

## 第6章 更なる安全の確保に向けて

今後、下水道管渠内での工事等が増加し、下水道管渠内へ入坑する頻度が増えるなか、大雨に対する下水道管渠内工事等の安全対策の重要性がさらに増すものと考えられる。そこで、本章では、更なる安全の確保に向けて、今後取り組むべき事項、望まれる取り組み等について示す。

### (1) 情報に関すること

#### 1) 気象情報の精度、頻度の向上

気象予測精度の向上、気象情報の利用促進に向けた取組みを推進する。

#### 2) リスク察知システムの開発

上流域での雨量、水位などリアルタイムの情報を把握し、これらを活用して、作業現場における増水による危険性を事前に知らせるシステムを開発、導入する。

### (2) 下水道管渠の計画設計・構造に関すること

#### 1) 人孔の設置位置

交差点や車道の中心などに設置された人孔は、維持管理において開放しておくことが困難である。人孔そのものの目的を再認識し、維持管理の際には常に開放できるような位置に設置できるよう再検討する。

#### 2) 維持管理や作業員の迅速な退避を考慮した施設構造・計画設計

下水道管渠の適正勾配への改修、長スパン管渠における中間人孔の設置など、維持管理において安全に工事等が行えるような施設構造や、作業員が迅速に退避可能な施設構造（例えば、人孔の出口径や形状の見直し等）への改良ならびに計画設計手法の見直しを検討する。

### (3) 機器に関すること

作業員の入坑なしで工事等ができるように、遠隔操作が可能な無人化施工技術を開発する。

### (4) 技術者の確保・養成に関すること

管路管理に関する資格や経験年数等を発注要件とすることにより、十分な知識を習得している技術者の配置を促進する。

### (5) ヒヤリハット事例等の情報共有に関すること

関係団体等と協力して、全国のヒヤリハット事例等の情報共有が図れる仕組みを構築する。

## 参考資料

## 参考資料－1 死亡事故事例

### 【事例1】 雑司ヶ谷幹線再構築工事 事故（東京都）

#### 1 事故の概要

- (1)発生日時 : 平成20年8月5日(火) 午前11時40分～12時頃
- (2)発生場所 : 豊島区雑司が谷二丁目22番地先 雑司ヶ谷幹線管内
- (3)被災者 : 男性5名(49歳、44歳、38歳、31歳、29歳)
- (4)施設概況 : □2,000mm×1,460mm
- (5)事故の概要 :

前日から雷注意報が継続して発令されており、大気の状態が不安定な天候であった。下水道管内面の製管作業が終了し、屈曲部において内面をFRP樹脂により被覆及びプライマー塗布工を行っていた。その作業中、降雨により管渠内の水位が一気に上昇したため管内での作業員6人が流された。一人は自力で脱出したが5人は流され、亡くなった。

#### 2 事故発生の経緯と状況

##### (1) 事故当日の状況

##### ①天候と降雨状況

事故当日、東京区部では朝から大気の状態が不安定で、東京23区には、前日から雷注意報が継続して発令されており、当日の午前11時35分に大雨・洪水注意報、午後0時33分に大雨・洪水警報がそれぞれ発令された。

作業現場より150m離れた下水道局の豊島出張所にある地上雨量計(図1-1)では、午前11時50分に0.5mmの最初の雨を記録しており、そのわずか3分後の午前11時53分からの1時間に時間最大降雨量57.5mmを記録している。また、午前11時50分から午後6時35分までの総降雨量は134mmであった。

##### ②当日の作業

事故当日の作業は、No.20～No.22人孔間において、管内面をFRP樹脂により被覆する作業である。

当日の危険予知活動の中では、「天候が不安定です。急に雷雨があると思うので、水位上昇時はすぐ地上に上ること」との指示が二次下請の8名の作業員になされていた。管内の作業が始まったのは午前11時からであった。

事故当時、管内では職長1名と、作業員5名の合わせて6名が、地上では監理技術者1人、気象担当者1人、地上作業員3名の合わせて5名、総勢11名で作業を行っていた。

## (2) 事故発生の状況

### ① 事故発生直前の状況

- (ア) 担当監督員の注意喚起により、気象担当者は携帯電話のインターネットを通じて、大雨に関する注意報・警報の発令が無いことを確認した（午前 11 時 30 分頃）。
- (イ) 担当監督員は小雨が降り出したため、監理技術者と気象担当者に、「雨が降ってきたので、十分に注意するように」と再度注意喚起した。
- (ウ) 気象担当者はこの指示を聞き、No. 22 人孔より管内の職長に注意するよう告げ、職長がほかの 5 名の管内作業員にその事を伝えた声を聞き、人孔の蓋を閉めた。
- (エ) その後、監理技術者も管内作業員に「雨のために作業が中止になるかもしれない」と改めて声を掛けさせた後、No. 22 人孔の蓋を閉めた。
- (オ) 雨が急に強くなってきたため、監理技術者と地上作業員は No. 22 人孔の蓋を開け、職長に「あがれ」と指示した。そして地上作業員に人孔の蓋を閉めさせ、その場に待機した。

### ② 事故発生時の状況

- (ア) 作業員が No. 22 人孔で資機材を上げる作業をしていた際、地上作業員が管内作業員に「雨が結構降ってきたけど水位はどう」と確認したところ、「結構増えてきた」との返事があった。
- (イ) 監理技術者が地上で待機中、No. 22 人孔中から「開けてくれ」との声を聞き、人孔の蓋を開けたところ、管内は満水に近い状況で雨水が流れており、管内作業員 1 名が人孔側塊最下部の足掛金物に掴まっていたため、急いで縄梯子を降ろしたが、掴みきれずに流された。
- (ウ) 監理技術者らは、下流の No. 10、No. 30 人孔の蓋を開けて確認したが、流された作業員は発見できなかった。
- (エ) 気象担当者が No. 22 人孔に戻ったところ、下ろしていた縄梯子を使って、管内作業員 1 名が自ら上がって来たため、気象担当者らが介助して路上に引き上げた。
- (オ) 監理技術者らは、再度下流部人孔の蓋を開け生存者を探したが、発見出来なかった。

## 3 事故発生の要因と課題

事故当日の降雨状況や、管内水位の変動状況から、今回の事故をもたらした主たる要因は、「突発的な局所的集中豪雨による急激な水位上昇」にあったものと考えられる。

これまでの雨天時の安全対策は、このような突発的な局所的集中豪雨による急激な水位上昇を想定したものとなっておらず、次のような事項が課題としてあげられる。

### (1) 作業の中止基準

注意報、警報の発令や水位上昇に基づき設定されている作業の中止基準では、今回のような気象状況には対応できなかった。

(2) 気象情報の把握

リアルタイムに注意報、警報の情報を取得できる体制になっていなかった。また、気象担当者をはじめ工事関係者に、突発的な局所的集中豪雨などの気象に関する知識や、気象の急変が重大な事故に結びつくという認識が不足している。

(3) 退避の手順等

今回のような急激な水位の上昇を想定した退避手順や退避の方法等が示されていないかった。

(4) 安全対策

作業員が流されるなど、不測の事態に備えるための安全対策を充実する必要がある。

4 参考図

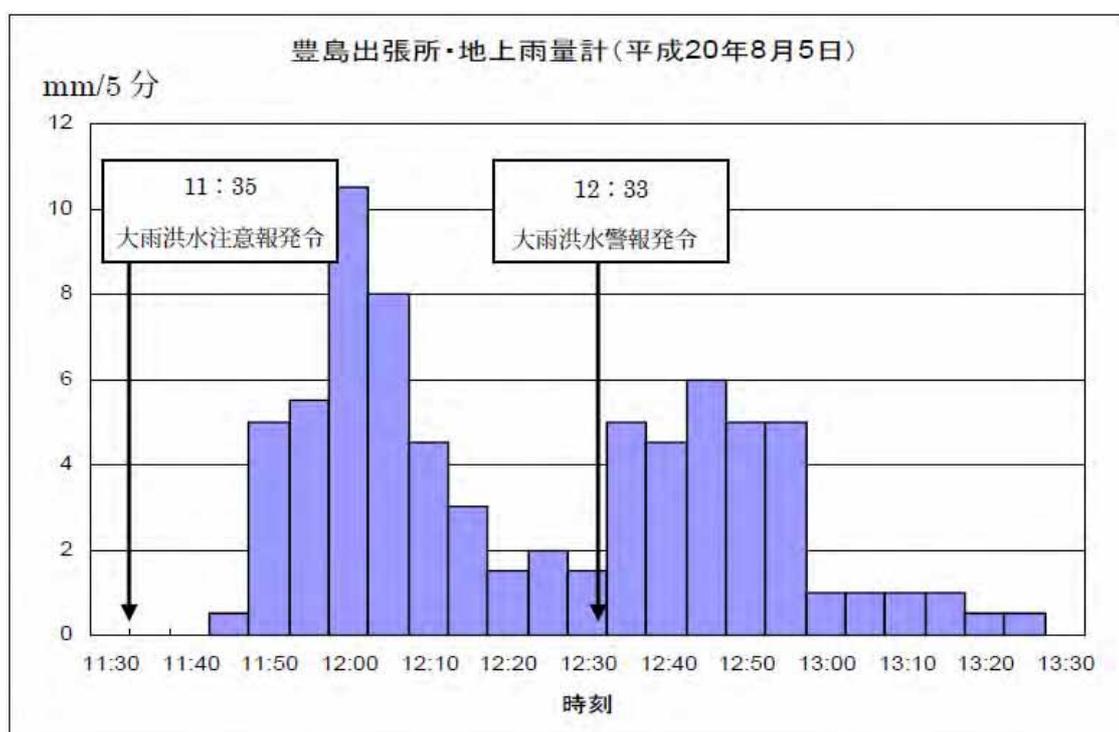


図1－1 豊島出張所の地上雨量計の観測結果



図1-2 関連施設の位置図



図1-3 施工区間図

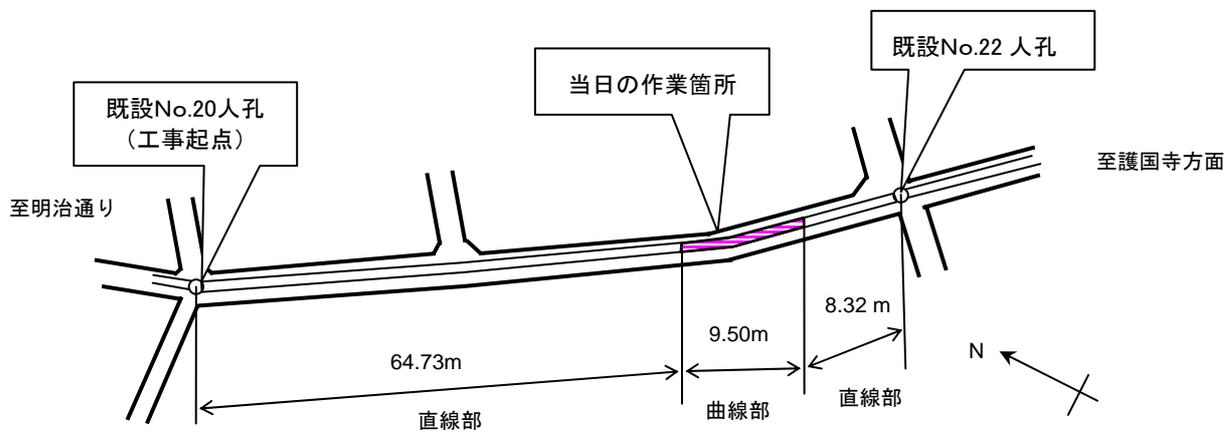


図1-4 平面図

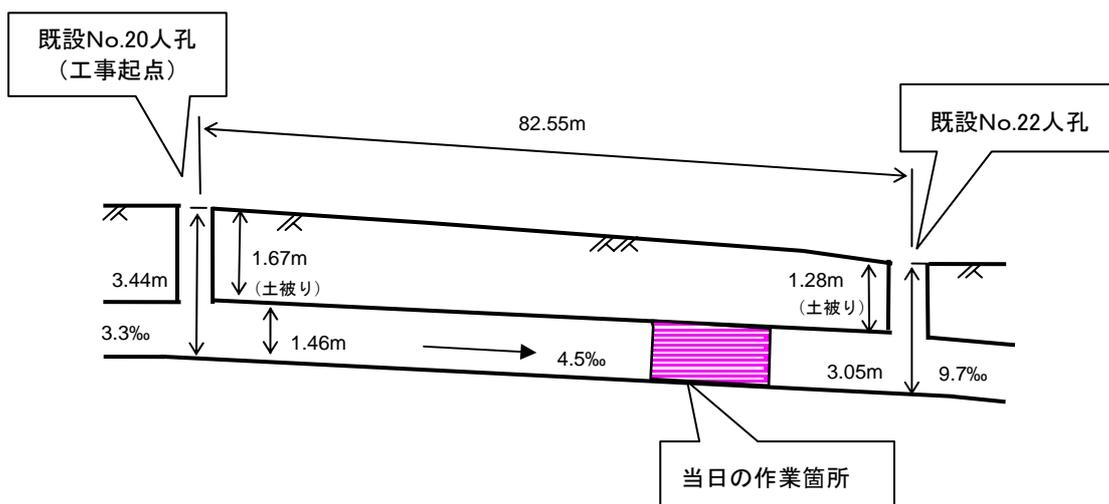


図1-5 縦断面図

## 【事例2】 雨水暗渠内における維持管理作業時の事故（広島市）

### 1 事故の概要

- (1)発生日時 : 平成17年8月10日(水) 午後2時30分頃
- (2)発生場所 : 広島市西区己斐中三丁目4-37地先付近 雨水暗渠内
- (3)被災者 : 男性1名(52歳)
- (4)施設概況 : 内径600×700～1,120/800×800
- (5)事故の概要 :

暗渠補修作業のため暗渠内に仮設置していた土のう5袋が雨で流出したことから、土のうが暗渠断面を阻害している危険性が生じた。このため、職員が暗渠内に入り、流失した土のうを捜していたところ、突然の激しい降雨による出水で押し流され死亡した。

### 2 事故発生の経緯と状況

#### (1) 事故当日の状況

##### ① 天候と降雨状況

事故当日は、朝から広島県南部に大雨注意報が発令されており、局所的な強い雷雨も予想される状況であり、実際に昼過ぎにはかなり強い降雨があった。

##### ② 当日の作業

事故当日の朝、補修業者より下水道担当職員に、前日に暗渠の補修を完了したが押さえた土のうはまだ設置したままとの報告があった。昼頃に、かなりの降雨(10分間に6mm)があったため、午後、下水道担当職員が、状況確認のため現地に向かった。管渠内を確認したところ設置していた土のうが流失していたため、断面阻害による浸水被害の可能性があり、確認・撤去のため管渠内へ入坑した。

事故当時、管内では職員1名と、地上作業員1名の合わせて2名で作業を行っていた。

#### (2) 事故発生の状況

##### ① 事故発生直前の状況

(ア) 路上からの調査では土のうが確認できなかったため、管渠内に入って土のうを探し撤去することを職員二名で話し合った。

(イ) 昼過ぎの雨は上がっており、水流はほとんどなかったが、北の方に雨雲があったため、事務所職員と連絡を取り「雨雲が北にあり、西から東に動いている」との報告を受けた。

(ウ) 作業は短時間(20～30分)で終了できるため問題ないと考え、被災者となった職員は自らが暗渠内に入ることにした。

②事故発生時の状況

- (ア) 被災職員は地上からのサポートを指示し、暗渠頂版の小さな開口部から地上職員と連絡を取り合いながら四つん這いの状態で下流側に向かい調査を続けた。
- (イ) 調査開始後 10 分ほど（出口まで残り 60m 程度となったところで、雨が降り始め、直後に激しい雷雨となった。
- (ウ) 坑内の職員が地上に出ようと地面に手をかけた瞬間、轟音とともに水深 40cm ほどの鉄砲水が襲ってきたため、地面に両手をつき上半身を乗りだすようにして踏ん張っていた。地上職員も引き上げようとしていたが、水流が強く流された。

3 事故発生の要因と課題

事故当日の気象状況や施設の構造から、次のような事項が課題としてあげられる。

(1) 気象状況の判断

事故当日は、朝から広島県南部に大雨注意報が発令されており、被災職員は、暗渠に入る前には雨雲の様子を区役所職員に電話で確認している。降雨の可能性は十分認識していたが、短時間の作業であれば大丈夫であると判断したことが、結果的には誤った判断となった。

(2) 暗渠の構造

事故が発生した暗渠は、団地造成時雨水幹線として設置されたものである。事故が発生した区間は勾配が 5～12%という急勾配であり、事故時の水深は 40cm 程度であったが、相当の流速で水流が強く地上に這い上がることができなかったものと考えられる。

4 参考図

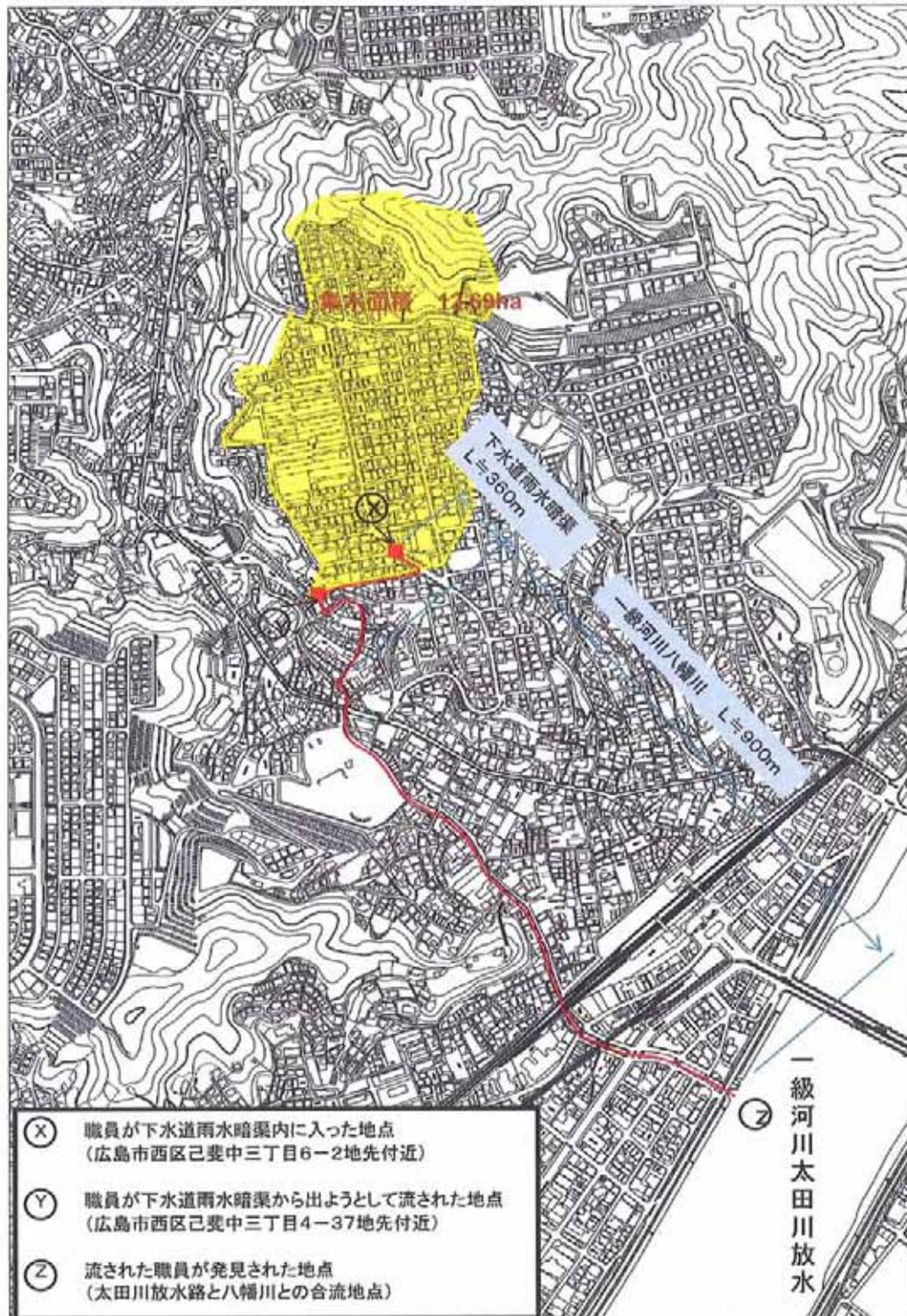


図1-6 位置図

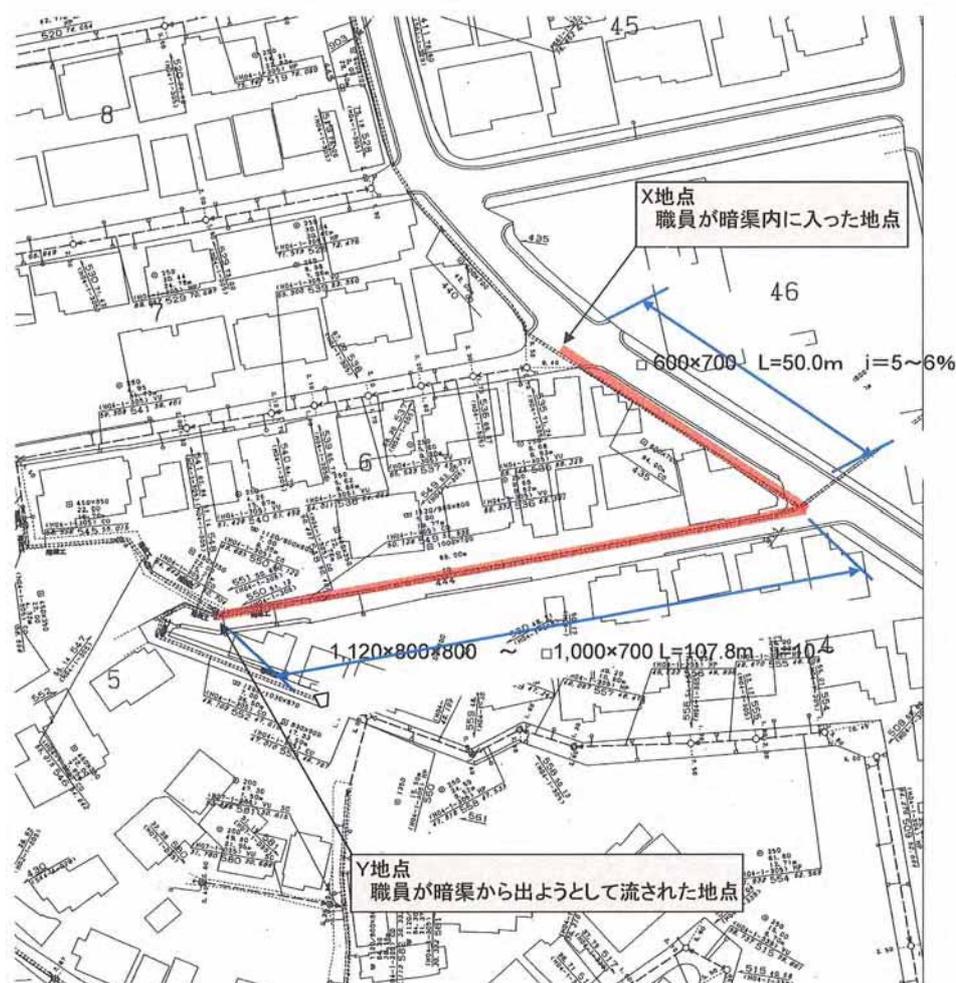


図1-7 施設平面図

④-Y1-Y1'断面

地上職員

主任技師が足元をすくわれたのを見て、急いで体を掴み引き上げようとしたが、水流は強く、引き上げられなかった。



主任技師 (Y地点に14:25頃到着)  
雨水暗渠から出ようとして上半身を乗り出した時、突然深さ40cm程の水流に襲われ、足元をすくわれた形になり、しばらく踏ん張っていたが踏ん張りきれず流されていった。

図1-8 災害発生状況図 (流された地点)

## 参考資料－２ ヒヤリハット事例

(社) 日本下水道管路管理業協会、及び(社) 全国上下水道コンサルタント協会の協力を得て管渠内の急激な増水に関するヒヤリハット事例を収集した。その結果を整理し、事例を取りまとめたものを次に示す。また、これらの内から、代表例を抜粋して具体的内容を個別に示した。

なお、表２－１～２－４の事故回避要因カテゴリーは、下記の分類とした。

- ①水位上昇に至る予兆に早い段階で気付いた。
- ②地上作業員（若しくは人孔内の選任監視員）が異常に気づいた。
- ③人孔内の作業員が水位上昇の際に、早めに作業を中止した。
- ④資機材を残置して退避を優先した。
- ⑤退路が近かった、または確保されていた。
- ⑥その他

また、今後、ヒヤリハット事例を収集する場合には、５－１－２の記載様式の例を参考とされたい。

表2-1 ヒヤリハット事例(1/4)

事例No.	発生月	管渠内作業種別	増水要因	状況	事故に至らなかった要因	事故回避要因 カテゴリー						その後の対応
						①	②	③	④	⑤	⑥	
1	8月	清掃	降雨	カルバート内に作業員が入り、下流管口に洗浄車のノズルを入れる作業中に、カルバート内の水位が上昇した。	人孔上部の監視員が、空の色の変化を確認し、同時に水位の変化を確認したので、管渠内の作業員に連絡。すぐに作業を中止したため。	○	○					施工箇所に雨が降っていても、水位の確認をする。
2	1月	清掃	降雨	管内で本管清掃作業をしていたところ、現場付近の雲行きが怪しくなってきた。管内作業員を地上に退避させたところ、徐々に管内水位が上昇してきた。	地上にいる作業員が天候の変化に気づき、上流での降雨を予測し、早めに管内作業員に地上に退避するよう指示した。また、管内作業員も指示に従い地上へ退避したため。	○	○					当日の気象情報を作業員全員が把握する。作業中、地上作業員は、天候の変化と管内状況を常に注意し、早めに中止指示を出す。管内作業員は、その指示に速やかに従い地上へ退避する。また、管内作業員も管内水位等の変化に気づいたらすぐ地上へ退避する。
3	8月	工事	降雨	人孔内で管口処理の準備をしていたところ、雲行きが怪しくなってきたので作業員を地上に退避させた。暫くすると、大雨になり満管状態となった。	地上にいた現場代理人が雲行きを見て作業中止の判断をし、管内作業員に退避の指示をしたため。	○	○					地上に必ず監視員を配置するとともに、人孔に入坑した作業員とは常に連絡を取れるようにした。
4	8月	工事	降雨	十分な仮排水管を設置できなかったため、突然の豪雨により堰止め壁上部からオーバーフローし、立孔内に流入した。坑内に置いていた資機材は流されていた。	事前にインターネットにて、ウェザーニュースのゲリラ雷雨情報を入力しており、それを考慮して昼休みをずらしたため。	○					○	必ず立坑上に天候の監視員を配置し、常にインターネット等にて情報を得て、作業員に連絡が行き渡るようにした。
5	11月	工事	降雨	合流式の管渠内で漏水の止水作業をしていたところ、上流域の局地的な降雨により増水した。作業員は退避し事なきを得たが、資機材は流された。	上流側人孔の監視員が増水に気がついて、直ちに避難指示を下した。この際、資機材を放棄するよう指示を行ったため。		○		○			資機材の携行よりも、退避を優先し、基本的に下流側の人孔に退避させるようにした。また、事前に気象情報を確認し、作業中止の判断を行うこととした。
6	不明	工事	降雨	φ800mmの管渠において取り付け管の管口仕上げをしていたところ、夕立があり急激な増水に見舞われた。管内の作業員は上流の人孔に戻れず、下流人孔から退避した。	地上作業員が雨が降り出したことを管渠内作業員に連絡したことにより、迅速な対応できた。急激な増水により上流人孔に戻れなくなったものの、下流人孔から脱出できた。		○				○	上下流人孔の開放 下流人孔にも地上員の配置
7	不明	調査	降雨	管渠調査のためφ1350mmの管渠内に入坑していたところ、上流域の山間部で大雨が降り増水が発生した。	人孔内に監視員を配置しており、併せて、仮設ポンプにより水替をしていたので急激に水位が上がらなかった。		○				○	予備仮設のポンプを設置するようにした。
8	9月	調査	降雨	潮位の影響を受ける管渠内で目視調査をしていたところ、降雨による水位上昇と潮位の上昇が重なって急激に水位が上昇した。	潮位に影響されることを事前調査により把握しており、管渠内調査中は地上に監視員を配置し、人孔直下に合図者を配置していたので連絡が速やかに伝達された。雨の降りだしの連絡を受けた時点ですぐに退避したので事なきを得た。		○				○	管渠を清掃・調査する際には的確な状況判断ができる者を地上に配置し、連絡が確実に管内作業員に伝達されるようにした。
9	9月	調査	降雨	□2400mmの目視調査中に、人孔監視員より降雨の報告があったが、もう少しで終わりそうなので、作業を続行しようとしたところ作業終了間際に降雨によって増水した。	無理に作業を完了しようせず、地上監視員が作業中止を決定したため。		○					リアルタイムの天候確認、作業範囲をカバーできる長さの親綱の設置、下流人孔に流出防止柵の設置、退避方法の周知徹底、通常時水位の確認等を行うこととした。
10	7月	工事	降雨	当日の天気は曇りであったが、午後に天候がぐずれ、降雨により急激に増水した。管渠内で型枠の設置を行っていた大工が避難の指示を受け、避難した直後に満管となった。	地上作業員との連絡体制が機能したため。		○					退避の基準を「雨が道路を流れる程度」から「小雨でも退避」とし、「迷ったら退避」を追加した。

表2-2 ヒヤリハット事例(2/4)

事例No.	発生月	管渠内作業種別	増水要因	状況	事故に至らなかった要因	事故回避要因 カテゴリー						その後の対応	
						①	②	③	④	⑤	⑥		
11	8月	工事	降雨	管内作業中に上流域に雷雨が発生し急増水した。地上作業員の指示により退避した直後に増水した。	地上作業員からの退避指示があったため。		○						降雨情報の確認頻度を上げて、夏季については雷雨の確認を安全教育に加えた。
12	1月	工事	降雨	作業前から降り始めた雨により水量が急増し、作業足場まで水位が上昇した。管内作業員は水位の上昇に気づかず、地上作業員の連絡により退避した。	地上作業員からの退避指示があったため。		○						伝達方法として口頭による伝達から笛による伝達に変えた。また、降雨予報情報サービスの確認を現場事務所で行うようにした。
13	不明	工事	降雨	管更生の作業中に夕立があり増水した。地上作業員からの連絡により退避した。	地上作業員からの連絡により早急に退避したため。		○						リアルタイムで連絡するようにした。
14	5月	清掃	降雨	JR軌道下の伏越し管渠内の清掃で、水替え終了後、エアラインマスクを装着し伏越し人孔(下流側)に入坑した。土砂の堆積状況等を確認中に雷雨が発生し、水位が上昇した。	①伏越し管渠上下流入孔に監視員を配置していた。 ②雷雨発生時に、上下流入孔監視員同士が連絡を取り合い異常の有無を確認。管渠内作業員に雷雨の発生や異常の有無を連絡していたため。		○						①監視員の配置の徹底 ②監視員の役割・重要性の再認識教育 ③監視員と管渠内作業員との連絡方法の再確認 (当社では緊急連絡時の連絡方法として笛を使っている)
15	6月	工事	降雨	降雨により既設水路内の水位が上昇し、仮設の切廻し管の流量を越えて、作業箇所に入流した。	下流管の施工を先行して実施し、越流した雨水が下流管に流れるよう施工していたこと、降雨時に速やかに立坑内から作業員が避難したため。				○			○	既存水路内水位上昇時に速やかに避難できるように、余分な資材等を立坑内に降ろさないようにする。
16	10月	調査	降雨	少雨の中、工事の事前調査を実施したが天候が急変した。退避の数分後には著しい水位の上昇があった。	降雨により下水の色が茶色にごり始め、側溝からと思われる落ち葉等の流入があったため、増水に気がつき退避したため。(水位センサーを併設)							○	地上部より親綱を流し、作業員の流出を防止する対策を考えた。
17	8月	工事	降雨	ビルの立ち並ぶ国道沿いの幹線で補修工事を実施していた。当日の天候がよくなかったため、十分に注意をしていたが、ビルピット排水が多量にあり、降雨と重なって急増水した。	降雨に対して注意していたことにより、早期に増水に気がついたため。							○	ビル管理者等と連絡を取り合う。また、上流側に止水プラグを取り付けるようにした。
18	8月	調査	降雨	雨が少し降り出した状況で本管にカメラを挿入しようとしたところ、大雨になり、くるぶし程度であった水位が、一気にひざ下まで達し、流れそうになった。	全国的な事故のニュースから日が浅く、作業員全体に危機感が残っており、早めに中止の判断ができたため。							○	雨水管渠・合流管渠での作業は少量の雨でもいったん中止し、状況を観察する。場合によっては、即時中止も含め早目の判断をする。誰もが常に危機感を持ち、自分から危ないのではという声を出す、声を掛け合うようにした。
19	2月	工事	降雨	大口径のカルバート内で接続管の管口仕上げをしていたところ、降雨により急激な増水が発生し、足場が移動した。	水位上昇を早めに確認できたため。							○	携帯電話による天候の確認と監視員の状況把握を徹底。
20	7月	工事	降雨	現場周辺で雨は降っていなかったが、水位上昇の兆し(流入渠内の作業員が感知)があり資機材を搬出した。搬出後、水位が0.5mから3.0mに達した。	掘削機械を水につけないように留意していたため、作業員が水位上昇を察知した。結果的に作業中止から撤去搬出までスムーズに行われた。							○	より一層の状況監視、現場作業員の現場における安全・危機管理の周知徹底。

表2-3 ヒヤリハット事例(3/4)

事例No.	発生月	管渠内作業種別	増水要因	状況	事故に至らなかった要因	事故回避要因カテゴリー						その後の対応	
						①	②	③	④	⑤	⑥		
21	8月	工事	降雨	降雨により合流管渠の水位が上昇し、作業員が作業足場から転落する危険性があった。	速やかに作業を中断し、作業員を地上へ退避させたため。				○			土のうを設置し、浸入水を防止した。	
22	6月	工事	降雨	人孔内作業中、雨が降り始め、30分ほど経つと水位が10cm近くなったので、機材を引き上げ退避した。その後、10分ほどで水位が50cm位になった。	既設管の水位が10cm以上に達したら退避するという規則を定めていたため。				○			降雨時の避難ルールの徹底及び再確認。	
23	2月	調査	降雨	テレビカメラによる管内調査中にカメラが土のうに乗り上げたため、土嚢を取り除いていたところ、降雨により、水量が徐々に上昇してきた。	設置していた土のうは取り除かず、カッターで土嚢袋を破り、急いで退避したため。					○		汚水管渠であっても少雨があれば作業を中止することとした。	
24	6月	工事	その他	管更生の作業区間の上流に食品会社からの流入があり、大量の排水により管内作業員がおぼれそうになった。	流速がそれほど速くなかったこと、ウエットスーツを着用していたこと、下流入孔が近かったことにより退避できたこと。						○	○	上流側人孔に水量の確認者を配置した。また、管渠内作業時にはウエットスーツを着用することとした。
25	10月	調査	降雨	管渠の劣化調査を実施していたところ、降雨により短時間で急激に増水したため、資機材をそのままに、管渠内作業員を退避させた。その後、雨はさらに激しさを増し、管渠内水位も急上昇し、残りの資機材を下流へ流出してしまった。	運良く人孔はほぼ直下での作業であったことから早く地上に上がれたため。						○		ピンポイントでの天気予報や雨雲情報などを携帯にアラームで知らせるようにした。機材流出防止のために、流速の早い場所では、主な機材はロープに括り付けて地上までロープを引き上げておくこととした。人命優先の認識を持つようにした。
26	1月	調査	降雨	目視調査中に、下水流量が増加した。調査作業員が着用していた胴長靴の脇から下水が浸水して、動きが取れなくなり下流に流された。	調査対象スパンが短く、流され始めた場所が人孔の近くであったので、流されるスピードが加速する前に人孔のステップにつかまって避難ができたため。						○		下水道管内にロープを通線(親綱)して流されないようにした。また、流量が増加したときには調査を中止することとした。胴長靴を着用しても浸水する可能性のある場合は作業を中止し、流量が多い場合は、ロープと安全帯で作業員を保持するようにした。
27	5月	工事	降雨	管渠更生作業中に急な降雨により、止水栓の上流がオーバーフローしそうになった。	止水栓をして水替えを行っていたことと、少雨であったため。							○	水替ポンプの増設及び管路網の確認により、下水の迂回経路を確認する。迂回路が無かった場合は、水替えポンプの容量を増やすようにする。
28	6月	工事	降雨	管内出来高の写真を撮影しているときに、突然の大雨があり増水した。	止水板を設置していたので一気に増水することは無かったため。							○	止水板固定の強化と下流側に流出防止ネットを配置した。
29	12月	工事	降雨	管更生の作業中に降雨があり、増水により昇降用の足場(木箱)が移動し、転倒しそうになった。	不十分ながら体勢を維持できたため。							○	昇降設備が不十分な場合は、はしご等を設置し、固定する。
30	7月	工事	降雨	降雨により水位が70cm位まで増水し、資機材が流されそうになった。	幸い流速が小さかったため。							○	使用資機材等は袋に入れ、流出しないよう、固定する。雨が降り出したらすぐに退避をする。気象情報を電話で収集し、気象変化に対応する。下流入孔部に流出防止柵(人命用)の設置を行う。

表2-4 ヒヤリハット事例(4/4)

事例No.	発生月	管渠内作業種別	増水要因	状況	事故に至らなかった要因	事故回避要因カテゴリー						その後の対応	
						①	②	③	④	⑤	⑥		
31	5月	工事	その他	当該施工箇所は、ポンプ場からの送水により晴天時であっても、水位が上昇し、硫化水素も発生する危険な状況であったが、そのことを知らずに施工を続けていた。これに雨水の流入が重なると、極めて危険な状態に陥るところであった。	・急な天候の変化による雨水の流入がなかったため。 ・たびたび硫化水素濃度が上昇するので、作業員を管渠内から退避させて、流量確認を含めて安全確認をこまめにしていたため。							○	・ポンプ場からバイパス管に汚水を送る際に、管渠内からの作業員退避を徹底。 ・送水停止後も、工事箇所の汚水量減少を確認してから、作業を再開する。
32	3月	調査	降雨	作業箇所の上流区域で雨が降ったため、管きよ内に入った際には、ひざ下までしかなかった水位が30分程でひざ上まで20cm位上昇した。	水位上昇が緩やかであったこと、ポンプ場付近の作業であり、流速も早くならなかったことため。							○	人孔内部と外部の連絡について、拡声器についているスピーカー等で合図を行うよう取り決め、注意を促しあう。

- ①水位上昇に至る予兆に早い段階で気づいた
- ②地上作業員(若しくは人孔内の選任監視員)が異常に気づいた
- ③人孔内の作業員が水位上昇の際に、早めに作業を中止した
- ④資機材を残置して退避優先した
- ⑤退路が近かった。確保されていた。
- ⑥その他

## ヒヤリハット事例（個表）

### 【事例 3】

#### 取付管更生工事

##### 1 発生年月

平成18年8月

##### 2 工事等の概要

取付管更生工 77箇所

本管側管口処理口 77箇所

##### 3 発生状況

(1)人孔（1号）内にて本管側管口処理工（本管φ600）の準備をしていたところ、雲行きが怪しくなってきた。

(2)作業員全員を地上にあげ待機し、暫くすると大雨が降ってきて、本管が満管状態になった。

##### 4 事故に至らなかった要因

地上にいた現場代理人が雲行きを見て中止を判断し、作業員を直ちに地上へ退避するよう、指示できたため。

##### 5 それ以降の対策

(1)人孔・管渠内へ人坑する時には、必ず地上に監視員を配置した。

(2)人坑した作業員とは常に連絡を取れるようにした。

【事例 5】

管補修工事

1 発生年月

平成8年11月

2 工事等の概要

管渠内における地下水止水工事（φ1350～1800）

3 発生状況

(1)合流式管渠内で止水の作業中、上流域の局地的な降雨により、管内の水量が急増した。

なお、このときに現場周辺における降雨は確認されていない。

(2)作業員は無事退避できたが、機材が流された。

4 事故に至らなかった要因

(1)上流人孔で監視員が流量の変化を確認したため、直ちに退避命令を出し、管内作業員の退避誘導をしたこと。

(2)退避の際、機材等の携行を禁止したこと。

5 それ以降の対策

(1)緊急時は、作業員の安全確保（退避する事）を第一とする。

(2)機材材料の片付け・携行をしていた場合、退避が遅れるので機材等の携行を禁止。

(3)距離にもよるが基本的に下流側に向かう。

(4)上流地区の局地的な降雨によるものだったので、事前に気象情報を確認し、作業中止の判断を行うこととした。

【事例 6】

管補修工事

1 発生年月

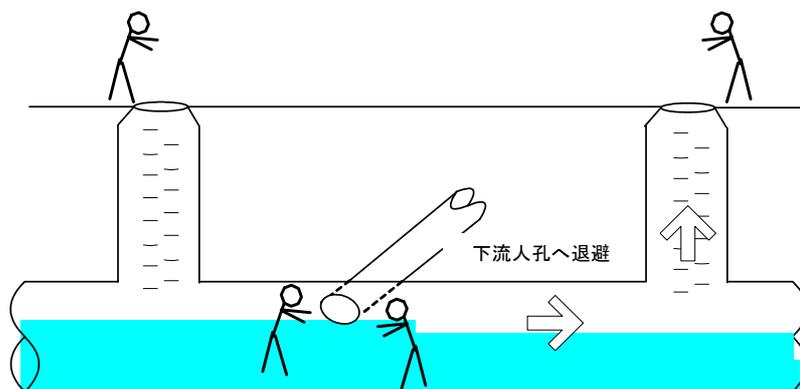
不明

2 工事等の概要

本管および取付管内面補修工事

3 発生状況

- (1) 本管に接続する取付管の管口仕上を行っている際に夕立があり、水量が増水した。
- (2) 上流人孔へ向かうことが出来なかったため、下流人孔から退避した。



4 事故に至らなかった要因

- (1) 地上に作業員を配し、雨が降ってきた時点で管内作業員に伝達したこと。
- (2) 雨の降り方が激しかったことから、地上作業員は、管内作業員に上流人孔に戻らず、下流人孔から退避するように管内で作業員に指示したこと。

5 それ以降の対策

管内にて作業をする場合は、上下流人孔に作業員を配備した。

【事例 8】

管渠内目視調査

1 発生年月

平成 11 年 9 月

2 工事等の概要

雨水管渠内の目視調査（φ800～φ1,500）

3 発生状況

- (1)通常、雨天時の管内調査は行わないが、当日は曇りで降水確率が低かったため調査を始めた。
- (2)潮位に影響される雨水管を大潮の干潮時に定めて目視調査していたところ、潮が上がり出した時に合わせて小雨が降り始めたため急激に管内の水位が上がり始めた。

4 事故に至らなかった要因

- (1)それほど大雨ではなかったが、潮位に影響されることを事前調査により把握していたため。
- (2)管渠内調査中は地上に状況判断が確実にできる者を配置し、人孔直下に合図者を配置していたので連絡が速やかに伝達されたこと。
- (3)もう少しでスパン終了だったが、降りだしの連絡を受けた時点ですぐに退避したこと。
- (4)潮位の上昇との相乗効果でかなりの速さで管渠内の水位が上がっていくのが地上から確認できたこと。

5 それ以降の対策

- (1)管渠の清掃・調査をする際には的確な状況判断ができる者を地上に配置し、連絡が確実に管内作業員に伝達されるようにした。
- (2)多忙で工期が迫っていても、天候がくずれるおそれのある場合は無理な作業や調査は行わないようにした。



【事例 25】

管渠改築設計に伴う構造調査

1 発生年月

平成 15 年 10 月

2 工事等の概要

下水道管路内面被覆工法設計業務における調査

3 発生状況

- (1) 当日の報道機関の降雨確率 10%、携帯サイトでも午後の降雨確率 10%であることを現場で事前確認していた。
- (2) 上流域で雨雲が確認できたが、10%であると軽く考え調査作業を続行していた。
- (3) 雨が降り始めたので、機器などの片づけを始めたが、雨の降り始めから 3 分くらいで腰の位置くらいまで流量が上がり、流速も速くなったので残りの機材をそのままに、管路内作業員 3 人を地上に上がるよう指示した。(降雨開始から 10 分以内の出来事)
- (4) 雨はさらに激しさを増し管路内水位も急上昇したため、管内の機材は流出してした。

4 事故に至らなかった要因

幸い作業箇所が人孔のほぼ直下であったため、退避ができたこと。

5 それ以降の対策

- (1) ピンポイントでの天気情報・雨雲情報などを携帯にアラームで知らせるように対処した。
- (2) 機材流出防止のために流速の速い場所では、主要な機器材（馬型足場、コア抜き機器など）は、ロープに括り付けて端点を地上部まで引上げておくこととした。
- (3) 人命が第一であることの認識を持つようにした。

## 参考資料－3 事故防止の取組み事例

事故の再発防止策として取り組んでいる東京都下水道局の事例を「雑司ヶ谷幹線再構築工事事故調査報告書」（平成20年9月1日 東京都下水道局 雑司ヶ谷幹線再構築工事事故調査委員会）より抜粋し以下に示す。

### 1 対象とする工事

雨天時に、雨水の流入・増水による影響を受ける地下工事等とする。

### 2 突発的な局所的集中豪雨への対応

#### 1) 作業中止の基準

突発的な局所的集中豪雨に対しても工事の安全管理に万全を期するため、新たな作業の中止基準を定める。

なお、気象情報については、注意報および警報の対象を大雨、洪水のいずれかとする。

#### ①作業開始前

- ・当該施工箇所に、一滴でも雨が降っている場合、作業は開始しない。
- ・当該施工箇所に係る気象区域に、注意報または警報が発令されている場合、作業は開始しない。

#### ②作業開始後

- ・当該施工箇所に、一滴でも雨が降れば、即刻作業を中断し、一時地上に退避する。
- ・当該施工箇所に係る気象区域に、注意報または警報が発令された場合、即刻作業を中断し、一時地上に退避する。
- ・退避に際しては、作業中の資機材を放置する。

#### ③作業開始・再開の条件

作業の開始および再開にあたっては、次の3項目の全てが確認されることを条件とする。

- ・当該施工箇所に雨が降っていないこと、また、当該施工箇所に係る気象区域に、注意報または警報が発令されていないことが確認されること
- ・管内の水位を計測し、事前の調査に基づく通常水位と変わらないことが確認されること
- ・作業着手前の安全確認について、施工計画書に定める事項の全てを完了すること

#### 2) 気象情報を迅速に把握するシステムの構築

急激な気象変動などの気象情報を迅速に取得するため、気象担当者の携帯電話に、注意報および警報の自動配信システムの配備を義務付ける。

#### 3) 退避計画作成の義務化

作業員が管内から地上に、安全かつ迅速に退避するため、人命の最優先を基本とし、ブザー付き回転灯（参考資料 図3-1）の配備、退避時の資機材放置およびこれらを盛り込んだ

退避計画の作成を義務付ける。

施工計画書に盛り込む退避計画の基本事項は、次のとおりである。

- ・作業中止基準の明示
- ・ブザー付き回転灯の配備等、退避指示の確実な伝達方法
- ・退避時に放置する資機材などによる管内の状況や退避時間を考慮した退避ルート決定
- ・工事着手前における退避訓練の実施方法

#### 4) 流下防止対策の実施

不測の事態においても人命を確保するため、作業に先立ち、管内に人孔間を結ぶ救助用ロープの設置（参考資料 図3-2）、人孔への縄梯子の設置（参考資料 図3-3）、安全帯の装着など、適宜、作業環境に応じた対策を組み合わせ、安全対策の充実を図る。

#### 5) 気象講習の実施

下水道工事に携わる局職員および請負者は、降り始めから数分間で豪雨になる場合もあることを認識し、安全管理を行っていく必要がある。

このため、急変する気象等の基礎的な知識を習得し安全管理に活用するため、局主催で、気象の専門家による講習会を定期的実施する。また、講習内容については、職場研修等を活用し、局内および請負者社内に広く周知させる。

#### 6) 対策に要する経費について

作業の中断により発生した経費については、請負者との協議に基づき適切に措置する。

【参考資料】



図3-1 ブザー付回転灯

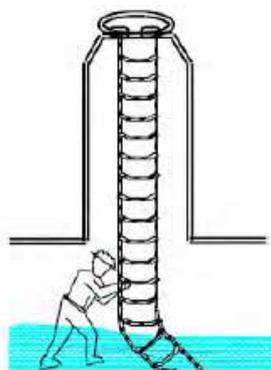


図3-3 縄梯子設置図

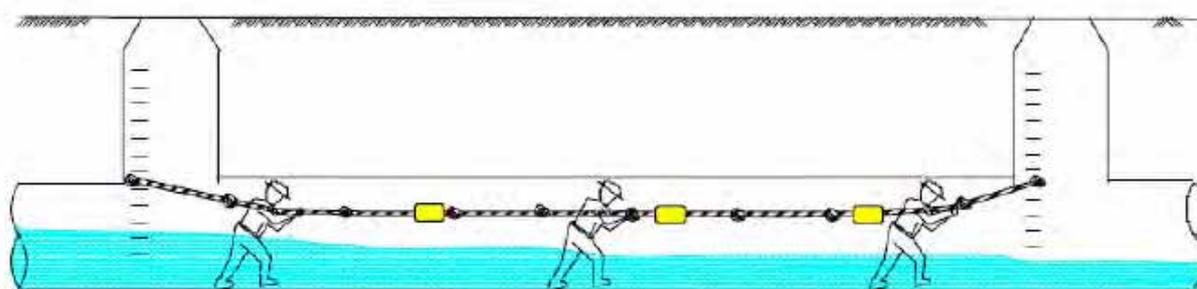


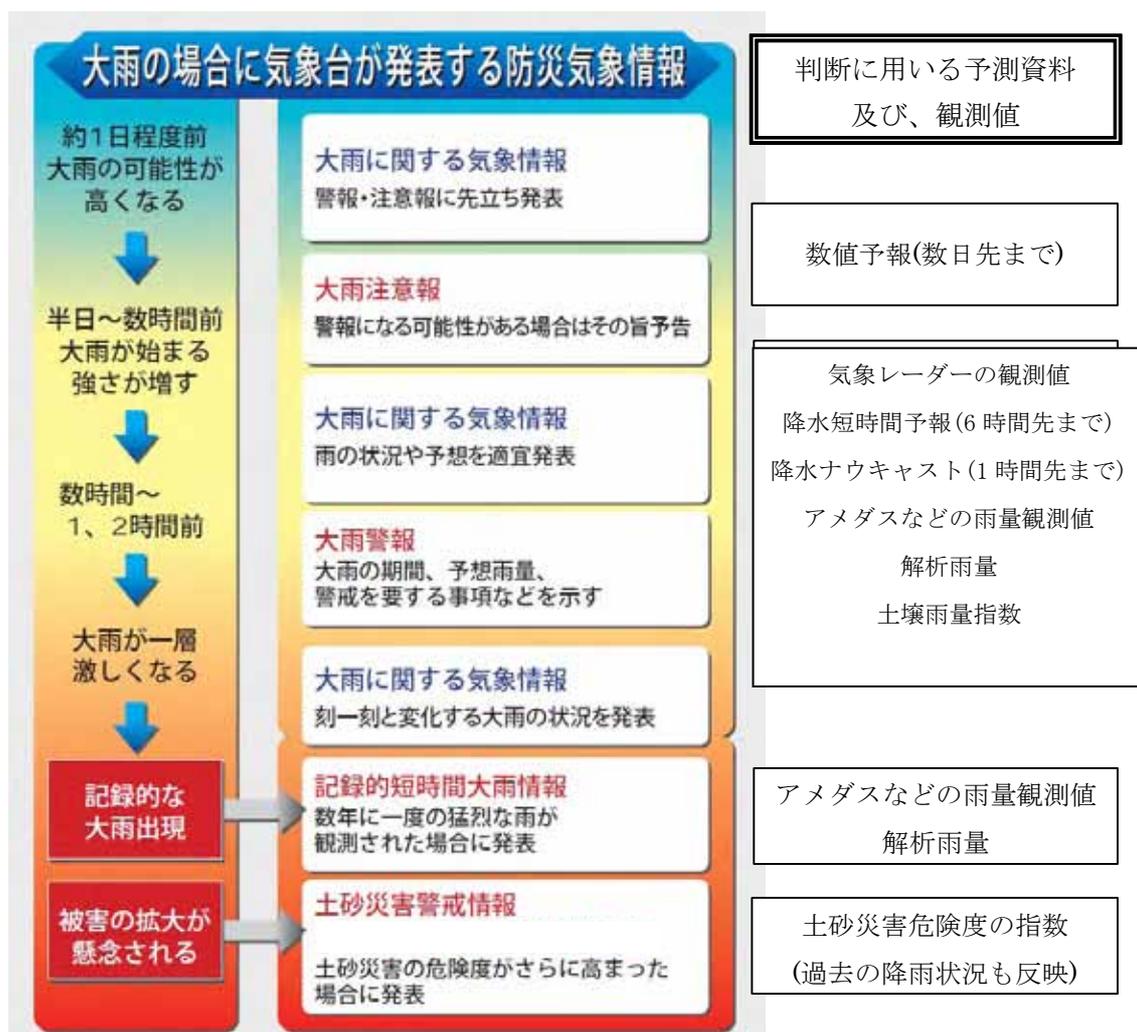
図3-2 救助用ロープ設置図

「雑司ヶ谷幹線再構築工事 事故調査報告書」

## 参考資料－4 局地的な大雨に関する気象予測の現状

### 1 大雨に関して気象庁が発表する防災気象情報

大雨が予想される場合には、図4-1のように時間経過や大雨の状況に応じて、各地の気象台が大雨に関する防災気象情報を発表する。図4-1の右側に示しているのは、それぞれの段階で情報の発表判断に用いる予測資料と観測値である。



(必ずしもこの順序で発表されるとは限らない)

図4-1 防災気象情報の発表のタイミング

## 2 大雨警報・注意報について

大雨警報・注意報は、各地の地方気象台が市区町村単位（東京 23 区は区単位）で設定している基準を超える雨量が予測されたときに発表される。

### (1) 発表基準

- ・ 市町村単位（東京 23 区では区単位）で短時間雨量と土壌雨量指数を発表基準としている（表 4－1 は東京 23 区西部の各区の発表基準）。
- ・ 短時間雨量は主に浸水被害を対象とした基準で、土壌雨量指数は土砂災害を対象とした基準である。

### (2) 発表地域単位

- ・ 警報・注意報の発表は 2 次細分予報区域（東京都では図 4-2 の多摩南部、23 区西部など）単位で発表する。
- ・ 2 次細分予報区域内のいずれかの市町村（区）で発表基準を超えた場合に、その 2 次細分予報区域を対象に警報・注意報を発表する。
- ・ 平成 22 年度には、大雨警報・注意報を市町村単位（東京 23 区は区単位）で発表することを計画している。

### (3) 短時間雨量基準における発表・解除のタイミング

気象レーダーや雨量計、解析雨量などの実況値や、降水短時間予報、降水ナウキャストなどの予測を基に、雨量が発表基準を超えると予測したときに大雨警報・注意報を発表する。解除は、雨が弱まりしばらくは発表基準を超えるような大雨にならないと判断したときに行う。

表 4－1 東京 23 区西部の各区の発表基準

大雨注意報			大雨警報		
二次細分区域	区市町村	雨量基準	二次細分区域	区市町村	雨量基準
23区西部	千代田区	R1=30, R3=70	23区西部	千代田区	R3=100
	中央区	R1=30, R3=70		中央区	R1=70
	港区	R1=30, R3=70		港区	R1=50
	新宿区	R1=30, R3=70		新宿区	R1=50
	文京区	R1=30, R3=70		文京区	R1=60
	品川区	R1=30, R3=70		品川区	R1=50
	目黒区	R1=30, R3=70		目黒区	R1=50
	大田区	R1=30, R3=70		大田区	R1=60
	世田谷区	R1=30, R3=70		世田谷区	R1=60
	渋谷区	R1=30, R3=70		渋谷区	R1=50
	中野区	R1=30, R3=70		中野区	R1=50
	杉並区	R1=30, R3=70		杉並区	R1=60
	豊島区	R1=30, R3=70		豊島区	R1=50
	北区	R1=30, R3=70		北区	R3=90
板橋区	R1=30, R3=70	板橋区	R1=70		
練馬区	R1=30, R3=70	練馬区	R1=60		

・R1は1時間雨量、R3は3時間雨量

### 3 大雨の気象予測において用いられる予測資料の特性

大雨発生における気象予測においては、主に下記に示した予測資料が用いられている。それぞれの特徴を示す。

#### (1) 数値予報

スーパーコンピュータを用いて物理法則に基づく計算を行い、数日先までの気象状況を予測する。局地的な大雨をもたらす積乱雲が発生しやすい気象状態を、数百 km の範囲について予測することは可能である。しかし、それより狭い領域に絞り込んで、「いつ」「どこで」「どの程度」の雨が降るかを予測することは、現在の技術では難しいのが現状である。

#### (2) 降水短時間予報

- ・ 現在（観測時刻）の降水分布とその移動速度を基に、降水域の移動を予測する。予測後半には数値予報の予測も加味されている。
- ・ 1km 格子単位で 6 時間先までの各 1 時間雨量を予測。
- ・ 30 分毎に予測を行い、予報の提供可能時刻は観測時刻後、約 25 分。
- ・ 目先数時間の予測については数値予報より精度が高い。

#### (3) 降水ナウキャスト

- ・ 現在（観測時刻）の降水分布とその移動速度を基に、降水域の移動を予測する。
- ・ 1km 格子単位で 1 時間先までの各 10 分雨量を予測。
- ・ 10 分毎に予測を行い、予報の提供可能時刻は観測時刻後、約 3 分。
- ・ 降水短時間予報よりも頻繁に予報を行い、かつ迅速に提供することで、急に発生・発達する強雨をいち早く捉え予測に反映する。

### 4 局地的な大雨の予測の現状

台風や低気圧、前線などに伴って発生する比較的規模の大きな大雨と、広い範囲で大気の状態が不安定な場合に発生する大雨に区分して、局地的な大雨の予測の現状について示す。

#### (1) 比較的規模の大きな大雨の予測

##### ①事前の予測（数値予報による予測）

- ・ 台風や低気圧、前線などに伴って発生する比較的規模の大きな大雨については、数値予報で予測できる場合が多い。
- ・ このような場合には、「明日の日中は東京地方で大雨になる」といった形で、前日に大雨に関する気象情報を発表する。

##### ②直前の予測（実況経過を利用した予測）

- ・ 比較的規模の大きな大雨の場合、大雨を降らせる雨雲のシステムは複数の積乱雲から構成され寿命も長い。
- ・ このような雨雲のシステムは長時間追跡できるため、現在の降水分布と移動速度を基とした降水短時間予報が有効な場合が多い。

## (2) 局地的に発生する規模の小さな大雨の予測

### ① 事前の予測（数値予報による予測）

- ・ これは台風や低気圧などが近くになくとも、広い範囲で大気の状態が不安定な場合に、単独の積乱雲が散発的に発生して狭い範囲で大雨になるものである。
- ・ このような場合、被害を及ぼすような大雨になるかどうかを数値予報で予測することは難しいが、大気の状態が不安定で積乱雲が発生しやすいことは予測可能である。
- ・ 「明日は大気の状態が不安定で雷の発生するところがある」といった予報が出ている場合には、このような局地的な大雨の可能性のあることを心に留めておく必要がある。

### ② 直前の予測（実況経過を利用した予測）

- ・ 個々の積乱雲の寿命は数十分から 1 時間程度と短く、降水域を長時間追跡することが困難であるため、降水短時間予報では急に発生・発達する大雨の予測が難しい。
- ・ 一方、降水ナウキャストは 10 分毎に最新の実況を反映して目先の予測を実施するので、雨雲の新たな発生・発達を速やかに取り込めるため、局地的な大雨の予測にも有効である。
- ・ ただし、新たな積乱雲の発生や発達を予測することはできないため、積乱雲が急に発生・発達する場合には対応できない場合がある。降水ナウキャストで雨雲の発達を捉えた場合、その 10 分後、20 分後の移動先の地域については予測が可能であるといえるが、最初に雨雲の発達が捉えられた地域については、予報ができなかったということになる。

## 5 東京都豊島区で発生した大雨の予測例（8月5日11時～12時）

8月5日に発生した東京都豊島区での大雨の予測事例をもとに降水ナウキャストの予測状況を下記に整理する。

### ① 降水実況

図4-2の左に8月5日11時～12時の実況の1時間降水量を解析雨量で示す。関東地方には降水域が散在する中、千葉県の一部では1時間に50mm以上の強雨が降っている。また、東京都23区では、非常に狭い範囲だが、1時間に30mmの強雨となったところがある。

### ② 数値予報

図4-2の右に8月4日21時を初期時刻とした数値予報による15時間先の予報(8月5日9時～12時の3時間降水量)を示す。東京地方を含む関東地方南部を中心に、3時間に1mm～5mmの降水が計算されており、雨が降りやすい状況は予測されている。

この日は大気の状態が不安定であることが予測されていたので、予測されている降水は積乱雲によるものであり、局所的にはもっと強い降水になることが考えられるが、この段階では大雨注意報や警報に至るような大雨を予測するのは困難である。

### ③ 降水短時間予報

図4-3の右下が11～12時までの1時間雨量の実況である。円内にある豊島区では30mmの強雨となっているが、降水短時間予報では1時間前からでも弱い降水さえ予測できてい

ない。これは1時間前の予測の初期時刻である11時00分の段階では、11時40分以降に豊島区に大雨を降らせる雨雲が全く発生していないためである。このように予測の初期時刻に雨雲が発生・発達していない場合、その後大雨になることを降水短時間予報で予測することは不可能である。

④降水ナウキャスト

図4-4の右下が豊島区で強雨となった11時40～50分の10分間雨量である。この雨雲の南側の部分は11時00分過ぎに発生し北東進したものだが、豊島区にかかる部分は11時40分に発生したものである。11時00分時点ではこれらの雨雲はまだ発生していないので、降水ナウキャストでは周辺も含めて降水域は予測されていない。10分前の11時40分の段階でやっと豊島区に強雨を予測できたが、それでも実況よりは弱い。

豊島区の大雨は、降水短時間予報や降水ナウキャストでも予測が難しかったといえるが、例えば、11時20分の降水ナウキャストで渋谷区付近に強雨域が急に現れたということは、周辺ではいつどこで突発的な強雨があってもおかしくないことを意味している。

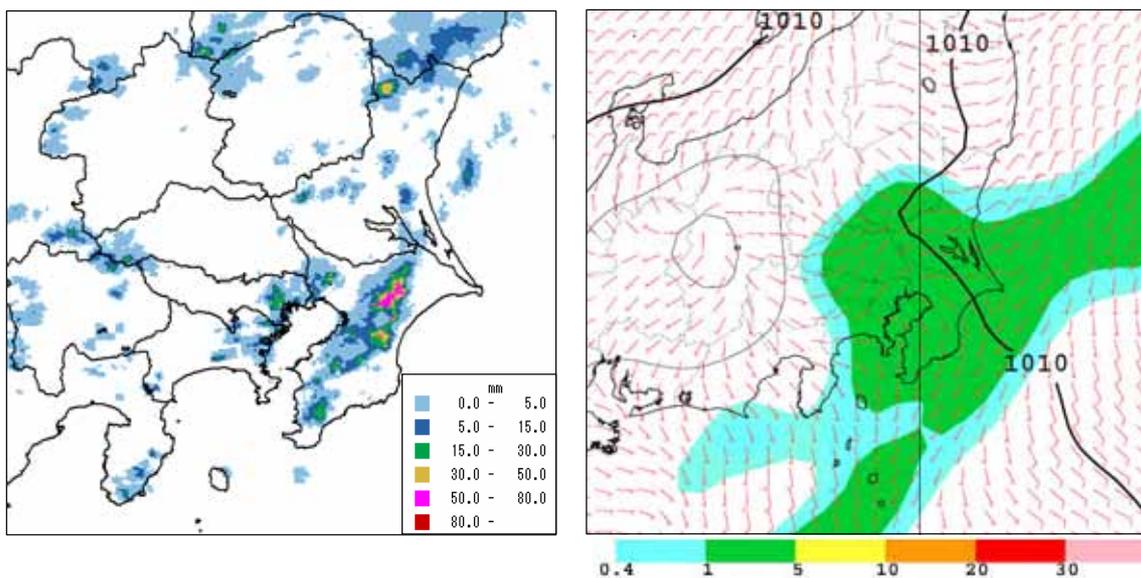


図4-2 左：解析雨量 平成20年8月5日11時～12時（1時間雨量）  
 右：8月4日21時を初期時刻とした数値予報（8月5日9時～12時の3時間雨量予測）

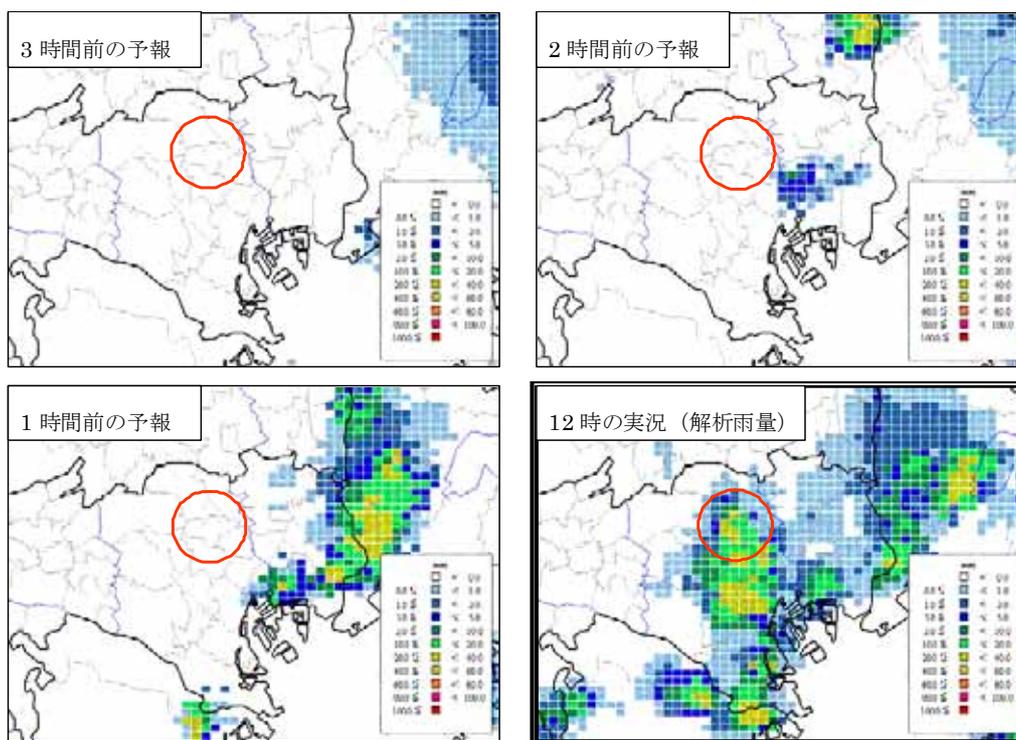


図4-3 降水短時間予報。右下は平成20年8月5日12時までの1時間雨量。  
3時間前からの予報(左上)、2時間前からの予報(右上)、1時間前からの予報(左下)。

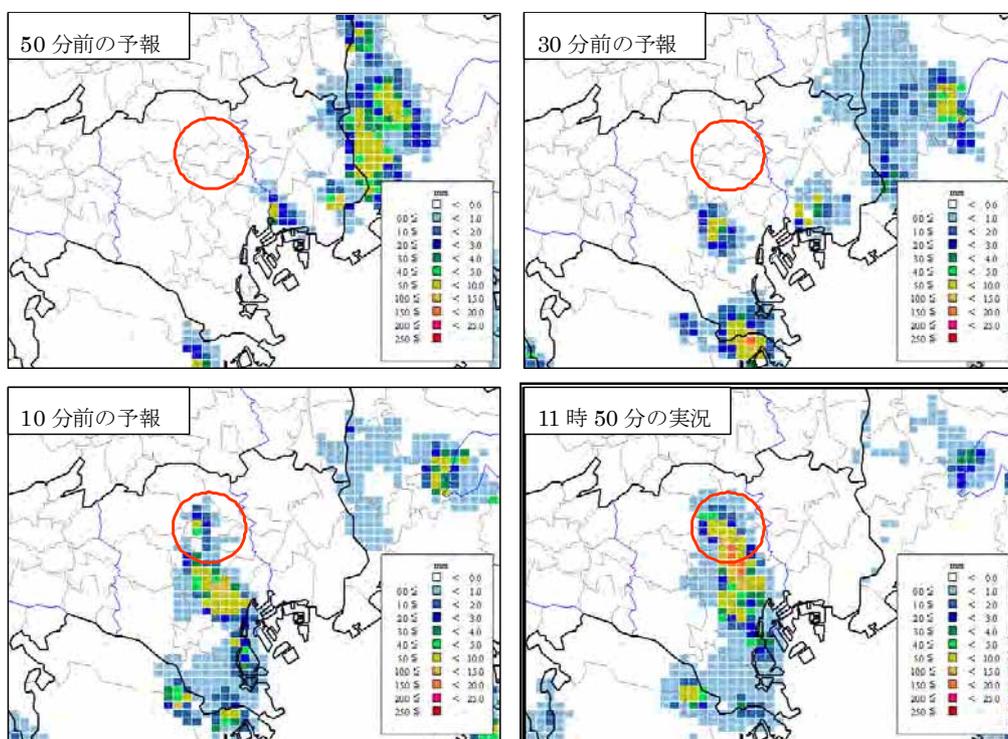


図4-4 降水ナウキャスト。右下は平成20年8月5日11時50分までの10分間雨量。  
50分前からの予報(左上)、30分前からの予報(右上)、10分前からの予報(左下)。