

地下鉄軌道を伝播する氾濫水からの避難について

オリジナル設計(株) 正会員 ○寺田光宏
 関西大学環境都市工学部 学生員 宮下真輝
 関西大学環境都市工学部 正会員 石垣泰輔
 関西大学環境都市工学部 正会員 島田広昭

1. はじめに

大阪市等の大都市では都市化に伴って、地表面をアスファルトやコンクリートが覆い、以前に比べて、浸透・遊水機能が低下してきた。また、近年、地球温暖化に伴う気候変動による局所的な集中豪雨が増加している。これらのことより、大規模地下空間を有する海老江処理区における内水氾濫が地下空間に与える影響について検討がなされている。その結果、海老江処理区内における地下空間に流れ込む流量特性が明らかになった¹⁾。地下空間に流入した氾濫水は、地下空間を經由して地下鉄に流出することが明らかとなっており、海老江処理区内で発生した氾濫水が地下鉄軌道流れ、他の処理区の地下空間に影響を与える可能性がある。本研究では、地下鉄軌道に流入した氾濫水からの避難の検討を行った。



図1 対象地域・対象路線図

2. 対象地区の概要

図-1に海老江処理区と本研究で対象とした地下鉄の8路線(御堂筋線, 四ツ橋線, 谷町線, 千日前線, 中央線, 堺筋線, JR東西線及び阪神本線)を示す。海老江処理区内には大規模地下空間が存在し、大阪の中心市街地を形成している。

3. 解析条件

地下鉄トンネルの形状はJR東西線の形状を参考とし、すべての路線で統一した。図2に岡崎市で観測された8月29日午前0~3時までのハイトグラフを示す。トンネル内の氾濫水はこの降雨の計算結果を流入量とし計算した。

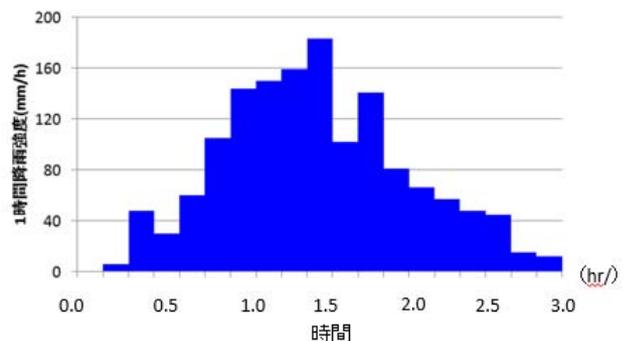


図2 岡崎市におけるハイトグラフ(平成20年8月29日)

4. 解析結果及び考察

(1) 氾濫水の伝播²⁾

地下鉄では、車両を検車場へ回送するために、6路線が短絡トンネルによって接続し、地下鉄のネットワークを形成している。本研究では、短絡トンネルを考慮し、地下鉄モデルの構築を行い計算した結果、氾濫水が短絡トンネルを伝播し、他の路線に流出することが明らかとなった。図3に氾濫水の伝播挙動を示す。例えば、御堂筋線の中津、梅田駅から流入した氾濫水は、大国町駅付近で、短絡トンネルを通じて、四ツ橋線に流出する。四ツ橋線では大国町駅から本町駅方面に下り勾配となっているため、氾濫水が本町駅方面に伝播する。次に、本町駅に達した氾濫水は、短絡トンネルを伝播し中央線に流出していく結果となった。この結果から、氾濫水が短絡トンネルを伝播することで、地上からの直接流入よりも多くの氾濫水が流入する路線が発生するなど、浸水被害が広範囲へ拡大することが明らかとなった。



図3 氾濫水の伝播挙動

キーワード 地下空間, 地下鉄, 内水氾濫, 氾濫水, 避難, 氾濫水挙動

連絡先(住所:大阪府大阪市中央区瓦町2-2-7(山陽日生瓦町ビル2F) TEL:06-6223-1200 FAX:06-6223-1222

表 1 避難余裕時間の例

路線	駅名	避難困難時間(分)	避難余裕時間(分)
御堂筋線	中津	40	10
	梅田駅	46	16
	淀屋橋	130	100
	本町	185	155
	心齋橋	225	195
	なんば	265	235
	大国町	/	/
	動物園前	/	/
四ツ橋線	天王寺	/	/
	西梅田	45	15
	肥後橋	400	350
	本町	/	/
	四ツ橋	315	265
	なんば	350	320
	大国町	/	/
	花園町	/	/

表 2 避難限界時間の例

路線	駅名	駅ホーム浸水開始時間(分)	1.4m浸水深到達時間(分)	避難限界時間(分)
御堂筋線	淀屋橋	110	130	20
	本町	155	185	30
	心齋橋	180	225	45
	なんば	200	265	65
	大国町	230	/	/
	動物園前	/	/	/
	天王寺	/	/	/
	新深江	/	/	/
千日前線	今里	/	/	/
	鶴橋	/	/	/
	公明町	/	/	/
	日本橋	255	285	30
	なんば	195	210	15
	桜川	185	270	85
	西長堀	155	205	50
	阿波座	130	160	30

(2) 避難余裕時間

避難余裕時間を次のように定義する。

$$\text{避難余裕時間} = (\text{避難困難時間}) - (\text{避難開始時間})$$

大阪府では、下水道の整備水準が約 60mm/hr である。そのため、想定外の大雨が降った場合、下水道では雨水排水が対処できず、内水氾濫が発生すると考えられる。そこで、60mm/hr の雨が降った時刻を避難開始時間とする。なお、本検討では、岡崎豪雨が降雨開始から約 60mm となる 30 分とする。次に、地下鉄利用者が避難困難になる状況は複数存在する。本研究では、①階段上の浸水深が 0.3m を越える場合②駅の浸水深が 1.4m を越える場合の 2 種類を想定する。両条件の内、早く条件を満たすものを避難困難時間とする。

表 1 より、海老江処理区内の駅では、避難余裕時間が 1 時間以内の駅が多い。これは、海老江処理区内の駅では、地上からの氾濫水の流入があるため、避難困難時間になるのが早いためである。

中津駅、梅田駅では、避難余裕時間が 20 分以下しかなく、全ての利用者の時間内で安全な避難が困難である。一方、海老江処理区外の駅では、1 時間以上で時間に余裕があるため、時間内に避難させることが出来る。

(3) 避難限界時間

地下鉄利用者が本格的な避難を開始するのは、多くの場合、実際に自分自身に危険が迫っていること（ホームの浸水）を認識した時である。よって、伝播影響のみを受ける駅では、避難開始時間をホーム浸水時間とし、地下鉄利用者側に立った避難限界時間の検討を行った。避難限界時間を次のように定義する。

$$\text{避難限界時間} = (\text{避難困難時間}) - (\text{ホーム浸水開始時間})$$

表 2 より、淀屋橋駅、日本橋駅では避難限界時間がそれぞれ、20、30 分と近い値となっている。しかし、両駅では浸水開始時間が異なる。淀屋橋駅では、浸水開始時間が降雨開始から 1 時間 50 分後であるのに対して、日本橋駅では、4 時間 15 分後である。つまり、淀屋橋駅の場合、降雨開始後すぐに浸水が始まるため、十分な対策の実施が出来ない。逆に、日本橋駅の場合、降雨開始から 4 時間が経過しており、何らかの対策を実施し、被害を軽減することは可能である。このように、浸水開始時間の違いによって危険性が大きく異なる。

5. おわりに

(1) 避難余裕時間

海老江処理区の直接流入する駅では、地上からの氾濫水が流入するため、避難余裕時間が短い結果となった。これらの駅では、避難余裕時間が短い、安全な避難経路はあるため、管理者の適切な避難支援が重要である。

(2) 避難限界時間

伝播影響のみを受ける駅では、避難余裕時間が海老江処理区内の駅に比べて長く、危険性が低いと考えられたが、避難限界時間を求めることで、ホームが浸水してから、利用者が避難困難になるまでの時間が短いことが示された。この結果、地下鉄利用者が実際に浸水を確認し、避難行動を開始する自発的な避難では危険性が高く、管理者の適切な避難支援が必要である。

参考文献 1) 寺田光宏, 石垣泰輔, 島田広昭: 密集市街地における地下鉄浸水について 地下空間シンポジウム 論文・報告集, 第 20 巻, pp117-122, 2014. 2) 宮下真輝, 寺田光宏, 石垣泰輔, 島田広昭: 地下鉄軌道を伝播する氾濫水の挙動についての検討 平成 27 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集, II-52, 2015.