

10. 都市部における地下街等冠水対策検討

国土交通省関東技術事務所 ○ 増尾 健
田中 義光
村上 大幹

1. はじめに

本報告は、発生が懸念されている首都直下地震等での高波・津波の発生や、地震で脆弱化したインフラにおける洪水との複合被災により、都市部の地下構造物が冠水した場合などの具体的事例を想定し、現有災害対策用機械の有効活用を含めた対策の検討を行った。また、大規模災害により首都圏の大規模停電が発生した場合の現有災害対策用機械の運用検討を行ったものである。

2. 検討内容

2.1 検討方法

本報告での検討が、地下構造物冠水対策に関する従来検討と最も大きく異なる点は、従来検討が「冠水させないためにはどうするか」の予防対策の視点での検討であったのに対し、本検討では「冠水したらどうするか」の対処方法を検討した点である。その他、具体的な施設を対象としてケーススタディを行う事により、現状の施設における問題点、現有災害対策用機械を活用する上での改善点を具体的に洗い出したことも特徴として挙げられる。

このような既往状況から、今回検討の着手にあたっては、検討方法の構築から始める必要があった。

実施方針は、大きく以下の2項目である。

①現地調査による現場条件把握を重視する

②問題点の洗い出しを広く行う

検討の概要フローを図-1に示す。

検討を進める上で、既往資料が少なく、関係機関へのヒアリング、現地調査の果たす役割が大きかった。

地下街の冠水対策検討では、地下鉄からの流入は湛水量が膨大であることから、検討条件として除外することも考えたが、地下街と地下鉄は接続している関係上、地下街の冠水対策検討と地下鉄の浸水状況は不可分であると判断した。

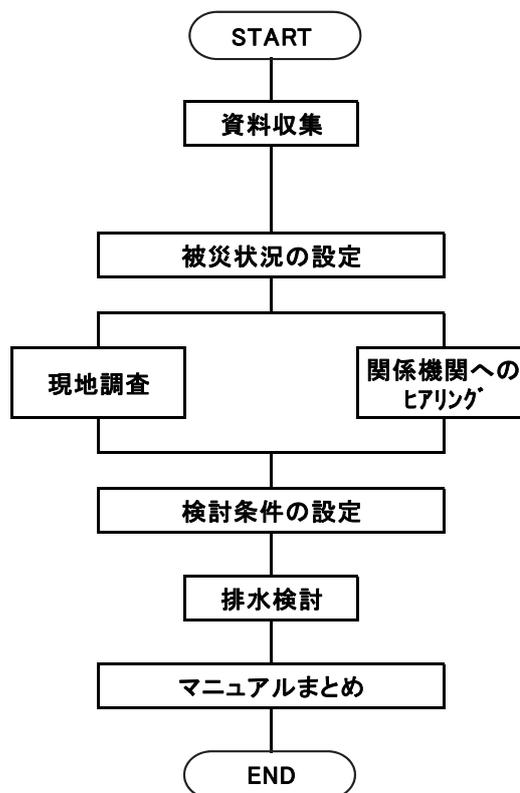


図-1 検討の概要フロー

2.2 資料収集

対象施設の完成図書その他、管轄の地方自治体の地域防災計画、冠水した水の排水先として下水道幹線図および現地調査結果を基に、冠水災害時の復旧検討を念頭に置き、施設仕様として、湛水容量・排水先・既設排水設備仕様等を一覧として取りまとめた。日本橋地下街の例を表-1に示す。

表-1 施設仕様（日本橋地下街）

施設名	日本橋地下街	延長	300m
施設区分	地下街	幅員	28m
周辺河川	日本橋川	湛水容量	33,600m ³
位置	東京都中央区日本橋室町	地下鉄接続	あり：三越前、新日本橋

非常時排水先	河川	日本橋から日本橋川へ排水する。		
	下水道	該当下水道なし		
ポンプ設置箇所	換気口、B6出口階段、B5出口階段 ※A9出口階段部オープンスペースは設置条件良好なるも、排水先に制限あり			
既設排水設備	施設名称	日本橋地下街ポンプ場	管理者	関東地方整備局東京国道事務所
	① 形式		実操程	全操程
	吐水量×台数		口径	電動機容量
	② 形式		実操程	全操程
	吐水量×台数		口径	電動機容量
③ 形式		実操程	全操程	
吐水量×台数		口径	電動機容量	
④ 形式		実操程	全操程	
吐水量×台数		口径	電動機容量	
総吐水量		総動力		総台数

※ただし、赤字は詳細資料がない事による想定値

2.3 被災状況の設定

被災状況の設定は、洪水リスク・内水リスク等に関する既往検討結果を整理するとともに、KJ法による課題点洗い出し、ETAによる被災シナリオを整理することにより、どのような状況で冠水災害に至るかをとりまとめた。KJ法にて整理したもの（抜粋版）を図-2に、ETAにて整理したもの（地下街）を図-3に示す。

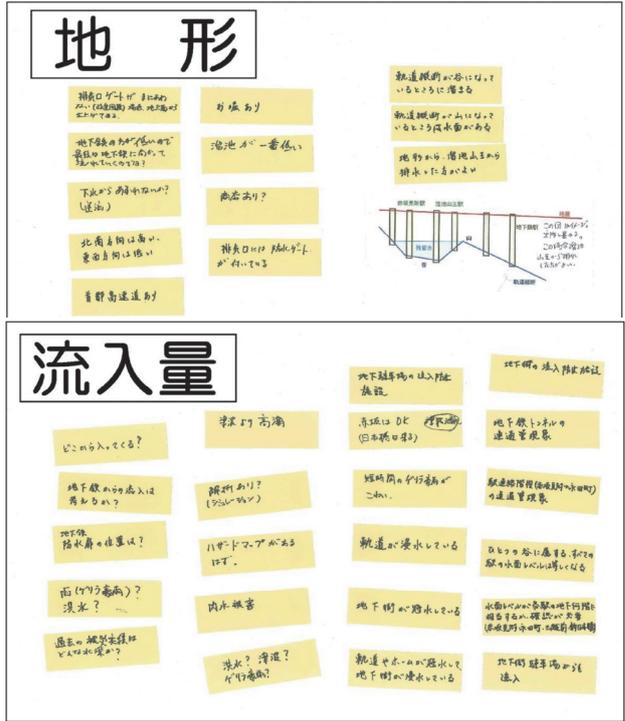


図-2 KJ法による課題洗い出し（抜粋）

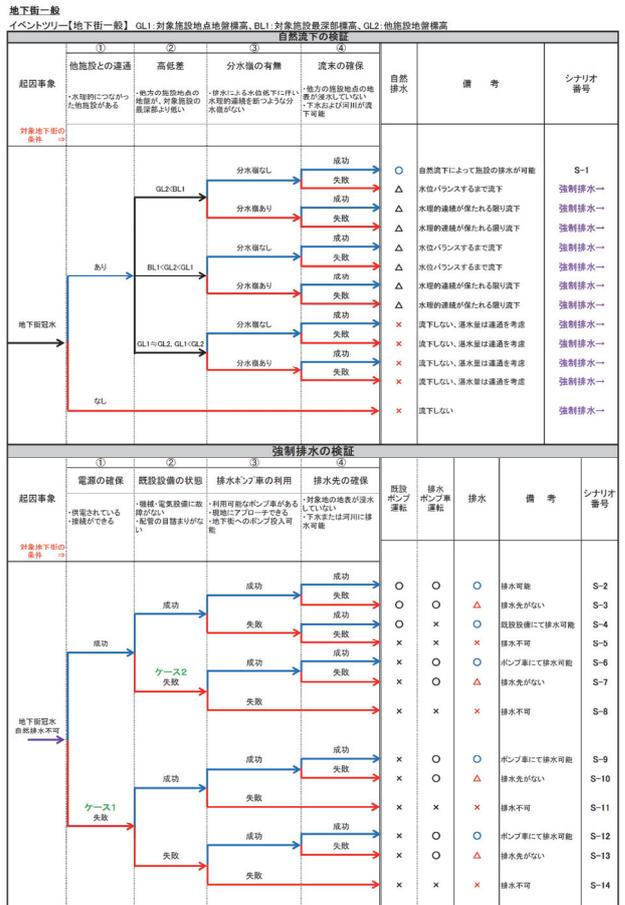


図-3 ETAによるイベント整理（地下街）

2.4 現地調査

対象施設の排水計画を立案する上での条件を明確にする観点でポンプ投入口、冠水被災時の緊急排水先等の確認を行った。対象施設は下記のとおり。

- ・日本橋地下街、赤坂地下街
- ・渋谷アンダーパス、本町アンダーパス、大井アンダーパス

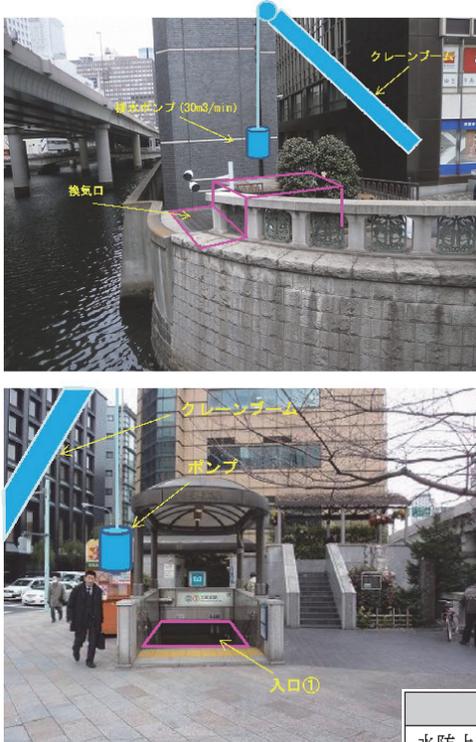


図-4 現地調査検討

2.5 関係機関ヒアリング

地下街冠水対策検討に必要な情報入手の目的で、赤坂地下街の位置する自治体として港区、地下街に接続する地下鉄の運営機関である東京地下鉄株式会社(東京メトロ)、その他、消防関連の現状についての確認のため新宿消防署にヒアリングを行った。

東京メトロのヒアリング結果概要を表-2に示す。

いずれの機関でも、予防主体であり、冠水時の対応については今後の課題としていた。

2.6 検討条件の整理

資料収集、現地調査、関係機関ヒアリング結果を基に、冠水時の排水検討を行う際の検討条件を取りまとめ、湛水領域を考慮した湛水量、排水時間の検討を行った。日本橋地下街における施設条件をまとめたものを表-3に示す。また、地下街冠水検討条件概念図(日本橋地下街)を図-5に示す。

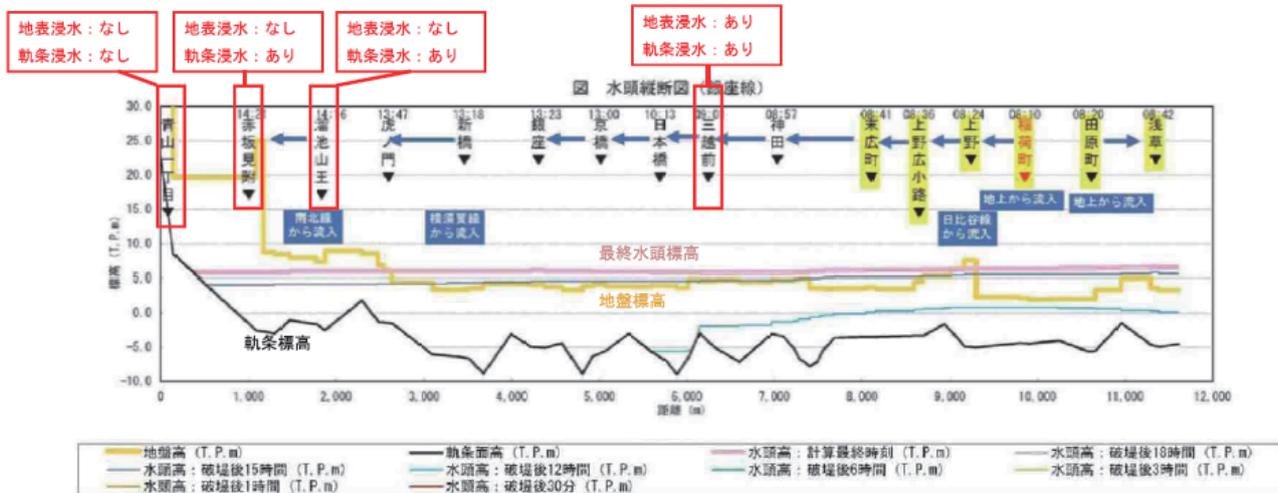
表-2 東京メトロヒアリング結果

項目	確認事項
水防上の基本方針	水の侵入を未然に防ぐことを基本方針としている。
	構内の利用者をいち早く構外に避難させることを第一としている。
	現在は周辺機関と連携した防災計画は整備できていない。
	消防との連携は訓練含め、各駅で提携して実施している。
換気口について	浸水防止機は東京湾の過去最高高潮位以下の換気口を対象に設置している。
	浸水防止機は地上から手動操作が可能。
	浸水防止機を開け、グレーチングを外すことでポンプの投入は可能と考えられる。
	日本橋付近にある換気口は東京メトロのものであると考えられるが、あまり深くないため釜場としての有効性については疑問あり。
駅出入口止水板について	止水板はすべての出入口に設置している。
	止水板の高さは700mmとしている。
	荒川堤防決壊想定より今後の新たな対策として出入口建屋の改良や遠隔化の検討なども実施している。
	出入口が周辺施設の構造物にある場合は、設計段階で東京メトロと同等の止水板を設けるよう依頼している。管理は施設所有者が行っている。
	他社敷地にある止水板の設置作業は原則的に駅員が行う。周辺施設の協力を得ているケースもある。
地下鉄構内排水設備	駅および駅間に湧水等の排水のための排水設備を設けている。排水枡から排水ポンプによって下水管へ排水する。
	ポンプ規模は小さく、災害時を想定したものではない。
地下鉄トンネル防水ゲートについて	河床が崩落した際に、地下鉄を通過して河川水が都心へ流れないために設けている。
	河川下横断部の都心側に設置している。坑口等からの流入を想定したものではない。

表-3 施設条件の整理 (日本橋地下街)

項目		日本橋地下街	備考
利用		商業施設あり	三越などの商業施設が存在する。商業施設地下階とのフロアレベルはほぼ同一。
地下街規模		大	三越に直結する出入口があり、利用者が多い。
地下鉄駅との接続		三越前駅、 新日本橋駅	ホーム階はいずれも地下街より下の階層にある。新日本橋駅とのアクセスは多少のアップダウンがあるものの、分水嶺となりうる規模ではない。
地盤標高		低い (約 E.L.+5.0)	隅田川以西の都心では最も地盤の低いエリアに該当する。冠水時の自然排水は期待できない。
既設排水設備		不明	図面、台帳等の情報がなく、現地でも発見できなかった。
排水先	近隣河川	日本橋川	B4,5,6 番出口は日本橋川に近接しており、日本橋上から排水が可能と考えられる。
	下水道幹線	なし	周囲の下水管は多くがφ300程度と小口径である。A5出口付近にφ900の管がある。
ポンプ 釜場	オープンスペース	あり (A9出口)	A9出口がオープンスペースとなっており、重機を使った大容量ポンプ搬入検討の余地がある。止水板があるため運用につき要確認。
	換気口	あり	日本橋付近に大規模な換気口あり。
	エレベータ	あり	B4,A5,A7出口にあり。いずれも地上-地下1階運転。ホーム階へは行かない。
	階段	あり	あり。一部商業施設内へ直結。

地下鉄等の浸水シミュレーションについて (中央防災会議) より



地下街排水概念図 (日本橋地下街をドライにする場合)

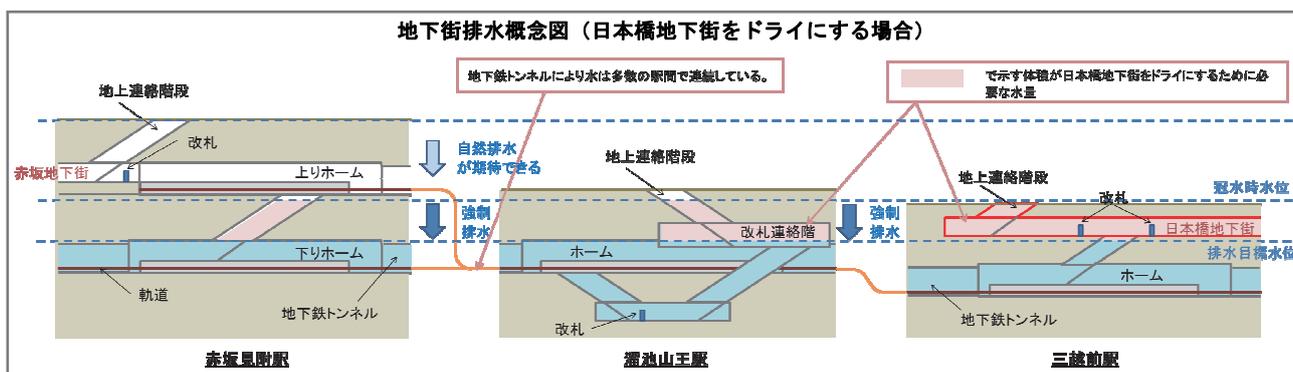


図-5 地下街冠水検討条件概念図 (日本橋地下街)

2.7 排水ポンプ車による排水作業の検討

検討条件に基づき、対象施設に関し、湛水容量算定、ポンプ投入口の検討、排水先の検討等具体的な排水計画の立案を行った。

概略検討フローを図-6に示す。

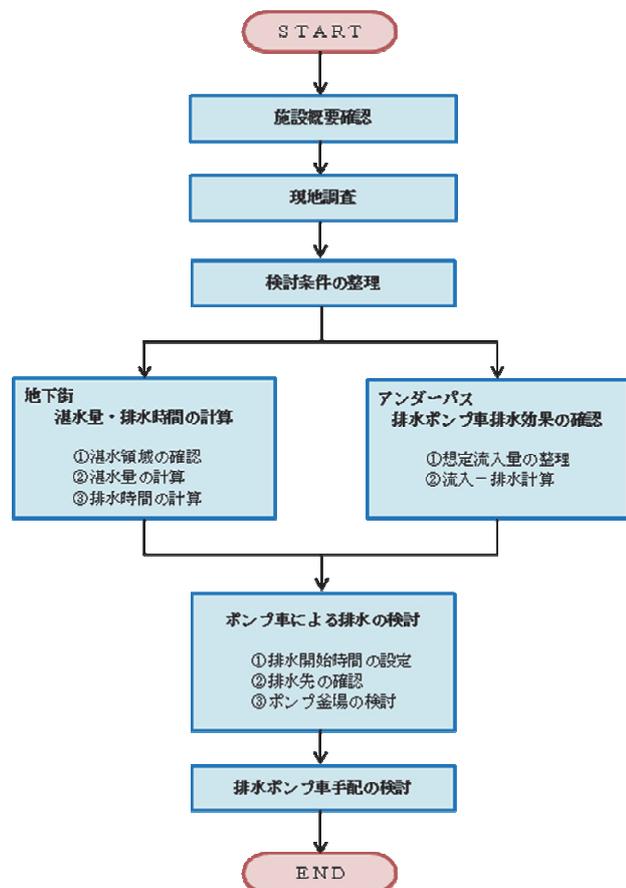


図-6 概略検討フロー

2.8 照明車の運用検討

大規模停電を想定し、重要施設（対象施設として日比谷公園、道路照明設備）における被災者（避難者）の安全対策として、照明車を活用した運用対策について検討を行った。

他施設での事例調査で確認された既設分電盤の改造事例を基に、日比谷公園内分電盤での自家発電装置からの受電可能な形式への検討を行った。

また、法的課題の検討として東京電力に、既設照明設備用分電盤を自家発電装置からの受電可能な形式に改造する場合の手続き/申請の要否・内容について確認を行った。その結果、新設の切替盤は申請対象とならないが、自家発電装置自体が“自家用電気工作物”と見なされるため、出動が想定

される災害対策用車両の登録を経済産業省に届け出る必要がある。

3. まとめ

今回の検討結果を基に、他施設での検討に資する検討項目チェックシート（検討フロー、チェックリスト）をとりまとめ、検討時の漏れ防止を図るようにした。冠水施設排水計画検討項目チェックリストを表-4に示す。

4. 今後の課題

以下の項目について、整理検討を行えば更なる精度向上が見込まれる。

4.1 地下街、アンダーパスのDB作成

管内のアンダーパス、地下街について、以下の項目を明確にし、冠水対策検討DBとして整理する。

- ・排水（冠水）容量
- ・既存排水ポンプ施設とアンダーパス、地下街の標高関係
- ・地下街と地下鉄の接続有無
- ・排水先

4.2 アンダーパスの施設別優先度設定

アンダーパスは当該施設が位置する道路の運行機能を考慮の上、冠水時の復旧優先順位を設定しておくことが必要と考える。今回の検討対象施設である大井アンダーパスの場合、東京湾横断トンネル部は大井アンダーパスに比べ低い標高に位置する。トンネルが冠水状態のまま、大井アンダーパスの冠水を解消しても、道路全体としての機能回復には繋がらない。当該施設の位置する道路を含めた近傍の道路網の機能回復を考慮した対応が必要である。

4.3 関連公共機関との協議立上げ

本検討において、対象地下施設の関連機関は、現状、浸水/冠水災害について、予防措置に重点を置いており、冠水後の対策については未着手であることが明らかとなった。

冠水対策手段として、国土交通省が保有する排水ポンプ車のポテンシャルは高く、地下鉄等隣接施設の普及にも充分貢献できる。

今後、これら機関との協力体制について、協議を行う機会を設け、具体的対策・手段について協議・決定し、「地下街冠水対応協定書(仮称)」として取りまとめるような協力体制の構築を思考していくことが望まれる。

表-4 冠水施設排水計画 検討項目チェックリスト (地下街)

No.	検討すべき事項		作成資料	参照資料	確認項目	チェック
1	計画準備	検討材料となる資料の収集	-	-	1-01 対象施設の構造図面	
					1-02 排水ポンプ車の諸元	
					1-03 洪水・津波シミュレーション、ハザードマップ	
					1-04 下水道台帳	
					1-05 対象施設所轄自治体の地域防災計画	
					1-06 対象地周辺の河川整備計画	
					1-07 地下鉄縦断面図	
2	条件整理	対象施設の概要	(1)対象施設諸元	施設構造図面、 既設排水設備仕様 (寸法等仕様がわかる資料)	2-01 既設構造物の寸法、標高の確認	
					2-02 既設排水設備の諸元の確認	
					2-03 他の地下施設との接続はあるか	
					2-04 地下鉄駅とは接続しているか	
					2-05 周辺駅との標高差	
3	現地調査	-	-	-	3-01 階段の配置	
					3-02 地下鉄換気口の配置と寸法	
					3-03 エレベータの配置と寸法	
					3-04 オープンスペースの有無と配置	
					3-05 地下街内の勾配やアップダウン	
					3-06 構造図面がない場合は現地寸法計測	
					3-07 周辺河川の状況、配置	
					3-08 人の往来	
関係機関との協議	-	-	-	-	4-01 所轄自治体との協議(災害時体制等の確認)	
					4-02 排水先管理者との協議(排水許可)	
					4-03 地下鉄事業者との協議(地下鉄設備確認)	
					4-04 消防機関との協議(災害時活動の確認)	
4	条件整理	災害の想定	(2)イベントツリー	地形図、 災害シミュレーション結果、 ハザードマップ等	5-01 浸水リスクの確認	
					5-02 浸水状況の想定	
					5-03 自然排水の有無の検討	
					5-04 排水開始時間の検討	
					5-05 設備の故障等の整理	
5	排水設備	既存排水設備の能力評価、 排水ポンプ車の能力評価	(3)湛水量・排水時間計算書	施設一般図 (寸法がわかる資料)、 排水ポンプ車仕様	6-01 地下鉄トンネルによる水連通の確認	
					6-02 地下通路による連通の確認	
					6-03 湛水領域の同定	
					6-04 湛水量の計算	
					6-05 排水ポンプ車諸元の整理(揚程・吐出量等)	
					6-06 排水時間の計算	
					6-07 排水ポンプ車適用性の評価	
6	排水先	周辺河川等への排水検討	(4)排水ルート図 (周辺河川へ)	周辺地形図、 地図情報、 地域防災計画	7-01 周辺河川の配置確認	
					7-02 周辺河川の計画流量確認	
					7-03 周辺河川への排水許容量の確認	
7	排水先	下水道への排水検討	(5)下水道流下能力計算書 (6)排水ルート図(下水道へ)	下水道台帳 (管径、勾配がわかるもの)、 地図情報	8-01 下水管方式の確認(合流式、分流式)	
					8-02 合流式は、汚水流量の想定	
					8-03 周辺下水道の管径および勾配確認	
					8-04 流下能力計算	
					8-05 有力排水先の抽出	
					8-06 有力排水先の配置確認	
8	排水設備	ポンプの設置方法検討	(7)ポンプ設置図	ポンプ設置箇所構造図面 (施設構造図面、 換気口構造図面、 エレベータ構造図面)、 現地調査資料	9-01 オープンスペースへのポンプ設置検討	
					(1) オープンスペースへの諸元把握	
					(2) オープンスペースへのポンプ設置スペース確認	
					(3) オープンスペースへのから排水先までの距離	
					9-02 換気口へのポンプ設置検討	
					(1) 換気口の諸元把握	
					(2) 換気口へのポンプ設置スペース確認	
					(3) 換気口へのから排水先までの距離	
					9-03 EVシャフトへのポンプ設置検討	
					(1) EVシャフトの諸元把握	
					(2) EVシャフトへのポンプ設置スペース確認	
(3) EVシャフトへのから排水先までの距離						
9-04 階段へのポンプ設置検討						
(1) 階段の諸元把握						
(2) 階段へのポンプ設置スペース確認						
(3) 階段へのから排水先までの距離						
9-05 その他の投入口の検討						
9	排水設備	排水ポンプ車の配置検討	(8)排水ポンプ車配置図	周辺地形図面、 道路平面図、 排水ポンプ車仕様、 地図情報	10-01 ポンプ設置位置周囲の駐車スペース確認	
					10-02 駐車可能スペースからポンプまでの距離確認	
					10-03 駐車時の交通への影響確認	
					10-04 交通確保のための対策検討	
10	一時貯留池	一時貯留池の検討	(9)湛水量計算書、 (10)排水ルート図	一時貯留地諸元、 周辺地形図、 地図情報	11-01 一時貯留池候補地の抽出	
					11-02 湛水容量の計算	
					11-03 止水方法の検討	
					11-04 ポンプ設置位置からの距離確認	
					11-05 貯留後の排水先までの距離確認	
11	調達	排水ポンプ車配備状況の確認、 排水ポンプ車走行経路の確認	(11)排水ポンプ車配備状況一覧 (12)排水ポンプ車の走行経路図	当該地域の 排水ポンプ車の所在、 特定緊急輸送道路図	12-01 ポンプ車配備状況の確認	
					12-02 災害時走行可能経路の確認	
					12-03 輸送ルートの想定	
					12-04 ポンプ車到着までの所要時間算定	
12	調達	必要台数、必要人員の確認	(13)必要資機材・人員数量表	備蓄資機材リスト	13-01 ポンプ車必要台数の検討	
					13-02 必要物資の確認	
					13-03 必要数量計算	