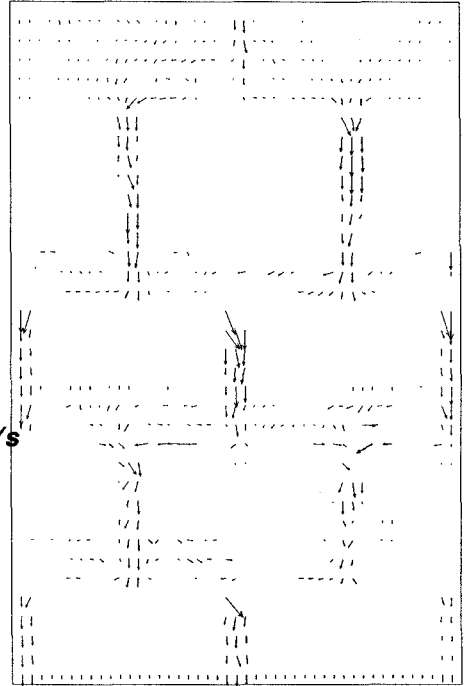


図-4 流速ベクトル図（計算値）

6. 計算値と実験値との比較 流速ベクトル（図-4）、代表断面における水面形の比較（図-5）を示す。計算値は実験値に対して若干ずれが認められるところもあるが、流況をほぼ説明できている。

7. スーパー堤防上の水防災街づくりに対する提言

スーパー堤防上では道路に越流水を集め、堤体の欠壊・家屋の倒壊等のない構造にする。道路はT字路配置とし、跳水を確実に起こさせる。越流水のエネルギーを低減させるため、道路の側溝などからその一部を地下に導くことも対策の一つとして考えられる。越流水に対して安全な区域は、起伏をもたせ、変化に富んだ街にする。道路および跳水施設等の配置に伴う水面形の変化については数値シミュレーションで検討可能である。

参考文献 1) 吉野文雄、村本嘉雄：洪水による河川堤防災害の実態と要因に関する研究、文部省科学研究費、No. A-61-5, pp. 8-18, 1986 2) 福岡捷二、松永宜夫：密集市街地における洪水氾濫流解析と氾濫流制御の試み、水工学論文集、第36巻, pp. 311-316, 1992 3) 日本機械学会編：流れの数値シミュレーション、コロナ社、1988

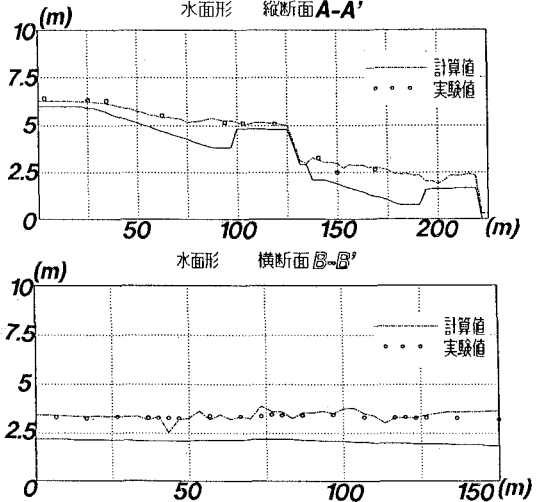
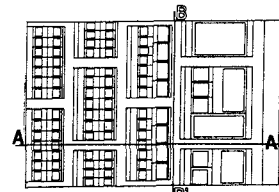


図-5 代表断面での水面形の比較