

水道工事に伴う
東京電力地中送電線破損事故調査報告書

令和4年9月16日

川崎市上下水道局東京電力地中送電線破損事故調査委員会

目次

1 事故調査委員会の概要	1
(1) 目的	1
(2) 構成	1
(3) 審議経過	2
2 水道工事の概要	3
(1) 黒川送水管の概要	3
(2) 水道工事の概要	3
3 東京電力地中送電線破損事故の概要	4
(1) 事故の発生日時等	4
(2) 事故の破損状況	5
(3) 事故の経緯【事実関係の調査前】	6
(4) 事故停電による影響	6
4 事故の原因	6
5 事実関係の調査	7
(1) 調査手法	7
(2) 事実関係の調査結果	7
(3) 市危機管理本部における情報連絡	12
6 事故の検証	13
(1) 基準書等による検証	13
(2) 受注者の検証結果	22
(3) 発注者（監督員）の検証結果	23
7 事故の緊急対策	23
8 再発防止策の検討	24
(1) 地下埋設物の施工管理体制の強化	24
(2) 事故防止の意識高揚と周知徹底	28
(3) 事故等発生時の迅速な情報共有	33
(4) 事故防止研修の実施	36
9 学識経験者の意見聴取	36
(1) 意見聴取の概要	36
(2) 意見及び対応	36
10 資料編	38
資料1 川崎市上下水道局東京電力地中送電線破損事故調査委員会要綱	38
資料2 試掘結果報告書	40
資料3 変更の薬液注入工事施工計画書	40

資料 4	感染症罹患等に関する報告書	40
資料 5	事故発生報告書	41
資料 6	事故周知・再発防止策	42
資料 7	東京電力地中送電線破損状況	43
1 1	用語編	44
	・文中の注釈番号（例：※ ¹ ）付いた用語を用語編にて解説	

1 事故調査委員会の概要

(1) 目的

令和4年5月13日（金）22時26分頃、横浜市、川崎市などにおいて約6万9000世帯に影響した停電が発生し、その原因について東京電力が調査を行ったところ、同日夜間に実施していた本市発注の水道工事において、東京電力の地中送電線を破損させた事故（以下、事故）と判明した。

主な事故の原因は、工事を施工していた受注者が、東京電力との施工協議^{*1}や十分な現地調査を行わずに施工したためであった。

事故の内容を詳細に把握し、再発防止に万全を期すため、川崎市上下水道局東京電力地中送電線破損事故調査委員会（以下、委員会）（資料1）を設置し検証した。

(2) 構成

委員会の構成は、担当理事〔事業統括〕を委員長、水道部長及び第1配水工事事務所長を副委員長とし、関係所属の課長の計11名を委員として選出した。また、第三者視点として、川崎市上下水道事業経営審議委員会委員の学識経験者7名から意見聴取を行った。表1.1に委員会名簿、表1.2に学識経験者名簿を示す。

表 1.1 委員会名簿

	所属・職名	氏名
委員長	担当理事〔事業統括〕	鈴木 利之
副委員長	水道部長	渡辺 浩一
副委員長	第1配水工事事務所長	岸 俊幸
委員	経営戦略・危機管理室 担当課長〔経営戦略・企画調整〕	筒井 武志
委員	経営戦略・危機管理室 担当課長〔危機管理〕	山口 耕平
委員	総務部 庶務課長	梁取 昭治
委員	総務部 庶務課担当課長〔法制・情報公開〕	藤田 秀幸
委員	水道部 水道管理課長	江頭 徹夫
委員	水道部 水道管路課長	山本 健司
委員	第1配水工事事務所 第3配水工事事務所長	五十島 文平
委員	下水道部 下水道管路課長	野村 克也

※事務局：水道部水道管路課〔技術管理〕

表 1.2 学識経験者名簿（敬称略）

氏名	役職名
磯貝 和敏	公認会計士
鎌田 素之	関東学院大学理工学部理工学科 准教授
齋藤 利晃	日本大学理工学部土木工学科 教授
長岡 裕	東京都市大学建築都市デザイン学部都市工学科 教授
中野 英夫	専修大学経済学部 教授
西川 雅史	青山学院大学経済学部現代経済デザイン学科 教授
見山 謙一郎	専修大学経営学部 特任教授

(3) 審議経過

委員会の開催状況などは次のとおり

ア 第1回委員会

開催日 令和4年6月2日（木）

- 議 題
- ・事故概要の報告
 - ・会議開催スケジュール（案）
 - ・事実関係調査及び再発防止策検討に係る役割分担（案）

イ 第2回委員会

開催日 令和4年7月7日（木）

- 議 題
- ・中間報告（案）

ウ 第3回委員会

開催日 令和4年7月25日（月）

- 議 題
- ・中間報告（修正案）

エ 第4回委員会

開催日 令和4年8月16日（火）

- 議 題
- ・報告（案）

オ 学識経験者の意見聴取

実施日 令和4年8月19日（金）、25日（木）

カ 第5回委員会

開催日 令和4年9月12日(月)

議題 ・最終報告(案)

キ 上下水道事業管理者へ最終報告(案)の報告

実施日 令和4年9月16日(金)

2 水道工事の概要

(1) 黒川送水管の概要

黒川送水管は、潮見台配水池から黒川配水池へ送水する管路であり、昭和47年から63年にかけて布設された鋼管である。(図2.1参照)



図 2.1 黒川送水管路線図

(2) 水道工事の概要

当該水道工事は、黒川送水管の人孔T字管^{※2}の人孔部を調査及び補強するものである。工事概要は表2.1のとおりである。鋼管では、鋼管の継手部を外側と内面から溶接する必要があり、作業員が管内に出入りするための人孔T字管を設置している。

表 2.1 工事概要

工事名	黒川送水管 1000mm・800mm及び 4号送水管 1000mm人孔T字管補強工事
工事場所	自：麻生区栗木台2丁目15番地先 至：麻生区片平2丁目14-1番地先 ほか5件
工期	令和3年8月17日から令和4年9月26日まで
工事概要	人孔T字管補強工 = 11.0箇所 人孔T字管調査工 = 20.0箇所

3 東京電力地中送電線破損事故の概要

(1) 事故の発生日時等

事故の発生日時等は、表 3.1、図 3.1 のとおり

表 3.1 事故概要

発生日時	令和4年5月13日（金）22時26分頃
場所	川崎市麻生区上麻生2丁目38番地付近 尻手黒川道路 車道両側2車線の上り車線
施工内容	立坑 ^{※3} 築造に伴う薬液注入工事 ^{※4}



図 3.1 事故発生位置図

(2) 事故の破損状況

図 3.2 のとおり人孔 T 字管を調査及び補強するための立坑を築造する際に、直径約 4 cm のパイプを挿入し、パイプ先端から地中に薬液を注入することにより地盤を安定させるものである。

図 3.3 のとおり薬液注入工による削孔を行ったところ、東京電力地中送電線の一部を破損したことにより停電が発生した。写真 3.1、写真 3.2 は破損原因を掘削調査した時のものでオレンジ色のパイプが破損した東京電力地中送電線である。

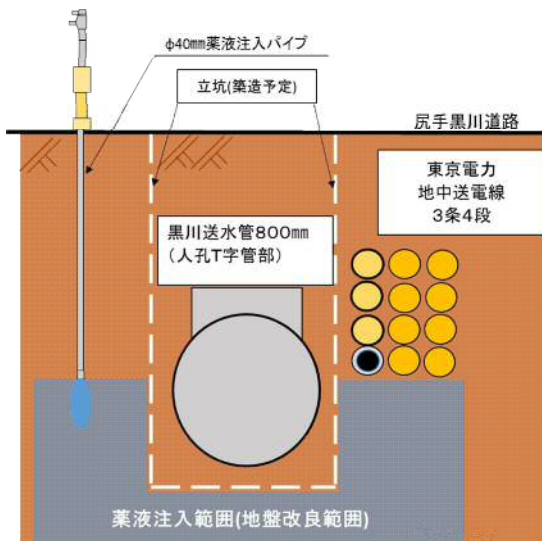


図 3.2 薬液注入図

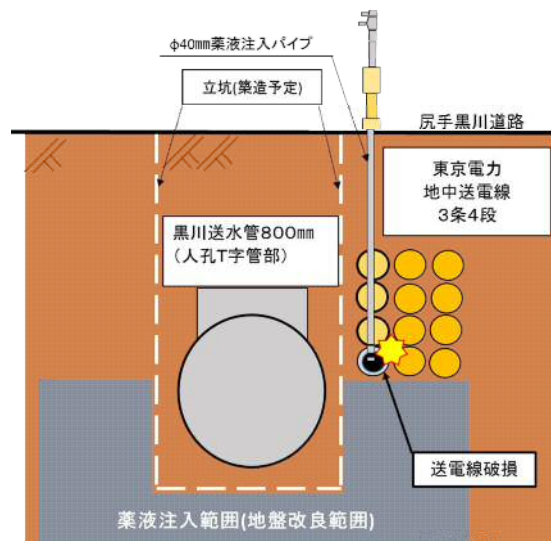


図 3.3 破損状況イメージ図



写真 3.1 破損状況



写真 3.2 破損状況 (拡大)

(3) 事故の経緯【事実関係の調査前】

表 3.2 に令和 4 年 5 月末時点での事故の経緯を示す。

表 3.2 事故の経緯【事実関係の調査前】

時刻	内 容
令和 4 年 5 月 13 日 (金)	
22 : 00	薬液注入工事開始
22 : 26 頃	薬液注入工事に伴い東京電力地中送電線を損傷、停電発生
令和 4 年 5 月 14 日 (土)	
2 : 00	事故パトロール中の東京電力社員より、現場状況を確認
2 : 10	停電が当該工事に起因する可能性があるため、工事中止
2 : 30	東京電力による原因調査 (通電調査) 開始
13 : 30	通電調査終了、破損箇所が当該工事現場に近いことを確認
17 : 10	東京電力と調整し、水道工事施工箇所の掘削調査を 16 日以降とすることを決定
令和 4 年 5 月 15 日 (日)	
20 : 00	東京電力による管内カメラ調査開始
令和 4 年 5 月 16 日 (月)	
0 : 30	管内カメラ調査終了
14 : 00	管内カメラ調査の結果をもとに東京電力と対応を協議
21 : 30	水道工事施工箇所の掘削を開始
令和 4 年 5 月 17 日 (火)	
3 : 30	掘削調査により、地中送電線の破損を目視で確認し、水道工事に起因することを確認

(4) 事故停電による影響

東京電力地中送電線の一部を破損したことにより、東京都町田市、神奈川県横浜市・川崎市の一部において約 6 万 9000 世帯に影響した停電 (22:26 頃から翌 5:23 まで) が発生した。

4 事故の原因

工事を施工していた受注者が、通常は、当然実施すべき施工前の東京電力との施工協議や、近接した東京電力地中送電線について十分な現地調査を行わず、正確な位置を確認しないまま施工し、破損したものである。また、地中送電線の構造上、感電事故は発生しないが、社会的影響が大きい重大事故であった。

事故の内容を詳細に把握し、再発防止に万全を期すため、次章以降に示す調査、検証を行った。

5 事実関係の調査

設計から施工段階における事実関係及び市危機管理本部における情報連絡に関する調査を行った。各項目を調査し取りまとめた内容を次に示す。

(1) 調査手法

発注者（設計者）、発注者（監督員）、受注者、東京電力に対して、各段階（設計、着手時、施工協議、試掘工、薬液注入工、事故後）における事故に関する事実について、ヒアリング調査の実施及びその根拠資料を収集し、事実関係の調査を行った。また、ヒアリング調査は、令和4年6月6日から7月12日にかけて実施した。

(2) 事実関係の調査結果

主な施工経緯を表5.1、表5.2、事故当日の時系列を表5.3に示す。また、事故の要因又は影響を及ぼすと想定される事項を抽出し、表中に【1～27】として示し、次章において事故の検証を行う。

表 5.1 主な施工経緯（令和3年）

日付	内容
令和3年	
7月14日	・設計者が東京電力パワーグリッド（株）川崎支社 地中送電保守グループ（以下、東京電力）から電気設備埋設物調査回答書を受領
8月17日	・受注者が工事着手
8月20日	・設計者が監督員及び受注者に対して、設計引継ぎを実施
9月1日	・受注者が監督員に施工計画書、薬液注入工事施工計画書、施工計画書（試験掘調査工）を提出【1】
9月24日	・受注者が東京電力と施工協議を実施し、施工打合せ確認シートを双方で取り交わす ・施工打合せ確認シートでは「試掘後、薬液注入計画作成後に協議（以下、試掘後協議*1）を行う」旨を記載 ・10月1日、受注者が監督員に、東京電力打合せについて報告【2】
11月15日	・受注者が東京ガス（株）導管ネットワークセンター（以下、東京ガス）と施工協議を実施し、特殊工事事前協議書を双方で取り交わす ・特殊工事事前協議書では「近接1m以内の薬液注入工削孔はガイドパイプを設置する」旨を記載 ・11月22日、受注者が監督員に、東京ガス打合せについて報告【3】
11月17日	・受注者がNTTインフラネット（株）神奈川立会センター（以下、NTT）と施工協議を実施し、施工協議記録書を双方で取り交わす ・施工協議記録書では「ガイドパイプはNTT管路下端まで建込みする及び薬液注入削孔位置の標準離隔は50cm以上とする」旨を記載 ・11月22日、受注者が監督員に、NTT打合せについて報告【4】

11月25日	<ul style="list-style-type: none"> ・事故発生場所（以下、立坑 No27）の試掘位置について、受注者が監督員に試掘位置を提案し、監督員は現地立会いにより確認【5】
11月26日	<ul style="list-style-type: none"> ・夜間作業にて受注者が、監督員及び（株）エステック職員（東京電力立会者）の現地立会いの元、立坑 No27 の試掘を実施 ・試掘では、送水管（人孔 T 字管）の埋設状況を確認【6】 ・試掘工状況は、図 5.1, 図 5.2 参照
11月29日	<ul style="list-style-type: none"> ・受注者が監督員に立坑 No27 の試掘結果（資料 2）を報告【7】 ・受注者は東京電力地中送電線について、想定で埋設状況を記載 ・監督員が受注者に「試掘後に必要な占用企業者との協議を行うよう」指示【8】
12月8日	<ul style="list-style-type: none"> ・受注者が N T T と施工協議を実施し、再協議記録書を双方で取り交わす ・再協議記録書により、ガイドパイプの設置状況を確認【9】
12月20日	<ul style="list-style-type: none"> ・受注者が監督員に変更の薬液注入工事施工計画書（資料 3）を提出【10】 ・受注者は、立坑 No27 の薬液注入範囲上端を DP=2.45m から DP=1.50m に変更【11】

表 5.2 主な施工経緯（令和 4 年）

日付	内容
令和 4 年	
5月9日頃	<ul style="list-style-type: none"> ・現場代理人は、東京電力との試掘後協議の失念に気づく【12】 ・近隣住民、バス事業者に工事予定 P R 済であったことから、工事を実施する方向で考え、東京電力の現地立会いを求めなかった【13】
5月13日 【事故当日】	<ul style="list-style-type: none"> ・朝、現場代理人が監督員に、自身が P C R 検査により陽性であること、併せて、自宅待機中（5月11日～5月20日）は自宅から電話等による現場管理及び指示を行うこと、現場代理人の代理として作業主任が作業を行うことを、電話報告（資料 4）【14】 ・薬液注入工の現場責任者を作業主任に変更することを、電話報告【15】 ・夜間作業にて作業主任（薬液注入工の現場責任者）と局立会い職員（以下、局職員）が現地立会いの元、薬液注入工を施工 ・東京電力の現地立会い無し【16】 <p>※5月13日から14日にかけての事故当日の時系列は表 5.3 参照</p>
5月14日	※5月13日から14日にかけての事故当日の時系列は表 5.3 参照
5月15日	<ul style="list-style-type: none"> ・15時37分、東京電力が復旧作業により全ての停電解消 ・20時、東京電力による管内カメラ調査開始
5月16日	<ul style="list-style-type: none"> ・0時30分、東京電力による管内カメラ調査終了 ・14時00分、管内カメラ調査の結果をもとに東京電力と対応を協議 ・21時30分、監督員、受注者及び東京電力立会いの元、水道工事施工箇所の掘削調査開始
5月17日	<ul style="list-style-type: none"> ・3時30分、監督員、受注者及び東京電力は、掘削調査により東京電力地中送電線の破損を目視確認、水道工事に起因することを確認 ・東京電力地中送電線の破損確認掘削状況は、図 5.1, 図 5.3 を参照 ・東京電力地中送電線のケーブル部分（最下段）の貫通状況は未確認
5月25日	<ul style="list-style-type: none"> ・受注者が監督員に、事故発生報告書（資料 5）を提出【26】 ・東京電力が、東京電力地中送電線のケーブル部分を復旧

6月6日	<ul style="list-style-type: none"> ・監督員、受注者及び東京電力は、東京電力地中送電線補修作業に関する打合せを実施 ・東京電力は、監督員と受注者に東京電力地中送電線ケーブルを貫通していない破損状況写真（資料7）を提示 ・打合せ後、監督員は受注者に東京電力地中送電線ケーブルを貫通していない破損状況について受注者に確認したところ、明確な回答が得られなかったため、会社に戻り確認の上、報告を指示 ・受注者が監督員に、薬液注入No.10 の削孔位置を変更していたことを報告【27】 ・受注者の事故当日現場管理を行っていた作業主任（薬液注入工の現場責任者）は、本日の確認まで薬液注入 No10 の削孔位置の変更について、社内で情報を共有していなかった
6月21日	<ul style="list-style-type: none"> ・受注者が監督員に、6月6日報告事項も含め事故の詳細な経緯として、事故周知・再発防止対策（資料6）を提出
6月22日	<ul style="list-style-type: none"> ・監督員、受注者及び東京電力立会いの元、東京電力地中送電線の管路部分を復旧
6月23日	<ul style="list-style-type: none"> ・東京電力が、管内洗浄及び管内カメラ調査を実施
6月24日	<ul style="list-style-type: none"> ・受注者及び東京電力立会いの元、復旧箇所の補修

※事実関係の調査前に判明していた事実を__とする。

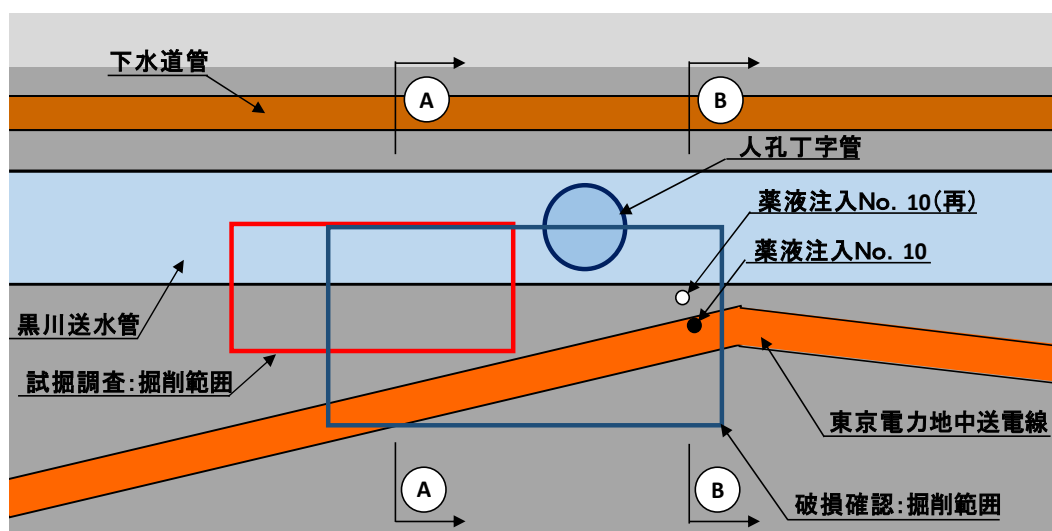


図 5.1 平面図（現場施工状況）

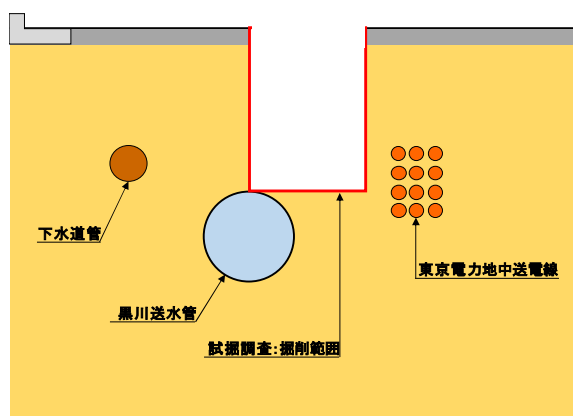


図 5.2 A断面図（試掘工）

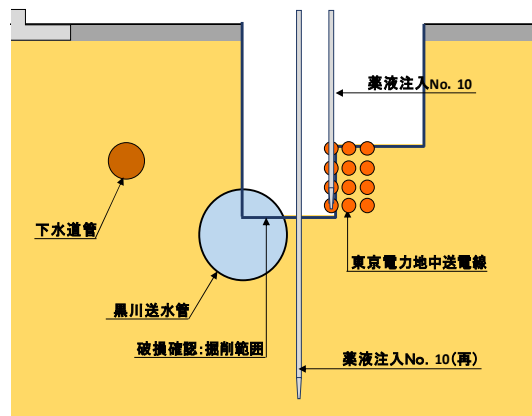


図 5.3 B断面図（破損状況確認）

表 5.3 事故当日の時系列

時刻	内 容
令和4年5月13日【事故当日】	
21:00	<ul style="list-style-type: none"> ・規制開始 ・受注者は、KY ミーティングを実施 ・保安設置、他企業埋設物をチョークにて位置出し【17】、器材設置
22:00	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>工事開始</u>（薬液注入 No.10 等削孔開始） ・通常の回転削孔により施工【18】
22:00	<ul style="list-style-type: none"> ・局職員が第3配水工事事務所出発
22:26	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>停電発生</u>、現場周辺では停電なし ・薬液注入 No.10 にて支障物に当たったため、薬液注入パイプを引き抜き、受注者の判断により送水管側に 20 cm程度位置を変えて再度削孔（以下薬液注入 No.10（再））【19】 薬液注入 No.10 再度削孔状況は、図 5.1,図 5.3 参照
22:30	<ul style="list-style-type: none"> ・局職員が現場に到着
22:40	<ul style="list-style-type: none"> ・受注者（作業主任）が局職員に施工状況を報告 報告内容：薬液注入 3 本の削孔完了、異常なし【20】 ※6月6日、受注者が監督員に再度削孔の事実を報告
22:45	<ul style="list-style-type: none"> ・薬液注入 No.10（再）等薬液注入開始
令和4年5月14日	
0:00	<ul style="list-style-type: none"> ・薬液注入 No.10（再）等薬液注入完了
0:05 ～	<ul style="list-style-type: none"> ・他削孔及び薬液注入
2:00	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>東京電力現場パトロール職員</u>（以下、東電職員）が現場到着 ・東電職員が局職員に、当該工事について無届工事か内容を確認【21】
2:05	<ul style="list-style-type: none"> ・受注者（作業主任）が当該工事における東京電力との試掘後協議状況を把握していなかったことから、局職員が監督員に確認の連絡を行う。 ・監督員も把握していなかったことから、局職員が監督員から現場代理人へ電話確認するよう指示する。【22】
2:07	<ul style="list-style-type: none"> ・監督員から現場代理人へ電話連絡。試掘後協議は行っていたと回答を受ける。【23】
2:10	<ul style="list-style-type: none"> ・監督員から局職員へ受注者が試掘後協議を行った旨、電話報告する。 ・試掘後協議は実施済で無届工事ではないことを局職員が、東電職員に伝えた上で事故内容を確認し、<u>本工事が事故原因である可能性があるため</u>、監督員が工事

	<p><u>中止を決定【24】</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・他薬液注入削孔について工事中止とし、現場撤収作業開始
2:30	<ul style="list-style-type: none"> ・局職員・東電職員・受注者（作業主任）と3者で打合せ。 ・局職員が東電職員から、破損箇所の特定はできないが<u>通電調査を行う</u>と報告を受ける。
3:00	<ul style="list-style-type: none"> ・現場代理人が東電職員に試掘後協議を行っている旨、電話報告する。
3:30	<ul style="list-style-type: none"> ・局職員が現場から第3配水工事事務所に帰庁 ・道路交通規制解除
4:00	<ul style="list-style-type: none"> ・局職員が第3配水工事事務所に到着
5:23	<ul style="list-style-type: none"> ・東京電力が供給工事中断や別系統送電等の復旧作業により一部を除き概ね停電解消
6:00	<ul style="list-style-type: none"> ・監督員が第3配水工事事務所に到着
6:30	<ul style="list-style-type: none"> ・局職員が東京電力に通電調査結果について、確認したところ、通電調査継続中のため、正午迄には連絡をすることを確認
8:00	<ul style="list-style-type: none"> ・監督員から第3配水工事事務所長へ現状の報告
12:00	<ul style="list-style-type: none"> ・第3配水工事事務所長より水道管理課長へ報告【25】
12:23	<ul style="list-style-type: none"> ・水道管理課長から水道部長へ報告
13:30	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>通電調査終了、破損箇所が当該工事現場に近いことを確認</u>
14:07	<ul style="list-style-type: none"> ・経営戦略・危機管理室担当課長から上下水道事業管理者へ報告
14:30	<ul style="list-style-type: none"> ・庶務課長から市長、副市長へ報告
17:10	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>東京電力と調整し、水道工事施工箇所の掘削調査を16日以降とすることを決定</u>

※事実関係の調査前に判明していた事実を__とする。

(3) 市危機管理本部における情報連絡

事故当日の市危機管理本部での情報連絡状況を表 5.4 に示す。東京電力経由で停電状況は把握されていた。発注者（監督）からの水道部内への第 1 報の遅れがあったが、市危機管理本部へ適正な報告がなされていた。

表 5.4 市危機管理本部の事故当日の時系列

時刻	内容
令和 4 年 5 月 13 日【事故当日】	
22:35	・メールニュースかわさき、ツイッター、川崎市防災情報ポータルサイトにより、停電の発生について市民へ情報提供（※）
23:03	・東京電力パワーグリッド（株）川崎支社から「停電の発生状況について」FAX を受信
23:12	・消防局指令センターに停電連絡及び FAX 送信
23:18	・麻生警察署へ電話連絡
23:25	・麻生区役所へ電話連絡
23:39	・全職員宛て停電の発生についてメール送信
令和 4 年 5 月 14 日	
0:35	・市長、副市長へ現時点で停電に伴う被害がないことについてメール送信
0:58	・東京電力パワーグリッド（株）川崎支社から第 2 報を受信
2:48	・東京電力パワーグリッド（株）川崎支社から第 3 報を受信
5:23	・メールニュースかわさき、ツイッター、川崎市防災情報ポータルサイトにより、停電の復旧について市民へ情報提供（※）
5:49	・東京電力パワーグリッド（株）川崎支社から復旧にかかる FAX を受信
5:55	・消防指令センター、麻生区役所に停電の復旧について連絡
6:01	・全職員宛て停電の復旧についてメール送信
16:57	・（上下）危機管理担当より、危機管理本部へ電話。停電の原因が水道工事の可能性のあることについて一報を入れる。

※L アラート情報及び東京電力パワーグリッド（株）のホームページ情報に基づき自動配信

6 事故の検証

(1) 基準書等による検証

事実関係の調査結果（表 5.1、表 5.2、表 5.3）から、事故につながる要因又は影響を及ぼすと想定される事項【調査結果 1～27】について、受注者と監督員の基準書等と照合し検証する。

受注者の基準書等とは、川崎市上下水道局水道工事標準仕様書（以下、工事標準仕様書）及び施工計画書（以下、施工計画書）を示す。

監督員の基準書等とは、川崎市上下水道局請負工事監督規程（以下、監督規程）及び事故等発生時の情報管理事務の処理手引（以下、事故等発生時の事務処理手引）を示す。

・【調査結果 1 施工計画書の提出】

受注者が監督員に施工計画書を提出した。

受注者について「工事標準仕様書 1-1-1-5 施工計画書 1. 一般事項」と照合し、工事着手前に施工計画書を提出していることから、工事標準仕様書に適合していた。

工事標準仕様書 1-1-1-5 施工計画書 1. 一般事項

受注者は、工事着手前又は施工方法が確定した時期に工事目的物を完成させるために必要な手順や工法等についての施工計画書を監督員に提出しなければならない。

監督員について「監督規程第 14 条関係書類の整備」と照合し、工事着手前に施工計画書を受理していたことから、監督規程を遵守していた。

監督規程 第 14 条関係書類の整備

監督員は、職務を行うに当たっては、次に掲げる書類を整備しておかなければならない。(6)施工計画書

・【調査結果 2 東京電力との当初施工協議】

受注者が東京電力と施工協議を実施し、監督員に施工打合せ確認シートを提出し報告した。なお、試掘後に協議を行う旨等が記載されていた。

受注者について「工事標準仕様書 1-1-1-31 工事中の安全確保 17. 地下埋設物等の調査」と照合し、試掘工着手前に地下埋設物を事前調査していること、その施工協議について監督員に報告を行っていることから、工事標準仕様書に適合していた。

工事標準仕様書 1-1-1-31 工事中の安全確保 17. 地下埋設物等の調査

受注者は、工事施工箇所に地下埋設物等が予想される場合には、当該物件の位置、深さ等を調査し監督員に報告しなければならない。

・【調査結果 3, 4, 9 他企業との施工協議】

受注者が東京ガス及びN T Tと施工協議を実施し、監督員に施工協議の結果を報告した。

受注者について「工事標準仕様書 1-1-1-31 工事中の安全確保 17. 地下埋設物等の調査」（調査結果 2 参照）と照合し、試掘工着手前に地下埋設物を事前調査していること、その施工協議について監督員に報告を行っていることから、工事標準仕様書に適合していた。

・【調査結果 5, 6 試掘工実施】

受注者と監督員は現地立会いにより、試掘位置を決定した。その試掘により、送水管（人孔 T 字管）の埋設状況を確認した。

受注者について「工事標準仕様書 2-1-2-2 一般事項 3. 現地調査」及び「施工計画書(試掘) 1. 工事概要(3) 工事内容」と照合し、この試掘において確認した地下埋設物は送水管だけであったことから、工事標準仕様書及び施工計画書(試掘)の一部に適合していなかった。

工事標準仕様書 2-1-2-2 一般事項 3. 現地調査

地下埋設物位置確認等の試掘箇所は、監督員と現地立会の上決定すること。

施工計画書(試掘) 1. 工事概要(3) 工事内容

黒川送水管及び 4 号送水管人孔 T 字管の調査・補強工事に先立ち、当該 T 字管の位置・深度の確認をするとともに、立坑築造箇所の各埋設物の位置・深度及び形状等の確認を行い、本工事計画の資料とすることを目的とするものである。

監督員について「監督規程第 16 条監督員の一般的職務」と照合し、この試掘において確認した地下埋設物は送水管だけであり、地下埋設物位置確認の認識不足があったことから、監督に改善の余地があった。

監督規程 第 16 条監督員の一般的職務

工事の施行に当たり、設計図書の定めるところにより立ち会うとともに、工事が契約書、設計図書等のおり実施されていないと認められるときに、請負人に対し必要な指示を与えること。

・【調査結果 7 試掘結果の報告】

受注者が監督員に試掘結果報告書（図 6.1）を提出した。

受注者について「工事標準仕様書 2-1-2-2 一般事項 3. 現地調査」及び「施工計画書 6. 施工方法（3）施工方法 1. 試験掘工」と照合し、受注者の報告書は試掘場所・掘削形状が不明確であり、地下埋設物の占用位置を確認していなかったことから、工事標準仕様書及び施工計画書の一部に適合していなかった。

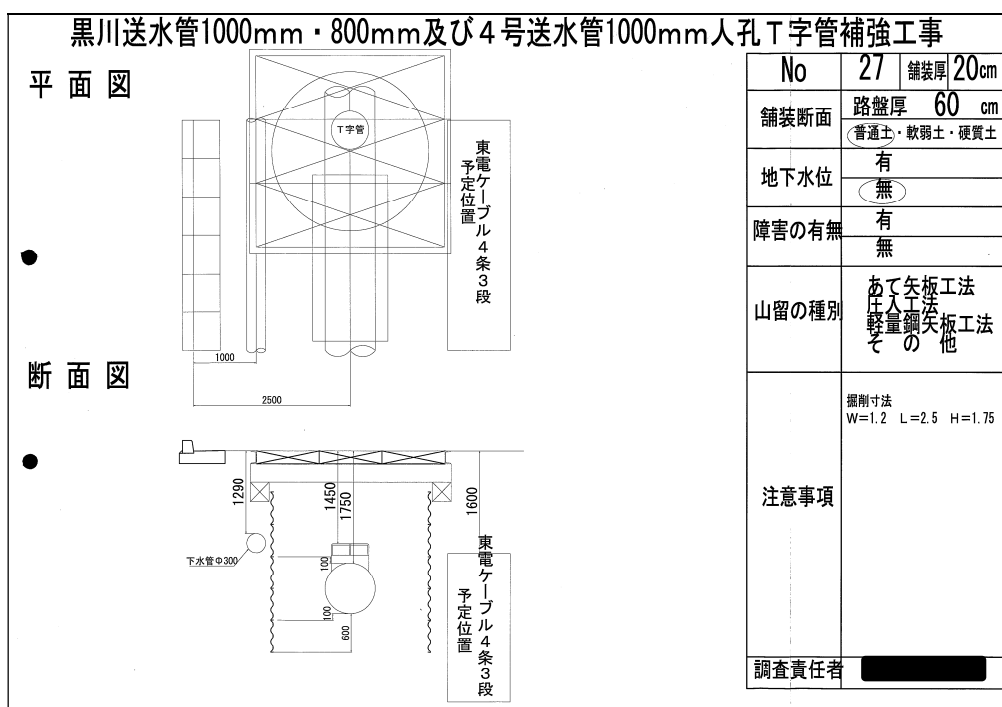


図 6.1 試掘結果報告書

工事標準仕様書 2-1-2-2 一般事項 3. 現地調査

試掘調査の場所、掘削の形状寸法、調査結果は、工事週報等に記載し監督員に提出すること

施工計画書 6. 施工方法(3)施工方法 1. 試験掘工

調査完了後は下水道工事仕様書（管きょ編）の試験掘要領に基づき、調査報告書を作成し提出する。

当該試験掘要領には、「必要なオフセットを記入する。」とある。

監督員について「監督規程第 16 条監督員の一般的職務」（調査結果 5, 6 参照）と照合し、この報告書に対して、追加調査等の必要な指示を行わなかったことから、監督に改善の余地があった。

・【調査結果 8, 22 試掘後の指示】

監督員が受注者に、東京電力から指示のあった試掘後協議について、協議を行うことを指示した。

監督員について「監督規程第 13 条現場状況の把握」と照合し、受注者の履行確認を行っていなかったことから、監督に改善の余地があった。

監督規程 第 13 条現場状況の把握

監督員は、請負人が行った工事施行に必要な諸手続を確認しておかなければならない。

・【調査結果 10, 11 薬液注工の変更】

受注者は監督員に変更の施工計画書（薬液注工）を提出し、試掘結果から薬液注入範囲の変更図（図 6. 2）に変更した。また、試掘結果報告書（図 6. 1）から地下埋設物と近接した状況であった。

受注者について「工事標準仕様書 2-1-2-24 補助地盤改良工 1. 薬液注入」と照合し、工事箇所と近接していた東京電力地中送電線への防護措置等の検討を行わなかったことから、工事標準仕様書の一部に適合していなかった。

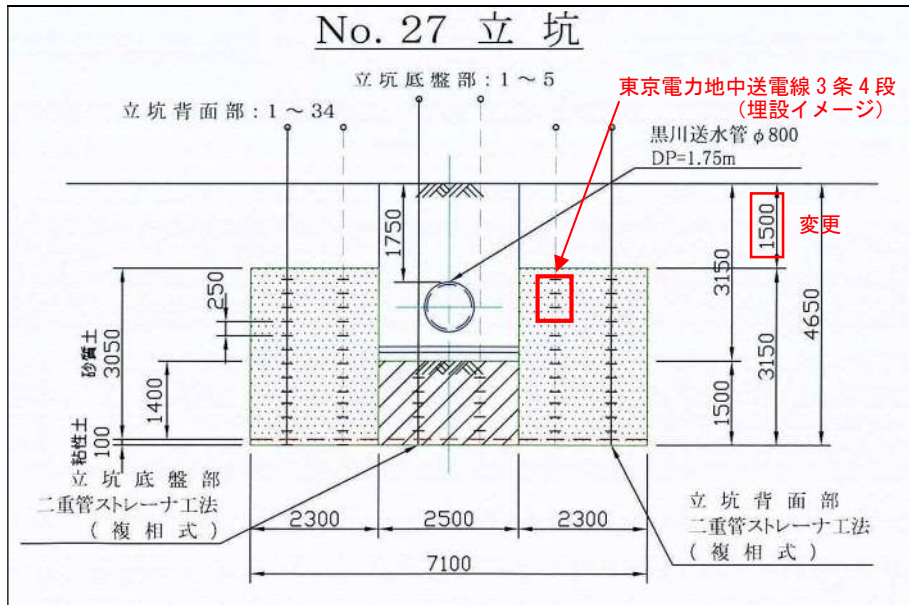


図 6.2 薬液注入範囲の変更図

工事標準仕様書 2-1-2-24 補助地盤改良工 1. 薬液注入

受注者は、薬液注入工を施工する場合には、「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針」（国土交通省）の規定によらなければならない。

当該指針では「地下埋設物に沿って薬液の流出する事態を防止するような必要な措置を講じる。」とある

監督員について「監督規程第 16 条監督員の一般的職務」（調査結果 5, 6 参照）と照合し、施工計画書（薬液注入工）に対して、防護措置等の検討に関する必要な指示を行わなかったことから、監督に改善の余地があった。

・【調査結果 12, 13, 16, 21, 23 試掘後協議及び現地立会い】

現場代理人は、東京電力との試掘後協議を失念し、さらに工程を優先し試掘後協議を行わず、現場立会い（事故当日）を東京電力に求めていなかった。また、事故当日、受注者は監督員に試掘後協議の実施有無について、誤った報告をした。

受注者について「工事標準仕様書 2-1-2-2 一般事項 3. 現地調査（調査結果 7 参照）、2-1-2-24 補助地盤改良工 1. 薬液注入」及び「施工計画書 6. 施工方法（2）各種事前調査」と照合し、東京電力から指示のあった試掘後協議を履行しなかったこと及び現地立会いを東京電力に求めていなかったことから、工事標準仕様書及び施工計画書の一部に適合していなかった。

工事標準仕様書 2-1-2-24 補助地盤改良工 1. 薬液注入

受注者は、薬液注入工を施工する場合には、「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針」（国土交通省）の規定によらなければならない。

当該指針では「関係諸機関から資料を収集し、必要に応じて確認する。」とある。

施工計画書 6. 施工方法 (2) 各種事前調査

試験掘調査の結果と現地での確認により、各関連機関と打合せ協議し、薬液注入工事におけるガイドパイプの設置の有無等を確認する

・【調査結果 14, 15 薬液注入工の現場責任者の変更等】

事故当日、現場代理人が新型コロナウイルス感染症罹患（図 6.3）により現場には不在であり、代理の者を立て電話による現場管理を行うものであった。また、受注者は薬液注入工の現場責任者について、承諾を経ずに急遽変更した。

受注者について「工事標準仕様書 2-1-2-24 補助地盤改良工 1. 薬液注入」と照合し、薬液注入工の現場責任者を急遽変更したことから、工事標準仕様書の一部に適合していなかった。

受付番号 ー		作成日: 令和 4 年 5 月 13 日	
感染症罹患等に関する報告書		第 1 報	
受付日時	令和 4 年 5 月 13 日 (金) ■ 午前 □ 午後 10 時 45 分		
受付方法	■ 電話 □ メール □ 現地 □ その他		
連絡者 (役職)	氏名	[Redacted]	
	工事件名	黒川送水管1000mm・800mm及び4号送水管1000mm人孔T字管補強工事	
	受注者名	[Redacted]	
事実判明日時	令和 4 年 5 月 13 日 (金) ■ 午前 □ 午後 9 時 30 分頃		
報告職員	[Redacted]		
対応職員	[Redacted]		
工事従事者の状況	□ 発熱 □ 濃厚接触者 □ PCR検査 □ 陰性 ■ 陽性		
庶務課への報告	□ 必要 ■ 不要		
要旨	工事従事者の状況:PCR検査により陽性が確定。…現場代理人罹患までの経過		
	5月10日(火) 午後、微熱があるため社内の抗原検査キットによる検査を実施し“陰性”の結果。念のため早期退社。 11日(水) 変わらず熱があるため、病院にてPCR検査実施。 12日(木) 熱は下がったものの、結果が出るまでは、電話による現場管理を実施。 13日(金) 朝、本人より陽性との報告。自宅待機での対応を行うとのこと。		
作業内容	現場代理人として従事。		
処理経過	本市職員、現場代理人とも現場でマスクを着用しており、濃厚接触には該当しない。市民との接触はない。 現場代理人は本日以降10日間程度の隔離期間を設け、隔離期間中は自宅から電話等による現場の管理および指示を行う。 現場代理人と接触のあった他社員は抗原検査で陰性であることが判明している。 現場代理人は自宅からの電話で現場の管理を行うこととし、現場には代理人の代理となる社員を配置することで、地盤改良及び立坑築造の工事は継続して実施する。 ※別途保健所からの指示・指導等判明次第、連絡を貰うこととする。		
今後の課題等	現場代理人による現場作業の再開については、本現場における感染拡大防止対策の確認後とする。		

図 6.3 感染症罹患等に関する報告書

工事標準仕様書 2-1-2-24 補助地盤改良工 1. 薬液注入

受注者は、薬液注入工の施工にあたり、薬液注入剤の安全な使用に関し、技術的知識と経験を有する現場責任者を選任し、事前に経歴書によって監督員の承諾を得なければならない。

・【調査結果 17, 18, 19 施工計画書と異なった手順】

受注者は、他企業埋設物の占用位置を路上にペンキ等ではなくチョークにより明示し、薬液注入 No10 施工を通常の回転削孔とした。また、薬液注入

No10 削孔中に支障物に当たった際、受注者のみの判断で削孔位置を変更した。

受注者について「工事標準仕様書 1-1-1-5 施工計画書 1. 一般事項」及び「施工計画書(薬液注入工)8. 現場注入試験施工計画 8-4 安全管理 2 地下埋設物等の事故防止」と照合し、受注者が行った施工は、施工計画書(薬液注入工)とは異なった施工手順であり、施工計画書(薬液注入工)を遵守していなかったことから、工事標準仕様書及び施工計画書(薬液注入工)の一部に適合していなかった。

工事標準仕様書 1-1-1-5 施工計画書 1. 一般事項

受注者は、施工計画書を遵守し工事の施工にあたらなければならない。

施工計画書(薬液注入工) 8. 現場注入試験施工計画 8-4 安全管理 2 地下埋設物等の事故防止

工事着手前に地下埋設物の有無を確認すると共に、必要に応じて各企業者立ち会いのもと試験掘りを実施して、その位置を明確に調査し、ペンキで種別毎に路上にマーキングを行なう。

削孔時には極力回転をかけずに油圧のみでジェットイングで行ない、万一、何かの硬い物に当たった場合には、自分勝手に判断しないで必ず、担当職員や職長に報告してその指示を仰ぐ。

・【調査結果 20, 26, 27 事故報告】

事故当日、受注者は局職員に薬液注入工の施工状況を正確に報告していなかった。

受注者について「工事標準仕様書 1-1-1-31 工事中の安全確保 19. 地下埋設物件等損害時の措置、1-1-1-34 事故報告書」と照合し、薬液注入 No10 削孔中、障害物に当たり薬液注入削孔位置を変更した(図 6.4)が、事故当日直ちに局職員へ報告をしなかったことから、工事標準仕様書の一部に適合していなかった。

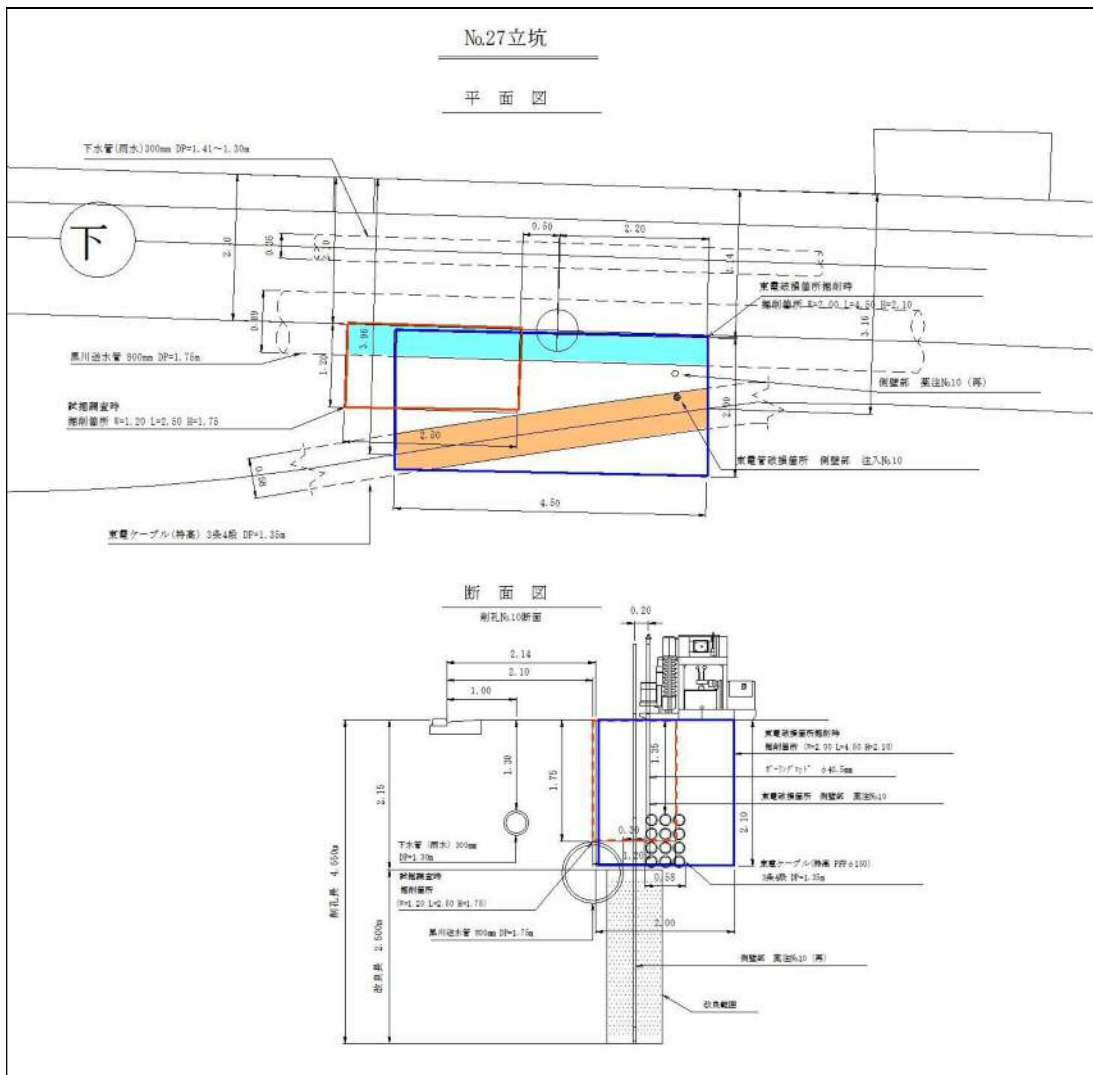


図 6.4 施工図（試掘工、東電損傷箇所掘削、薬液注入移設）

工事標準仕様書 1-1-1-31 工事中の安全確保 19. 地下埋設物件等損害時の措置
 受注者は、地下埋設物件等に損害を与えた場合は、直ちに関係機関に通報及び監督員に連絡し、応急措置をとり補修しなければならない。

工事標準仕様書 1-1-1-34 事故報告書
 受注者は、工事の施工中に事故が発生した場合には、直ちに監督員に連絡するとともに、指示する期日までに、事故報告書を提出しなければならない。

・【調査結果 24 工事中止】

本工事が事故原因である可能性があることから、監督員が工事中止を決定した。

監督員について「監督規程第 16 条監督員の一般的職務」（調査結果 5, 6 参照）と照合し、受注者に必要な指示を行っていたことから、監督規程を遵守していた。

・【調査結果 25 事故発生時の報告体制】

本工事が事故原因である可能性があるため、監督員が工事中止を決定してから、水道管理課への報告までに時間を要した。

監督員について「事故等発生時の事務処理手引 1 情報の収集・伝達」と照合し、事故原因が特定されていない段階ではあったが、情報を収集し、随時、迅速かつ正確に水道管理課へ報告すべきであったことから、事故等発生時の事務処理手引の運用に改善の余地があった。

事故等発生時の事務処理手引 1 情報の収集・伝達

事故等の対応にあたる所管課所場は、事故の概要を水道管理課へ報告する。

事故等の対応にあたる所管課所場は、情報を収集し、随時、迅速かつ正確に水道管理課へ報告する。

(2) 受注者の検証結果

受注者に関する検証結果を表 6.1 に示す。基準書等に一部適合していなかった調査結果は 23 件中 18 件であった。

表 6.1 受注者に関する検証結果

調査結果	段階	検証事項	基準書等	適否
1	着手時	施工計画書の提出	工事標準仕様書	適
2	施工協議	東京電力との当初施工協議の実施	工事標準仕様書	適
3, 4, 9	施工協議	他企業との当初施工協議の実施	工事標準仕様書	適
5, 6	試掘工	地下埋設物の位置確認が不足	工事標準仕様書	否
			施工計画書(試掘)	否
7	試掘工	地下埋設物の占用位置等の必要な情報が不足	工事標準仕様書	否
			施工計画書	否
10, 11	薬液注入工	東京電力地中送電線の防護措置等の検討未実施	工事標準仕様書	否

12, 13, 16	施工協議	東京電力との試掘後協議未実施	工事標準仕様書	否
21, 23	薬液注入工	東京電力に現地立会いを求めなかった	施工計画書	否
14, 15	薬液注入工	薬液注入工の現場責任者を事故当日に変更	工事標準仕様書	否
17, 18, 19	薬液注入工	施工計画書と異なった手順による施工 事故防止手順を遵守していなかった	工事標準仕様書	否
			施工計画書(薬液注入工)	否
20, 26, 27	事故後	薬液注入工の削孔位置変更について 正確な施工状況報告の遅れ	工事標準仕様書	否

(3) 発注者（監督員）の検証結果

事故の原因は受注者の施工上の不備であったが、今後の事故再発防止の観点から、発注者（監督員）として改善を図るものとする。

発注者（監督員）に関する検証結果を表 6.2 に示す。基準書等の遵守及び運用に改善点がある調査結果は 10 件中 8 件であった。

表 6.2 発注者（監督員）に関する改善点

調査結果	段階	検証事項	基準書等	改善点
1	着手時	施工計画書を受理	監督規程	無
5, 6	試掘工	地下埋設物位置確認の認識不足	監督規程	有
7	試掘工	試掘結果報告書について 受注者に対し必要な指示不足	監督規程	有
8, 22	施工協議	受注者手続きに関する履行の確認不足	監督規程	有
10, 11	薬液注入工	変更施工計画書(薬液注入工)について 受注者に対し必要な指示不足	監督規程	有
24	事故後	受注者に対し工事中止を指示	監督規程	無
25	事故後	水道管理課への報告に時間を要した	事故等発生時の事務処理手引	有

7 事故の緊急対策

事故の緊急対策として、安全管理・事故防止に関する通知（表 7.1）により、工事担当課に対して、受注者の安全管理・事故防止に対する措置状況について確認と指導を徹底し、事故等発生防止に万全を期すよう周知徹底を図った。この通知を踏まえ、監督員に対して、所内研修により監督規程の再確認を行うとともに、局発注の水道工事 68 件に対して、受注者の施工計画書の確認、工程等の確認及び他企業協議状況の確認を行い、安全管理・事故防止の徹底を図った。

また、川崎建設業協会及び川崎市管工事業協同組合に対して、工事における安全

管理・災害防止対策の徹底（表 7.2）に関して、協会員及び組合員への周知を依頼した。

表 7.1 安全管理・事故防止に関する通知

通知日	通 知	発出先
5 月 23 日	局が発注する工事等における安全管理・災害事故防止対策の徹底について（上下水道事業管理者）	各部長
5 月 26 日	局発注工事等における安全管理・事故防止の徹底について（水道部長）	関係課所場長

表 7.2 安全管理・災害防止対策の徹底に関する依頼

依頼日	依 頼	依頼先
6 月 3 日	請負工事における安全管理・災害防止対策の徹底について（上下水道事業管理者）	川崎建設業協会
		川崎市管工事業協同組合

8 再発防止策の検討

事故の検証に基づき、地下埋設物の損傷事故防止等の観点から、事故の再発防止策を次のとおり検討した。なお、「9 学識経験者の意見聴取」の第三者意見を参考とした再発防止策である。

（1）地下埋設物の施工管理体制の強化

【調査結果 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 16, 21, 22, 23】

受注者には試掘工による地下埋設物占用位置の確認不足、地下埋設物防護措置の検討未実施、地下埋設物に関する他企業者との協議未実施があった。一方で監督員には試掘工による地下埋設物占用位置確認の認識不足、地下埋設物に関する受注者への必要な指示及び履行確認の不足に関して、改善点があった。これらの対策として、地下埋設物の損傷事故防止を図るために、次の再発防止策を行うものとする。

ア 地下埋設物調査に係る仕様の明確化（対策1）及び施工管理体制の強化（対策2）

地下埋設物の施工管理体制の強化として、新たに定める「地下埋設物調査に関する特記仕様書」（図 8.1（図中の「※」は新規対策を示す））に基づき、受注者は、地下埋設物の事前調査、試掘調査及び埋設物管理者との施工協議等を実施し、地下埋設物に関するチェックリスト（図 8.2, 3）及び施工協議書類を監督員へ提出することに改める。この特記仕様書は契約図書であり、受注者はこれを履行しなければならない。また、監督員は、地下埋設物の近

接作業フロー図（図 8.4）を参考とし、受注者のチェックリスト及び施工協議書類により地下埋設物調査に関する実施状況を把握し、受注者に対し必要な指示を行うものとする。

以上の再発防止策は、水道工事のみならず局発注工事全てに適用し、受注者と監督員の双方により地下埋設物の施工管理体制の強化を図るものとする。

地下埋設物調査に関する特記仕様書

第1条 事前調査

地下埋設物については、設計図書及び図面等を確認のうえ、詳細については、埋設物管理者に事前調査を行い必要な情報を取得すること。

第2条 地下埋設物の確認

近接する地下埋設物の詳細な位置、深さ等は、試掘調査で確認するものとする。

第3条 試掘調査

試掘調査については、以下のとおり行うものとする。

- (1) 地下埋設物位置確認等の試掘箇所は、監督員と現地立会の上決定すること。
 - (2) 試掘調査の場所、掘削の形状寸法、調査結果は、工事打合せ簿に添付して監督員に速やかに提出すること。
 - (3) 近接する地下埋設物が想定される場合は、埋設物管理者の立会を求め、その指示を受け、必要な処置を講ずること。
- ※(4) 試掘調査の結果、地下埋設物の詳細な位置、深さ等が不明な場合は、追加調査を実施すること。

※第4条 施工協議

埋設物管理者との試掘前協議及び試掘後協議を適切に実施し、その指示事項については必要な処置を講ずること。ただし、埋設物管理者が協議を求めている場合は、この限りでない。

※第5条 地下埋設物に関するチェックリストの提出

当該チェックリストにより地下埋設物の調査、施工管理及び埋設物管理者との協議を適切に実施し、当該チェックリストを対象埋設物毎、工事打合せ簿に添付し監督員に速やかに提出すること。

※第6条 関係様式

当該チェックリストは川崎市上下水道局ホームページからダウンロードすること。

(<https://www.city.kawasaki.jp/800/page/0000083681.html>)

第7条 その他

その他、本仕様書に定めがない事項、または、本仕様書の内容に疑義が生じた場合には、監督員と協議のうえ、適切に対応するものとする。

図 8.1 地下埋設物調査に関する特記仕様書

地下埋設物に関するチェックリスト【試掘調査前】

提出日：令和 年 月 日

工事名			
工期			
受注者			
現場代理人			
対象埋設物	東京ガス	東京電力	NTT 下水 水道 その他()
点検項目	点検者	点検年月日	点検結果
1. 設計図書及び図面等により地下埋設物の情報を確認しているか。	/	/	適・否
2. 地下埋設物の管理方法及びその取扱い方法について施工計画書に明示しているか。	/	/	適・否
3. 対象埋設物管理者と協議・調整を行ったか。 (工事範囲に施設なしと回答を得た場合は、2・4・5・6に記入不要。)	/	/	適・否
4. 作業関係者に埋設位置を周知させるため、確認位置にペンキ等により目印を付けているか。	/	/	適・否
5. 試掘箇所選定にあたり、3. の協議・調整を踏まえ地下埋設物位置確認等をするための掘削場所・形状寸法等を監督員と立会いの上、決定したか。	/	/	適・否
6. 対象埋設物管理者に試掘調査時の立会いを求めたか。	/	/	適・否
対象埋設物管理者との協議・調整			
協議方法	対面	メール	電話 FAX
<input type="checkbox"/> 埋設物管理者より本工事範囲において対象埋設物がないと回答を受けた。			
添付書類			
特記事項			

- ※ 点検者欄には、記名（署名または押印を含む）すること。
- ※ 対象埋設物管理者との協議事項を添付書類及び特記事項欄を用いて報告すること。
- ※ 点検年月日が複数ある場合は、特記事項欄に点検項目番号と日付を記入すること。

図 8.2 地下埋設物に関するチェックリスト【試掘調査前】

地下埋設物に関するチェックリスト【試掘調査後】

提出日：令和 年 月 日

工事名			
工期			
受注者			
現場代理人			
対象埋設物	東京ガス 東京電力 NTT 下水 水道 その他 ()		
点検項目	点検者	点検結果	
	点検年月日		
1. 試掘調査時に対象埋設物管理者の協力(立会い等)のもと埋設物の詳細な位置等を確認したか。	/ /	適・否	
2. 試掘調査の結果、埋設物の位置等が不明な場合は、追加調査により再度位置等の確認を行ったか。	/ /	適・否	
3. 試掘調査の結果を工事打合せ簿に添付し監督員へ報告を行ったか。	/ /	適・否	
4. 試掘調査後に必要な対象埋設物管理者と協議・調整を行ったか。	/ /	適・否	
5. 試掘調査結果及び対象埋設物管理者との協議等を踏まえた施工計画書となっているか。	/ /	適・否	
6. 対象埋設物管理者からの指示事項(防護措置等)がある場合、必要な処置を行ったか。 (指示事項がない場合、記入不要)	/ /	適・否	
7. 作業関係者に対象埋設物の種類・位置等を周知するとともにペンキ等により目印を付け作業に当たっているか。	/ /	適・否	
対象埋設物管理者との協議・調整			
協議方法	対面	メール	電話 FAX
添付書類			
特記事項			

- ※ 点検者欄には、記名(署名または押印を含む)すること。
- ※ 対象埋設物管理者との協議事項を添付書類及び特記事項欄を用いて報告すること。
- ※ 点検年月日が複数ある場合は、特記事項欄に点検項目番号と日付を記入すること。

図 8.3 地下埋設物に関するチェックリスト【試掘調査後】

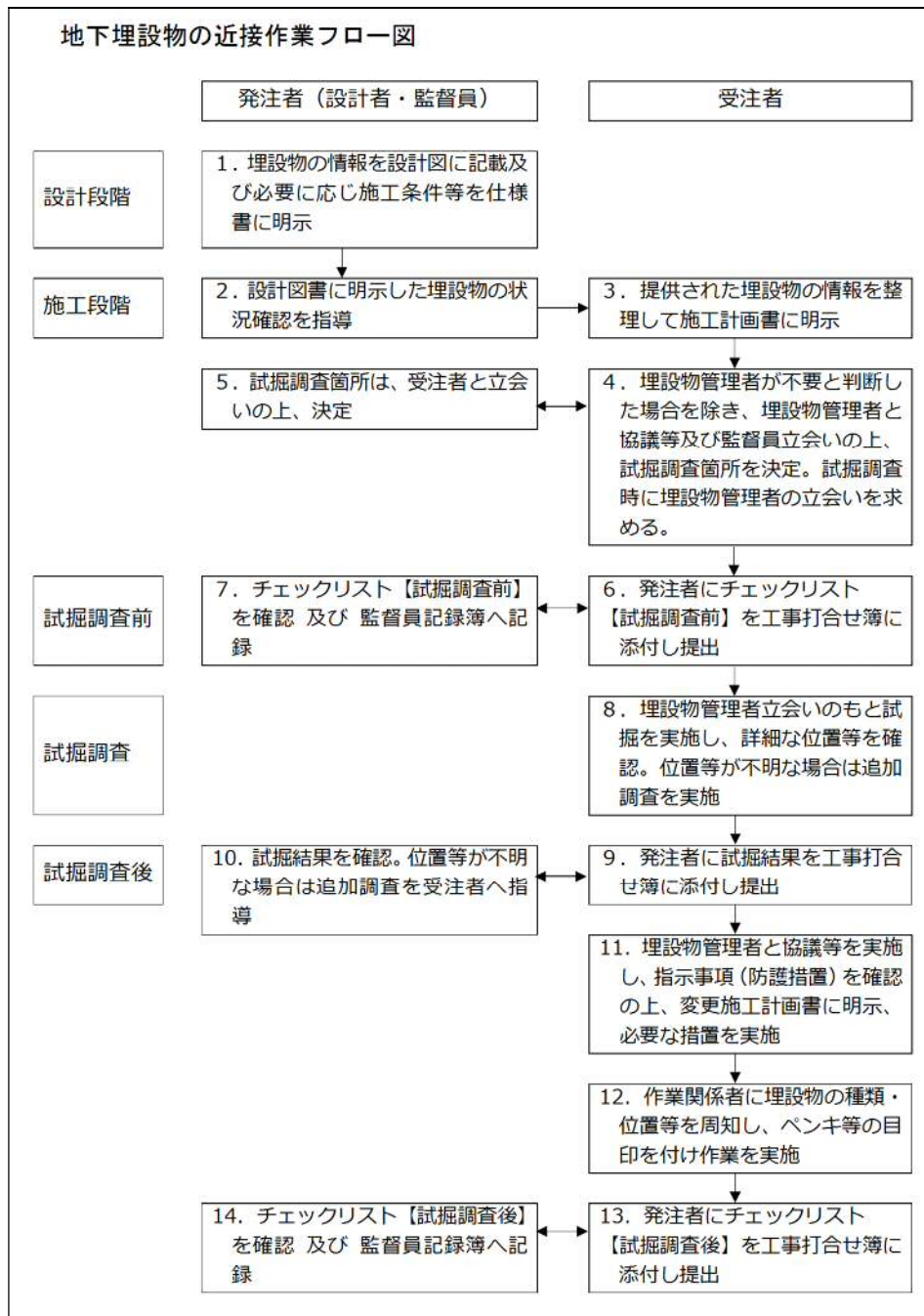


図 8.4 地下埋設物の近接作業フロー図

(2) 事故防止の意識高揚と周知徹底

【調査結果 14, 15, 17, 18, 19, 20, 26, 27】

受注者には薬液注入工の現場責任者の急遽変更、施工計画書とは異なる施工手順及び正確な施工状況の報告に遅れがあり、工事施工について適正な履行を確保できていなかった。一方で監督員には、工事施工について受注者への指示等が不足に関して、改善点があった。これらの対策として、工事施工の適正な

履行を確保するとともに事故防止の意識高揚と周知徹底を図るために、次の再発防止策を行うものとする。

ア 工事施工の適正な履行確保（対策3）

工事施工の適正な履行確保を行うために、下水道工事用に整備された施工前打合せ資料を参考とし、新たに水道工事用として施工前打合せ資料（図8.5）（以下、本資料）を策定する。本資料は工事の各段階において受注者の施工上の遵守事項及び注意事項を取りまとめたものであり、監督員は「地下埋設物確認に関する安全管理の徹底について」（図8.6）などを活用し、受注者へ事故防止の意識高揚と周知徹底を行う。

本資料について、工事着手前に受注者と監督員の双方により確認し、工事施工の適正な履行の確保とともに事故防止を図るものとする。

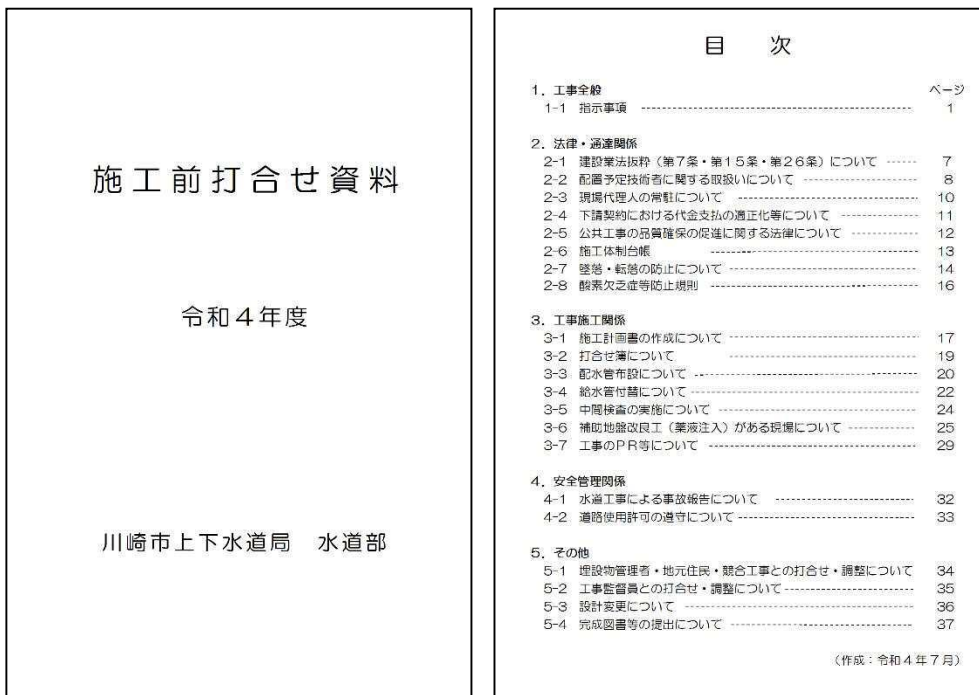


図 8.5 施工前打合せ資料

1. 工事全般 1-1 指示事項 ⑨地下埋設物確認に関する安全管理の徹底について
- ・ 事前に各埋設物管理者と施工前協議を行うこと。
 - ・ 試掘前に各埋設物管理者の施設台帳（埋設調査資料）を入手し、速やかに監督員に報告すること。
 - ・ 地下埋設物位置確認等の試掘箇所は、監督員と現地立会いの上決定すること。
 - ・ 各埋設物管理者に立会いを求め、ペンキ等によるマーキングを実施するなど、現地調査の徹底を図ること。

- ・ 試掘や埋設物周辺を掘削する際、各埋設物管理者に立会いを求めて実施すること。
- ・ 埋設物は、その種類、位置（平面・深さ）、規格、構造等を原則、目視で確認すること。
- ・ 試掘は、掘削の形状寸法、埋設物の詳細な位置・深さ等の調査結果を工事打合せ簿に添付して監督員に提出すること。
- ・ 「地下埋設物に関するチェックリスト」により各占用企業者との協議及び安全管理を実施すること。また、当該チェックリスト及び協議資料等を、工事打合せ簿に添付し速やかに監督員へ提出すること

図 8.6 施工前打合せ資料（地下埋設物確認に関する安全管理の徹底について）

イ 発注者の安全意識の構築・強化（対策 4）

発注者の安全意識の構築・強化を行うために、新たに事故防止マニュアル（図 8.7）（以下、本マニュアル）を策定する。本マニュアルは工事の各段階において監督員が受注者へ安全施工上行う確認事項及び注意事項、過去の事故事例及び関係法令等を取りまとめたものであり、本マニュアルにおける試掘及び薬液注入工（図 8.8,9）などにより、発注者として事故防止の意識高揚と周知徹底を行う。

工事担当課の課内研修において、ベテラン・新人職員を問わず本マニュアルを定期的かつ継続的に活用し、監督員が受注者に適切な安全施工上の指示及び確認を行い、発注者の安全意識の構築・強化とともに事故防止を図るものとする。



図 8.7 事故防止マニュアル

2-3 試掘

試掘は、工事に先立ち、地下埋設物が近接する場所や管の連絡箇所等について、埋設物の位置・形状等を正確に把握するために実施する。

試掘は、地下埋設物管理者に立会いを求めて実施するとともに、埋設物が損傷しないように措置を講じなければならない。

また、埋め戻し後も埋設物の位置・形状等が容易に確認できるよう路上にペンキ等で表示する。

確認事項

- ① 試掘箇所は監督員立会いの上決定しているか
- ② 地下埋設物の管理者に立会いを求めて実施しているか
- ③ 埋設物の確認は、目視で行っているか。また、不明な場所は追加調査を指導する
- ④ 記録した埋設物データを試掘復旧箇所にペンキ等で目印を付けたか
- ⑤ 試掘復旧箇所は定期的に点検し、路面に段差やアスファルト片がないよう保守・管理を指導する
- ⑥ 試掘後、速やかに試掘調査結果の提出を求める
- ⑦ 試掘調査結果が試掘箇所の場所・掘削の形状寸法・埋設物の詳細な位置等が適正に記載されているか確認する
- ⑧ 近接する地下埋設物がある場合は、管理者との協議結果、その指示事項、必要な処置状況の報告を求める



試掘状況

13



ペンキ等による目印状況

図 8.8 事故防止マニュアル（試験掘）

2-7 薬液注入工

凝固する薬液を地盤に注入し、地盤の透水性を減少させることで地盤の強化や湧水防止を目的として行われる。

薬液の注入方法としては、ボーリングマシンにて地盤を削孔し、管を挿入薬液を注入する。

薬液の注入作業中は注入圧力と注入量を常時監視し、異常な変化が生じた場合は、直ちに注入を中止し、その原因を調査して、適切な措置を講じる。地下埋設物に近接して薬液の注入を行う場合においては、当該地下埋設物に沿って薬液の流出する事態を防止するよう、必要な措置を講じる。

確認事項

- ①地下埋設物の事前の調査及びペンキ等のマーキングが行われているか、マーキングが消失した場合の復旧手順を事前に確認
- ②ボーリングマシンによる削孔位置、延長の確認
地下埋設物に影響が及ばない削孔位置、防止措置がとられているか
- ③薬液注入圧・注入量の確認
- ④薬液が十分に混合するような措置が講じられているか
- ⑤近接して河川・貯水池・井戸等がある場合は地下水位調査
- ⑥観測井内の地下水の水質検査の実施及び頻度
- ⑦注入機器の作業範囲内にオペレーター以外の作業員が立ち入っていないか
- ⑧事前に経歴書によって承諾した薬液注入工に関する現場責任者が現場に配置されているか

※関係指針等

(建設省官技発第160号薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針)

(建設省官技発第157号薬液注入工法の管理について)

図 8.9 事故防止マニュアル (薬液注入工)

(3) 事故等発生時の迅速な情報共有

【調査結果 25】

監督員は事故原因が特定されていない段階であったが、情報を収集し、随時、迅速かつ正確に水道管理課に報告すべきであった。このことから、次のとおり事故等発生時の迅速な情報共有体制を確立するものとする。

ア 事故等発生時の迅速な情報共有体制の確立（対策 5）

水道部内の事故等発生後の速やかな情報伝達を行うため、令和 4 年 7 月 6 日付事務連絡により苦情・事故等報告書（速報）（図 8.10）を整備した。これを踏まえ、事故等発生時の情報管理事務の処理手引（図 8.11）を改定する。この速報の報告基準として、事故が発生した場合、もしくは事故が予見される場合は、直ちに事故の概要を所管の部長級まで情報共有を図った上で、危機事象別連絡体制の適切なルートに基づき水道管理課に報告し、人的被害、救急車要請、警察出動及び社会的影響が大きいものに該当する場合は、可能な限り詳細を報告書に記載するものとする。

この再発防止策により、事故等発生時の迅速な情報共有体制を確立するものとする。

受付番号

作成日: 令和 年 月 日

苦情・事故等報告書 (速報)

受付日時	令和 4 年 月 日 ()	時 分
受付方法	<input type="checkbox"/> 電話 <input type="checkbox"/> メール <input type="checkbox"/> 現地 <input type="checkbox"/> その他	
連絡者 (依頼者)	氏名	電話
	住所	
事故等発生日時	令和 年 月 日 ()	時 分頃
事故等発生場所	区	
報告職員	課	係 (氏名)
対応職員	課	係 (氏名)
事故の概要	どこで	
	誰が	
	何を	
	どうした	
報道発表の要否	人的被害 ⇒	—
	救急車要請 ⇒	—
	警察出動 ⇒	—
	社会的影響大 ⇒	【緊急断水】 影響戸数が概ね100戸以上の場合。(※未満でも)多量使用者、大規模な駅・ホテル、大病院、市場など 【緊急減水・濁水】 影響戸数が概ね1,000戸以上の場合。(※未満でも)多量使用者、大規模な駅・ホテル、大病院、市場など 【送配水機能の支障】 浄水場、配水所等が停電や水質事故などの原因により、送配水機能等に支障が生じ、市民生活に影響、又はそのおそれがある場合 【道路等の浸水・陥没】 水道水が路上等に多量かつ広範囲に噴出したり、水道施設が原因の大規模な道路陥没、亀裂がある場合、又はそのおそれがある場合 【交通障害】 国道、市道その他交通量が多い道路において、著しい交通障害が発生、又はそのおそれがある場合 【公共施設等への影響】 駅、ホテル、病院、市場、市民利用施設等への影響があり、かつ、複数の利用者に影響、又はそのおそれがある場合 【電車遅延】 電車の運行に影響、又はそのおそれがある場合 【SNS等による拡散】 新聞、テレビ、ラジオなどの報道機関から取材、SNSによる拡散などがあった場合、又はそのおそれがある場合 【第三者被害】 第三者に被害があり被害者から報道発表の了解を得た場合 【その他】 事故等の状況を精査した上で、社会的影響が大きいと考えられる事象(3川上経営第54号「報道発表の要否について(通知)」参照)
	↑ この項目のうち、一つでも「あり」となった場合は、報道発表する場合がありますので、可及的速やかに必要事項を記入し、連絡すること	
	工事名・事故施設	
	配水管情報	mm 布設年度 年 管種
	断水戸数	戸
	負傷者の情報	年代 代
	負傷者の状況	
家屋被害	戸	
交通被害		
他企業管損傷		
その他被害		
経緯	:	
その他	※対応状況や復旧状況についてもわかる範囲で詳細に記載のこと ※事故現場周辺主要施設がわかる地図情報の添付 ※配管図、案内図、現場写真の添付	

図 8.10 苦情・事故等報告書 (速報)

1 連絡体制

事故等が発生した場合の連絡体制については、「危機事象別連絡体制 令和4年3月 川崎市上下水道局水道部」(別紙1)に基づき、適切な伝達ルートにおいて速やかに実施すること。

2 情報の収集・伝達 (⇒担当: 事故等の所管課所場)

(1) 速報について

(ア) 速報の報告基準

事故が発生した場合、もしくは事故が予見される場合は、直ちに事故の概要を所管の部長級(所長、センター長及び場長)まで情報共有を図った上で、危機事象別連絡体制の適切なルートに基づき**水道管理課へ電話にて**報告するとともに、水道部フォルダ内に事故フォルダを作成し、資料を格納すること。

事故等の対応にあたる所管課所場は、次の4項目、**①人的被害、②救急車要請、③警察出動、④社会的影響が大きいもの**(詳細の判断基準については、「3 報道発表の要否」を参照のこと)に該当する場合は、可能な限り詳細を記載すること。

(格納方法は、令和4年7月6日付け事務連絡、「苦情・事故等報告書の速報版の提出について(依頼)」(別紙2)を参照のこと)

(イ) 収集・伝達する情報の内容(速報)

事故等の対応にあたる所管課所場は、下表1の項目に関する情報を収集し、**可及的速やかに(事故発生1時間以内を目安に)**作成したフォルダ内にて「**苦情・事故等報告書(速報)**」(別紙3)の作成及び、関連資料の格納を行い、作業完了後、水道管理課へその旨電話連絡すること。

なお、新たな情報が分かり次第、随時、迅速かつ正確に第1報(以降、最終報まで)として資料作成を行うとともに、適宜、水道管理課へその旨電話連絡すること。

(表1)

	項目	備考(例など)	
1	事故等発生日時	令和 年 月 日	
2	事故等発生場所	令和 年 月 日	
3	事故の概要	どこで	○区△番地付近、□道路(市道)◎交差点付近
		誰が何を	請負業者 (ブルダウンにより選択) 掘削中に既設管の継手部を破損
		どうした	漏水が発生し、道路が冠水し一部交通規制を実施
4 報道発表の要否	下記の項目のうち、1つでも「あり」がある場合、報道発表する場合あり		
	人的被害	あり・なしのブルダウン選択	
	救急車要請	あり・なしのブルダウン選択	
	警察出動	あり・なしのブルダウン選択	
	社会的影響大	あり・なしのブルダウン選択 「3 報道発表の要否」参照	
5 事故情報	工事名・事故施設	(例) ○○配水管布設替工事・配水本管	
	配水管情報	口径、布設年度、管種の詳細	
	断水戸数	戸数	
	負傷者の情報	性別、年代、その他情報	
	負傷者の状況	何で負傷したのか、負傷場所等	
	家屋被害	(例) 浸水範囲は掘削穴周囲5m程度	
	交通被害	(例) 片側1車線を○時から規制し、バスが遅延	
	他企業管損傷	(例) ガス供給管破損 20戸ガス供給停止	
	その他被害	詳細記入	
6	経緯	時系列で詳細を記入	
7	その他	対応状況や復旧状況についてもわかる範囲で詳細に記載	

図 8.11 事故等発生時の情報管理事務の処理手引(抜粋)

(4) 事故防止研修の実施

事故防止研修は、監督業務を行う工事担当課技術職員を対象とし、監督員が事故防止の適切な判断及び受注者指導を行うための適正な監督業務体制の構築に取り組み、事故防止を図るものとする。また、定期的に事故防止研修を行うことにより、適正な監督業務体制を継続的に確保するものとする。

ア 事件事例研修及び再発防止研修（対策6）

事件事例研修は、監督員が事故防止の適切な判断や受注者指導を行うことを目的として、委員会で取りまとめた事実関係の調査結果に対し、設計図書や工事標準仕様書及び監督規程等と照合し、監督業務における課題や問題点を抽出した上で、事故防止の意識醸成や再発防止を図るものとする。

再発防止研修は、監督員が事故の再発防止に係る適切な判断や受注者指導を行うことを目的として、委員会で取りまとめた再発防止策である事故防止マニュアル等の熟知及び周知徹底を図り、事故の再発防止に万全を期するものとする。

9 学識経験者の意見聴取

(1) 意見聴取の概要

第三者視点として、川崎市上下水道事業経営審議委員会委員の学識経験者7名から、本報告書「8 再発防止策の検討」（案）等を対象に、令和4年8月19日（金）と25日（木）に意見聴取を行った。

(2) 意見及び対応

学識経験者の意見を集約し第三者意見として、それに対する本市対応を表9.1に示す。第三者意見を参考とし、本報告書について、文言修正等を行った。

表 9.1 第三者意見及び対応

第三者意見	川崎市対応
(1) 地下埋設物の施工管理体制の強化	
ア 地下埋設物調査に係る仕様の明確化及び施工管理体制の強化【特記仕様書・チェックリスト】	
・運用が徹底されていなかった対策としては妥当である。	—
・従前の工事標準仕様書から新たに策定した特記仕様書の項目について、何処が新規項目か明示する必要がある。	・報告書に新規項目を明示します。
・特記仕様書第1条について「事前調査」、「埋設物調査」の表記が混在している。	・第1条は「事前調査」で文言統一します。
・特記仕様書第2条について「原則として」の表記は見直しが必要ではないか。	・必要な文言修正します。
・特記仕様書第5条についてチェックリストの提出時期やチェックリスト提出後の本施工などの追記が必要ではないか。	・必要な文言修正します。
(2) 事故防止の意識高揚と周知徹底	
ア 工事施工の適正な履行徹底【施工前打合せ資料】	
・「占有企業者」と特記仕様書の「地下埋設物管理者」は違う意味か。	・同じ意味ですので、「地下埋設物管理者」で文言統一します。
(2) 事故防止の意識高揚と周知徹底	
イ 発注者の安全意識の構築・強化【事故防止マニュアル】	
・事故防止マニュアルを受注者側の安全教育などに活用したらどうか。	・本マニュアルは発注者向けとなりますが、受注者への有効活用を図っていきます。
(3) 事故等発生時の迅速な情報共有	
ア 事故等発生時の迅速な情報共有体制【事故等発生時の情報管理事務の処理手引】	
・特になし	—
その他	
・特記仕様書ほか各資料に「試掘調査」、「試験堀調査」の表記が混在している。	・「試掘調査」で文言統一します。
・工事の安全を守る上で、人身事故の可能性や社会的影響が大きい重大事故の旨を伝えた方がいいと思う。	・報告書にその旨を追記します。
・川崎市の本事故の教訓、再発防止策を他都市へ情報共有が望ましい。	・他都市との情報交換会やホームページ公開などを通じて情報提供を図っていきます。
・受注者の安全教育を入札条件にする等の取組みが必要ではないか。	・今後の課題として契約部署と調整を図っていきます。

10 資料編

資料1 川崎市上下水道局東京電力地中送電線破損事故調査委員会要綱

(趣旨)

第1条 この要綱は、川崎市上下水道局東京電力地中送電線破損事故調査委員会(以下「委員会」という。)の運営について必要な事項を定めるものとする。

(所掌事務)

第2条 委員会は、次に掲げる事項を所掌する。

- (1) 黒川送水管1000mm・800mm及び4号送水管1000mm人孔T字管補強工事(以下「本件工事」という。)の施行中に東京電力の地中送電線を破損させた事故(以下「本件事故」という。)の事実関係の調査に関すること。
- (2) 本件工事における本件事故と同種の事故の再発防止に関すること。
- (3) 川崎市上下水道局経営審議委員会学識経験者への意見聴取に関すること。
- (4) その他委員長が必要と認める事項に関すること。

(組織)

第3条 委員会は、委員長、副委員長及び委員をもって組織する。

- 2 委員長は、担当理事〔事業統括〕をもって充てる。
- 3 副委員長は、水道部長及び第1配水工事事務所長をもって充てる。
- 4 委員は、別表に掲げる者をもって充てる。

(会議)

第4条 委員会は必要に応じて委員長が招集し、委員長はその会議の議長となる。

- 2 委員会は、委員(副委員長を含む。)の半数以上の出席がなければ、会議を開くことができない。
- 3 前2項の規定にかかわらず、急施を要する事項等委員長が特に認めたものについては、書類の回議により委員会の審議に代えることができる。
- 4 委員会の議事は、出席した委員(副委員長を含む。)の過半数で決し、可否同数のときは、委員長の決するところによる。
- 5 委員長は、委員会を代表し、会務を総理する。
- 6 委員長に事故があるとき、又は委員長が欠けたときは、副委員長がその職務を代理する。
- 7 委員長は、必要があると認めるときは関係者を出席させ、説明を求め、又は意見を徴することができる。
- 8 委員長は、委員会の議事の結果を上下水道事業管理者に上申する。

(庶務)

第5条 委員会の庶務は、水道管路課において処理する。

(委任)

第6条 この要綱に定めるもののほか、委員会の運営に関し必要な事項は、委員長が定める。

附 則

(施行期日)

1 この要綱は、令和4年6月1日から施行する。

(この要綱の失効)

2 この要綱は、令和4年9月30日限り、その効力を失う。

別表 (第3条関係)

委員名簿

経営戦略・危機管理室の経営戦略・企画調整担当の担当課長
経営戦略・危機管理室の危機管理担当の担当課長
総務部庶務課長
総務部庶務課の法制・情報公開担当の担当課長
水道部水道管理課長
水道部水道管路課長
第1配水工事事務所第3配水工事事務所長
下水道部下水道管路課長

資料 2 試掘結果報告書

受注者から監督員に報告（令和 3 年 11 月 29 日）

図 6.1 試掘結果報告書参照

資料 3 変更の薬液注入工事施工計画書

受注者から監督員に提出（令和 3 年 12 月 20 日）

図 6.2 薬液注入範囲の変更図参照

資料 4 感染症罹患等に関する報告書

監督員が報告（令和 4 年 5 月 13 日）

図 6.3 感染症罹患に関する報告書参照

資料5 事故発生報告書

受注者から監督員に提出（抜粋）（令和4年5月25日）

事 故 発 生 報 告 書	
令和 4 年 5 月 25 日	
(あて先) 川崎市上下水道事業管理者	
受注者	
住 所	
商号又は名称	
代 表 者 名	
契約番号	5031000147
工 事 名	黒川送水管1000mm・800mm及び4号送水管1000mm人孔T字管補強工事
工 期	令和 3 年 8 月 17 日 から 令和 4 年 9 月 26 日 まで
工 事 場 所	自：麻生区栗木台2-15先 至：麻生区片平2-14-1先 ほかに5件
発 生 日 時	令和 4 年 5 月 13 日 22 時 30 分 頃 天候 (曇り)
発 生 場 所 麻生区上麻生2-38-9先 (No.27立坑) ※薬液注人工事 側壁部 孔No.10	
事故発生原因及び内容 薬液注人工事において、側壁部No.10の箇所を削孔中に、東電ケーブル（φ150強化プラスチック複合管3条4段、土被り1.35m）に接触損傷させたものである。 本工事内容の説明、及び試掘工事に関する事前協議は2021年9月21日に[]にて[]24日に[]行っていたが（協議内容として、弊社から試掘工事における予定掘削寸法、着工時期が未定であることの説明、東京電力からの埋設位置等を記載した参考図面等の情報提供、留意事項の説明等、一時間弱の打合せ）その後、試掘調査結果を基にした薬液注人工事に関する協議は行っておらず、また、監督員に協議を行っていない旨の報告もしていなかった。 協議を行っていないことに気が付いたのは、2022年5月9日（月）頃で、5月13日（金）に着工予定だった薬液注人工事まで既に一週間を切っており、協議を行う期限を過ぎていた。 既に近隣住民、東急バス、小田急バスへの工事予定PRを済ませていたことから、工事を実施する方向で考えており、設計図面（17/42）及び事前協議にて東京電力から提供されていた参考図面（占有位置、土被り等記載）を基に、現地に東電ケーブルの占有位置を明示する措置のみで、東京電力の立会いを求めることもなく施工を実施してしまった。 また、埋設物が近接している箇所での薬液注人工事の際には、シェディング（無回転）による削孔、	
(注) 必要に応じて略図、写真等を添付する	

資料6 事故周知・再発防止策

受注者から監督員に提出（抜粋）（令和4年6月21日）

事故周知・再発防止対策			
事故発生日時	2022年5月13日 22時26分頃		
発生場所	川崎市麻生区上麻生2-38-9先(尻手黒川道路 上り)		
工事名	黒川送水管1000mm・800mm及び4号送水管1000mm人孔T字管補強工事		
工期	令和3年8月17日～令和4年9月26日		
発注者	川崎市上下水道局		
災害の種類	公衆災害:物損事故	工事区分	地盤改良工事
事故内容	薬液注入工事におけるボーリング作業による、埋設物破損。	被災者 性別・年齢 職業	なし
被災状況	<ul style="list-style-type: none"> ・東電管(PiP強化プラスチック φ150及び地中ケーブル)損傷 ・停電約6万9千件 		
事故の経緯	<p>立坑築造工事に伴う薬液注入工事において、ボーリング中に東電管(強化プラスチック複合管φ150mm及び送電ケーブル、3条4段、土被り1.35m)を損傷させたものである。</p> <p>当日の作業内容はNo.27立坑の立坑側壁部の薬液注入工事で、21時から車道片側1車線を規制、施工準備を行い、22時頃から当該箇所(立坑側壁部孔No.10)の削孔を開始した。</p> <p>22時20分頃、削孔中にGL-2.0m付近で支障物に当たり、圧が上がり抜けないと、一度ロッドを引き上げた。その際、ロッド先端を確認したところ、塩ビの破片のような物と、銅線くずのような物が詰まっていたため、東電管を破損させた可能性が懸念されたため、現場周辺を確認したが、街灯や信号機の異常もなく、停電が認められなかったため、当該削孔箇所から20cm～30cmほど歩道側に削孔位置を移動し、施工を再開した。</p> <p>また、同時刻、横浜市青葉区をはじめとする広範囲で停電が発生していることをネットニュース等で知る。</p> <p>その後、2時過ぎに東電の職員が現場パトロールに訪れ、本工事が停電の原因である可能性が高いことから、工事の中止を求められ、施工を中止した。</p> <p>5月15日夜、東電による管路内部のカメラ調査の結果、ケーブルの損傷と確認され、5月16日に東電より管内カメラの写真を見せられ、同日確認掘削を行い、5月17日に本工事による破損であることが断定された。</p> <p>【当日の安全対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・作業前のKY活動にて埋設管破損の恐れがあることの周知。 ・埋設物の情報を記載した図面の携行。 		
事故の原因	<ul style="list-style-type: none"> ・東電との工事全体の事前協議は行っていたが、当該箇所の薬液注入工事及び立坑築造工事についての施工協議を行っていなかった。 ・ガイドパイプの設置をせず、図面の情報のみで施工をした。 ・削孔の際、埋設物に当たればわかるだろうという安直な考えの基、施工を進めてしまった。 ・埋設物が近いことを知りながら、回転削孔にて掘り下げてしまった。 ・埋設物の情報、また、安全対策等の情報共有が曖昧であった。 ・削孔の際に障害物に当たり、削孔位置を変更したことを監督に報告することなく作業を進めてしまった。 		

資料7 東京電力地中送電線破損状況

電力ケーブル事故防止のお願い（抜粋）（令和4年6月 東京電力通知）

横浜市青葉区を中心とした 広域停電（2022/5/13）

地盤改良に伴う薬注ロッド削孔により
管路ならびに収容ケーブル損傷

The diagram shows a grid of numbered circles (0-12) with a vertical line labeled 'GL' and a lightning bolt symbol. The circle '1' is circled in red with a lightning bolt symbol. To the right, a photo labeled '損傷状況' shows orange pipes and a 66kV power cable. Red circles highlight damage to pipes 10, 7, and 4, and the power cable 1.

⑩ 管路のみ
⑦ 管路のみ
④ 管路のみ
① 電力ケーブル (66kV)

※無断・無連絡工事
(本施工前の協議未実施, 防護立会依頼無し)

電力ケーブル ①詳細（令和4年6月6日 東京電力より受領）



1.1 用語編

(1) 施工協議、試掘後協議

【解説】本報告書中の施工協議とは、受注者と東電等の他企業との工事施工に関する協議のこと。また、試掘後協議とは、試掘により水道管及び他企業管等の埋設状況を確認し、それを踏まえ行う施工協議のこと。

(2) 人孔T字管

【解説】人孔T字管とは、水道管（鋼管）の内面において溶接等の作業を行うことを目的に、作業員の入孔用として設置する水道管（鋼管）のこと。

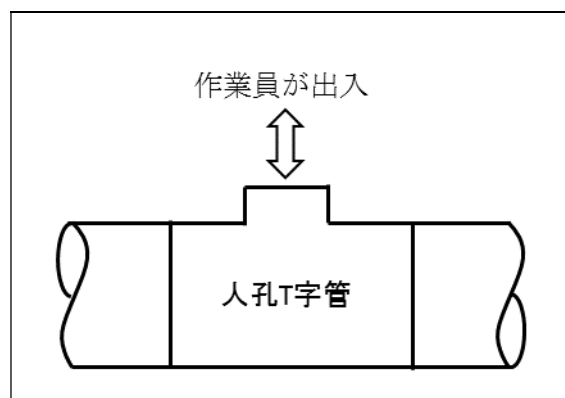


図 11.1 人孔T字管イメージ図

(3) 立坑

【解説】立坑とは、工事のために垂直に掘削された坑道のこと。

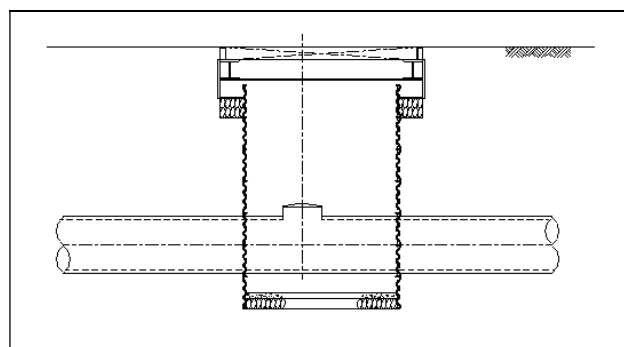


図 11.2 立坑イメージ図

(4) 薬液注入工

【解説】薬液注入工とは、地盤強化や透水性の減少を目的として、地盤内に薬液を注入する工法のこと。

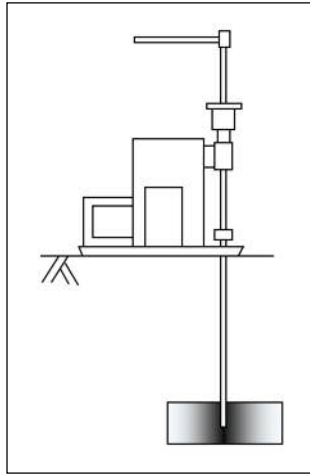


図 11.3 薬液注入イメージ図