

局地的な大雨に対する下水道管渠内工事等 安全対策の手引き(案)

本資料は、第 3 回目委員会資料であり、「手引き」の内容は委員会の審議を踏まえて、変更があり得るものです。

平成 20 年 10 月

局地的な大雨に対する下水道管渠内工事等安全対策検討委員会

はじめに

現在、全国の下水道の管渠延長は約 40 万 km に達しており、施工から 50 年を経過した管渠延長が 7 千 km を超えるなど、管渠の老朽化が進みつつある。

このような状況下、下水道サービスを安定的かつ継続的に提供していくためには、これらの施設の維持管理を適切に行いつつ、計画的に改築更新していくことが必要であり、各地方公共団体において、適宜、対応がなされているところである。

維持管理作業や改築更新工事は、通常、下水道管渠内で行われることとなるが、下水道管渠内工事等の安全対策については、従来から過去の事故事例を踏まえつつ検討が重ねられ、手引き類としてとりまとめられるとともに、それを参考に現場において必要な対応がとられてきたところである。

しかしながら、平成 20 年 8 月 5 日、東京都雑司ヶ谷幹線において、管渠内作業中の 5 名の作業員の方々が急激な増水によって流され死亡するという痛ましい事故が発生した。この事故は、突発的かつ局地的な大雨に起因していると考えられており、また、近年、1 時間あたり 50mm を超えるような集中豪雨が頻発している状況や今後とも集中豪雨の頻度の増加や局地化が懸念されていることを鑑みると、雨水が流入する管渠における急激な増水に対する安全対策を早急に図る必要がある。

このようなことから、国土交通省では、局地的な大雨に対し、増水した後の対応のみならず、急激な増水が発生する前に工事等を中止するなどの予防的な対応も含め、雨水が流入する下水道管渠内における工事等を安全に実施するために必要な対応策を検討することを目的として、「局地的な大雨に対する下水道管渠内工事等安全対策委員会」を設置した。

本手引きは、本委員会における検討成果を分かりやすくとりまとめたものである。

今後は、本手引きを踏まえて、発注者、請負者のそれぞれにおいて、雨水が流入する下水道管渠内工事等における危険性を改めて認識するとともに、人命を第一に考えた適切な安全対策を検討・実施することにより、事故の未然防止に努めていただくよう要請するものである。

局地的な大雨に対する下水道管渠内工事等安全対策検討委員会

委員の構成

(順不同・敬称略)

委員長	東京大学大学院工学系研究科教授	古米 弘明
委員	厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課主任技術審査官	本山 謙治
〃	気象庁総務部企画課長	西出 則武
〃	国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部長	藤木 修
〃	東京都下水道局計画調整部副参事（緊急重点雨水対策事業担当）	板屋 芳治
〃	名古屋市上下水道局技術本部管路部設計第二課長	日比野 雅司
〃	広島市下水道局施設部管路課長	桂 幸登
〃	(社) 日本下水道管路管理業協会専務理事	田中 修司
〃	(社) 全国上下水道コンサルタント協会技術委員長	石川 高輝
事務局	国土交通省都市・地域整備局下水道部下水道事業課	
〃	国土交通省都市・地域整備局下水道部下水道企画課下水道管理指導室	
〃	(財) 下水道新技術推進機構研究第二部	

委員会の開催状況

第1回委員会 平成20年8月21日

第2回委員会 平成20年9月24日

第3回委員会 平成20年10月3日

局地的な大雨に対する下水道管渠内工事等 安全対策の手引き(案)の概要

基本的な考え方

1. 予防対策の重視
2. 危機に際しての人命尊重
3. 危機管理意識の徹底
4. 現場特性に応じた安全対策の確立

局地的な大雨に関する
気象予測の現状等

実施すべき安全対策

○現場ごとの具体的な取組み

- (発注者)以下の安全対策を定めるよう仕様書等へ明記
- (請負者)安全対策の具体的な内容を施工計画書等へ明記

1. 現場特性の事前把握

2. 中止・再開基準の設定(予防対策)

- 標準的な中止基準を踏まえた、現場特性に応じた中止基準の設定
中止基準の例) 「工事箇所又は上流に注意報・警報又は降雨・雷の発生時」
- 気象情報、大雨の予兆等を活用した中止の判断
大雨の予兆の例) 「急に黒い雨雲が迫っている」 等

3. 迅速に退避するための対応(事後対策)

- 退避手順 : 退避ルート等の設定、避難訓練の実施
- 安全器具等の配置 : 適切な増水緩和・流出防止策の実施
- 情報収集と伝達方法 : 管渠内作業員への確実な情報伝達体制
- 資機材の対処 : 退避時の資機材の原則存置

4. 日々の安全管理の徹底

○平時からの安全対策の取組み

- 講習等を通じた危機管理意識の向上、ヒヤリハット事例等の共有・継承

対象工事等

雨水が流入する下水道管渠内に作業員が入坑して行う作業全般(工事・調査・点検・清掃等)

目次

第1章 総則

- 1-1 目的 1
- 1-2 基本的な考え方 2

第2章 安全対策の必要性と課題

- 2-1 局地的な大雨に対する安全対策の必要性 3
- 2-2 安全対策を検討する上で考慮すべき事項 5

第3章 局地的な大雨に関する気象予測および気象情報

- 3-1 気象予測の現状 7
- 3-2 気象情報の入手 10

第4章 具体的な安全対策のあり方

- 4-1 仕様書及び施工計画書等への明記 13
- 4-2 現場特性の事前把握 15
- 4-3 工事等の中止・再開基準の設定 17
 - 4-3-1 標準的な工事等の中止基準の設定 19
 - 4-3-2 現場特性に応じた工事等の中止基準の設定 20
 - 4-3-3 工事等開始後の中止の判断 22
 - 4-3-4 工事等の再開基準 25
- 4-4 迅速に退避するための対応 26
 - 4-4-1 退避手順の設定 27
 - 4-4-2 安全器具等の設置 28
 - 4-4-3 情報収集と伝達方法 30
 - 4-4-4 資機材の対処 32
- 4-5 日々の安全管理の徹底 33

第5章 平時からの安全対策の取組み

5-1 危機管理意識の徹底と継承	35
5-1-1 講習・訓練等の実施	36
5-1-2 ヒヤリハット事例等の継続的蓄積と情報共有	37
5-2 発注者による安全確保への取組み	39

第6章 更なる安全の確保に向けて

	41
--	----

参考資料

参考資料-1 死亡事故事例	43
参考資料-2 ヒヤリハット事例	51
参考資料-3 事故防止の取組み事例	62
参考資料-4 局地的な大雨に関する気象予測の現状	65

第1章 総則

1-1 目的

本手引きは、局地的な大雨に対して、雨水が流入する下水道管渠に作業員が入坑して作業を行う工事等の安全を確保することを目的とする。

【解説】

雨水が流入する下水道管渠*（雨水管、合流管等）内での工事等**では、局地的な大雨により急激な水量の増加に見舞われることがある。本手引きは、そのような危険に見舞われることのないよう、また、万が一の場合でも作業員が安全かつ確実に退避できるよう、下水道管渠内工事等の安全を確保することを目的とする。

発注者は、局地的な大雨に対する基本的な対応方針について、仕様書に記載するなどしてあらかじめ定めておくとともに、請負者と事前に協議・検討を行い、下水道管渠内工事等における安全対策について万全を期すものとする。

なお、本手引きは、局地的な大雨に対する安全対策を対象としているため、下水道管渠内工事等に係るその他の安全対策については、各目的に適合した各種マニュアル類を参照すること。その一例を下記に列挙する。

- 1) 下水道維持管理指針 ー2003年版ー （社）日本下水道協会
- 2) 下水道管路施設 維持管理マニュアルー2007ー （社）日本下水道管路管理業協会
- 3) 下水道管路管理に関する安全衛生管理マニュアル 平成14年3月 （社）日本下水道管路管理業協会
- 4) 下水道管きょ内作業の安全管理に関する中間報告書 平成14年4月 下水道管きょ内作業安全管理委員会

* 本手引きでは、「下水道管渠」という表現を用いるが、人孔等管渠と同様の作業環境にある施設についても含まれるものである。

なお、開削やシールドなどにより新設される管渠については、原則として本手引きの対象外であるが、既設管渠と接続する場合など急激な雨水流入のおそれのある場合には、適宜本手引きを活用されたい。

**本手引きでの「工事等」とは、工事以外の点検や調査、清掃を含め、雨水が流入する下水道管渠内における作業全般を総称したものであり、具体的には、更生工事や管内補修、管内調査、管内清掃等の作業を想定している。

1-2 基本的な考え方

下水道管渠内の工事等では、常に危険が伴う。局地的な大雨により流されるなどして、人命が失われることのないよう、日頃から危機管理意識の徹底を図り、現場特性を把握した適切な対策を講じることで、危機を回避する。

本手引きにおける安全対策は、次の4点を基本的な考え方としている。

- (1) 予防対策の重視
- (2) 危機に際しての人命の尊重
- (3) 危機管理意識の徹底
- (4) 現場特性に応じた安全対策の確立

【解説】

(1) について

下水道管渠内水位が急激に増加するような降雨時には、下水道管渠内水位が上昇してから作業員が退避する事後的な対応では限界があることから、局地的な大雨に対する安全対策としては、危険な状態になる前に下水道管渠内工事等を行わないこととする予防的な対応が最も重要である。そこで、注意報や警報が発表されている時、管渠内水位が急激に増加すると想定される雨が降り始めた時、あるいは、その他降雨の予兆が確認できる時など、危険が予測できる場合には、下水道管渠内での工事等を行わない措置を講じる。

(2) について

万が一、作業員が下水道管渠内にいる状態で急激に増水したときに備え、あらかじめ、緊急時の退避ルートの設定や下水道管渠内に資機材を存置して退避するといった具体的な対策を定めなければならないが、その際、人命を最優先とする安全対策とする。

(3) について

発注者、請負者、安全管理責任者、現場作業員など、全ての関係者が下水道管渠内工事等の危険性を常に理解し、危機管理意識を持つことが必要である。そのため、講習等を通じて日常から危機管理意識を高めておくとともに、事故事例やヒヤリハット事例など現場で得られた教訓の共有と継承に努める。

(4) について

下水道管渠内工事等における危険度は、管径や人孔間距離、地形、管渠勾配、水量、作業内容、作業人員数、入手できる気象情報などによって異なる。従って、安全管理を検討する上では、個々の工事等ごとに現場特性を十分に踏まえて安全対策を講じる。

第2章 安全対策の必要性と課題

2-1 局地的な大雨に対する安全対策の必要性

近年の降雨状況の激化や下水道管渠内工事等の増大に鑑み、下水道管渠内の工事等を行う際には、局地的な大雨による急激な増水の危険性について十分に認識した上で、適切な対策を講じる必要がある。

【解説】

以下のような現状により、局地的な大雨に対する下水道管渠内工事等における安全対策を適切に講じる必要性が増している。

①集中豪雨の増加及びその局地化

全国約1,300地点のアメダスデータをもとに作成された1時間降水量の年間発生回数を集計したデータ(図2-1)によれば、1時間に50mmを超える大雨の発生が近年増加している。また、図2-2に示すような局地的な大雨も頻発している。

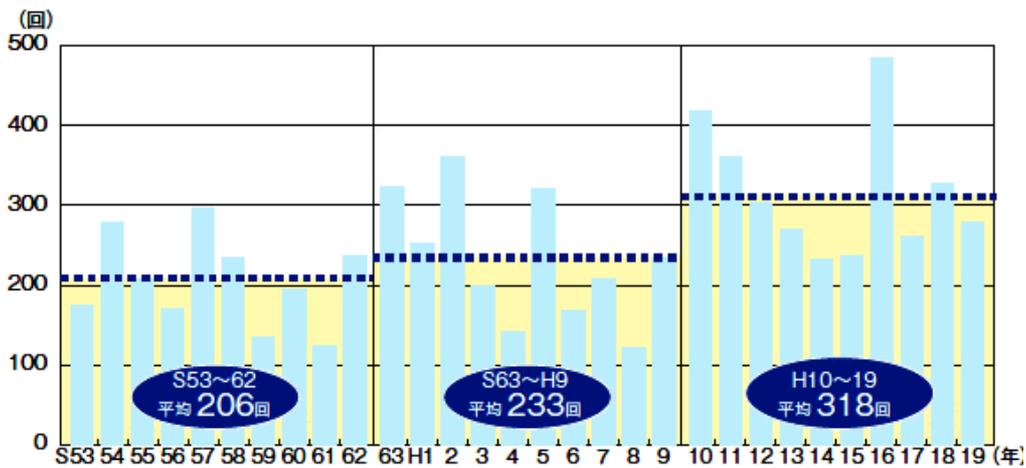


図2-1 1時間降水量50mm以上の降水の発生回数(防災白書 平成20年版)



図2-2 局地的な大雨の発生例 (出典：東京都下水道局「東京アメッシュ」)

②下水道管渠施設の改築等の増加

全国の管渠延長は約40万kmに達し、下水道管渠施設は適切な維持管理が行われないと、腐食等による損傷により、道路陥没等の重大な被害を引き起こす。道路陥没被害は平成19年度には全国で約4,700箇所にとり、下水道管渠施設の定期的な点検・調査、さらには、計画的な改築・修繕が必要となっている。このような背景から、今後とも下水道管渠内への入抗頻度の増加が見込まれる。

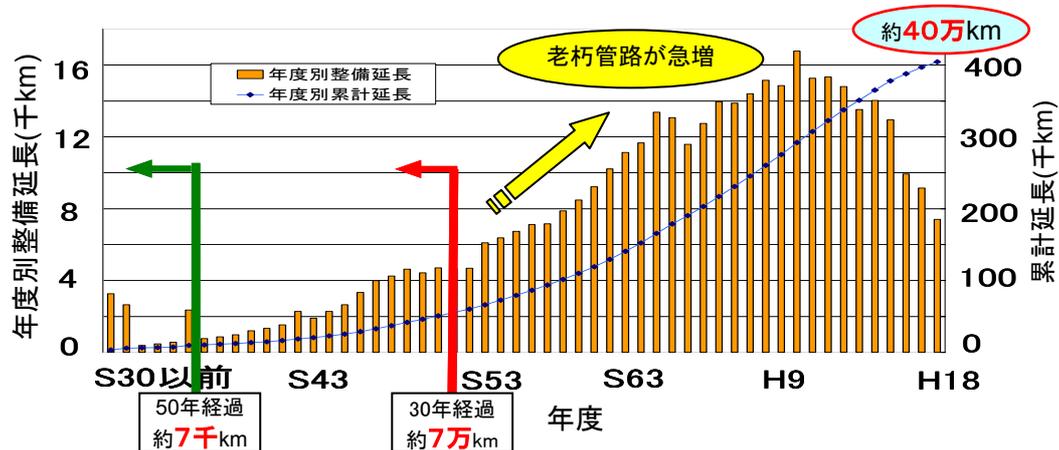


図2-3 管路の年度別整備延長 (出典：国土交通省資料)

③下水道管渠内工事等における事故及びヒヤリハット事例の発生

近年、雨水が流入する下水道管渠内工事等において、急激な増水により、作業員が流されるなどの死亡事故が発生している。また、寸前で事故を回避することができた、ヒヤリハット事例も作業現場で多々見られる。【参考資料-1及び参考資料-2参照】

2-2 安全対策を検討する上で考慮すべき事項

局地的な大雨に伴う下水道管渠内水位の急激な上昇によって事故が発生する主な要因を踏まえ、安全対策を検討する。

【解説】

局地的な大雨に伴う増水による事故が起こる主な理由として、以下の事項が考えられる。

① 気象情報、気象予測に関する認識の不十分さ

大雨や洪水の注意報、警報の発表基準の設定の考え方や、局地的な大雨に関する事前予測の困難さ、民間会社等から提供される気象情報の内容や更新頻度など情報の精度などについて、十分理解されていない。

② 中止判断の困難さ

局地的な大雨に関する予測の困難さ等を踏まえた上で、工事等の中止基準が定められておらず、中止の判断に際して、レーダー雨量等の気象情報や天候の変化等の大雨の予兆が十分活用されていない。

③ 迅速な避難のための事前対策の不十分さ

下水道管渠内では、局地的な大雨に見舞われた場合、退避のための時間的な猶予は限られており、工事等を中止する場合は、地上から下水道管渠内に速やかにその情報を伝達する必要があるが、その情報伝達方法が明確でないこと、また退避ルートに関する検討が事前に十分行われていないことが考えられる。さらに、万が一、急激な増水により流されるなどの状況に陥った場合に人命を失わないための備えが十分でないとともに、退避時における下水道管渠内の資機材の取扱いが決められていないことも考えられる。

④ 危険性の認識の不十分さ

少量の降雨なら大丈夫だろう、あるいは、作業が短時間であれば大丈夫だろうといった認識の甘さや、限られた工期等から無理に作業が進められることがある。

また、局地的な大雨に伴う増水による危険性について、講習会などで十分な説明がなされておらず、ヒヤリハット事例や事故事例の教訓が共有されていないため、危険性の認識が十分になされていない。

以上を踏まえ、事故を起こさないための安全対策の検討が必要である。事故に至る要因と安全対策を検討する上で考慮すべき事項を体系化して、図2-4にまとめる。

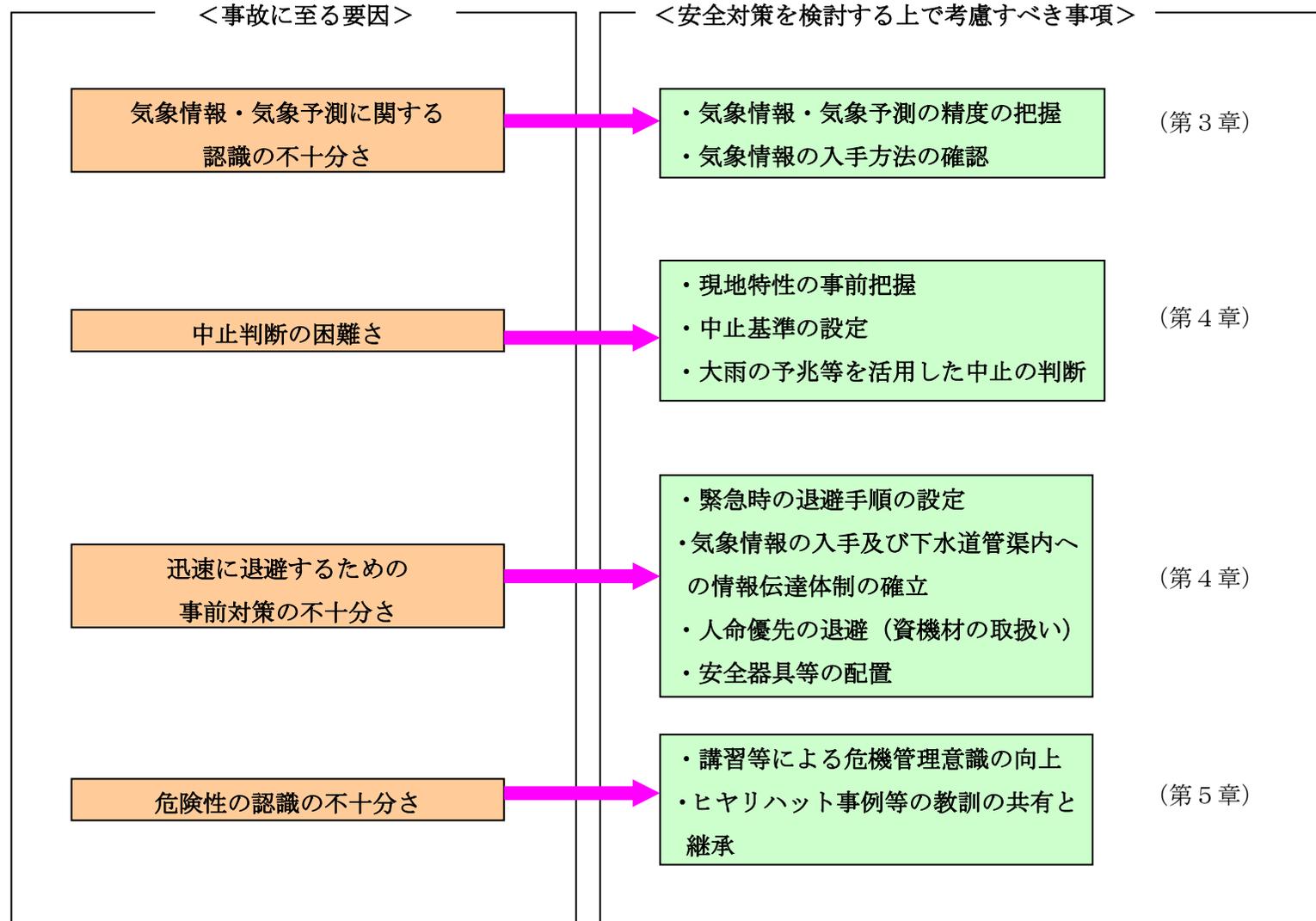


図2-4 事故に至る要因と安全対策を検討する上で考慮すべき事項

第3章 局地的な大雨に関する気象予測および気象情報

3-1 気象予測の現状

注意報・警報の内容や、局地的な大雨に関する気象予測の現状について、事前に理解しておく必要がある。

【解説】

下水道管渠内の工事等に関係する者は、注意報・警報の内容、局地的な大雨に関する気象予測の現状について、十分理解しておく必要がある。

なお、本項に係る詳細な資料を参考資料-4に示しているので参照されたい。

1) 注意報・警報について

降雨に関する注意報・警報は、浸水被害等の災害発生のおそれがあることを知らせる目的で発表されるものであり、必ずしも下水道管渠内の工事等における安全確保を意図したものではない。工事等の中止判断に用いる場合には、注意報、警報の意味するところを正しく理解した上で活用する必要がある。

①発表の地理的単位

大雨や洪水もしくは雷の発生が予測される場合には、市町村単位（東京23区は区単位）で定められた基準をもとに二次細分区域*で発表することとなっている。（平成22年度には市町村単位（東京23区は区単位）の発表に変更される予定である。）

二次細分区域*：天気予報が発表される単位である一次細分区域を、さらにいくつかに分けた区域（例えば、東京23区西部など）

②発表の基準

発表のタイミングは、雨量が発表基準を超えると予測された段階であり、この基準は、一定以上の被害が発生する可能性が生じた場合とされている。例えば、東京都の大雨警報の場合、23区の浸水被害を例にとると浸水家屋が50棟を超える雨量が予測される場合に発表されるものであり、下水道管渠内の作業の安全性を考慮したものでないことに注意が必要である。従って、大雨警報や注意報の基準に満たない雨でも下水道管が満管となっている可能性がある。

また、雷注意報は落雷による災害を念頭に置いたものだが、雷が発生する時は突発的な強い雨が降ることが多いため、平成20年8月15日から、雷注意報でも、突発的な雨の強まりに注意を促すこととなった。したがって、管渠内工事等に当たっては雷注意報にも十分な注

意を払う必要がある。

表3-1 降雨に関する注意報・警報

区分	発表の基準	
注意報	災害が起こるおそれのあるときに注意を呼びかけて行う予報	
	大雨注意報	大雨による災害が発生するおそれがあると予想したとき
	洪水注意報	大雨、長雨、融雪などにより河川が増水し、災害が発生するおそれがあると予想したとき
	雷注意報	落雷により災害が発生するおそれがあると予想したとき
警報	重大な災害が起こるおそれのあるときに 警戒を呼びかけて行う予報	
	大雨警報	大雨による重大な災害が発生するおそれがあると予想したとき
	洪水警報	大雨、長雨、融雪などにより河川が増水し、重大な災害が発生するおそれがあると予想したとき

(気象庁 HP を参考に作成)

2) 局地的な大雨の予測の現状

大雨に関する気象予測資料には、「数値予報」、「降水短時間予報」、「降水ナウキャスト」がある(参考資料-4 参照)。局地的な大雨に対して最も有効と考えられるのは、「降水ナウキャスト」であるが、新たな積乱雲の発生や発達を予測できないため、工事等の中止判断には、現場の気象状況の変化等から急な大雨の予兆を捉えることも必要である。

①事前の予測

事前の予測(「数値予報」による予測)では、被害を及ぼすような大雨になるかどうかまで予測することは難しいが、大気の状態が不安定である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」といった予報が発表されている場合には、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

局地的な大雨をもたらすような個々の積乱雲の寿命は数十分から1時間程度と短い。このため、降水域を長時間追跡している「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。ただし、10分毎に最新の実況を反映して目先の予測を実施する「降水ナウキャスト」では、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。

積乱雲が近づく兆しとして、「雷鳴が聞こえたり雷光が見えたりする、急に暗くなる、冷たい風が吹き出す、大粒の雨やひょうが降り出す」などがある。「降水ナウキャスト」で大雨が

予測されていなくても、積乱雲が近づく兆しがある場合には、急に強い雨が降り出す可能性があることに留意する必要がある。

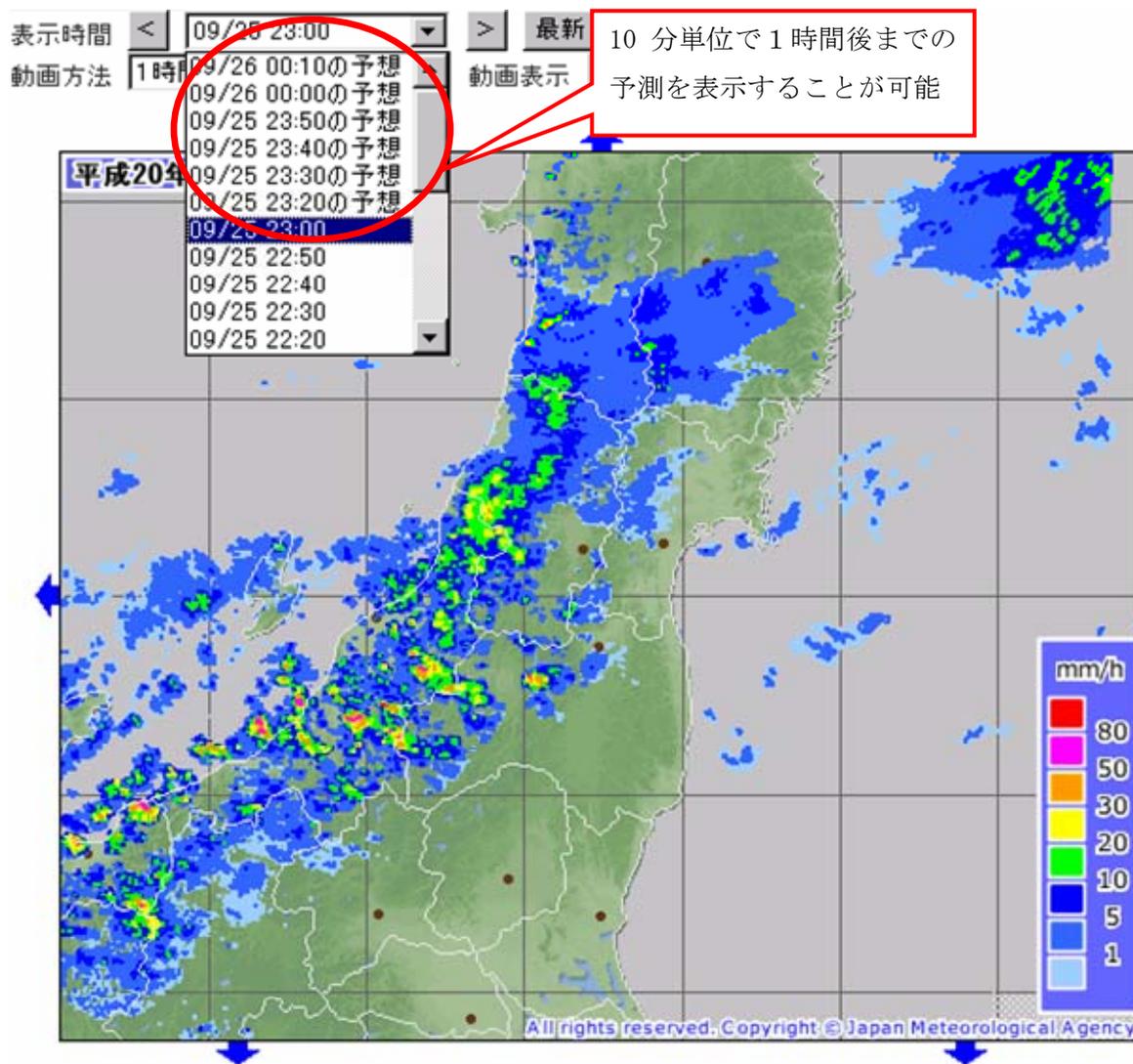


図3-1 降水ナウキャスト画像（気象庁HP）

3-2 気象情報の入手

工事等を行う地域および上流域を対象とする入手可能な気象情報を確認しておく。

【解 説】

下水道管渠内での工事等を行うにあたっては、当該地域およびその上流等の周辺地域も含めて入手可能な気象情報を確認し、その情報の内容や精度等についても理解したうえで最適な気象情報を用いる。

1) 気象情報の入手方法

大雨に関する気象情報は、気象庁、民間気象会社、地方公共団体等から、インターネットや携帯電話によって提供されている。下水道管渠内での工事等を行うにあたっては、これらの情報をできるかぎり多く入手することが望ましい。また、アクセスしなければ情報が得られないといった不確実性を避けるため、注意報・警報発表の際には情報発信者から携帯電話へのメールにより自動で情報が配信されるサービスの使用も有効である。なお、突然の降雨は予測できない場合もあるため、現場での天候の変化など、大雨の兆候に注意を払っておく必要がある。

2) 気象情報の更新頻度等の理解

情報発信者側での更新頻度やメッシュサイズ等について事前に確認し、理解しておく。

また、「降水ナウキャスト」は、気象庁ホームページ (<http://www.jma.go.jp/jp/radnowc/>) から入手できるが、ホームページの更新に一定の時間がかかる。そのため、より迅速に情報を入手するためには民間の情報提供サービス等と連動した活用が望ましい。

3) 民間企業における気象情報提供サービス

気象庁のほか、民間業者においても気象情報の提供サービスを行っている。以下に携帯電話メールによる気象情報の自動配信サービスの例（イメージ）を示すとともに、携帯電話向けのサービスを行っている予報業務許可事業者一覧を表3-2に示す（気象庁アンケートに基づく）。また、入手可能な気象情報について、事前に予報業務許可業者に問い合わせを行うことが望ましい。

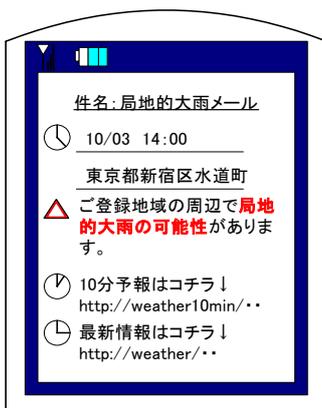


図3-2 降雨メールのイメージ

表3-2 民間企業における気象情報提供サービス
(気象庁HP: <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/info/keitai.html> より)

気象庁が、予報業務許可事業者を対象として、携帯電話向けに局地的な大雨に関する情報提供サービスを行っているかどうかのアンケートを行いました。サービスを行っているという回答があった予報業務許可事業者のサービス内容は以下の通りです(平成20年9月10日現在)。なお、サービス内容及び有料/無料については、それぞれの事業者にお問い合わせ願います。

事業者名	提供内容			提供方法		関連するURL (トップページの事業者もあります)	備考
	レーダー、レーダーアラメダス等の実況値	注意報、警報等の気象情報	短時間予報	メール	メール以外		
(HPのトップページへリンク。HPがない場合は気象庁HPの予報業務許可事業者のページへリンク。あいいうえお順)							
(株)eTEN	○	○	—	—	携帯サイト	http://www.e-tenki.net/	
いであ(株)	○	○	—	○	携帯サイト	http://10ki.com/	
(株)ウェザーニューズ	○	○	○	○	携帯サイト	http://weathernews.jp/	
(株)ウェザーマップ	○	○	○	—	携帯サイト	http://www.weathermap.co.jp/mobile/	
ウェザー・サービス(株)	○	○	○	○	携帯サイト	http://h.otenki.co.jp/airh/ http://agent.otenki.co.jp/ http://mobile.kafun-info.jp/	PHS用
(財)沿岸技術研究センター	○	○	—	○	携帯サイト	http://www.cdit.or.jp/comeins/n_co_m2.html	
(株)気象工学研究所	○	○	○	○	携帯サイト	—	直接問い合わせ
気象情報システム(株)	○	○	—	○	—	http://www.wis-x.co.jp/weather_contact/weather_contact.pdf	
国際気象海洋(株)	○	○	○	○	携帯サイト	http://www.imoc.co.jp/ez/	auのみ
(株)サーフジェンド	○	○	—	—	携帯サイト	http://nami-d.com http://umikaisei.jp	携帯用
(有)サニースポット	○	○	—	—	携帯サイト	http://www.sunny-spot.net/mobile/	
四国放送(株)	○	○	○	—	携帯サイト ワンセグ放	http://jrt.jp/	
(株)島津ビジネスシステムズ	○	○	○	○	携帯サイト	http://tenki.shimadzu.co.jp/amemilhp/amemiltop.html http://tenki.shimadzu.co.jp/japanhp/otenkij.htm	
(株)テレビ新広島	○	○	—	○	携帯サイト ワンセグデータ放送	http://www.tss-tv.co.jp/tenki/i/ http://www.tss-tv.co.jp/tenki/ez/	ドコモ au
東北放送(株)	○	○	○	—	携帯サイト	http://www.tbc-sendai.co.jp/m/	
日本気象(株)	○	○	○	○	携帯サイト 気象予報士による電話	http://n-kishou.com/corp/asp.html	
(財)日本気象協会	○	○	○	○	携帯サイト	http://www.jwa.or.jp/content/view/full/2391	
(株)日本気象コンサルティング・カンパニー	○	○	○	○	電話等	http://www.nihonkisho-consul.co.jp	直接問い合わせ
八王子市	—	○	○	—	電話サービス	http://mobile.city.hachioji.tokyo.jp/	
北海道放送(株)	○	○	○	—	携帯サイト	http://www.hbc.co.jp/info/keitai.ht	
(有)ファインウェザー	○	○	○	—	電話	—	直接問い合わせ
三井良浩(フジテレビ)	○	○	—	—	ワンセグ放	—	
(株)南日本放送	○	○	—	—	携帯サイト	http://www.mbc.co.jp/m/	
(株)吉田産業	—	○	—	○	—	http://www.yoshidasangyo.co.jp/	直接問い合わせ
(株)ライブビジネスウェザー	○	○	○	○	携帯サイト	http://www.lbw.jp/m	

4) 下水道管理者による降雨情報システム

いくつかの下水道管理者は、降雨時にポンプ場や処理場の施設を適切に運転するために、雨量レーダーを設置している。雨量レーダーで得られた降雨情報は、ホームページなどで提供を行っている。

表3-3 下水道管理者による降雨情報提供の例

下水道管理者名	名称	表示範囲	レーダーのメッシュサイズ	掲載内容	更新頻度	携帯電話での閲覧	インターネットURL	
							PC	モバイル
埼玉県	アメネットさいたま	埼玉県を中心に半径50km	20kmまでは250m×250m, それ以遠は500m×500m	6時間前～現況	5分	不可	PC	http://www.amenets.pref.saitama.jp/
							iモード	—
							EZ Web	—
							ソフトバンクモバイル	—
東京都	東京アメッシュ	東京都心を中心に東西約190km×南北約120km	都心近郊区は250m×250m, それ以遠は500m×500m	120分前～現況	10分	可能	PC	http://tokyo-ame.iwa.or.jp/index.html
							iモード	http://www.dualnorth-iwa.gr.jp/i-official/asp/menu03.asp?pc=0
							EZ Web	http://micos-ez-kansai.iwa.or.jp/tokyo/tko0.html
							ソフトバンクモバイル	http://www.niwa.jp/i-sky/tokyo/tokyo.asp?cl1
川崎市	レインネットかわさき	東京アメッシュと共同運用	都心近郊区は250m×250m, それ以遠は500m×500m	120分前～現況	10分	可能	PC	http://tokyo-ame.iwa.or.jp/index.html
							iモード	http://www.dualnorth-iwa.gr.jp/i-official/asp/menu03.asp?pc=0
							EZ Web	http://micos-ez-kansai.iwa.or.jp/tokyo/tko0.html
							ソフトバンクモバイル	http://www.niwa.jp/i-sky/tokyo/tokyo.asp?cl1
横浜市	レインアイレーダーよこはま	横浜市を中心に半径50km	20kmまでは250m×250m, 40kmまでは500m×500m, 50kmまでは1000m×1000m	180分前～現況	5分	不可	PC	http://www.city.yokohama.jp/cgi/bousai/wwwoot/yokohama1/sewer_radar.html
							iモード	—
							EZ Web	—
							ソフトバンクモバイル	—
大阪市	大阪市建設局降雨情報	大阪市中心部から京阪神地域一円	250m×250m	50分前～現況	10分	可能 (日本気象協会へ情報提供)	PC	http://www.city.osaka.jp/ame/index.html
							iモード	http://www.iwa.or.jp/b/mobile/QRT.php
							EZ Web	—
							ソフトバンクモバイル	—
神戸市	レインマップこうべ250	神戸市を中心に半径80km範囲	20kmまでは250m×250m, 40kmまでは500m×500m, 80kmまでは1000m×1000m	50分前～現況	10分	可能	PC	http://www1.city.kobe.jp:8001/
							iモード	http://www1.city.kobe.jp:8001/i_index.html
							EZ Web	http://www1.city.kobe.jp:8001/ez_index.html
							ソフトバンクモバイル	未対応



図3-3 「東京アメッシュ」の例（東京都下水道局HP）

第4章 具体的な安全対策のあり方

4-1 仕様書及び施工計画書等への明記

発注者は、請負者が作成する施工計画書等において、局地的な大雨による増水に備えるため、以下の(1)から(4)の内容を安全管理計画として記載するよう、仕様書等に明記する。

請負者は、安全管理計画を明記した施工計画書等を作成し、発注者の確認を得るとともに、その内容について作業員への周知徹底を図る。

- (1) 現場特性の事前把握
- (2) 工事等の中止・再開基準の設定
- (3) 迅速に退避するための対応
- (4) 日々の安全管理の徹底

【解説】

発注者は、下水道管渠内工事等の着手前に、請負者が作成する施工計画書や作業計画書において、局地的な大雨による増水に備えるため、以下に示す(1)から(4)の内容を安全管理計画として記載するよう、標準仕様書または特記仕様書等に明記する。

また、請負者は、安全管理計画について、施工計画書や作業計画書に明記し、発注者へ提出する。その際に、発注者は、提出された施工計画書等について、その妥当性を検討し、必要に応じて、内容の修正・追加等を指示する。なお、安全管理計画の内容については、作業員へ事前の周知のみでなく、工事等の開始前にも繰り返し周知することが必要である。

なお、発注者及び請負者は、互いに協力して、安全管理の向上に努めることが重要である。

(1)について【詳細は4-2に記載】

局地的な大雨による急激な増水の危険性を把握、認識するため、当該現場の様々な状況、特性について情報を収集分析する。

(2)について【詳細は4-3に記載】

局地的な大雨による被害を最小限度に留めるため、現場特性や工事等の内容等を踏まえ、工事等の中止・再開を判断するための基準を人命優先の考え方にたって定める。

(3)について【詳細は4-4に記載】

工事等を開始した後に、気象や水位等の変化により急激な増水の危険性が察知された際には、直ちに工事等の中止の判断を下し、下水道管渠内作業員を迅速に待避させる必要があるため、あらかじめ迅速に退避するための対応について定めておく。

(4)について【詳細は4-5に記載】

工事等を行う日には、工事等を開始する前に、安全管理計画の内容等について作業関係者全員に周知徹底を図る。

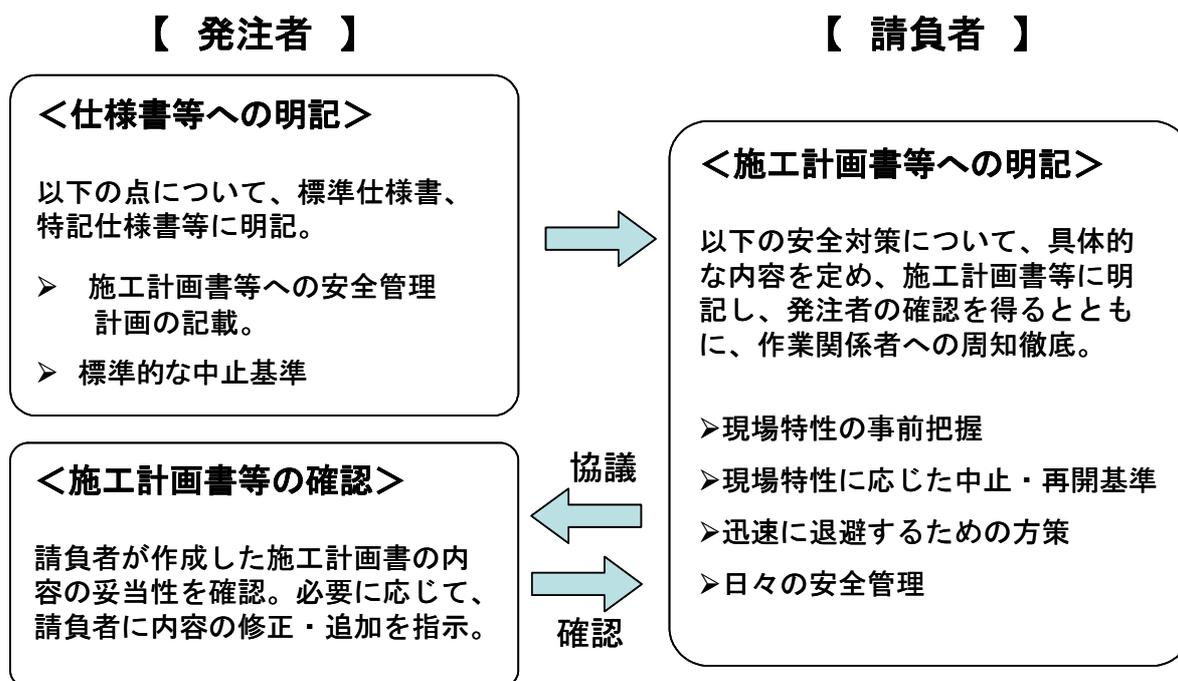


図4-1 発注者と請負者の役割

4-2 現場特性の事前把握

下水道管渠内工事等の着手前には、当該箇所に係る現場特性に関する資料や情報を収集・分析し、急激な増水による危険性等をあらかじめ十分に把握する。

【解説】

下水道管渠内工事等を行うにあたっては、発注者は、当該箇所に係る現場特性に関する資料や情報を積極的に提供し、発注者・請負者相互で局地的な大雨に伴う急激な増水による危険性等をあらかじめ十分に把握する。

収集する情報としては、第3章で示した気象情報のほか、以下のような下水道管渠施設情報、地形情報、既往情報等がある。

また、局地的な大雨に伴う増水による危険性を把握するためには、流出解析を行うことが望ましいため、発注者は、必要な情報の電子化などの取組みの推進を図る。

1) 下水道管渠施設情報

工事等の現場の危険性を分析することを目的として、下水道管渠施設情報を収集する。具体的には、次の情報を収集する。留意点は、表4-1を参照されたい。

① 平面図、縦断図

平面図により、流域面積、流入系統を把握し、作業現場の上流域の情報を収集する。また、平面図及び縦断図により、人孔間距離、人孔深、管渠の断面形状、管渠勾配、管渠の会合、人孔における落差（段差）、伏越しの有無等を把握する。さらに、万が一流された場合等に備え、下流域の下水道管渠情報についても収集する。

② 流量表

流量表により、流域面積、流達時間、流速等を把握する。ただし、流量表に記載されている流達時間、流速は計画降雨を対象として計算された値であり、計画降雨を上回る局地的な大雨が発生した場合には計算上の数値と異なることに留意する必要がある。

2) 地形情報

雨水の集まりやすさの観点から、凹地形、急傾斜地の有無についても把握する。

3) 既往情報等

作業現場付近の浸水被害、既往事故、ハザードマップ、既往流量調査結果等の資料を基に、作業現場の危険性を把握する。なお、地域住民からの聞き取りも有効である。

4) その他情報

上下流部のポンプ施設や大規模排水施設、ビルピット排水の有無について確認し、それら

施設の運転情報について把握する。

また、工事等の着手前に平常時の水位・流速について測定しておくとともに、工事等の実施時における交通規制に対応するため交通状況についても把握する。

表4-1 主な下水道管渠施設情報と留意点

項目	参照資料	留意点
流域面積 流入系統	平面図	局所的な大雨が狭い流域に降った場合、下水道管渠内では短時間で急激な水量の増加に見舞われることになるため注意する。流入系統により、天候の留意すべき方向がわかり、天候変化の危険性を認識する目安となる。
人孔間距離 人孔深	平面図、縦断面図	人孔間距離が大きいと、人孔周辺での作業を除いて、退避に時間を要する。また、人孔深が大きい場合、上際に体力を消耗し、退避時間を要することが懸念される。どちらの場合も、地上との連絡がとりづらくなる。
管渠の断面形状	平面図	同じ径でも円形管は狭く歩きにくい。また、水深が浅い状況では、同じ流量変化でも水位上昇が早い。
管渠の会合	平面図、縦断面図	人孔において、別系統の管渠が会合している場合、退避する際の支障となるおそれがある。作業箇所の管渠が比較的低水位で、移動が可能であったとしても、脱出する人孔にたどり着いた時点で相当な流量が別方向から流入していることも考えられる。さらに、流入管が上部に接合している場合には、人孔を上る際に上から雨水が激しく落下してくることも考えられ、退避が困難となるおそれがあるため、会合人孔を退避ルートとする場合には、退路としての適性を十分に検討しておく必要がある。
人孔における 落差(段差)	縦断面図	人孔の流入側と流出側で落差がついている場合がある。この落差が大きいと、脱出時に落ちたり、手間取ったりする恐れがある。
伏越し	平面図、縦断面図	下流側近傍に伏越しがある場合には、万が一流された時に逃れようがなくなるため、伏越し上流側に流出防止柵を設置することが不可欠である。一方、上流域に伏越しがある場合、嫌気化した滞留水が雨水によって一気に流され、硫化水素ガスが発生するなどの危険があることから、増水とは違った意味での注意も必要である。
流達時間	流量計算書	計画降雨が降り始めて流達時間に達すると、上流域全域からの雨水が届き、流量がピークを迎える。従って、当該地点の流達時間が30分と記載されていれば、降り始めて30分経つと管渠がほぼ満管の状態になる。そのときの流速も流量計算書で確認できる。下水道管渠内作業員が安全に退避するためには、歩行不可能な水深・流速に至る前に退避を完了しなくてはならないため、往々にして、流達時間の数分の1程度の猶予しかない。実際の局地的大雨は計画降雨より強いことが多いので、更に厳しい状況となる。流達時間は、そのような危険性を認識するための目安となる。
流速 (管渠勾配)	流量計算書	管渠は一般的に流速が3.0m/s以内となるように設計される。通常、流量計算書には満管流速が記載されているが、これが大きいと、水深が浅い状態でも作業員が流れに足をとられるような事態が想定される。また、既設の水路を活用した管渠の場合、急勾配により大きな流速が発生することもあるので、注意が必要である。
ポンプ施設	平面図、流量計算書	上流にポンプ施設がある場合、ポンプが稼働すると一気に水量が増加する恐れがある。また、下流側近傍にポンプ施設がある場合には、ポンプ停止によって背水が発生し、それにより管渠内が水没するような事態も想定される一方、ポンプの稼働により吸い込まれるおそれもあるため、流出防止柵による措置が不可欠である。

4-3 工事等の中止・再開基準の設定

局地的な大雨に対する安全対策としては、下水道管渠内水位が急激に上昇するような降雨時に、下水道管渠内での工事等を行わないとする中止基準を設定することが最も重要である。発注者が定める標準的な中止基準を踏まえ、請負者は、現場特性に応じた中止基準を設定するとともに、工事等開始後には、中止基準を補完する情報も活用し、的確に中止の判断を下す。

【解説】

1) 中止基準の重要性

局地的な大雨に対する安全対策には、下水道管渠内水位が急激に上昇するような降雨時には下水道管渠内作業を行わないとする予防的な対応と、下水道管渠内水位が上昇した場合に作業員が迅速に退避する事後的な対応の2つがある。

第3章で述べたように、局地的な大雨は事前の予測が難しく、既往事件事例を見ても短時間に水位が上昇することを考慮すると、水位の上昇を確認してから下水道管渠内作業員が退避する事後的な対応では手遅れになることが想定される。従って、予防的な対応として、工事に入る前に中止の判断を下すことが最も重要であり、そのため、中止基準をあらかじめ設定することが必要である。

また、もう少しで作業が終了するといった気持ちが中止判断を遅らせ、事故やヒヤリハットを招いた例が見受けられる。中止基準は、これを定めるだけでなく、厳格に運用して初めて効果があるということを理解しておくことが肝要である。

2) 現場特性に応じた中止基準の設定

4-3-1では、発注者が、局地的な大雨に対する工事等の中止基準として、あらかじめ定めておくべき「標準的な中止基準」の基本的な考え方を示す。

また、4-3-2においては、上記の「標準的な中止基準」を踏まえて、請負者が、現場特性に応じて、工事等箇所ごと定める中止基準の設定方法について示す。

3) 工事等の中止の判断のあり方

気象情報や気象状況の変化により大雨の予兆を捉えることができる場合がある。下水道管渠内工事等の開始後には、これらの中止基準を補完する情報をもとに、中止の判断を的確に行うことが望ましい。

また、工事等の中止を行った場合には、発注者にその旨連絡する。

<参考>

退避時における歩行限界水深については、実験により求められたデータがあるものの（図4-2参照）、あくまで冠水した平坦な場所を歩行する状況を想定したもので、開放的な平坦地で直立歩行することを前提としている。下水道管渠の場合は、管渠形状や勾配、ヌルの影響により、図4-2よりも歩行限界水深は小さくなると考えられる。また、局地的な大雨に見舞われると、短時間で急激に水位が上昇することから、水位上昇が始まると、一気に歩行限界水深に達することが想定される。従って、工事等の中止基準としては、水位が上昇してから工事等を中止するのではなく、水位が上昇する前に工事等を中止するような基準とすることが重要である。

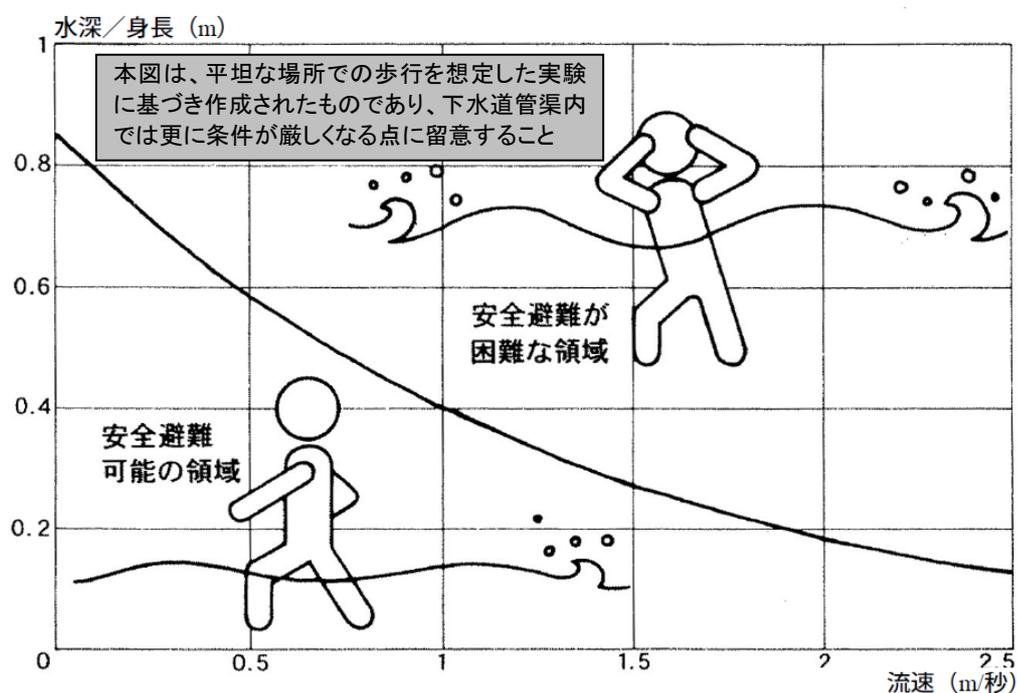


図4-2 洪水避難時に水中歩行できる領域

(「地下空間における浸水対策ガイドライン同解説<技術資料> 地下空間における浸水対策検討委員会」より引用・加筆)

4-3-1 標準的な工事等の中止基準の設定

発注者は、管渠内工事等を行う際の標準的な中止基準について、原則として注意報、警報等の気象情報、降雨や雷の有無等をもとに、あらかじめ設定する。

【解説】

発注者は、局地的な大雨に対する下水道管渠内工事等を行う場合の中止基準について、基本的な考え方を整理し、標準的な中止基準として設定しておくとともに、標準仕様書、特記仕様書等に記載する。

また、工事等の中止基準を設定する項目として、①注意報または警報等の気象情報、②降雨や雷などの気象状況、③下水道管渠内水位等があるが、中止基準の基本的な考え方を整理する場合には、以下の点に留意する。

①注意報または警報等の気象情報は有用な判断材料ではあるが、第3章で述べたように、発表の基準が下水道管渠内工事等の安全確保を目的としていないこと等から、注意報や警報のみに頼った判断は避けるべきである。

②降雨や雷などの気象状況については、時間雨量○mm 以上など、降雨量に基づく基準も考えられるが、過去の事例を見ると、降雨発生から数分後には強い雨が観測されていることもあり、一定量の降雨が確認されてからの工事等の中止では手遅れになる可能性がある。従って、一定量以上の降雨ではなく、雨が降ったら作業を中止するなどの基準設定が望ましい。また、雷は大気の状態が不安定な場合に発生し、強い雨を伴うことが多い。つまり雷は視覚、聴覚の双方に訴えかけ、また、大気的不安定な状態を示唆する指標でもあることから、中止の判断基準に適した指標である。なお、気象状況については、現場での状況だけではなく、上流域や周辺部も含めて情報収集し、判断する。

③下水道管渠内水位については、局地的な大雨が予測困難なことや既往事故事例においても下水道管渠内水位が短時間に上昇していることから、下水道管渠内水位のみを中止の基準として用いることは好ましくなく、あくまで他の基準を補完する指標として活用することが望ましい。

以上を踏まえ、中止基準は、注意報・警報、降雨や雷の有無等を組み合わせて設定する。また、当該工事等箇所情報のみならず、上流部における情報を加味して設定することが望ましい。

●工事等の中止基準（例）

以下のいずれかの場合には、工事等を中止する。

- ・当該工事等箇所または上流部に洪水または大雨の注意報・警報が発表された場合
 - ・当該工事等箇所または上流部に降雨や雷が発生している場合
- 等が考えられる。

4-3-2 現場特性に応じた工事等の中止基準の設定

請負者は、発注者が定める標準的な中止基準を踏まえ、工事等の箇所毎に、現場特性に応じた中止基準を設定する。

【解説】

現場特性によっては、発注者が定める標準的な中止基準では、管渠内作業員の安全な退避が間に合わない場合もある。従って、請負者が工事等の箇所毎に定める中止基準は、以下に示すような場合には基準を強化するなど、現場特性に応じて工事等の中止基準を設定する。

1) 中止基準を強化すべき現場

①退避時間が長い

- ・作業箇所が人孔から離れている
- ・人孔間距離が長い
- ・人孔深が深い
- ・下水道管渠内へ入坑する作業員が多い など

②退避条件が厳しい

- ・人孔蓋を開放しておけない
- ・会合人孔で、別系統からの流入がある
- ・人孔に落差、段差がある など

③急激な増水特性が予想される

- ・上流域の下水道管渠が急勾配で流達時間が短い
- ・平時の水位が高い など

④気象情報が入手しにくい

- ・携帯電話の電波の状態が悪く、リアルタイムの気象情報が得られない場合
- ・局地的な大雨に関する気象情報サービスが行われていない地域

⑤夜間の工事等で天候の状態がわかりにくい

⑥水替え等の増水抑制対策や十分な流出防止策を講じることができない

2) 中止基準の強化の例

①情報収集すべき地域範囲の拡大

降雨の有無や注意報・警報等の発表状況を把握する地域については、その対象すべき地域を退避に必要な時間を十分確保することが出来る範囲に拡大する。

②注意報・警報等の種類の強化

局地的な大雨は積乱雲によってもたらされることが多く、雷を伴うこともある。従って、雷注意報が発表された場合は、工事等を中止する。

また、「大気の状態が不安定」との気象予報等が出された場合も、急激に雷雨が発生することがあり得ることから、工事等を中止する。

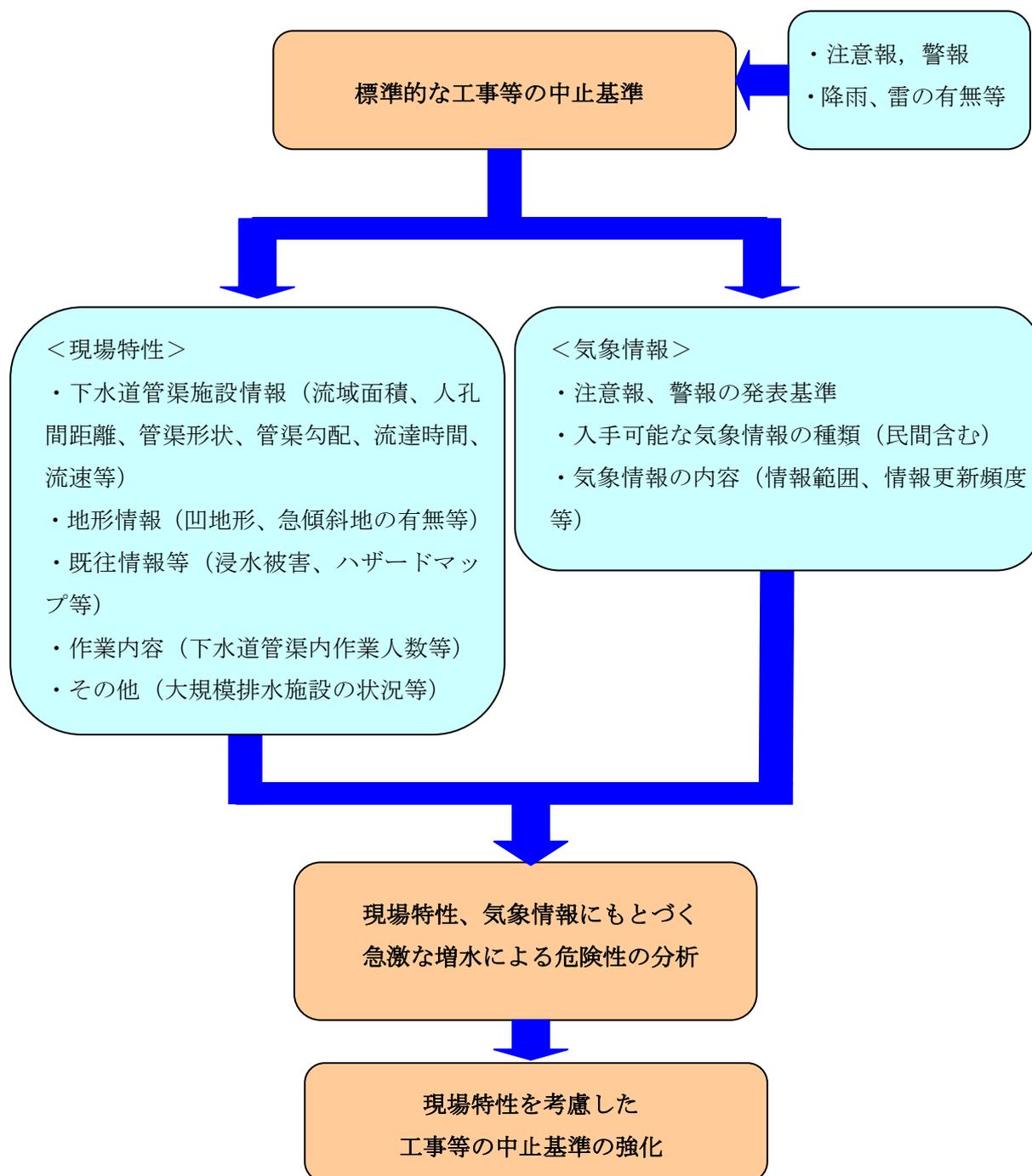


図4-3 現場特性に応じた工事等の中止基準の設定の考え方

4-3-3 工事等開始後の中止の判断

工事等開始後に、気象情報や気象状況の変化により大雨の予兆を捉えた場合には、中止基準に至る前の時点においても、これらの中止基準を補完する情報を活用し、工事等の中止判断を的確に行う。

【解説】

中止基準は、先に述べたように、注意報・警報等の気象情報や降雨の有無等をもとに、現場特性を考慮して定められるものである。工事等開始後に、レーダー雨量や様々な気象予報等の気象情報や雨雲の接近等の気象状況の変化により、局地的な大雨等の予兆を捉えた場合には、これらの情報を活用し、工事等の中止判断を的確に行う。また、工事等を中止した場合には、退避等の安全対策を講じた後、速やかに発注者への報告を行う。

1) 気象情報

レーダーによる降雨状況、各種気象サービス会社等により提供される気象予測などを活用することにより、中止基準を補完する情報をできる限り収集する。例えば、図4-5に示すように、短時間に降雨状況が移り変わっていく情報が把握できる場合には、工事箇所のみならず、周辺の降雨状況のある程度広範囲に確認し、また、最新の情報を可能な限り速やかに入手して、中止判断を下す時機を逸することがないように留意する。

特に、雷注意報が発表されている場合、気象予報にて「大気の状態が不安定」とされている場合には、急激な天候の変化が予想されるため、気象情報の発表等に特に注意する必要がある。

2) 気象状況の変化

注意報・警報の発表前や降雨前の時点でも、雲行きが怪しくなるなどの気象状況の変化によって、大雨の予兆を捉えることができる場合がある。例えば、雨雲の接近例（写真①から③は約10分）を下記の写真に示すが、現場周辺の空の状況に注意を払い、空に「急に真っ黒な雲が近づいてきた」「雷鳴が聞こえる」「稲光が見えた」等の大雨の予兆を的確に捉えることが重要である。



図4-4 黒い雨雲が迫ってくる状況例

3) 増水の予兆

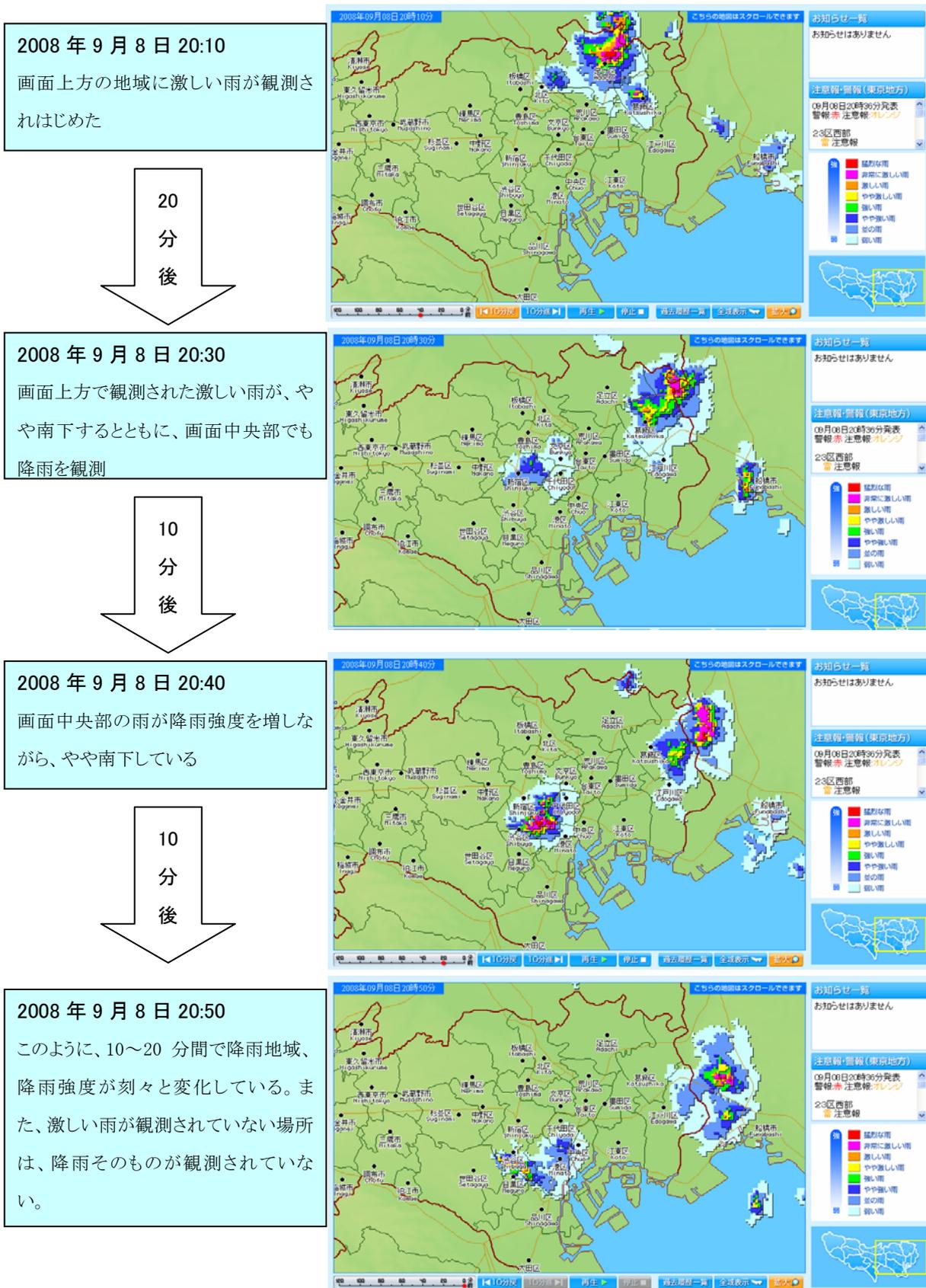
前記のように、中止の判断は、各種の予測・予兆に基づき、降雨発生前に行うことが望ましい。しかしながら、細心の注意を払っても予測・予知は万全とはしがたく、予期せぬ増水に見舞われる恐れはある。

従って、下水道管渠内作業員は、五感を持って以下に示すような増水の予兆をいち早く察知し、最悪の事態に至る前に、自身の身を守るための退避行動を起こすことが重要である。

■ 増水の予兆

- 水位や水勢の変化
- 下水道管渠内を流れる風の流れ*や臭いの変化
- 下水道管渠内の下水の色（ファーストフラッシュは通常時より濁る）
- ビニール・落ち葉等のごみ等の流入（雨水とともにごみ等が流入する）

※風の流れ：圧送水や鉄砲水の起こる予兆として下水道管渠内に冷たく感じる風が流れることがある



※本時刻の経過中は大雨注意報・警報等の発表なし

図4-5 東京アメッシュによる降雨情報の推移

(出典：東京都下水道局東京アメッシュ <http://tokyo-ame.jwa.or.jp/>)

4-3-4 工事等の再開基準

工事等の再開にあたっては、以下のような事項を満足し、当該作業現場の安全が十分確保されていることを確認する。

- (1) 工事等の中止基準に抵触していない
- (2) 下水道管渠内水位が通常時と変わらない

【解説】

工事等の開始及び再開にあたっては、当該作業現場が十分に安全確保された時点とする。

●工事等の再開基準（例）

- (1) 当該作業箇所または上流部に雨が降っていないこと、また、当該作業箇所または上流部に係る気象区域に、注意報または警報が発表されていないこと
- (2) 下水道管渠内の水位を計測し、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
- (3) 施工計画書等に定めた安全管理計画の全ての事項について、安全確認を完了すること

上記、全てが満足された時点で、現場責任者が発注者と確認のもと工事等を再開する。

4-4 迅速に退避するための対応

工事等に着手する前には、作業員が安全かつ迅速に退避できるよう、あらかじめ、緊急時の対応方策について、具体的な内容を定めておく。

【解説】

局地的な大雨に対する安全対策としては、急激な増水が予想される降雨時等に下水道管渠内工事等を行わないことが最も重要であるが、第3章に述べたとおり、局地的な大雨の予測は困難であることから、工事等を開始後に中止基準に至る等、退避を行わなければならない事態も起こり得る。

従って、あらかじめ、作業員が安全かつ迅速に退避できるよう、以下の点について具体的な対応方策を定める。

- ①退避手順の設定
- ②安全器具等の設置
- ③情報収集と伝達方法
- ④資機材の対処

4-4-1 退避手順の設定

請負者は、あらかじめ、管渠内作業員が退避するルート、退避時の情報伝達方法等の退避手順を定めておく。また、実際の現場において、避難訓練を実施し、緊急時対応の手順や情報伝達の確実性、退避時間等を実地検証する。

【解説】

工事等の着手前に、事前に現地調査を行い、通常時の下水道管渠内水量・水位、人孔の状況、交通状況等の周辺環境に関する調査を行い、作業地点毎の特性を十分に考慮した、緊急時（水位上昇時）の退避ルートを定めておく。また、入手可能な気象情報等を踏まえ、緊急避難時の情報伝達方法も定めておく。さらに、実際の現場において、避難訓練等を通じて、退避に要する時間の測定、情報伝達の確実性等を検証する。

また、作業箇所が随時移動する場合は、退避時に使用する人孔も替わるため、必要に応じて作業箇所ごとに、退避のルート等を定める。

さらに、退避については、原則、当該現場の下流側人孔を基本とする。作業位置等によっては、上流側人孔への退避も考慮し、可能な限り、上下流側人孔の蓋を開放しておく。

退避時間算定方法（例）

- ・退避時間は、現場での避難訓練時に実際の作業員で下水道管渠内を歩行、速度を計測し、水位上昇等の影響も考慮して設定する。
- ・退避時間＝退避ルート延長÷下水道管渠内歩行速度＋脱出ロス（作業員全員が順繰りに人孔から脱出できる時間）＋ロスタイム
 ロスタイム＝リードタイム（判断材料入手～判断～移動～作業員周知に要する時間）
 ＋α（余裕）

4-4-2 安全器具等の設置

下水道管渠内の増水に備えた安全器具等について、現場特性に応じて設置する。

【解説】

現場特性に応じて、最適と考えられる増水緩和や流出防止に関わる安全対策・器具等について、あらかじめ検討し、必要な措置を講じておく。また、安全器具の使用法についても、作業員が事前に十分理解しておく。

また、急激な増水を緩和するための方策は水替えを基本とし、土嚢積みや止水栓の設置も含めて適用判断を行うとともに、これらの対策により浸水被害を助長する可能性についても検討する。

作業員の流出を防ぐための安全器具は基本的に複数設置する。二重三重の対策には、単に安全性を高めるだけでなく、緊急事態発生時にパニックを抑えるという効果もある。また、中止基準を強化すべき現場（4-3-2参照）においては、特に厳重に強化しておく必要がある。

なお、退避時に安全器具が逆に障害となる恐れもあるため、その危険性についても十分認識する。

表4-2 増水緩和や流出防止に関わる安全対策・器具の例と留意点

種別	対策・器具の例	用途	留意点
増水緩和	水替え	ポンプ排水等による水替により、流量を抑制する。	小規模ポンプとなるので、急激な増水には対応困難である。土嚢等で締め切る際、浸水発生を助長する恐れがある。
	土嚢	上流断面を絞り、増水の勢いを抑える	土嚢とともに人が流されないようにロープ等で土嚢を括る。流下断面欠損により浸水発生を助長する恐れがある。
	止水栓	上流の管渠に止水栓を設置し、流量を抑制する。	流下断面欠損により浸水発生を助長する恐れがある。
流出防止	親綱	流出防止として作業区間をカバーして人孔間に設ける	退避に際し、取り外しに手間がかからないようにする
	安全帯	下水道管渠内作業員を引き上げる、緊急連絡手段として用いる	足掛け金物に設置した場合には取り外しに手間取りおぼれる恐れがある
	流出防止柵（ネット）	下流人孔より流されないように設置する	人が流される重さに耐えられるよう確実に固定する
	梯子、縄梯子	下水道管渠内作業員の緊急退避時に用いる	流水面まで垂らし、地上の設置箇所が外れないように固定する
	救助用ロープ	退避の際、地上作業員が下水道管渠内作業員を引き上げる	手腕が捕まりやすいよう輪を設けるなどしておく
	救命胴衣	急な出水で下水道管渠内作業員がおぼれることのないように着衣する	急な出水で脱衣しないよう確実に装着したことを確認する



親綱設置状況



安全帯



流出防止柵



縄梯子



救助ロープ



救命胴衣

図4-6 安全器具の例

4-4-3 情報収集と伝達方法

下水道管渠内での作業中には、地上監視員を配置して、気象等の情報収集を行い、状況を確実に下水道管渠内作業員全員に伝達し、危険性の早期発見・危機回避に努める。

【解説】

下水道管渠内作業員は、外部の天候の変化が把握できず、また、多くの場合、狭隘な空間での作業であり、照度の不足や水流による騒音等によって、周辺の異変に気づきにくい。一方で、局地的な大雨は、降雨発生から数分～数十分という短時間で管渠内を満管にすることもあり得ることから、地上監視員を配置して、水位や天候等の異変をいち早く捉えて、下水道管渠内の作業員に伝達することが重要である。

具体的には、地上監視員を選任して、作業中には随時、気象等の情報収集を行い、定期的に情報を下水道管渠内作業員へ伝える。緊急の退避を知らせる合図はあらかじめ決めておき、気象等の情報に異常が察知された場合には、複数の手段を組み合わせ、迅速かつ確実に作業員全員に伝達を行う。

また、気象に関する状況は、下水道管渠内作業員をはじめ、地上作業員についても周知徹底を図り、共通認識を図り、迅速な退避活動が可能となるよう体制を整える。

一方、下水道管渠内においても、水位や水勢の変化等の増水の予兆を把握し、地上監視員等へ伝達することが望ましい。また、現場条件によっては、音が届きにくいなどの状況があるため、必要に応じて、水位等の状況を監視し、地上監視員等と確実な情報伝達を図るため、下水道管渠内監視員を選任することも考慮する。

1) 地上作業員の情報収集と伝達

地上作業員は、気象情報や水位観測の状況を見過ごすことのないよう監視する。気象情報は、インターネットや携帯電話によるものだけでなく、空の状況、大気の変化にも留意し、その情報を確実に下水道管渠内作業員へ伝達する。

2) 下水道管渠内作業員の情報収集と伝達

下水道管渠内作業員は、地上作業員からの連絡を待つだけでなく、努めて水位の変化等、急増水の予兆（4-3-3参照）に留意し、異状があれば速やかに下水道管渠内作業員や地上作業員に伝達を行うとともに、適切な退避行動をとる。

3) 情報伝達に関する手段の例と留意点

下水道管渠内は暗く、水流や機器の騒音があり、地上からの距離がある等の特性から情報の伝達が迅速に行い難い場合もあるため、視覚、聴覚などの複数の感覚に訴える複数の手段を組

み合わせて迅速かつ確実に情報伝達を行う。

- ・笛：大口径では音が水流にかき消される恐れがある。
- ・携帯電話：下水道管渠内のある程度の距離まで進むと電波が通じなくなる場合がある。
- ・無線（トランシーバー）：同時通話方式が有効。電波が通じるか、事前の確認が必要。
- ・有線（インターホン）：配線が支障とならないように留意する。長距離管渠の場合の配線は課題。防水型を用いる。
- ・手動サイレン：上下流の人孔付近へ備え、誰でも使えるようにする。防水型を用いる。
- ・拡声器：上下流の人孔付近へ備え、誰でも使えるようにする。防水型を用いる。
- ・ライト：防水型を用いる。緊急時には点滅させるなどの合図を決めておく。
- ・ブザー付き回転灯：防水型を用いる。
- ・ブザー付き水位計：作業箇所上流側に設置し、水位上昇時には作業員に聞こえるようにする。

4-4-4 資機材の対処

下水道管渠内の資機材については、あらかじめ流出防止策を講じておくとともに、下水道管渠内作業員が退避する場合には、人命を最優先し、原則、資機材を存置する。

【解説】

気象情報や水位監視により危険性が察知された場合には、直ちに下水道管渠内作業員は迅速に退避する必要があるが、その際、資機材の撤収に手間取って退避が遅れないようにしなければならない。そのためには、平常時から下水道管渠内に持ち込む資機材は必要最小限にするとともに、あらかじめ流出防止のためロープ等で固定しておくとともに、下水道管渠内作業員が退避する場合には、人命を最優先とし、原則、資機材を存置する。

4-5 日々の安全管理の徹底

4-5 日々の安全管理の徹底

工事等の開始前には、緊急避難時の対応方策の内容等について作業関係者全員に周知徹底を図る。

【解説】

工事等を行う日には、工事等の開始前に、作業関係者全員に対し、使用する安全器具の設置状況、使用方法、当日の天候の状況及び緊急避難時の対応方策の内容等についてツールボックスミーティング等を通じて周知徹底する。これらの内容について安全管理点検表等により確認する。

(1) ツールボックスミーティング (TBM) *1)

工事等の開始前には、作業関係者全員に対して作業内容、作業時間、当日の天気予測、当該箇所での水位や流速、緊急時に備えた避難ルート、避難時の合図等についてミーティングを実施し、安全管理の内容について周知徹底する。また、確実に安全器具の設置について周知徹底させ、安全対策の重要性を認識させると共に、危険予知 (KY) 活動を実施し、活動内容を写真や書類等により記録する。

KY活動の目的は、危険性に対する認識を高めるものであり、作業前に全員で、作業に潜んだ危険を予測し、具体的な危険防止対策を講じてから作業を開始する。

なお、これらの活動は長期にわたって同じことを繰り返す行くと形骸化しかねないといった懸念がある。よって、毎日の作業において、作業箇所から地上までの退避時間を計測し、数値的な管理を行うことで、危機管理の意識を持続させるといった工夫を行う。

TBMのポイントを以下に示す。

- ・手際よく短時間で行う
- ・安全管理点検表を活用
- ・全員参加による周知徹底

月日 危険予知活動表	
グループの作業内容	
危険のポイント	
私達はこうする	
会社名	リーダー名 作業員 名

図4-7 危険予知活動用黒板の例

(2) 作業当事者による安全点検^{*1)}

ツールボックスミーティング終了後、入坑前及び作業中は安全管理点検表を用いて随時安全点検を確実に実行することが重要である。

チェック項目		作業前	作業中 (:)	作業中 (:)	作業中 (:)	特記事項
作業中止基準の確認はしたか			—	—	—	
非常時の合図は確認したか（具体的に記載）			—	—	—	笛・拡声器など
非常時の退避ルートの確認をしたか			—	—	—	
人孔蓋の開放を確認したか（上下流とも）			—	—	—	
想定退避時間の確認		分	—	—	—	
作業者	作業従事者数	名	名	名	名	
	うち管渠内入坑者数	名	名	名	名	
天候	リアルタイムに天候が確認できる現場か		—	—	—	
	天候の状況はよいか（作業地点・上流部）					
	警報・注意報の発令はないか					
	天候急変の恐れは無いか（気象予報の確認）					雷注意報など
施設内 状況	水位（管底より）・流速の状況はどうか	cm	cm	cm	cm	
	坑内への機器の持ち込み量は適当か					
安全器具 設置状況	流出防止柵					
	縄梯子					
	親綱					
	救助用ロープ ()					

図4-8 安全管理点検表の例

また、事故が発生した場合を想定し緊急連絡先一覧表を現場の分かりやすい場所に掲示する。また、入坑届けをホワイトボード等に記録し、下水道管渠内作業員を特定しておく。

緊急連絡先	
消 防	〇〇〇-〇〇〇〇
警 察	〇〇〇-〇〇〇〇
病 院	〇〇〇-〇〇〇〇
発 注 者	〇〇〇-〇〇〇〇
現場住所	〇〇市〇〇町〇〇

図4-9 緊急連絡先掲示板の例

*1) 下水道管きょ内作業の安全管理に関する中間報告書 平成14年4月 下水道管きょ内作業安全管理委員会 参照。一部引用。

第5章 平時からの安全対策の取組み

5-1 危機管理意識の徹底と継承

下水道管渠内での工事等には、様々な危険があることを発注者、請負者は常に認識し、平時から危機意識を徹底し、ヒヤリハット事例等の教訓を継承するための取組みを行う。

【解説】

下水道管渠内の工事等では、流水による流出、酸素欠乏、硫化水素中毒、墜落等の危険が常に存在する。特に、雨水が流入する管渠内では、局地的な大雨により作業員が流される危険が伴う。管渠内は逃げ場のほとんどない、狭い閉鎖空間であり、ひとたび局地的な大雨に見舞われ、雨水が短時間で管渠に流入・流下すれば、人命にかかわる重大な事故につながる。

従って、平時からの研修、訓練を通じ、危機意識を徹底させるとともに、ヒヤリハット事例等の教訓を継承するための取組みを行う。

また、下水道以外の工事等で行われている安全管理を参考とすることも有効である。

5-1-1 講習・訓練等の実施

下水道管渠内での工事等に関する者は、平時より、講習や訓練等によって安全管理に係る知識や技術を習得するとともに、継続的な取り組みにより、危機管理意識の向上に努める。

【解説】

下水道管渠内の工事等に関する者は、局地的な大雨に関する気象情報、降雨時の管渠内の危険性についてビデオや図表などのわかりやすい教材を用いて、視覚的に習得できる講習等を定期的に受講し、危機管理意識の向上に努める。また、安全器具等の設置や使用方法、退避手順、気象情報等の収集並びに伝達方法等の訓練を行う。

特に経験の浅い作業員に対しては、作業前にこのような講習や訓練を十分に実施し、知識・技術を確実に身につけさせた上で管渠内工事等に従事させる。

また、発注者など直接下水道管渠内で作業を行わない者についても、同様に関係知識を習得することが重要である。

なお、安全管理に係る講習に関しては、各種の資格認定制度などに関連した講習が行われているので、そのような場を利用するのも有用である。

5-1-2 ヒヤリハット事例等の継続的蓄積と情報共有

急激な水位上昇による危険性について、ヒヤリハット事例等の教訓を継続的に蓄積し、情報を共有・継承していくための取組みを行う。

【解説】

事故を未然に防ぐためには、ヒヤリハット事例や事故の情報を整理、蓄積し、情報を共有するとともに、それから得られる教訓を安全管理にフィードバックし、安全対策を継続的に改善していくことが大切である。

具体的には、元請け・下請け一体となった定期安全大会や月別安全衛生委員会の開催や、同業者間における安全協議会（安全対策定例会）などを実施し、情報の水平展開を行い、事故の未然防止に努める。また、ヒヤリハット事例及び被災体験の情報の伝播・蓄積を行い、下水道管渠内での安全対策にかかわる啓蒙活動を行い、安全管理計画へ反映させる。

下水道管渠内工事等における増水に関わるヒヤリハット事例を蓄積するにあたっては、表5-1のような様式を作成し、分析に役立つ情報を整理しておくといよい。

表5-1 ヒヤリハット事例の記載様式の例

①報告者			
所属		報告者名	
②ヒヤリハットの発生した管渠内工事等の概要			
発生日時	平成〇年〇月〇日〇時頃		
発生場所			
工事等の実施箇所			
工期	自	平成〇年〇月〇日	至 平成〇年〇月〇日
工事等の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・工法、延長／数量 ・局地的な大雨による増水に関わる作業対象施設の特徴(管渠断面形状、勾配、人孔間距離、流達時間、水替え有無、安全装置 等) 		
③ヒヤリハットの状況			
発生経緯(原因)及び内容	<p>※降雨量、水位等の情報も記載する</p>		
事故等に至らなかった要因			
ヒヤリハット発生を踏まえた事後対応			

※参考となる図面を添付

5-2 発注者による安全確保への取組み

発注者は、請負者が下水道管渠内作業を安全に遂行できるよう、指導、監督等を行う。

【解説】

請負者が下水道管渠内作業を安全に遂行できるよう、発注者として以下のような事項に取り組む必要がある。

1) 情報の整理

発注者は、作業発注に際して、当該作業にかかる安全管理に関係する各種情報を、請負者に提供できるよう情報を整理しておく。情報提供を行う具体的な例としては以下のものがある。

- ① 平面図（一般図、系統図）、流量計算書、縦断面図
- ② 下水道台帳
- ③ 降雨資料（過去の記録）
- ④ 浸水実績と状況
- ⑤ 流量測定資料
- ⑥ 流下状況のシミュレーション結果*
- ⑦ 上流部の状況（ポンプ運転状況、大規模排水施設等）
- ⑧ 流出先状況（河川の水位、海域での潮位、ポンプ場等）

* 降雨状況による水位・流速をあらかじめ算定し、各管渠の危険度を評価しておく。

2) 安全管理に配慮した管渠内工事等の発注

現場の条件を踏まえて、確実な安全管理が行えるよう適切な積算を行うとともに、局地的な大雨の可能性が高い時期における管渠内工事等を避けることが出来るよう十分な工期を確保するなどの配慮を行う。

3) 安全管理体制の確立

作業員を集めた安全協議会（安全対策定例会）や各種講習会を開催し、安全管理体制の確立に努める。

4) 安全管理の監督指導

発注者は、請負者が安全管理を十分に実施しているか、以下の事項等について、監督・指導を行う必要がある。

- ① 下水道管渠内作業の危険性について十分な知識のある者の従事を促すため、仕様書に適切な技術者（経験年数や講習会・訓練の受講等*）を配置することを明示する
- ② 局地的な大雨に係る安全管理計画の立案・提出を仕様書等に明記する。また、安全管理計画の妥当性を請負者が提出する施工計画書や作業計画書で確認する
- ③ 作業員、関係者に対して安全管理計画内容を周知徹底させる
- ④ 実作業における安全管理計画の修正点の確認を行う
- ⑤ 安全器具の点検及び操作訓練の実施と、点検及び訓練記録の確認を行う
- ⑥ 安全パトロールを実施する

* 5 - 1 - 1 参照

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中、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更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り組みを推進する。

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の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作業が行えるような施設構造や、緊急時に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）への改良並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。

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 : 豊島区雑司ヶ谷二丁目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(参考資料図-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。

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 関連施設の位置図



図1-2 施工区間図

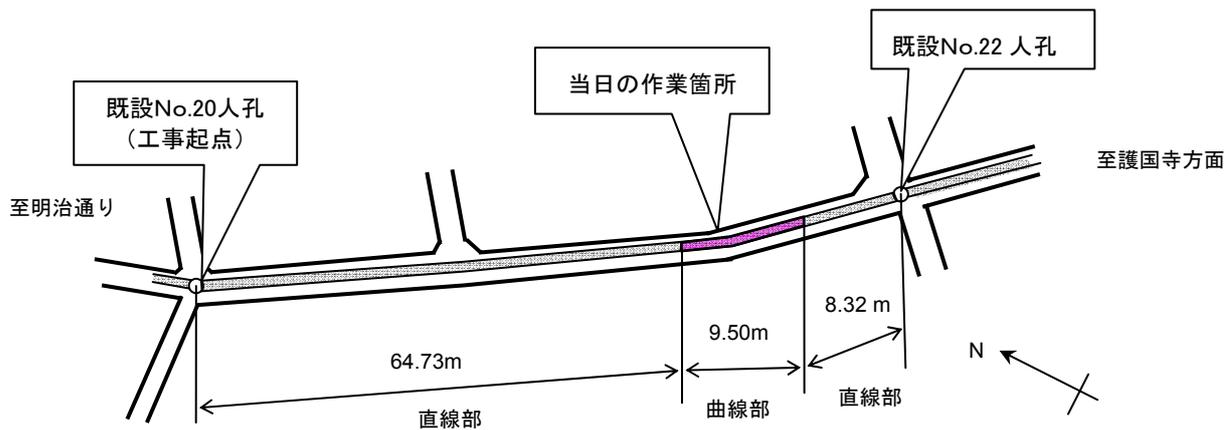


図1-3 平面図

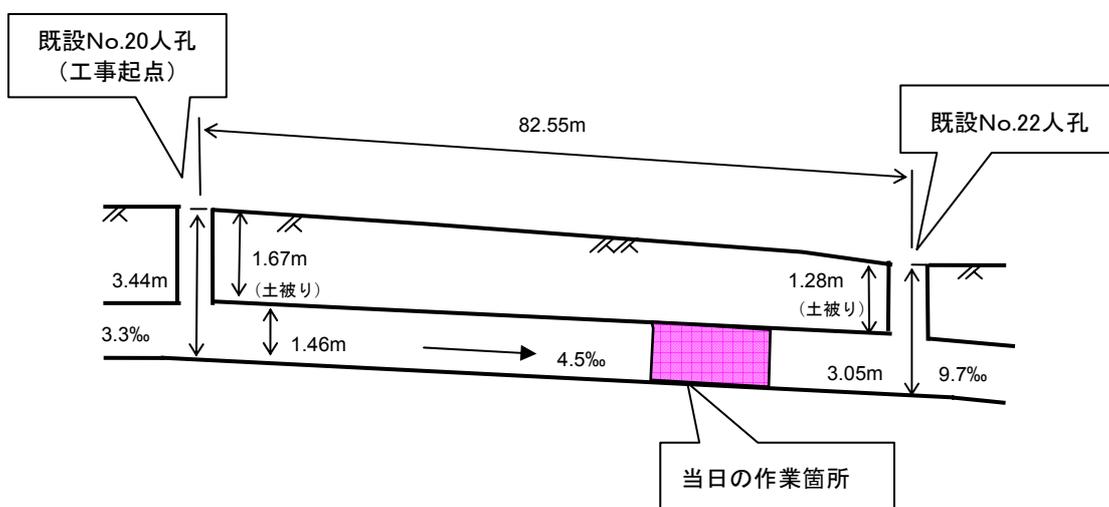


図1-4 縦断面図

【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

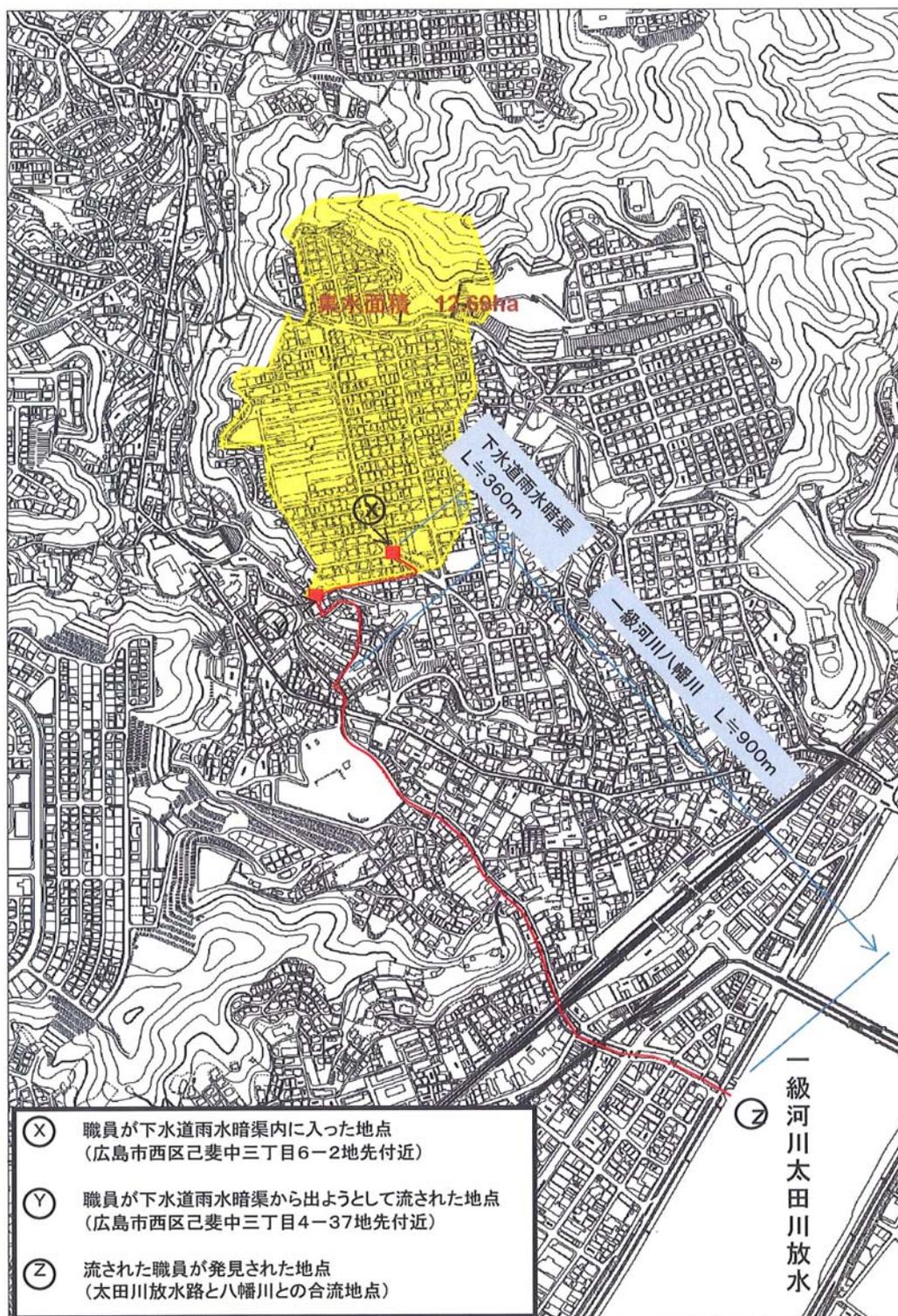


図1-5 位置図

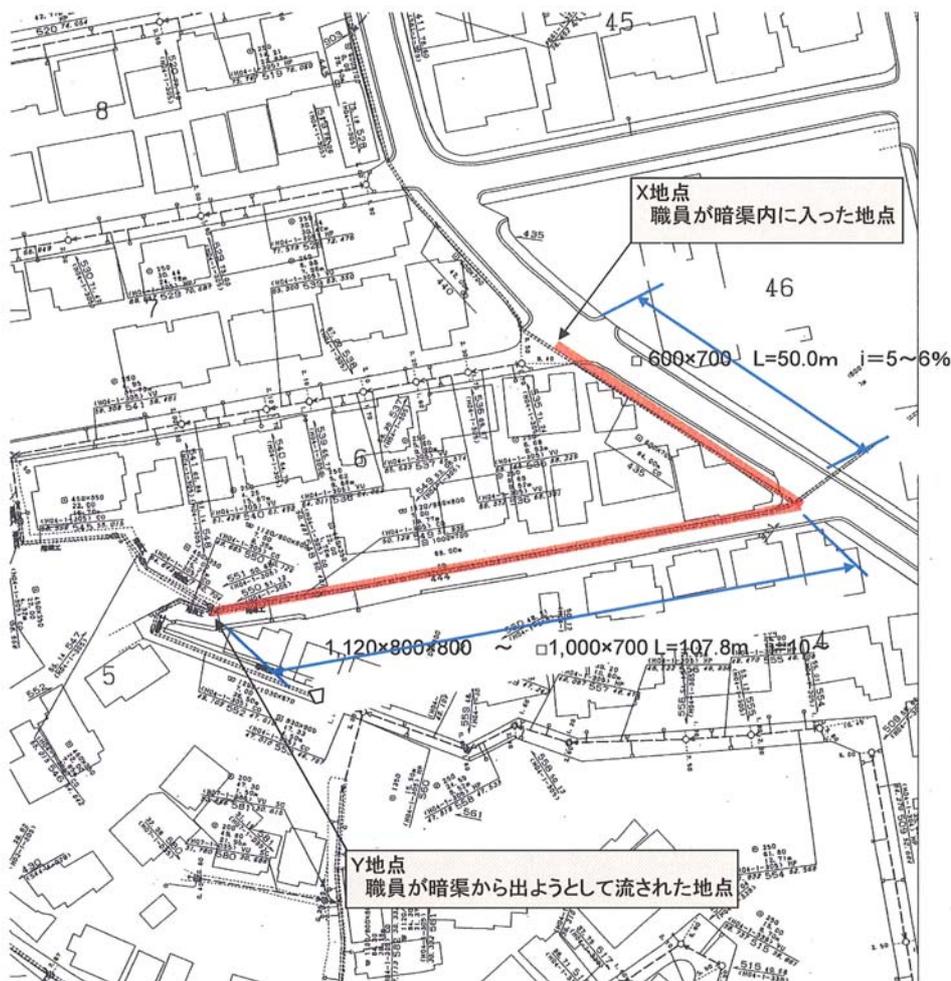
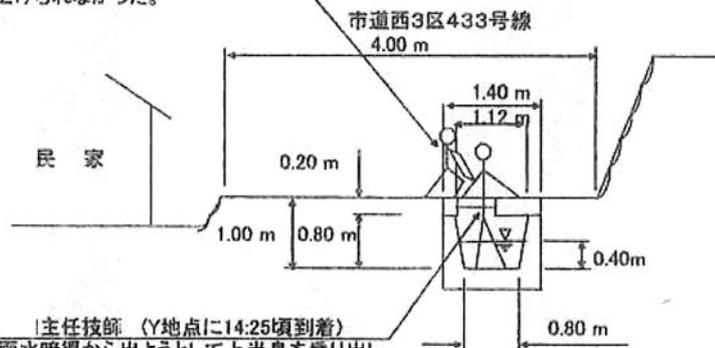


図1-6 施設平面図

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1-7 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

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がった。	人孔上部、見張員が、空の色の変化を監視し、水位の変化を確認したので作業員に連絡。すぐに作業を中止した。	○	○						施工箇所に雨が降っていないとしても、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おかしくなってきたため、管内作業員を地上に上がらせたところ、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上がるよう指示し、管内作業員も指示に従いすぐ地上へ上がったため。	○	○						当日の気象情報を作業員全員が把握する。作業中は地上作業員は、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し、管内作業員は、その指示に速やかに従い地上へあがる。又、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あがる。
3	8月	工事	降雨	人孔内で管口の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退避の判断をしたこと	○	○						地上に必ず監視員を設けるとともに、マンホールに入孔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、坑内に置いていた機材が流された。	事前にインターネットにて、ウェザーニュースよりゲリラ雷雨情報を入手しており、それを考慮して昼休みをずらしたため。	○					○	常にインターネット等にて情報を得て、作業員に連絡がいきわたる様にし、必ず立坑上でも天候の監視員を配置した。	
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。作業員は事なきを得たが、資機材は流された。	上流側マンホール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、機材を放棄するよう指示を行った。			○		○			資機材の携行よりも、退避優先の考え方を行うこととし、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。	地上作業員が降雨の旨、連絡し迅速に対応できたこと。急激な増水により上流マンホールに戻れなくなったものの、下流マンホールから脱出できたこと			○			○		下流マンホールの開放と下流マンホールに地上員を配置するようにした
7	不明	調査	降雨	管渠調査のためφ1350mmの管内に入坑していたところ、上流側の山で大雨が降ったことによる急増水が発生した	人孔内に監視員を配置しており、合せて、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、管内調査中は地上に監視員を配置しマンホール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。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ものを地上に配置し、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とせず、地上監視員が早期に作業中止を決定した			○					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、下流マンホール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
10	7月	工事	降雨	当日の天気は曇りであったが、午後天候がぐずれ、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。	地上作業員のと連絡体制が機能したこと			○					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こと		○						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こと			○					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	管更生の作業中にタ立があり増水した。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脱出したこと			○					リアルタイムで連絡するようにする
14	5月	清掃	降雨	JR軌道下の伏越し管渠内の清掃で、水替終了後、エアラインマスクを装着し伏越し人孔(下流側)に入坑。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伏越し管渠上下流人孔に監視人を配置していた事。 ②雷雨発生時に、伏越し管渠上下流人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事。		○						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を笛を使っている)
15	6月	工事	降雨	降雨により既設水路内の水位が上がり、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行ない、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為。			○			○		降雨による水路内の水量を確認し、通常時の水量に戻るまで作業を中止した。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	工事の前の事前調査のため少雨の中、作業を実施したが、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、増水に気がついた(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こと				○				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、くるぶしくらいまでであった水量が急増水し、ひざ下まで一気に達し流されそうになった。	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。				○				雨水合流管渠での雨天時、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。
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こと					○			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いが水位上昇の兆し(流入渠内の作業員が感知)があり機械・機材を搬出。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、水位上昇を作業員が感じ作業中止から撤去搬出までスムーズに行われた。					○			より一層の処理場での状況監視、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。				○			土のうを設置し、進入水を防止した。
22	6月	工事	降雨	人孔内作業中、雨が降り始めた。30分ほどたって既設管の水位が10cm近くになったので、機材を引き上げ退避したが、その後、10分ほどで水位が50cmぐらいになった。	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壘に乗り上げたため、土壘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。	設置していた土壘は取り除かず、カッターで土壘袋を破り、急いで退避したこと				○			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事。ウエットスーツを着用していたこと。下流マンホール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、機材をそのままに、管路内作業員を退避させた。その後、雨はさらに激しさを増し、管路内水位も急上昇し、残りの機材を下流へ流出してしまった。	運良くマンホールほぼ直下での作業であったことから早く地上に上がった					○		ピンポイントでの天気用法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かった事と流され始めた場所がマンホールの近くであったので、流されるスピードが加速する前にマンホールのステップにつかまって避難が出来たこと					○		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。どう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、少雨であったため事なきを得た						○	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。						○	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。	急激な増水が無かったため、不十分ながら体勢を維持できた						○	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、資材が流されそうになった。	幸い流速が小さかったため事なきを得た						○	使用資材等は袋にしまい、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。下流人孔部に流出防止柵(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よくしていた。							○ ・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、管きょ内に入った際には、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、ポンプ所付近の作業であったため流速も早くならなかったため。							○ 人孔内部と外部の連絡を拡声器についているスピーカー等で合図を決め注意を促しあう。

※事故回避要因カテゴリー

- 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

ヒヤリハット事例（個表）

【事例 1】

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) マンホール（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作業中止を判断し、作業員を直ちに上がるよう、指示できたため。

5 それ以降の対策

(1) マンホール・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) 上流マンホール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

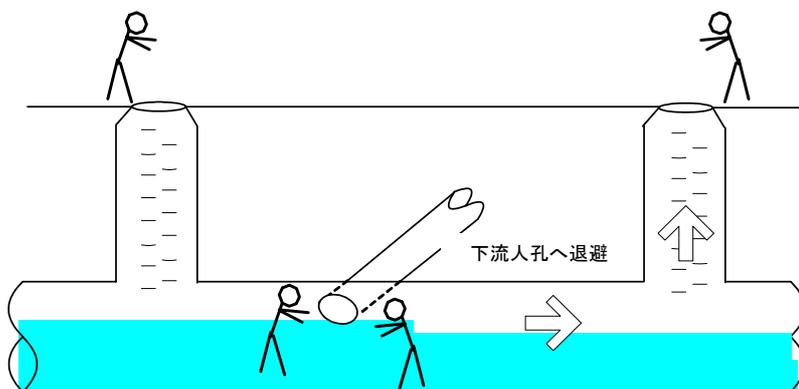
不明

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、下流人孔に行く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、マンホール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 14】

雨水管渠清掃

1 発生年月

平成 16 年 5 月

2 工事等の概要

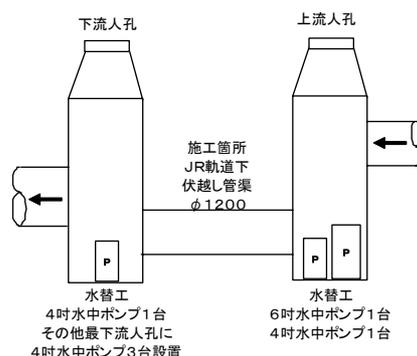
雨水管渠清掃工 L=220.2m

φ 1,650 mm 強力吸引車清掃工 L=158.7m

φ 1,200 mm 強力吸引車清掃工 L= 61.5m (伏越し管渠)

3 発生状況

- (1) 清掃対象管渠は河川への放流渠で、当日の作業は伏越し管渠内を清掃するものであった。
- (2) 伏越し管渠内の水替が完了後、エアラインマスクを装着の上、伏越し人孔（下流側）に入坑した。
- (3) 土砂の体積状況等を確認していたところ、雷雨が発生し 10～15 分ぐらいに大量の雨水が流下してきた。



4 事故に至らなかった要因

- (1) 伏越し管渠の上下流人孔に監視員を配置しており、異常の有無について確認を行っていたこと。
- (2) 管渠内作業員にも雷雨の発生が速やかに連絡され、早めに退避の指示が発せられたこと。
- (3) 管渠内作業員は、退避の指示を受け、すぐに退避したこと。
- (4) 流量の増加に伴い、管渠内作業員においても、ビニール、ペットボトル、草木等の流下物、あるいは、管渠内に吹く風の変化により危険を察知したこと。

5 それ以降の対策

- (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。
- (4) 作業責任者及び監視員は、異常を感じた時には作業を中断、中止の決定を早めにする。
- (5) 異常気象時は、会社・担当官公庁との連絡を密にし、注意報・警報の発令有無を確認する。

【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、注意報及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

作業の開始及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、注意報及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及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の決定
- ・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及び請負者は、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、局内及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

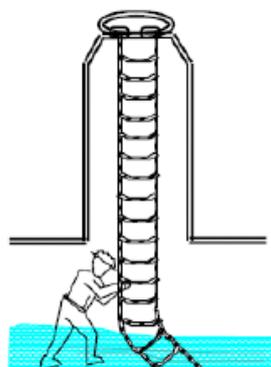


図3-3 縄梯子設置図

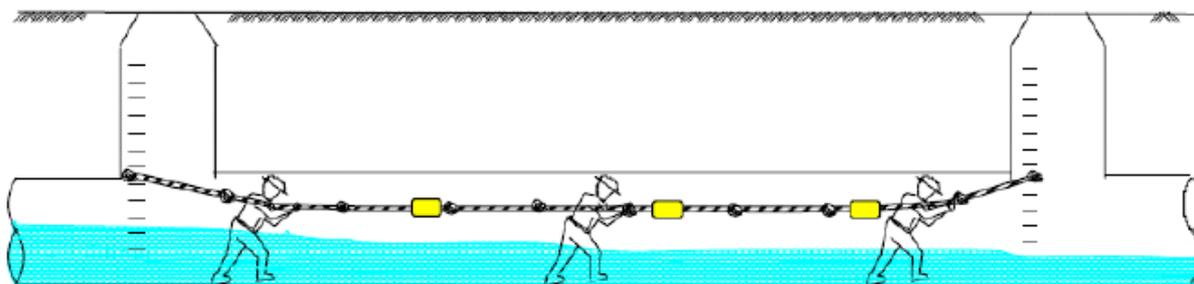


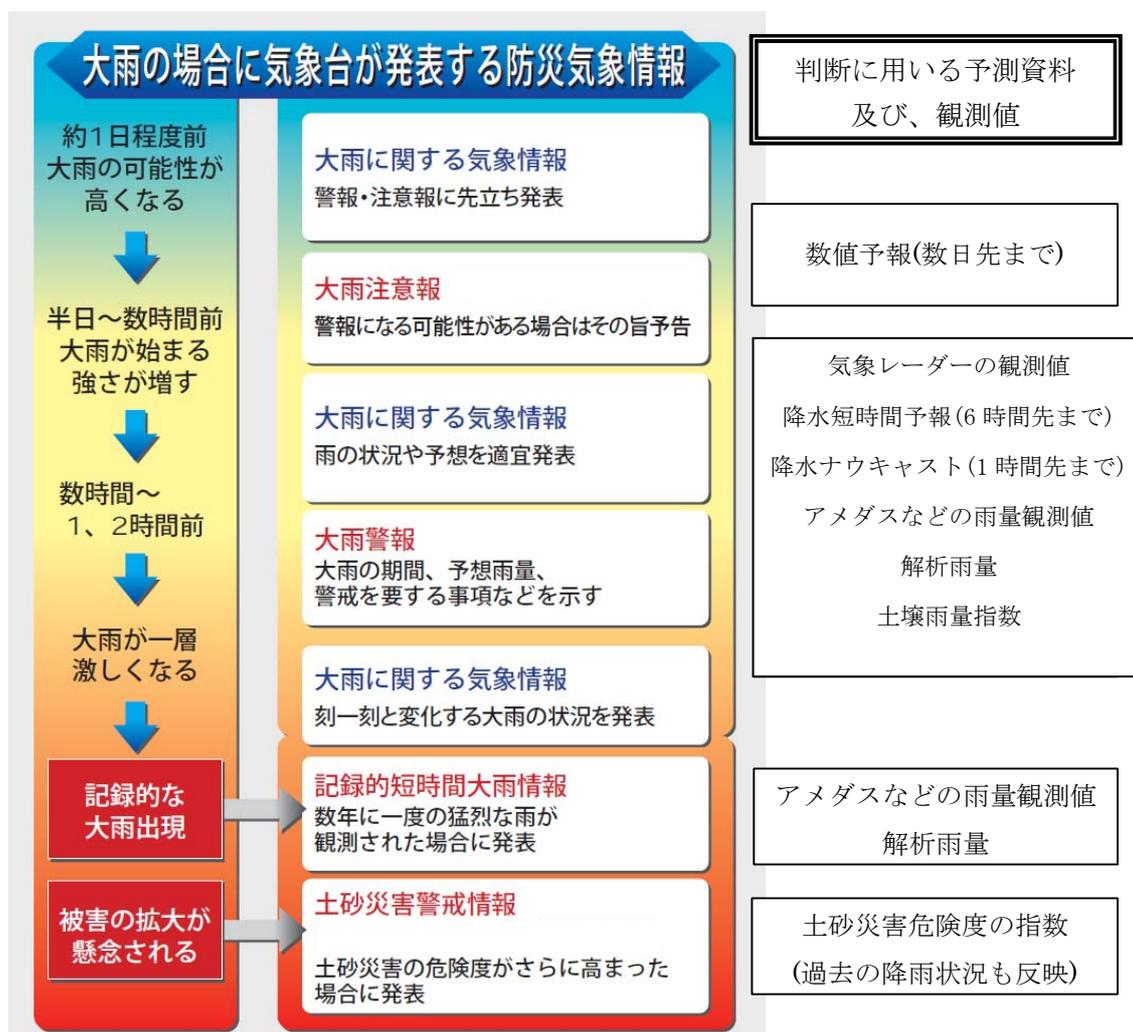
図3-2 救助用ロープ設置図

「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らんと、**「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。

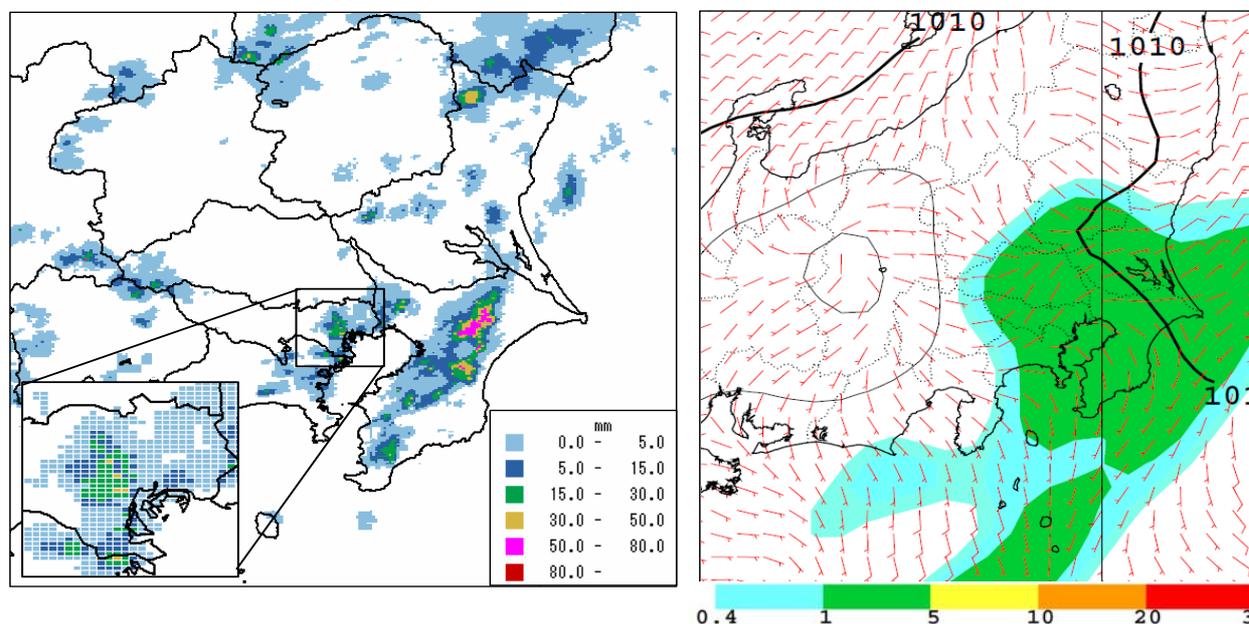


図4-2 左：解析雨量 平成20年8月5日11時~12時（1時間雨量）
 右：8月4日21時を初期時刻とした数値予報（8月5日9時~12時の3時間雨量予測）

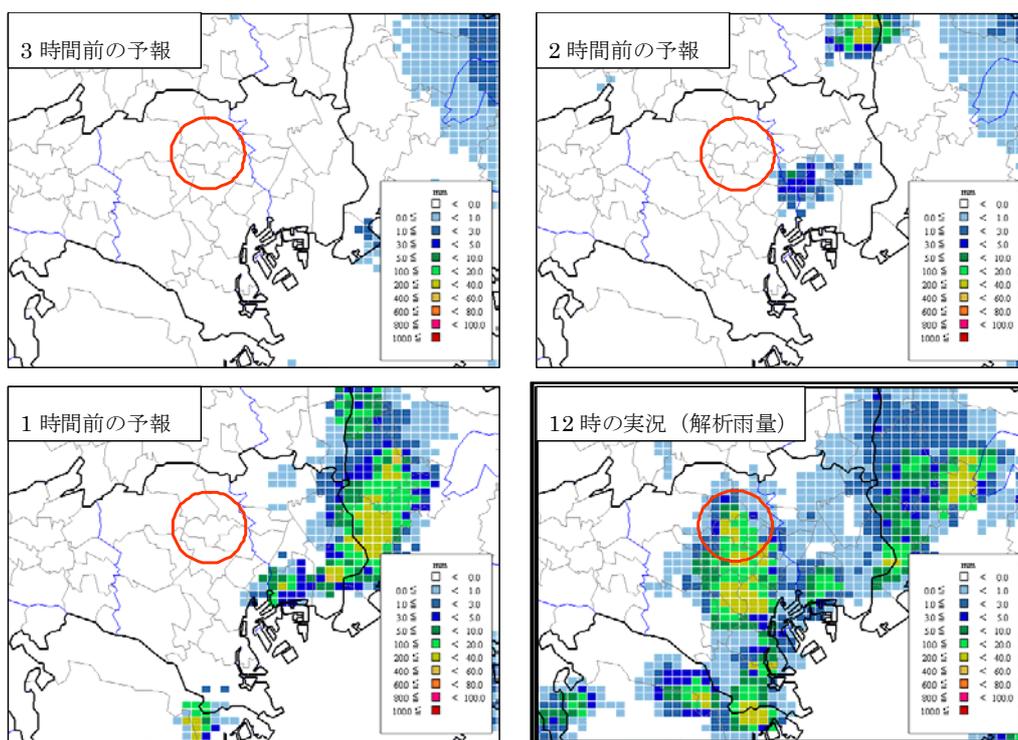


図4-3 降水短時間予報。右下は、平成20年8月5日12時までの1時間雨量。
3時間前からの予測(左上)、2時間前からの予測(右上)、1時間前からの予測(左下)。

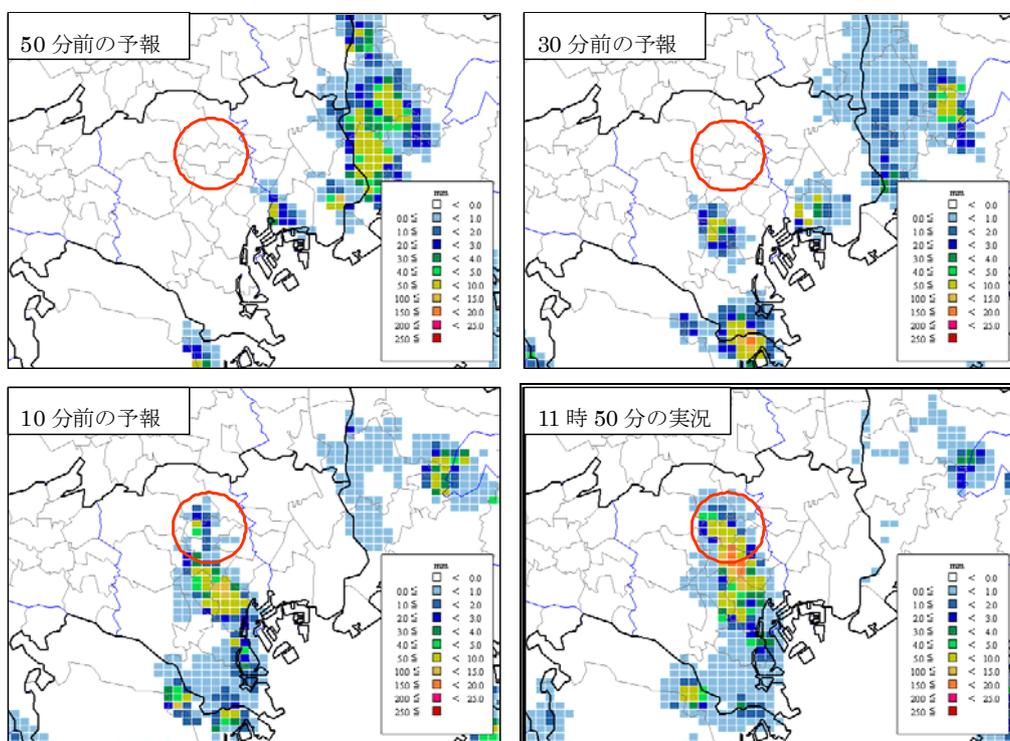


図4-4 降水ナウキャスト。右下は、平成20年8月5日11時50分までの10分間雨量。
50分前からの予測(左上)、30分前からの予測(右上)、10分前からの予測(左下)。