

市街地氾濫による地下空間の浸水災害過程と被害軽減

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○後藤隆一
京都大学防災研究所 フェロー 河田恵昭

1. まえがき

多くの大都市が沖積平野や臨海低平地に立地しているわが国においては、河川の外水氾濫や、集中豪雨などによる内水氾濫、高潮、津波などによる市街地氾濫災害の危険が高い。そこでは、都市空間の高度利用化にともない、多くの都市機能が地下空間に集中するようになってきている。それゆえ、市街地氾濫災害が発生した際、地下空間が浸水し、それが都市機能のマヒ等の大きな被害に至る危険が大きい。本研究では、既存の地下街の防水対策における問題点を整理するとともに、地下空間浸水災害の災害過程の分析を行ない、その被害軽減策を検討する。

2. 既存地下街の防水対策の問題点

本研究では、大阪梅田地区の地下街の管理会社にヒアリング調査を行ない、過去の研究とあわせて地下街の防水対策の問題点を整理した。さらに火災時における防災対策との比較も行った。

既存の地下街の防水対策における大きな問題点としては、次の4点が挙げられる。(1) 地下に水を入れないことが対策の中心で、水が流入した後の対策がほとんどない、(2) 複数の管理者にまたがる地下空間が複雑にネットワーク化していることより、地下空間管理者間で防水体制の格差が生じていることや、隣接する地下空間への排水を行うかどうかという選択が必要となる、(3) 市街地氾濫時における避難場所が明確に決まっていない、(4) 管理会社、利用客等への情報伝達手段が未整備、という問題である。

また、火災との比較という点については、(1) 火災中心の既存の防災設備は使えなくなる、(2) 地下空間浸水災害は災害発生源が地下空間外部にあり、水が来る方向へ避難する必要があることから、洪水氾濫の状況に応じて避難可能な出入口を適切に選択する必要がある、という問題点が挙げられる。

3. FT解析

本研究では、FT解析の手法を用いて、地下空間浸水災害の災害過程の分析を試みた。新聞報道などから過去の浸水事例について調査し、地下空間浸水時に起こりうる事象を整理して、それをもとに「危険なレベルまで水位が上昇する」と「(入居店舗、オフィスなどの) 営業・業務の停止」をトップ事象とするFT図を作成した。図-1は、「営業・業務の停止」のFTの一部で、「(地下街・ビル等の) 施設全体の閉鎖」以下の部分である。「危険なレベルまで水位が上昇する」は、「人的被害の発生」の主要因のひとつであるとともに、「設備の水損の発生」の発生にも関わる事象である。「営業・業務の停止」は、その原因事象に「地下街などの閉鎖」等のより重大な事象を含んでいることからトップ事象として選定した。

作成したFT図について、「営業・業務の停止」の「施設全体の閉鎖」以下の部分については最小カットセット分析を、「水位の上昇」については最小パスセット分析を行った。図-2、図-3はそれぞれの結果である。

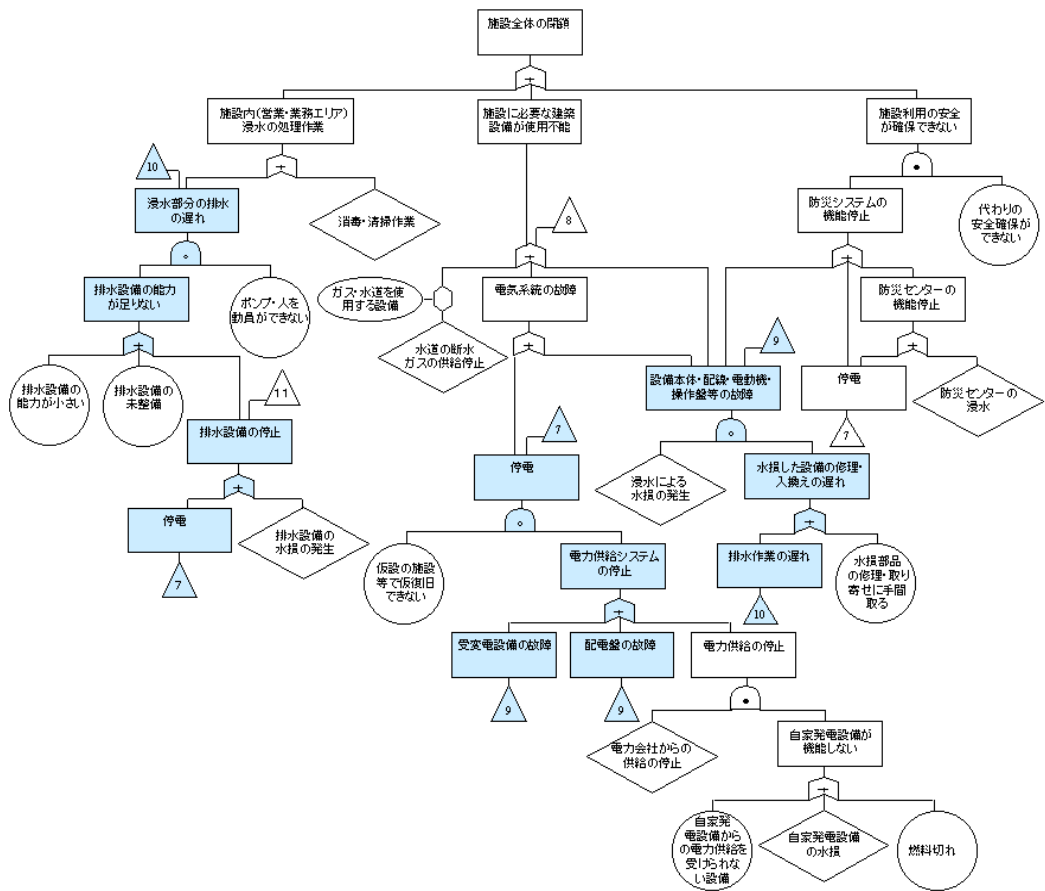
図-2の「施設全体の閉鎖」の最小カットセットでは、電気の重要性が示されている。これは、地下空間浸水災害の災害過程の分析において、このFT図が有効であることを示しているといえる。また、図-3の「危険な水位まで水位が上昇する」の最小パスセットからは、「水位の上昇」に関わる条件として、床面積などの地下空間の構造的条件と、排水ポンプの有無などの地下空間の排水能力に関する条件があることがわかる。

図-1のFT図からは、地下空間の浸水被害の中でも、電気室等の浸水による電気設備の水損は、ポンプ等

キーワード： 氾濫災害 地下空間 浸水災害 FT解析

連絡先： 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所巨大災害研究センター
電話 0774-38-4273 FAX 0774-31-8294

の停止により、排水作業が遅れ、それが故障設備の修理の遅れにつながり、長期化という形で被害を拡大させる危険があることがわかる（図- 1 の濃色の部分）。



図ー 1 「施設全体の閉鎖」以下の FT 図

- 1 {排水設備の能力が小さい, ポンプ・人が動員できない}
- 2 {排水設備が未整備, ポンプ・人が動員できない}
- 3 {排水設備の本体・配線・電動機・操作盤等の故障, ポンプ・人が動員できない}
- 4 {消毒・清掃作業}
- 5 {水道の断水・ガスの供給停止, 水道・ガスを使う設備が必要}
- 6 {浸水による設備の水損の発生, 水損部品の修理・取寄せに手間取る}
- 7 {防災センターの浸水の発生, 代わりの安全確保ができない}
- 8 {停電}

図ー 2 「施設の閉鎖」の最小カットセット

- <地下空間の構造的条件>
 - 1 {狭い地下空間}
 - 2 {隣接する地下空間への流入を少なくする条件}
- <排水に関する条件>
 - 3 {排水作業を行う人手が足りない, 湧水層が満水}
 - 4 {排水作業を行う人手が足りない, 広い空きスペースがない}
 - 5 {排水作業を行う人手が足りない, 貯水槽がない}
 - 6 {排水作業を行う人手が足りない, 下水道等に排水できない}
 - 7 {排水設備が未整備, 排水設備の能力が足りない, 排水設備の停止, 湧水層が満水}
 - 8 {排水設備が未整備, 排水設備の能力が足りない, 排水設備の停止, 広い空きスペースがない}
 - 9 {排水設備が未整備, 排水設備の能力が足りない, 排水設備の停止, 貯水槽ない}
 - 10 {排水設備が未整備, 排水設備の能力が足りない, 排水設備の停止, 下水道等に排水できない}
- <外力と浸水防止活動に関する条件>
 - 11 {想定外の外力, 防水対策の対象事象が違う, 浸水に対する設備・準備がない, 対応方法がわからない, 避難を優先する}
 - 12 {想定外の外力, 防水対策の対象事象が違う, 浸水に対する設備・準備がない, 止水措置に手間取る, 止水措置開始が遅れる}
 - 13 {地上の浸水が続く}

図ー 3 「水位が上昇する」の最小パスセット

【参考文献】

1) 河田恵昭, 石井和 (1999) : 津波・高潮・洪水氾濫による地下街水害対策の提案, 海岸工学論文集, 第 46 巻, pp.356-360.

2) 財団法人消防科学総合センター (1990) : 地下空間における消防防災対策に関する調査研究報告書.