



ネパールの水道支援

JICA 専門家 佐伯 孝志

1. はじめに

2017年12月よりネパール国で個別専門家(WaSH (Water, Sanitation and Hygiene) プログラムアドバイザー)をしている佐伯です。ネパール国より本原稿を寄稿しています。私は、現在、首都カトマンズにある給水省に所属し、WaSH セクターに係るネパール政府職員の能力が強化されること及び同セクターにおける JICA 事業が効果的に実施されることをプロジェクト目的に活動をしています。

今回は、先日(2019年2月)、ネパール国にて、本邦課題別研修のフォローアップの一環で開催されましたナレッジシェアリングセミナー(以下、同セミナー)での、私の活動報告についてご紹介いたします。

2. 報告内容

私は、ネパール国の WASH 関連組織の職員が一同に集まった同セミナーにて、「ネパール国ピラトナガル市(以下、ピ市)の水道施設に関する調査報告」について発表を行いました。このなかで、これまで延べ4回の現地調査結果を通して、調査対象であるピ市に限らず、ネパール国の都市給水施設が抱える課題に触れて、改善が必要な点についてできるだけ具体的な事例を踏まえて推奨ポイントとして頭出しを行いました。

まず、位置関係ですが、ピ市はインド国境沿いたライ平野の東南にあり、古くから多くの工場が立ち並ぶ産業都市です。国境を挟んで、インドの都市との強い交易で発展してきました。2011年の国勢調査結果では、人口約20万人でネパール国第3番目に人口が多い都市になります。

今回の調査目的は、(1)今後、発展が見込まれるたライ平野の代表的な都市の水道施設の状況を把握

40号 目次

- ・現地レポート:佐伯孝志(ネパール).....1
- ・ネパールを再訪して(尾崎昇).....3
- ・仙台集会報告.....4
- ・メンバーの近況:石橋良信(タイ・コンケン).....5
- ・2019年 WaQuAC-Net 総会の報告.....5
- ・Q&A 特集:地下水が高い所の漏水探知法.....6



現地調査の様子
(ピラトナガル市、右から2人目が筆者)

すること。(2)その中で、維持管理業務を含む水道施設の主要な課題について明らかにしていくことです。

次に、本調査は次の3点の視座から課題の可視化に努めました。1)水質基準の順守。2)可能な限り適切な水の計量。3)適切な水量に基づく水道料金の回収と事業を持続可能にする適正な料金設定です。

まず、「1)水質基準の順守」については、その取り組み具合の輪郭を定量化する方策として、「水道サービスに対する苦情対応割合」の指標を用いて説明をしました。この指標は、水質に限らず、水量や水道料金への不満など、利用者の水道サービスへの満足度の声(全体)を示す指標で、今後、可視化・定量化や情報管理に関する課題が改善されれば、水質に関する苦情対応も定量化が可能になります。今回は、より一般的な項目について調査した結果、ピ市では水道サービスに対する苦情対応割合は13%で、日本の水道事業者での概ね1%程度と比べると、かなり利用者が満足していないことが判りました。私が推奨するポイント①は、自ら苦情の主な原因を分析して、その結果を改善活動へ繋げることです。



セミナーでの発表の様子

今回、その分析事例として、塩素の残留効果について調査を行いました。ビ市は南アジアの多くの都市と同様に水量の不足や電力の不安定等から、できるだけ効果的に水を配れるように間欠給水(1日3回(11時間))を実施しています。また、各戸で、短時間でまとめて水を確保するために、各戸に貯水槽(タンク)を設置しているような状況です。その状況下での遊離塩素の残留量(DPD試薬の発色による吸光光度法)は、塩素(さらし粉)を注入している箇所で、2.0 mg/L、約 1.5 km先で 0 mg/L でした。この数字からも塩素消費量が大変大きいことが判りました。その原因は、先に説明した間欠給水による管路内への濁水の溜まりによる菌の繁殖も考えられますが、併せて、今回の調査路線内に漏水多発路線があり、間欠給水の断水時に一定程度、土砂水などが流入している可能性もあると考えています。私が推奨するポイント②は、課題(今回は漏水)を可視化して、それを改善活動(管路の修繕や更新など)へ繋げていくことです。

次に「2)可能な限り適切な水の計量」ですが、今回の調査で、マスターメータが壊れていたり、設置していても必ずしも適切な計量ができないところに設置されていたりしていました。それにより水の計量に関する満足な管理が成されていないことが判りました。現在、概ね分かっていることは、ポンプ能力と稼働時間で計算した取水量と、各戸メータでの計量とメータを設置していない利用者(定額制)の推計水量より算出した販売水量との差から無収水率が概ね 40%程度だということです。私が推奨するポイント③は、出来るだけ正確に供給水量、販売水量を把握することです。それを踏まえて、無収水の削減に向けて課題の原因を正していくことです。

同セミナーではその分析事例として、フィジカルロスと

漏水について説明しました。まず、漏水修繕のプロセスとして、無収水率が 30%を下回るまでは、①できるだけ早く地表漏水を発見して修繕すること。②修繕情報を管理(記録)すること。③漏水の傾向を分析して、適切な対応(修繕・更新・材質の変更・施工方法の修正・変更等)を実施することを説明しました。

次に、その前段を踏まえて、調査時の出来事を話題提供しました。それは漏水原因に関することで、修繕の職員から、道路工事が起因する管路へのダメージだと説明がありました。実際に現場を見ると不適切な施工による不要なエルボジョイントを重機が引っかけたことによる漏水でした。この事故は、恐らく連結している周辺の接続箇所にも悪影響を与えていると思います。もし、不要なエルボジョイントを設置するような工事管理や施工方法ではなかったら、漏水は発生しなかったかもしれません。私が推奨するポイント④は、工事管理や施工方法の改善に取り組むことです。

次に「3)適切な水量に基づく水道料金の回収と持続的な水量料金の設定」ですが、今回は文字数の関係で省略します。

最後に、課題について私の解釈で整理すると、ステップ①経営層の課題、ステップ②施設や業務本来の課題、ステップ③可視化・定量化の課題、ステップ④情報管理の課題に分類できます。私は、それらの課題が階層的に関係性を持っており、下部のステップ①②が安定化しないと上部のステップ③④の安定的な課題の解決は期待しにくい(効果が薄い)と考えています。ネパール国ではステップ①②の課題が大きく横たわっていて、すぐには解決できない問題が多くあります。しかし、



公共水栓の利用状況(パタン)

※大規模施設の場合、自然水による給水では水量が足りず、一度、タンクに貯めてから利用している

まずは、自らのポジションにあった課題の切り分けを行って、自らが実施可能な改善活動を各単位(個人・部署・組織)で取り組むことが肝要だと説明しました。

3. おわりに

最後になりましたが、今回、初めて南アジア地域の水道に関わって、これまで経験してきた地域とはまた異なった、文化・風習、社会情勢を踏まえた水道のあり様を目の当たりにしてきました。また、国内どこに行っても、まったく水が足りないの、貯めて水を使用するから衛生面での心配事も多く、総じて水量確保に偏重し

た水道になっています。人材も、幹部クラスと現業職員がレベル分けではっきり別れていて、田舎に行くと、仕事も穴を掘る人は掘る人、管を接続する人は接続する人、弁を操作する人は操作する人に別れています。

でも、それってよく振り返ってみたら、私が日本の水道事業に飛び込んだ若かりし頃のような何か懐かしさも覚えます。

そのようなことに感慨を覚えながら、これからも専門家として行動をひとつずつ重ねていきたいと思っています。

ネパールを再訪して

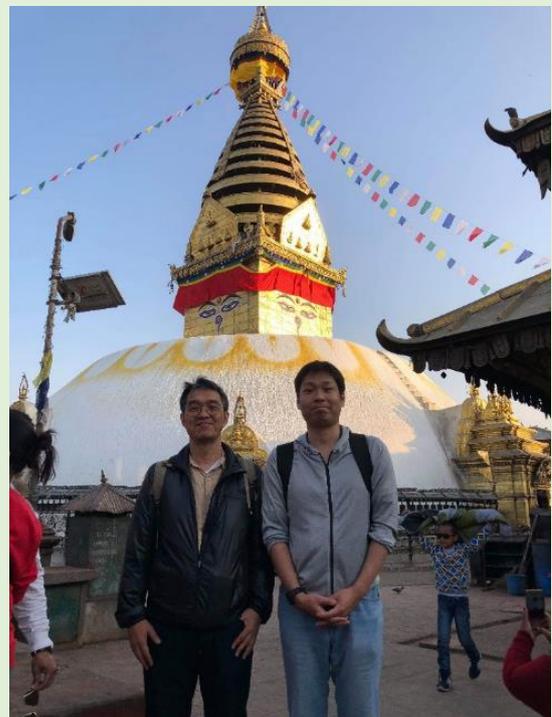
堺市上下水道局 尾寄昇

ワクワク会員の尾寄さんは、ネパールでの長期専門家経験者。2015年のネパール地震について[会報29号](#)に投稿いただいています。この度、ネパールを再訪し佐伯さんを激励されたとのことで、寄稿いただきました。(事務局)

2006年から2008年までネパールで技術協力専門家をしておりました尾寄です。昨年11月に佐伯専門家の陣中見舞い行ってきました。もう一つの訪問目的であった「地震からの復興状況視察」について、以下投稿します。

カトマンズの街並みは、地震前と変わらないように見えました。よく見れば、建て替わっていたり、壁を突っ張り棒で支えていたりしますが、10年前と大きくは変わりません。入り組んだ細道とレンガの建物の街並みです。世界遺産の寺院等は、ようやく復旧が始まった感じですが、生活空間は復旧を急いだものと思います。

「復興」という観点では、道路拡幅や建物の耐震化が必要だったのかもしれませんが、しかし、仮設住宅も住宅再建支援も無い中で、「良い街に作り替えるから我慢して」というのは難しいですね。今を生き延



ネパールのパゴダにて。左から尾寄さん、佐伯さん

びなければならない状況で、どうすれば「Build Back Better」できるのだろうと考えさせられました。

市内の交通渋滞、大気汚染はひどくなり、郊外へのスプロールが広がっているようにも感じます。地震の影響で首都への人口流入が進んだものと想像します。ただでさえ水が無いカトマンズで水道はさらに厳しい状況になっています。あらためて佐伯専門家にお見舞い申し上げます。

仙台・情報・交換会の開催

★ 2019年1月14日の成人式に、事務局の山本さんからの誘いに手を上げて、WaQuAC-Net の東北仙台メンバーの方との意見交換会に参加しました。参加者は、石橋良信先生、館裕貴氏、事務局の山本さんそして私の 4 人です。私にとっては、仙台のお二方とは、初対面で、どんな出会いになるのかなと、大きな不安と小さな期待を抱いて大宮から新幹線に乗りました。もちろん結果は真逆。お二人のお人柄からか、不安はお会いした瞬間に消え失せ、経験豊富なお三方の話に心地よい興奮状態が続き、自身もしゃべり過ぎ… 大きな感動の連続とちょうど節目を迎える私自身のこれからの生き方に決定的な影響を残して別れに。久しぶりのビッグな新たな出会い、そしてとても有意義な情報交換となりました。夢を持ちそれを追いつけること。世のため人のために見返りを求めることなくチャレンジをし続けていくこと。被災地や発展途上の地域に、それまでに培った経験をもとに限りなく更なるチャレンジをし、自分を磨いていくこと。大宮から新幹線で仙台へ。駅構内レストランでの 3 時間余りの意見交換。そして駅構内から出ることなく上りの新幹線の車中に。そんな初めての経験と共に、人としての道をそして WaQuAC-Net のこれらを 4 人で共有することができた希少な経験となりました。(文責: 下村政裕、さいたま市水道局)



左から館、山本、下村、石橋(敬称略)

★ WaQuAC-Net は東日本大震災の復興を支援し、モニタリングします。と宣言しています。しかし、2014年以降東北へ行く機会を逸していました。2015年に館さんが神奈川県から石巻に移住したのをきっかけに是非

復興進む東北に行きたいと思い、今回強力な助っ人下村さんを誘い、やっと実現しました。石橋先生もコンケンから戻っており、仙台市水道局の渡部さんとも打ち合わせをしていましたが、直前に渡部さんがインフルエンザにかかり残念ながら欠席しました。

石橋先生はなんと東北大学の助手になったばかりの若かりし頃、1978 年宮城県沖地震による仙台・石巻の水道施設の被害について調査し、水道施設等に関する対策をまとめ、1979 年 11 月発行水道協会雑誌第 542 号にその報文を掲載していました。石巻地方広域水道企業団は、何回かの震災に見舞われ、その都度震災対策を強化しており、水道協会宮城県支部の要として震災対策に努めてきたそうです。

館さんは 2012 年 4 月から 2 年間、神奈川県内広域水道企業団から石巻地方広域水道企業団に派遣され、支援業務をしていましたが、2014 年 4 月に神奈川県にいったんは戻った後、石巻の復興事業を見届けたいと 2015 年に神奈川を辞めて石巻に再就職するという、アツと驚く選択をしました。館さんがかかわった石巻の主力浄水場である須江山浄水場は 2018 年 2 月に竣工したそうです。

下村さんは、さいたま市水道局も石巻地方広域水道企業団の応急給水・応急復旧等様々な後方支援を行った経過もあるので、石巻の復興には注視していたということでした。長年ラオスプロジェクトで活躍されていた下村さんですが、今後は日本を中心に活動をされるということで、WaQuAC-Net での活動にも期待が……。今年は東日本大震災から 8 年目になり、仮設住宅の撤去や様々な支援事業が終了予定ということです。復興事業がどの程度進み、住民が安全で暮らしやすい生活を取り戻せたのか、我々もしっかりと確認する必要があるそうです。(文責: 山本、事務局)

東日本大震災から 8 年!!
復興はどこまで進んだか、確かめよう

日時: 2019 年 6 月 15 日 ~ 17 日

場所: 仙台市、石巻市

参加: 若干名

* 参加希望者は事務局までお知らせください。
車等に限度があり、若干名とさせていただきます。
人数オーバーの場合にはご容赦ください。

メンバーの近況 ♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪

♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪
2019 年 WaQuAC-Net 総会報告
♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪

卒業式に参列

コンケン大学 公衆衛生学部
教授 石橋良信

♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪♪

2018 年 12 月 7 日コンケン大学の卒業式が午前と午後の 2 回に分けて学内のコンベンションホールで行われました。23 の学部からの卒業生は約 6,000 人、修士課程と博士課程の修了生は約 1,600 人の大人数です。卒業生、修了生、教員(出身の大学のガウンを着る教員もいる)は同じガウンを着用して実に壮観です。

式は皇室の意向で創られた国立大学らしく、皇室主体で進められ、プリンセスは厳かな雰囲気の中、約 7,600 人強の学生に一日をかけて証書を手渡します。大変な仕事量です。警護する近衛兵はサーベルや銃を携えて身動きもせず見守ります。外回りについては多くの警察官や軍人が警備に当たります。プリンセスから証書をいただくにあつて、卒業生たちは 1 日半をかけて入念にリハーサルを繰り返していました。

私は昨年に引き続き、最前列に座ることになりました。出席するには、写真撮影やトイレの禁止などの制約があり、タイ人の先生たちは長時間我慢を強いられる出席から逃げ回っているようにも思えます。

大学周辺は花屋さん、卒業生をアレンジした縫いぐるみやおもちゃ、食べ物の屋台などまるでお祭りのような賑わいです。コンケンでは珍しく交通渋滞が起きます。

卒業式前後の一週間は学部ごとの写真撮影、学部・大学院それぞれのパーティが催され、お祝いムード一色になります。

写真は私が指導した修士修了生です。



日時: 2019 年 2 月 15 日

場所: 東京八重洲

参加者: 笹山、有村、中之藪、下村、守田、
関元、七條、山本(敬称略)

2019 年の総会が例年どおり開かれましたのでご報告致します。

2018 年の活動の主なものとしては、「タイ・カンボジア 会員交流の旅」を実施しました。日本から 3 名参加、タイでは MWA(首都圏水道公社)、PWA(地方水道公社)、コンケン大学でセミナーを開催、カンボジアでは生物と水質分析のフォローアップ研修を夫々実施し、会員以外の参加も含め両国合わせて約 100 名の参加がありました。第 11 回目となるミニツドでは「水道技術者のための水道財務Ⅱ」を開催、14 名が集まり、黒田講師の基、水道財務を勉強しました。今後も継続予定です。

現在の会員数ですが海外 77 名、日本 68 名、計 145 名です。(2 月 15 日現在)

2019 年の活動計画は、例年通りの九州支部総会、大阪集会の他、東日本大震災後 8 年目の復興状況の視察を 6 月に予定しています。また、今年設立 110 周年を迎えるベトナム・フエ水道公社への関係者訪問、タイ、コンケン大学への専門家派遣などを計画しています。また、2018 年会計報告は笹山さんの監査・指摘事項の発表後、承認されました。当日配りました資料「2018 年活動報告」「2018 年会計報告」「2019 年活動計画」はホームページ「[WaQuAC-Net とは](#)」に掲載されています。ご確認ください。

総会後は新年会として飲んで食べながら情報交換等、楽しく歓談しました。関元さんはケニアで手首を骨折し治療のために日本に一時帰国中、守田さんはすぐウガンダへ、七條さんはスーダンへと出張を控え、皆さん忙しい中での楽しい一時でした。

最近ではアフリカの援助が多いんですね。(実感！)

(文責: 山本)





疑問・解決コーナー

このコーナーへのご意見・ご質問大歓迎です。

Q: 水道管が地下水面以下にある(地下水位が高い)場所での漏水調査はどうか良いですか？

(Mr. Y.K. スリランカ)

A1: 回答者:
小田弘登
(福岡市水道局 O.B.)
大江喜足
(福岡市水道局)



1. 漏水調査方法

水道管の漏水調査方法は、漏水箇所から発生する漏水音を探知する方法が最も一般的です。その他、レーダー波を利用した方法、水道管内にガスを注入して調査する方法等があります。

2. 漏水調査方法の比較検討

主な手法は表 1 のとおり

3. 地下水位が高い場所での水道管の漏水調査方法等について

現在最も一般的に採用されている、音聴棒や漏水探知器を使用して漏水箇所を探知する音聴法は、聴音できる場所が限られる場合や、地下水位が高い場所(漏水音が伝わりにくい場所)では技術者に高いスキルが求められることとなり、漏水発見は非常に難しいと考えられます。このため、地下水が高い場合の水道管の漏水調査は、表 1 のとおり、相関式漏水探知器を使用する相関法及びトレーサガス工法が有効であると考えられます。

しかし、途上国では、以下の 1~3 の理由によりあまり普及していないと思われます。

表 1 現在使われている手法の比較

調査方法	詳細	地下水位が高い場所での有効性	判定
① 音聴法	音聴棒や漏水探知機を用いて、水道管から路面や弁栓等に伝わる漏水音によって漏水箇所を探知する方法。	聴音できる場所が限られること、技術者の聴覚による探知方法であるため、漏水音が伝わりにくい環境(空洞化状態、水中、PP や VP 管)では、不向きである。	△
② 相関法	水道管に直接または管に付属した弁・栓等に設置したセンサーで漏水音を複数箇所捉え、センサー間の漏水音到達時間差から、漏水箇所を探知する方法	水道管の延長が明確であり、調査延長が 200m 以下の状況であれば、地下水位が高い状態であっても有効であると考えられる。	○
③ トレーサガス工法	水道管内に水質上問題のないガスを注入し、漏水箇所から検出されるガスを地表面から探査する方法。	通常の音聴技術では探知できない漏水を特定することが可能であり、地下水位が高い場合でも有効と考えられる。	○
④ 地中レーダー工法	水道管の漏水により、湿潤状態となった地盤と周辺地盤との誘電率の違いを利用し、漏水箇所を探知する方法。	地盤の湿潤状態の変化を捉えて漏水箇所を特定する方法であるため、地下水位が高い場所での調査には不向きであると考えられる。	×
⑤ スマートボール工法	聴音センサー(ボール形)を水道管内に挿入し、管内を流す。この間にメモリに記録された情報から漏水箇所等を探知する方法。	海外で開発されたもので、日本での実績は少ないが、管周辺の影響を受けにくいと、地下水位が高い場所等では有効な手段と考えられる。	△

- ① 調査のコストが高い。
- ② 水道管付属設備(弁・栓等)が 200m の間に複数存在することが少ない。
- ③ 相関法の場合、管の材質・口径・布設延長等が明確でなければ測定ができない。

※聴音センサー(ボール形)を水道管に挿入する方法(スマートボール工法)については、開発から間もないため、あまり普及していないと思われます。

以上のことから、有効率(有収率)が低い状況においては、パトロール等を強化し、現在漏水している箇所を早期発見し、即時に修理する方法が、最も効果的な施策です。例えば、途上国は未舗装の場所が多いため、埋設深度にもよりますが、ある程度の水圧と漏水量があれば地上漏水として発見されます。(写1)

また、水路等の横断箇所などでは、水面に気泡が湧き出てくる可能性があります。(写2)

4. 地下水位が高い場所での水道管の漏水についての留意事項

1 地下水位が高い場所の水道管の漏水で、最も心配されることは、水道管の水圧がほとんどないか水圧が低い場合または一時的に低くなった場合(途上国では可能性あり)、地下水が水道管内へ逆流して、水道水質が汚染されることが考えられます。(写3)

2 地下水位が高い場所の水道管の漏水修理や配管工事等の場合、本来、水替え作業をきちんととしてドライワークで作業すべきですが、途上国では水中での手探りでの施工が行われることがあります。このような場合、きっちり漏水修理や配管工事が出来るかどうか疑問です。(写4)

5. 一考察

地下水位が高い、または高くなることが予想される場合には、管内空虚時に管が浮上しないように対策を図る必要があります。この管の浮上防止のため、最小土被りを確保するとともに、事故等の非常時において遮断などの操作ができるようにバルブ等の付属設備を設置しておかなければなりません。

また、前述のように有効率(有収率)が低い状況にあつては、「対症療法的対策」(現在漏水している箇所を発見し即時に修理する方法)は、即効性がある施策であり、地上漏水の即時修理とともに、地下漏水

の早期発見が重要となります。しかし、付属設備が少ない状況では、計画的な漏水防止調査の実施や漏水箇所の特定は非常に困難です。

このような観点から、適切な場所に付属設備を整備していくことが急務であり、初期投資は必要になりますが、結果として将来的に経済的で質の高い維持管理が可能になると考えられます。



写1 地上漏水



写2 水路等の横断箇所が発生した気泡等



写3 地下水が水道管内に侵入し汚染が



写4 水中での配管工事(漏水修理工事)

A2: 回答者: 関元伸一

(協和コンサルタンツ)



ご質問の漏水探知は、漏水探知器を使用した地表面での漏水音の捕捉を意図しているものと思われま
す。漏水音は、図に示した流水音、衝撃音、管との摩擦音、管振動音の 4 つの要素から構成される複合音を伴います。地下水位が管路の埋設深度より高い場

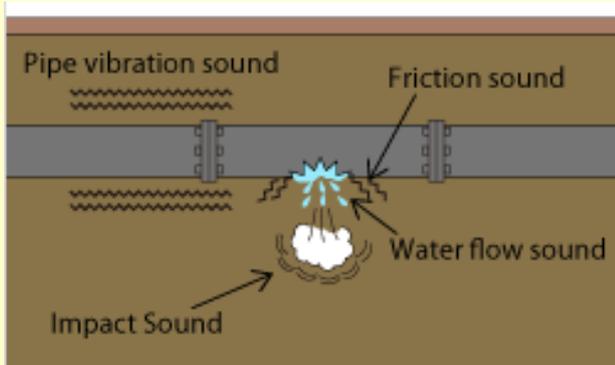


図 漏水音の発生メカニズム

合、プール状漏水(漏水口の周辺に空洞ができ、水で満たされたプールの状態)に近い状況であるため、漏水探知器による音聴調査では探知が非常に困難となります。これは、漏水音の構成要素、特に衝撃音が掻き消されるからです。例えば、ホースで壁に水を勢い良く掛けた場合、「バシャ、バシャ」と大きな音がして水が壁に衝突している場所が判ります。ところが、同じ水量を流したまま、水を張った浴槽にホースの先端を突っ込むと、「ブクブク」とした小さな音に変わり、どこで音が発生しているのか判らなくなります。このようなプール状漏水の探知は、入念に時間をかけた探知作業と経験が必要であり、漏水が発見できないことも多いです。この管路の付近のバルブやメータに漏水音が伝播している場合は、相関式漏水探知器によって漏水位置を特定することが可能です。

ところで漏水探知は、日本のように道路がアスファルトで舗装され水道管が路面下に埋設されている場合は路面音聴調査法が効率的ですが、途上国に多い水道管が路肩に埋設されている場合や、盛土の下に埋設位置がある場合は、路面音聴調査法による漏水探知はあまりお奨めできません。土がクッションやサイレンサーの役割を果たして地面で漏水音を捕捉しにくい

からです。

ケニアのニエリ水道では、この音聴調査法を断念し、約 100m ごとに掘削して超音波流量計を設置し、通過流量の確認による漏水位置の絞込みを主な調査方法としています。上流部から末端方向へ、流量測定によって漏水量を徹底的に追い詰める作業を毎日繰り返しています。

ご質問の漏水発生箇所の路面状況がアスファルト等で舗装されていない場合は、無理に漏水探知器で音聴調査に挑戦するだけでなく、超音波流量計による流量測定で漏水区間を絞り込む方法をお奨めします。

手掘りの作業員の手配が容易である場合は、なおさら流量測定法が有効です。このように現地状況に応じて効率的な調査方法を選択することが重要です。



写-1 超音波流量計で流量を測定する現場

A3: 回答者: 松岡康弘

(横浜ウォーター株式会社)

通常の漏水調査と同じように探査できます。埋設状況によっては漏水音が小さくなるケースがありますが、配管が完全に水没状態でなければ漏水探知は可能です。以下の図 1 から図 4 は漏水調査をする際の埋設状況をケース毎に表しています。

今回のケースは図 2 にあたります。よく途上国で同じ質問をされます。この際「あなたの国(調査地区)が水面に浮いていなければ大丈夫ですよ」と答えています。漏水調査の基本は、漏水の噴射音が配管や地中を

伝搬しこれを各種機器や人間の耳で捕らえるものです。

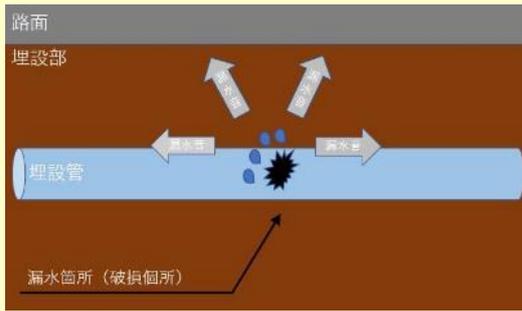


図 1 通常の埋設状態

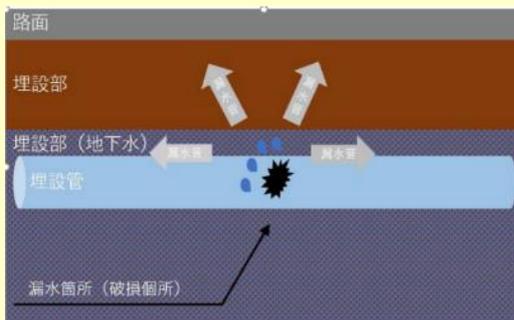


図 2 地下水位が高い状態

消えてしまいます。したがって通常の音聴調査ではこの漏水を発見することはできません。また、この状態を地上から判断することはできません。ですので、こういったケースがあることを頭に入れて漏水調査を定期的を実施し、漏水が地上に上がってきて地上漏水となる、地下に溜まった水が抜け噴射音が発生するのを待ちましょう。他に漏水がないのに無収水率や配水量が下がらず、このような漏水の疑いがあり、どうしても発見しなければいけない時は、細かいスパンでの流量測定を実施し、漏水発生箇所を絞りこんでいく手法もあります。この手法でケニア国のニエリ市は大きな成果を挙げています。

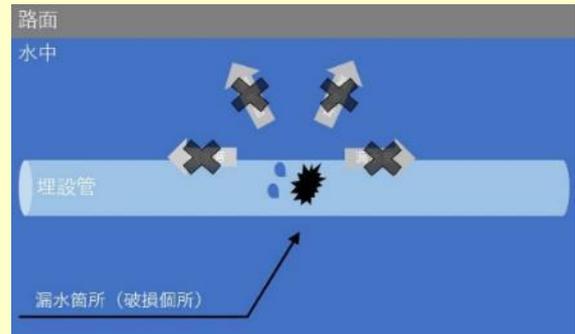


図 4 水中に配管されている

つまり噴射音がある限り、探査は可能です。地下水位が高いといっても水面に浮いているわけではなく、図 2 のように土に水の粒子が混ざっているような状態です。図 3、4 のように漏水箇所が完全に水に覆われているケースは漏水の噴射音が消えてしまいます。しかし、この図 2 のケースは埋設部に土や石がしっかりありますので噴射音は発生します。ただし、状況によっては噴射音が減衰し、漏水発見の難易度が上がるかもしれません。したがって、通常の調査より時間をかけて行う、調査回数を増やす等、現場状況に合わせた調査計画を考えてください。

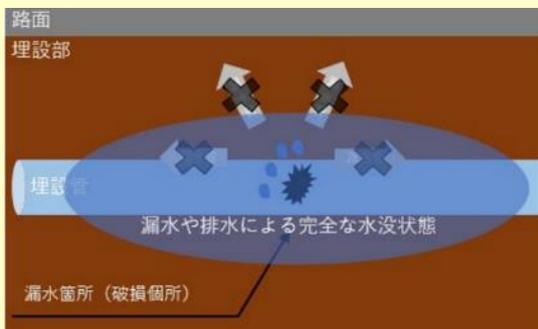


図 3 漏水等で配管周りがプールになっている

図 3 のケースは漏水や排水により漏水箇所が水没し(業界用語ではプールと言います)漏水の噴射音が

このケースは図 3 と違い、いつまで待っても漏水音が発生することも、地上に水が上がってくることもありません。布設替えをするか、図 3 のような流量測定を実施するしかありません。東南アジアの某国で完全に水路の中に沈んでいる配管を見たことがあります。皆さんはそんなことがないようにしましょう。

以上 4 つの埋設ケースを説明しました。ひとつ覚えていただきたいことは、漏水調査の手法や機器は万能ではないということです。漏水調査の基本は複数の手法・調査機材を組み合わせつつ、時間をかけて行うものです。また、1 回の調査では全ての漏水を発見できるものではありません。これは図 3 のケースや外部騒音にかき消されてしまう、漏水自体が小さく聴音できない等が理由です。また、漏水は復元するものです。ですから、漏水を発見し、無収水率を下げつつ維持するには、定期的かつ地道な調査が必要となります。漏水調査はあまり目立つ部門ではなく、労力を要しますが、水道事業経営には非常に重要な位置を占めています。これらの事を念頭に置き、ぜひ皆さんの水道事業で役立ててください。

A4: 回答者:高橋順一

東京水道インターナショナル(株)



問い合わせは、地下水が多いと音源探知法による探知は容易でないという主旨のようですが、漏水の音が発生しにくいということで、非金属管(PVC、PE)の場合の漏水発生状況を考察しました。

- 1) 漏水音: 漏水音の強さは、水圧が低いほど小さく、反対に水圧が上昇するほど大きくなります。
- 2) 圧力がある程度高ければ、高い周波数帯域での漏水音が発生しやすいです。音源探知法が難しいと言うことは、1bar 以下の圧力が想定されます。1bar 前後あればまだよいほうで、0.5bar 以下だと漏水孔の形状にもよりますが、漏水孔に近接しないと漏水音は聴取できません。
- 3) PVC、PE 管の漏水音は、比較的low周波の帯域の漏水音が多いです。low周波の音源は、減衰率が少なく伝搬距離が長いのですが、PVC、PE 管は音の大きさがもともと小さいので、伝搬しません。
- 4) 漏水量が多くても音が大きくなるとは限りません。PVC、PE の漏水孔の形状は金属管の漏水孔より単純な形状が多いので、漏水音は小さくなります。
- 5) 管口径が小さくなれば、漏水音は小さくなります。
- 6) 非金属管は金属管と比較して音が伝わる速度が遅く、距離も短くなります。

以上、非金属管(PVC、PE)で圧力が低い場合の漏水の発生調査は、音源探知法にとっては不利な条件が多いですが、漏水音は発生しているので、音源探知法で探知できる場合もあります。音源探知法の効果を高めるには、以下の方法が考えられます。

①	漏水の近傍に検知接点を作る。(バルブ設置)	途上国の管網はバルブ等の付属物が非常に少ないが、水量管理の観点からも設置を推奨する。
②*	ボーリングで音聴棒による管体接点を設ける。	ボーリング確認調査については、 ホームページ資料集「漏水探知のボーリング確認調査について」 参照
③	電動ポンプ、手動テスターで水圧を上昇させる。	水圧が高ければ、漏水の音も必然的に大きくなる。 詳細はホームページ・資料集参照

* ②

1) 音聴調査の用語について

音聴調査とは音聴棒を使用した栓・弁音聴調査と漏水探知機器を使用した地表面に伝搬する漏水音の捕捉を行うことを言う。

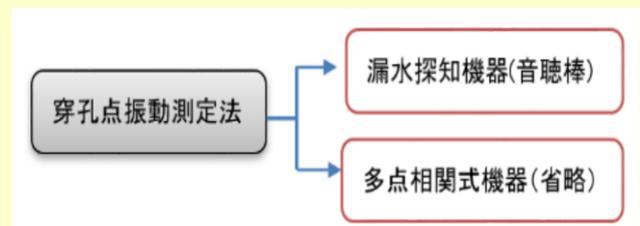


写 1 メーター・公道の栓・弁を接点として漏水の有無を調べる。

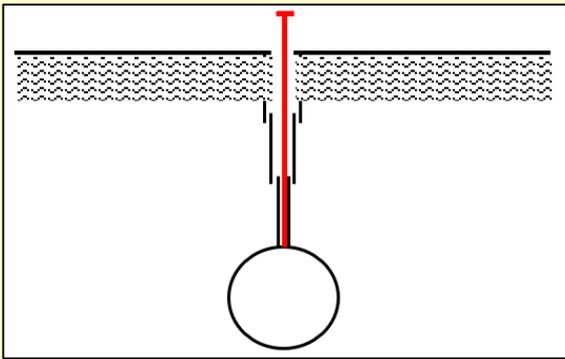


写 2 埋設管から発生する漏水音を地表面で捉える。

2) 参考事例: 大口径の頂部に感震棒を穿孔挿入させ、管体に伝搬している漏水音(疑似漏水音)を捕捉するものである。感震鋼棒を穿孔挿入させる工法であるので、穿孔点振動測定法と呼称する。穿孔点振動測定法に使用する機器あるいはシステムは以下のものとする。



漏水探知機器(音聴棒)による捕捉は下図(次ページ)のように深さ 1m ピッチに径を変えて穿孔し、その後、管に損傷を与えないように注意深く感振棒(9mm 鋼棒)を管体に接触させ、上部に漏水探知器を使用して漏水の伝搬音の有無と程度を探る。



* 高橋氏の詳細回答はホームページ・資料集
 「地下水が高い管路での漏水探知法」
 を参照ください。

A5: 回答者 中之園賢治
 ((株)グッドマン)



地下に埋設されている水道管には、金属(DIP, SP)及び樹脂管(PVC管、HDPE管等)が埋設されています。特に開発途上国では樹脂管が多く使用されています。今までの漏水調査は、漏水箇所から発生する漏水音が金属管に伝わってくる音を捉える漏水調査(音聴調査)を実施してきました。開発途上国では樹脂管が多く、水圧が低い場合が多いので、従来の音聴調査では、漏水箇所を見つけるのが難しい状況です。

最近では、樹脂管に対応できるトレーサーガス工法が開発されています。私はG社で開発したトレーサーガ

ス工法のHT工法で、日本の中大口径から給水管までの水道管(900mm、300mm 給水管は、50mm~20mm)、農業用水路管(500mm、900mm)、ゴルフ場の散水管(100mm~150mm)の漏水調査を行い、漏水箇所を特定できました。特に地下水位の高い地区での漏水調査では、ガスが直上部に出てくることからガス検出機を使用して地下漏水を特定することが出来ました。

ただし、コンクリート舗装では、真上にガスが出てくることは難しく、継手部に出てくるのでその線上で交差した部分を漏水箇所として判断しています。地面が芝生、畑、荒地などの場合直上にガスが出てくるので、検知しやすいです。

新会員紹介(順不同 敬称略)

- Dr Sujithra Kaushaliya Weragoda (スリランカ)
- Dr. Nuttaporn Pimpha (タイ)

趣旨に同意いただける方を募っております。
 入会は事務局まで。

WaQuAC-NET 会報 第 40 号

発行: 2019 年 3 月 18 日

WaQuAC-NET 事務局

連絡先: waquac_net@yahoo.co.jp (鎗内)

URL: <http://www.waquac.net>

今後の活動予定

4 月 15 日 Newsletter Vol.40 発行

6 月 15 日-17 日 東北復興調査