

流入開始時刻を考慮した地下街出入口への 最適な止水板設置順序の算出

都 13-15 馬谷 慎太郎

システム最適化研究室

2017/2/15

本研究の背景

背景

- 集中豪雨の増加傾向により地下空間への浸水の危険性が高くなっている
 - 福岡豪雨: 1999 年 6 月 29 日発生
 - 大阪ゲリラ豪雨: 2013 年 8 月 25 日発生

先行研究

- 地下空間に流入する出入口の場所, 流入順序, 流入時間を推定することができる.
⇒ そのため事前に止水活動や避難誘導が可能
- 地下空間の浸水対策として止水板の設置を考慮し, 設置順序や設置するタイミング
⇒ 最適な設置順序であるか検討が不十分

本研究の目的

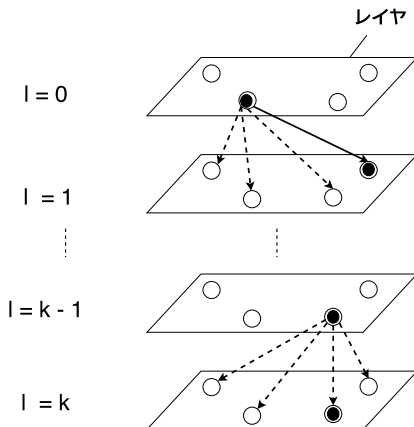
目的

- 地下街の浸水対策として止水板の設置を考慮し、最適な設置順序を算出する
 - 各出入口の流入開始時刻に間に合わなかった時間の合計が最小となる設置順序

算出方法

本研究では、この問題を最適化問題として定式化し、それを最適化ソルバで解くことで止水板の最適な設置順序を算出する。

本研究に現れる時空間ネットワーク



- 各チームの移動回数 $l = 0, 1, \dots, k$ とし，レイヤと対応させる
- 各レイヤ上に出入口を設置し，設置チームがどの出入口に移動して止水板を設置するか

最適化問題：定式化

目的関数 「流入開始時刻に間に合わなかった出入口の止水板設置完了時刻」と「流入開始時刻」の差の合計を最小にする

制約条件 1 初期状態の設定

制約条件 2 流入する全出入口に止水板を設置する

制約条件 3 各設置チームは移動の際に高々 1 つの出入口に存在することができる

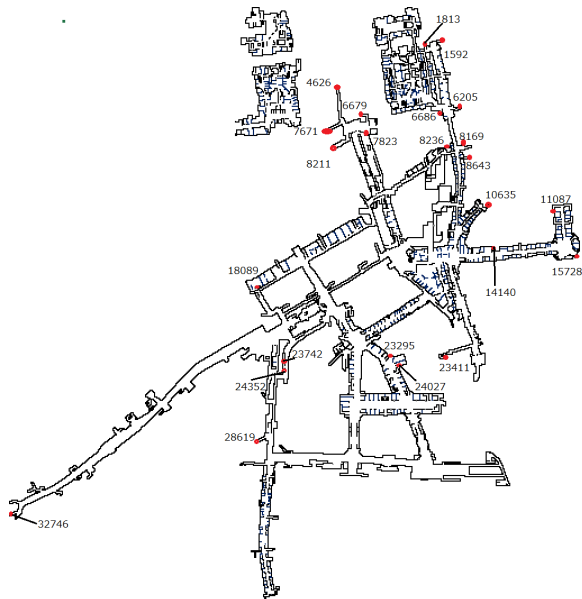
制約条件 4 枝と節点の関係性

制約条件 5 出入口間の移動時間を求める

制約条件 6 各出入口の流入開始時刻を求める

制約条件 7 止水板設置完了時刻を求める

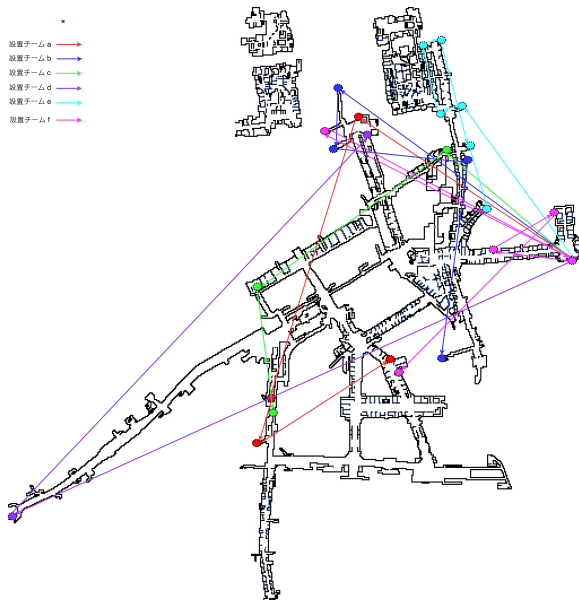
本研究の対象地区



実験 1 では，以下の条件で計算を行った：

1 時間あたりの降雨量	60mm
排水用ポンプ	機能停止
雨水が流入する出入口の数	24 箇所
止水板設置チーム数	6 チーム
止水板設置チームの歩行速度	66 m/分
降雨開始から止水板設置開始までの時間	60 分
止水板 1 箇所の設置に要する時間	3 分

実験 1 結果：最適設置順序



実験 1 結果：各出入口への設置状況

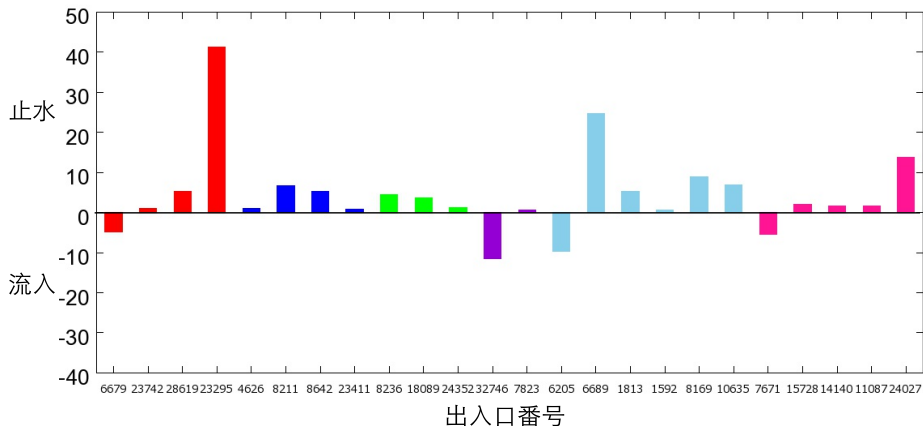
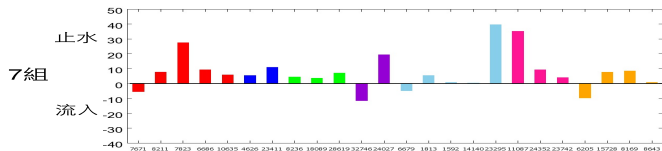
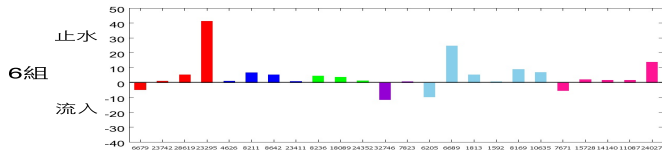
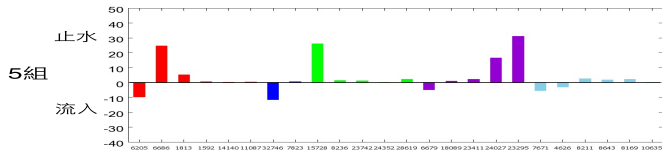
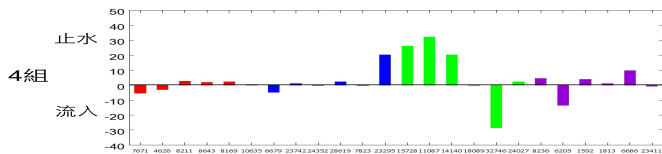


Figure: 各出入口への設置状況（実験 1：6 チーム）



実験結果まとめ

- 計算時間の上限は 86400 秒 (=24 時間)
 - 86400 秒以上の時間がかかる場合は暫定解を表示

チーム数	計算時間 (秒)	流入時間の合計 (分)
4	86400	57.06
5	59610	34.55
6	20875	31.36
7	1446	31.36

止水板設置チームの数が増えるほど地下街に流入する時間は短くなっているが、チーム数が一定の数まで増えると地下街に流入する時間は変化がなくなる。

おわりに

まとめ

- 各出入口の流入開始時刻を考慮した最適な止水板の設置順序を算出することができた
- 止水板の設置条件を変えることで条件の比較を行うことができた

今後の検討課題

- 1時間あたりの降雨量を増やした場合、流入する出入口の数が増え、その結果、計算時間が大幅に長くなる
⇒ 新たな最適化モデルの構築が必要