

# 震災から見る 課題と展望 非開削技術の



小池豊氏  
齋藤勇治氏

荘司泰敬氏  
石川和秀編集委員長

亀谷佳宏氏  
藤内伸郎氏

2011年3月11日に我が国を襲った「東日本大震災」から、早、2年が過ぎようとしています。多くの被災地域では着実に復旧事業が進められてはいるものの、三陸の一部の地域では、市街地再建のための復興計画が未だ定まらず、被災された方々の生活再建すら見通しが立たない状況にあります。一日も早い地域生活と産業の再建、復興を国民の総力を挙げて達成したいものです。

その基本となる社会基盤の再整備に当たり、我が国の多岐にわたる高度な非開削技術の活用が有益、有効な手法となると思われます。東日本大震災から見てきた非開削技術の有効性とその課題、展望について、関連業務に携わった設計コンサルタントと地下探査技術会社の関係者の方々に話を伺います。

## 出席者（敬称略）

### 齋藤 勇治

(株)三水コンサルタント東北支社長

### 藤内 伸郎

日本水工設計(株)東北支社下水道課統括主査

### 亀谷 佳宏

(株)東京設計事務所東京支社下水道グループ下水道第1チーム主幹

### 荘司 泰敬

応用地質(株)エンジニアリング本部技師長室室長

### 小池 豊

ジオ・サーチ(株)企画開発部長

### 石川 和秀（進行役）

(一社)日本非開削技術協会副会長・No-Dig Today 編集委員長

**石川**●東日本大震災から、早、2年が過ぎようとしています。その復旧、復興は未だ途に着いたばかりとの印象もありますが、その際、我々が有する多岐の非開削技術は有効な手段となるはずです。

さて、はじめに、皆さんは地震発生時、どこで何をされていましたか。そして、ご自身、まず何をしようと、どう行動されましたか。また、貴方の会社として、どのような初動体制を取りましたか。自己紹介も含めお願いいたします。

**齋藤**●(株)三水コンサルタント東北支社の齋藤です。下水道の業務のうち、計画・管きよの実施設計を主に携わってきました。

東北地方太平洋沖地震発生当日は、宮城県塩竈市の

海岸から程近い市街地で、雨水対策の現地調査をしていました。震災発生30分前に現地を離れ、車で帰社途中の発生で、すべての車は停止、停電により信号機も停止したままで、会社のある仙台市中心部へは向かえる状態ではありませんでした。携帯電話により会社への連絡、社員の安否確認を行おうとしましたが、すぐには連絡がつかず、全員の無事が確認されたのは、夜遅くになってからです。翌週の月曜日には社員全員の顔が見られましたが、食料もなく電気・電話の復旧が市中心部のみのため、この1週間は通常業務を中断し、自治体や関連会社等の情報収集にあて、被災施設の状況調査に向け、警察署への緊急車両申請、線量計の購入および調査人員等の確保等全社的に検討に入りました。

**藤内** ●日本水工設計(株)東北支社下水道課の藤内です。地震のあった3月11日は、年度末ということもあり仙台市内の会社にいました。会社は、ビルの18階であり立ってられないほどの大きな揺れにより、書棚の転倒や書籍が散乱したので、作業のできる環境への回復を第一に行う必要がありました。停電に伴い通信の手段が得られないことから情報がなく、後で津波の猛威を知りました。

電話が復旧した後も掛かりにくい状況が続く中、当社顧客への電話や訪問により下水道施設の被災状況と対応を確認しました。

また、全国上下水道コンサルタント協会(以下、水コン協)の会員として、被災地域の早期復旧の一助となるよう仙台市内の国土交通省東北地方整備局内に設けられた「下水道現地支援本部」へ社員を派遣しました。

**亀谷** ●(株)東京設計事務所の亀谷と申します。当時、私

は(財)下水道新技術推進機構へ出向しており、ちょうど内部で打合せをしているところでした。揺れがひどくなってきたため、会議室からの扉を開け、周りの状況を確認することが精一杯でした。私は神戸出身なのですが、阪神・淡路大震災の前は地震がほとんど無く幼い頃の防災訓練は火災を想定したものしか無く、地震時の対応が身につけていなかったと思います。

弊社では、発災時、屋外へ避難したものも多くいたようです。その後、帰宅手段があるものは早急に帰宅し、そうでないものは社にとどまるよう指示が出たようです。

週明けからは水コン協からの依頼や自治体からの直接の依頼を受け、22日には「東日本大震災対策本部」を立ち上げ、社内外の援助要請に当たっています。

**荘司** ●はじめまして、応用地質(株)の荘司と申します。よろしくお願いたします。去る地震の発生時には、私は市ヶ谷にある本社におりました。最初はいつもどおりの揺れかなあというような感じでしたが、すぐに今まで経験したことのないくらい非常に長くゆれているなあという感覚をもちました。しかしその時点でも、まさか歴史上に残る大地震が起きたとは正直思いませんでした。ところがオフィスの窓辺から会社の前の靖国通りを見ますと多くの方がビルからでて車道にまで避難している。尋常ではないなということを感じたのが鮮明な記憶として残っています。

早速、在室している社員は、会議室にあるテレビや気象庁のHPなどを通じて、情報を収集することを開始しました。同時に、震源に近い東北支社に連絡をとって社員の安否確認を行い、被災状況などの状況把握に努めました。



写真-1 震災直後、江東区の液状化地域での空洞調査



写真-2 自主調査による被害実態調査

**小池**●ジオ・サーチ(株)の小池です。私は埼玉県の防災設備関連工場にいて、ちょうど消火設備のデモンストラクション中に揺れに遭遇しました。工場の安全誘導はしっかりしていました。携帯電話回線はすでに輻輳しており、東京本社への電話は通じなかったものの、福岡事務所には通じたので、そこから安全確認報告を本社に入れてもらいました。レンタカーを借りて渋滞の道を通り、翌朝自宅に戻りました。会社では当日中に全職員の安全確認を実施でき、翌日には被災した茨城県の鹿島港の工業施設からの岸壁被災状況調査の依頼が来ました。さらに15日に震災対策室を設置し、情報の収集と顧客からの引き合い対応が始まりました。

**石川**●大地震が発生した場合、当然、被災された方々の救命、救護、安全確保が最優先事項ですが、その後すぐに、種々の社会基盤施設の被災状況を調査、確認しなければなりません。建造物や河川堤防、道路、橋梁など、直接目視で確認できるものは時間もかからずできますが、水道や下水道、ガス管など道路下に敷設されているものは何らかの手段が必要です。それも平時ならともかく、非常時、緊急時です。

地下探査のお二人に伺いますが、今回、現地ではまず何を使って、どんなことから始めましたか。それは、御社自らの判断意志からですか、それとも地元自治体等からの要請、ないしは業務契約からですか。具体的な事例があれば、それも併せてご紹介下さい。

**小池**●最初の引き合いは津波と揺れの被害を受けた茨城県の鹿島港、さらに液状化被害の大きかった東京都江東区、千葉県習志野市からの空洞調査要請でした。道路や港湾施設は災害時の対応の要の施設であり、一刻も早く安全確認をすることが求められました(写真-1)。

当社はマイクロ波を用いた日本で最大規模の路面下空洞探査システムをもっているため、大阪や福岡から応援機材と社員を結集し対応に当たりました。調査依頼は国、自治体、施設を管理する会社など様々でした。基本的に調査要請は断らないという方針を立て、範囲も神奈川県、茨城県北部まで広がって行きました。仙台市内に入ったのは4月25日。市民病院前の道路が大陥没しているという報を受け、緊急調査が始まりました。当時宿泊先が確保できなく、やむなく蔵王からの現場通いとなりました。往復の県道で自主調査の結果、次から次に見つかる空洞にただならぬ陥没の危険を理



解し、宮城県と情報を共有して行きました。その後、仙台市、宮城県と調査範囲が広がって行きました。

2012年1月の新聞発表によれば、宮城県の管理する道路では発災から9月までに3,000箇所以上の陥没や沈下があったそうです。道路は路面を陥没させたら、緊急活動の阻害になり、交通や通行人の事故につながるし、復旧には時間がかかる。だから、なんとしても空洞を探し出して、応急処置をして、陥没を防ぐ必要がありました。

**荘司**●弊社は、会社創立以来、大きな災害が発生すると即応態勢で災害調査団を構成して、現場で何が起きているのかを把握するための実地調査を自主的に行っています。それらは、レポートとして逐次まとめ、関係機関等にお配りして、関係機関等の災害対策に活かしてもらうための情報提供を行っています。しかし、今回は今まで経験したことのない大災害でありましたために、現地までの交通機関の確保、宿の確保、ガソリンや食料等の確保がままならない状況でした。今回に限っては、すぐに技術者を派遣して自主調査を行うまでの時間がかかりかかりました。

それでも4月15日からは、1班2~3人の調査班を10班構成して、集中的に被害調査を行いました。対象区域としては、岩手県、宮城県、福島県(原発事故における警戒区域は除く)、茨城県とし、過去に地質調査を行って地質状況を把握している箇所を中心に被害実態の調査を行いました。

今回は津波による被害がクローズアップされましたが、実は内陸部でも斜面災害などの被害が起きました。これらは報道等でもあまり注目されていませんでしたが、私どもは、内陸部の被害状態も把握することも調査の目的としました(写真-2)。

**石川**●コンサルタントの皆さんに伺います。今回の大震災は、被災区域が広範囲となり、しかも多くの自治体が弱小体制で、しかも自治体職員自身が被災者ということもあり、地元から頼られ大活躍、大奮闘だったと思いますが、災害査定設計業務を遂行するには、できる限り現地での詳細な被災状況調査がそのベースとならなければなりません。今回はどうされましたか。自ら被災状況調査を手掛けたのでしょうか。その場合、通常の内社体制ではそのような調査部門の体制組織も器具も持たないはずですから、どう対応したのですか。あるいは、被災状況調査はあくまでも自治体サイドの問題とし、その結果待ちでしたか。その場合、今度は、査定時期の制約から、かなり時間的にタイトな業務を強いられますね。

**藤内**●内陸部と沿岸部の津波被災地域の自治体とでは大きく状況が異なりました。内陸部の自治体から災害査定の依頼を受けた例では、一次・二次調査はすでに行われている状況でした。(公社)日本下水道管路管理業協会(以下、管路協)との協定により調査を実施したと聞いています。二次調査の結果入手から災害査定の資料提出までの期間はおよそ1か月でした。一方、津波被災のあった沿岸部の自治体からは、一次調査から査定までの対応を依頼されました。この事例の調査については、機材を保有している会社に依頼し対応しました。

**亀谷**●一次調査(目視)は、主に被災地外の支援自治体が行ったと思います。

二次調査(詳細)となる管路内調査(TVカメラ、潜行目視)は、被災自治体からの委託により、管路協



写真-3 災害査定現地調査

会員の調査会社が実施し、その調査結果を使用して災害査定設計を行いました。調査結果の取りまとめ方法については、過去の実績を踏まえ弊社からアドバイスをさせていただきました。

地上部の舗装等の調査は弊社が手配した測量会社とともに現地に行き、人孔高、人孔間距離、人孔内の水位、管きょ埋設上部の舗装の破損状況を調査しました。また、災害査定時には、被害状況を定量的に示す写真が必要なため、それらの状況を撮影しています(写真-3)。

TVカメラ調査等の管路内調査については、資機材が不足していたことにより思うように進まない状況が感じられました。自治体と管路協の連携は従前から図られていたようですが、コンサルのみでTVカメラ調査を行うには管路協との連携が必要であると感じました。

**齋藤**●今回の震災は、過去と比べ被災規模が甚大で広範囲にわたっており、自治体の事情もそれぞれ異なっており、依頼としても3ケースありました。一つは、状況調査から査定設計まで一式、二つ目は状況調査のみ、もう一つは査定設計のみです。調査に関しては、自分も道路状況や人孔、管路の一次および二次調査を行いました。テレビカメラによる調査は、調査専門の会社へ協力を仰ぎました。査定設計のみの依頼でも、調査会社への工程管理や調査方法の指示、査定計上する箇所のデータチェックと取りまとめがあり、査定日まではほとんど不休でした。

**石川**●東日本大震災による災害復旧事業の査定業務に当たり、国土交通省下水道部では、阪神淡路大震災や中越震災の事例を踏まえ、その効率化、迅速化を図るため、震災後1か月ほどで、必要な業務について大幅



な簡素化方針を出しました。そこには、連続して管路が被災していると判断できれば、TVカメラによる管内調査は5スパンのうち1スパンで代表させる、口径250mm以上の管路では、縦断方向のズレが5cm以上あれば敷設替えの対象とするなど大胆な内容でした。これらの国の方針決定は、現地での災害復旧査定業務のなかでどう評価されていましたか。

**亀谷**●5スパンのうち1スパンで代表させる手法ですが、TVカメラ調査は、連続して水没してTVカメラ調査が不能な箇所では1スパンでそれを証明するのが困難です。災害査定は、TVカメラ調査結果を評価しなければならず、査定資料作成の簡素化はされていないと思われました。5スパンルールが適用されるような被災箇所はなく、結局全線を調査していたと思います。災害査定では、管路の状況を縦断図や模式図に再現することを求められており、実際には1スパンの調査から残り4スパンを再現するのは困難です。そのため、現場では国交省通達により災害査定作業が簡素化された実感はあまりありませんでした。

「ズレが5cm」ですが、これの根拠としてTVカメラ調査の結果をわかりやすくとりまとめるのに写真、縦断形、説明コメントが必要で、資料作成に非常に手間がかかりました。

また、災害査定は、1処理区ごとに申請しなければならず、広範囲に亘る被災地の復旧に対しては処理区ごとに取りまとめを行っている時間はありませんでした。それに対し、本省が今回の災害の甚大さと特徴を早い時期にまとめ復旧可能な箇所から申請を行う方針を財務省と調整していただきました。それによって査定業務を効率化されたと思っています。

**齋藤**●カメラ調査に関しては、担当業務の中では5スパンの内1スパンで代表したという例はありませんでしたが、調査当初は、明確な調査方法が提示されず、通常の維持管理業務の仕様に基づいて行ったため、再調査を求められたところもありました。

査定基準に関しては、人孔や管きよの1スパンの復旧方法については明確に示されており、悩むところはありませんでしたが、部分敷設替えや部分更生工法は復旧範囲が明確ではなく、各自治体により異なったり、国土交通省と農林水産省の査定基準が違うといったような統一がなされていませんでした。

短い査定図書作成期間内で、手戻りをなくすために



も「災害用調査設計基準」のような統一した基準書の作成が必要と感じたところです。

**藤内**●調査の簡素化が目的の「5スパンルール」については、“連続して管路が被災している”と判断しにくいこと、災害査定経験のある自治体から“可能な限り調査したほうが良い”との情報を得ていたため、滞水が確認された人孔間をすべて調査しています。

TVカメラ調査の結果から被災状況を判定しますが、管の汚れ・水中や小さなクラックの見落としなど被災状況の把握が困難であり、これに対して管の残存強度を定量的に評価できる衝撃弾性波法といった調査法があると聞いています。査定資料の作成の際は、被災状況を可視化すること、判定基準を満たしていることを数値的に示すことを短時間でこなさなければならず、資料作成の大部分を占めます。調査の簡素化とあわせ、管路調査の段階で、短時間で被災状況を判定するために必要な項目と手順についても明確化、または調査資料作成の簡素化が必要と考えます。

**石川**●この災害復旧査定業務の進行のなかで、地下探査業務はどう係わり合いを持ちましたか。そこでどのような非開削技術が使われ、その成果は如何でしたか。

**荏司**●国土交通省が管理している堤防の調査を表面波探査と電気探査を組み合わせ探査を行いました。堤防はその延長数が数百kmにも及ぶために時間との闘いでした。現在、検討委員会も立ち上がり、土木研究所のご指導も得ながら解析作業を行っているところです。また、道路の変状箇所の調査では、地中レーダを使った調査を行い、これについては路面変状箇所の直下において空洞を発見するなどの成果がありました。

**小池**●先ほど、管路の災害査定素早いアクションが説明されましたが、それに比べると道路は対応が遅

かったです。関東、東北の自治体が一番頭を悩ませた問題は、空洞を調査する費用をどのように捻出するかということでした。地震後の空洞調査の結果、空洞があったとしても、それは以前からあったのではないかと、だから災害査定の対象にならない、という指摘がされるのです。緊急時に暢気なことをよく言うなど呆れ果ててしまいます。

実は2005年の新潟県中越地震の際にも同様なことが起きています。新潟県の被災地では震災後に冬季で降雪があり、復旧活動ができなかったため、本格復旧は雪解けの5月過ぎに始まりました。すでに下水道周りの埋戻し土周辺に空洞ができていた。路面が暖まり軟化して、さらに工事の重量車両が生活道路に入ってくる、その結果、震災から半年たっていたところで陥没が出てしまったのです。すでに災害査定の時期を過ぎていて工事費用を確保できずに自治体の皆さんは相当苦勞されたそうです。

今回も同様なことが起こるはずだと考え、当社では地中の状況を高速高密度で詳細に把握することのできるマイクロ波を使った「スケルカ」という技術を投入しました。以前に作り上げた対人地雷探知技術を基に、コンクリート構造物の診断に活用するように発展させたものですが、空洞分布の把握にも有効であり、空洞の平面的な広がり分布をイメージとして表現できることが明らかとなりました。通常の路面下空洞は局所的な点として発生する特徴があることから、逆に連続して分布する空洞を視覚的に確認できるならば、それは地震被害の結果とみなせるはずだということを国交省に根

気よく説明し、スケルカの結果があれば路面下空洞は最終的に災害査定の対象になることが決定されました。

液化化によって発生した空洞の分布の特徴については、2011年の非開削技術研究発表会で報告しています。震度5を超える地域では、平常時の2から20倍程度、多くの空洞が発生することが明らかとなりました。地震後の空洞の発生や災害査定に際してのこのような知見や教訓は日本全国の自治体でぜひとも共有しておくことが必要です。

**石川**●今回の査定業務進行中に、私どもの協会会員から様々な状況報告、苦情、苦言や不満の声が寄せられました。その主なものが、自治体の担当者は、陥没した被災管路の敷設替えを非開削の改築推進工法でやりたいと考えるのだが、県からそれでは国の査定を通らないとか、設計が間に合わないとか、はたまた、復旧工事発注は地元企業を優先させるため、金額が高くなろうとも開削工法で設計したとか聞きました。そんな事由は、この非常時での国の復旧、復興方針を全く無視した措置だと思われまして、現に、国側の幹部もそのことを聞いて残念がっておりました。そんな状況を見聞きされましたか。また、仮にあったとすれば、どうしてそんなことになるのでしょうか。

**齋藤**●震災発生当日は、路面の陥没や橋梁との段差解消などの応急復旧により、車両の交通を確保したのは地元企業ですから、復旧工事も地元企業を優先することは理解できます。逆に、優先させるために開削工法で設計したということは聞いたことはありません。地元企業でも、現在は推進工法の技術も持っており、支障にはならないと思います。

ただ、昭和年代で小口径管推進工法が開発されはじめたころは、土被り4～5mでも鋼矢板を使用した開削工法で施工していましたから、当時と変わった周辺環境の変化とか地下埋設物状況などにより非開削工法が経済的であるにも関わらず、原形復旧にこだわり開削工法で設計したか、あるいは推進機の稼働率が高く工事発注時に搬入できない恐れがあった、というような可能性も考えられます。

**藤内**●当社で対応した被災箇所には、土被りが5mを超える路線があり工法選定が間に合うか非常に心配しましたが、開削工法では復旧が困難で経済的にも高価となるため、改築推進工法を選定したことを説明し、査定官の了解を得ることができました（写真-4）。



事例の件については、情報の不足ではないかと考えます。「復旧の工法は、開削工法が原則」と聞いています。「開削工法で行う」と地震後の混乱した中で誤った情報が伝わったとも推測されます。

これまでに、下水道事業は災害復旧の事例が少なく、各自治体が保有する情報も少ないと思われま。不明な事項については、県や国に確認することで査定資料作成の手戻りを少なくすることができるのではないのでしょうか。

**亀谷**●当社が実施した範囲ではそのような事例はありませんでした。

しかし、今回の災害では被災した管路の状況が様々であり膨大な数があったことで、その全てを把握することが県の担当でも大変な作業であったと思います。さらに今回の査定内容はかなりシビアに行われ、都市によっては財務省の方が査定したとも聞いています。その中で一番はじめに査定を受けた自治体に合わせた方が査定を受けやすいと考えたのではないのでしょうか。

膨大な量の査定箇所をごく短時間で処理していくためには査定手法を簡素化する必要があると思います。また被災した状況に応じた復旧方法の適切さを的確に示す資料の作成も重要な点と考えます。

このような査定の手法やその説明資料の作成方法などは今後の課題といえます。また、改築推進でやる必要があることを、技術、コスト面から説明できれば承認されると思われま。そのためには、ある程度の時間が必要です。また、こうしたケースの検討を、JSTTとして簡素化しておくことも考えられます。

**石川**●今回の災害関連業務を通じ、様々な困難、課題が見出されたと思います。そのうち、国の仕組みや制



写真-4 災害復旧の改築推進施工状況



度、あるいは自治体側の体制や業務執行のあり方などについて何かありますか。近い将来、発生が予測される首都直下型地震や東南海地震などへの備えは、我が国にとって最重要課題となります。

**齋藤**●まず、自治体側ですが企業との災害時協定の締結、たとえば道路はA社、上水道施設はB社、下水道施設はC社など各施設に応じて締結することや、BCP（事業継続計画）を早急に作成し災害時の体制を整えることが必要であると思います。国のほうも、これだけ被害が甚大だと自治体側も冷静に査定協議もできない場合もありますので、大胆ではありますが、一次調査後に超概算の復旧費を自治体へ交付し、直ちに復旧工事へ着手するようなものであれば、急ぐところは早く復旧できますし、査定協議もいつまでという期限限定で作成する必要はないと思います。

また、先ほども言いましたが、「災害用調査設計基準」を作成し、災害調査や査定基準、復旧方法等国および自治体等統一見解を持つことが必要だと思われま。

**藤内**●災害査定資料についてですが、非常に限られた期間での作成が必要であり、資料の書式・内容に対する要求精度の統一、工法選定の簡素化や標準単価による査定金額の算定など実務上の課題があると思います。

査定資料は、統一書式がないため査定の回数を重ねると図面や資料の内容に対する要求がしだいに高度化する場合があります。また、現況復旧が原則ですが、施工時と道路や家屋の状況が変わり、当初の工法で施工が困難な場合もあります。査定資料は、調査結果より被災し復旧が必要な路線（スパン）を抽出し、県で統一した1m当りの標準単価による申請とすることができればと思われま。

今後の対応についてですが、査定資料の作成におい

て、下水道台帳は、最も重要な基礎資料と言えます。従来の紙台帳は整備されていますが、統一された路線番号を基礎情報として、将来的に下水道台帳は、調査、更新履歴、維持管理等の情報をデータベースに蓄積することのできる下水道台帳システムの構築が有効だと感じました。データを複数箇所でも保管することで復元も可能ですし、平面・縦断図等の作成機能により被害状況の説明資料として有効に活用することが可能となります。

もう一つは、復旧に対する通達等は中越地震に比べ多いと伺いましたが、自治体から県や国への不明点の確認等における連絡体制とその方法を事前に確立しておくことで災害時の迅速な対応が可能となるのではないのでしょうか。

**亀谷** ● TVカメラ調査は調査会社が実施しましたが、災害査定審査を前提とした成果になっていないものがほとんどでした。

査定業務においては調査結果、説明用資料の統一化を図っておくことが迅速な作業遂行に寄与すると思います。特に被災状況から対策方法決定までのプロセスをなるべく簡易に統一化していただきたいと思いました。査定官のさじ加減で振り回されることがありました。

一部の自治体では行われていましたが、施設台帳の電子化を図るなど、扱いやすい台帳システムを整備しておくことが災害対応を効率的に進める上で必要だと感じました。

一方、阪神淡路大震災以降、支援体制について様々な検討が行われ、支援ルールができあがり、今回の震災においてもそれが適用され、効果を発揮したと思います。しかし、仙台市へ支援に行った自治体の方からお話を聞いたのですが、支援に行く方々は、かなり意

気込んで現地に向かっています。肩に力が入っていると思わぬ事故を招くため、仙台市では到着した自治体の方に一晩休憩してもらい翌日から打合せや調査をお願いしたようです。他の自治体では住民対応で忙しく支援に来ている自治体に指示が出せなかったところも多くあると聞いています。

このように支援を受ける自治体の対応も円滑な調査を行う上では重要であり、今後は受援体制についてもBCPのなかに取り込むことが必要と考えます。

**荘司** ● 業務を発注する立場の国や自治体としては、各種業務が一定の品質が確保された状態で実施したいので、いろいろな指針や基準、前例を踏襲した調査仕様に則り、そして、決められた発注側の体制の中で、民間業者に依頼するということになるのはやむを得なかったことだと思います。

しかし、今回のようにいわゆる「想定外」の事態が起きた時には、従来どおりのやり方ではうまく機能しなかったことを痛感したというのが、国民の一致した意見ではないのでしょうか。今回の地震では、複数の県が同時被災した広域災害であったために、組織の枠を超えて対応するということが求められましたが、なかなかうまくできませんでした。

このような広域の災害においては、県や市が単独で復旧・復興を行うことは財政的な問題や技術的な問題があって、その実施にあたっては大きな困難に直面しました。県や市は、復興事業がどのような枠組みで組まれるのかなど、国の動向を注視せざるを得なかったという側面もあったと思います。それが結果的に復旧・復興がなかなか進まない要因のひとつなのかなとも思っています。また復興事業のための予算が確保されたものの、自治体からの申請に対してなかなか許可



がおりなかったということも新聞報道等で見聞きしますと、最終的には政治決断にもとづくリーダーシップが必要になるものと思います。

**小池**●インフラ施設は、維持管理の時代を経て老朽化対策の時代に移ると同時に、大規模自然災害に備えた危機管理の時代に突入したといえましょう。今回の震災で、多くの自治体で道路の変状によって緊急輸送路が遮断されたり、道路陥没した場所に通行中の自転車がはまり怪我人を出したりするなどの被害ができました。自然災害はインフラ施設の弱点を突いてくる。路面下の管理はセクター別に対応がされています。管路管理、道路管理はそれぞれが独自の予算で執行されている。道路変状の原因が管路に起因するならば管路管理者が補修するけれども、原因は必ずしも明確にならない。道路陥没の現象は土の流出や圧密という地盤工学の分野。しかし管路屋、地盤屋、道路屋、それぞれが連携して問題解決に当たるといよりは、個別のセクターの維持管理の予算の枠組みの中で運用されています。これではいつまでたっても問題解決に至らない。だから危機管理の対応の時代だと考えるのです。時代が変化しているのですから、新しい技術を積極的に活用して、危機管理の準備を進めることを推進したいと考えています。先ほど紹介したスケルカなども幅広く活用できるものです。

**石川**●次に、非開削技術に関連した課題については如何でしょうか。これには、地震に備える耐震整備で活用する技術と、図らずも被災後のBCPに反映できるもの、さらには復旧、再構築に有効なものがあると思いますが、どうでしょうか。また、それらの課題のうち、貴社で対応できるもの、対応したいものは何ですか。

**齋藤**●下水道の地震対策、改築更新、長寿命化は平常時・大規模災害時でも、ライフラインを確保するというのが第一の目的です。今回の震災では、津波による被害以外は、浄化センターや浄水場等の処理機能にほとんど問題はありませんでした。埋設された管路に大きな被害が生じ、被災地のライフラインが麻痺しました。これらから、今後の課題としては、非開削技術によるさらなるライフラインの耐震化、長寿命化だと思います。

近年の非開削技術は、耐震や更生工法など目覚ましい発展を遂げていますが、開削工法より割高というイメージがあり、開削工法で可能なところは開削工法で



というところが一般的です。推進工法や管更生工法は、現地盤の攪乱を最小限度とする工法で、これだけでも地震対策となります。低価格小型立坑や小土被り推進工法、低価格更生工法など開削と同等価格の工法の開発を期待するとともに、我々としても非開削技術のメリットを提案し、計画設計業務へ反映していきたいと思っています。

**藤内**●管路の復旧に有効な非開削技術として、改築推進工法がありますが、被災した管路の復旧を既存管路と同位置で復旧する場合、改築推進工法・立坑および補助工法等の選定を短期間で行わなければならない点が課題と考えます。また、改築推進工法では施工の対象外となっている鋼製カラー管への対応が課題ではないでしょうか。

地震に備える耐震整備の今後の対応として、地震被害を軽減するため、管路の耐震化や対策計画の策定を、国の事業制度のもとに行うことが必要であると考えます。耐震対策計画の策定や、重要な既存管路施設については、管路の耐震診断や人孔の浮上防止対策等についてもコンサルタントとして自治体へ提案していきたいと考えています。

**亀谷**●今回、津波の遡上によって水管橋や橋梁添架した管路がかなりの被害を受けています。これは下水道以外の管路についても言えることです。被災した管路の応急復旧は既存の橋梁を利用するなどを行っていますが、今後の津波の遡上が予想される河川の横断箇所については原則として下越しになると思われます。さらに2ルート化を図るなど防災計画も考慮した下水の計画が必要になります。

河川を下越しは、河川管理者によっては2重管構造にしなければならないなどの制約条件が多く、敬遠す

る自治体も多かったと思います。しかし、今回受けた水管橋の流出による被害を考えれば非開削工法による下越しが今後見直されると思います。

弊社では「改良型伏越し」を提案しており、河川の下越しには有効な手法です。これと非開削技術を組み合わせることによって河川横断部の復旧、再構築に大きく貢献できると考えます。

一方、改築推進は費用がまだまだ高いイメージがあります。改築推進を採用する際の状況、条件によっては優位な工法であることをさらにアピールする必要があると思います。

**荏司**●発災後、まずすべきことは、現状把握をいかに定量的かつ迅速に行うことです。目視点検だけでは、地中や構造物の中の状況まではわかりません。そして、あいまいな状況把握しかできないということになりますと、適切な復旧・復興計画も立案できないということになります。特に昨今の財政難である我が国においては、すべての被災箇所を一律に復旧・復興することはできません。なんらかの優先順位を付けざるを得ないと思います。そのためには、定量的に被災箇所の状況を把握することが重要です。

弊社が行っている物理探査技術をベースにした非開削調査は、広域をまず概略的に把握するという点で効果があるものと思います。まずは、広域の状況を概略でも押さえ、詳細な調査を行う箇所を絞り込む。そして、絞り込まれた箇所をボーリングや原位置試験で詳細に調査するという、そのような概査手法と精査手法の組み合わせで、適切に現状を把握していくというのが望ましい手順であると考えます。

弊社は弾性波探査、電気探査、電磁気探査、重力探査、地中レーダ探査など、いろいろな物理探査技術を持っておりますので、測定目的にもっとも適した手法を適用することで対応していきたいと思います。

**小池**●道路の陥没を未然に防ぐには日頃の備えが重要です。非開削技術には探査から工事まで実に多くのものがあります。JSTTは、先ほど話した施設管理の個別セクターをまさに串刺しにして統括した場を提供できる場だと確信するのです。現在、JSTTの技術委員会地下探査マニュアルと地下探査工法ナビの準備を進めていますが、これらが広く世の中で活用されるようになることを期待しています。もうひとつ、技術には品質が不可欠になります。非開削という目に見えに

くい領域を扱う分野として、品質の確保を目に見えるような仕組みと関係者へのアピールなどを期待しています。

**石川**●最後に、皆さんから今回の東日本大震災から受けた個人的な想いと今後の業務上の取り組みをお聞きして、被災地の一日も早い復旧、復興を願いたいと思います。

**荏司**●非開削関連技術とは異なりますが、個人的には現在、福島原子力発電所の事故に絡む放射線調査に携わっています。警戒区域の中では、当然のことながら道路、護岸、建物の復旧に手を付けることができません。3月11日の状況をそのまま残しています。このような状況を目の当たりにすると、被災者の方々のつらい状況を実感いたします。

今回の震災は、広域災害であること、放射能汚染を伴ったものであることなど、近代日本が経験したことのない災害でした。国や自治体も今後の対応について、従来の考えの延長ではうまくいかず、いろいろ試行錯誤をしています。当然、民間の会社に所属する私たちも、従来の発想にとらわれずにいろいろな提案を国や自治体にしていき、一緒になって、この未曾有の災害に立ち向かわないと駄目であるということを感じています。

弊社が手掛けている物理探査技術においても、被災地の復旧・復興に適った技術としてさらなるブラシアップをしていきたいと思っています。

**小池**●実は震災から1年半を経過してもなお、空洞の発生は収まることはありません。次から次へと新たな空洞が見つかっています。下水道施設が破損していれば、そこから土砂流出が続くわけで、空洞の原因箇所



写真-5 津波被害を受けた湾岸道路の橋梁部



を抜本対策しない限り空洞の発生は止まりません。震災からもうすぐ2年。調査診断の最終的な目的は、安全で安心できる社会を作り、人の暮らしと命を守ることにあります。当社では震災で得られた路面下空洞の発生メカニズムや対策工法などをしっかり取りまとめ、想定される大規模自然災害への備えとして活用できるようにしたいと考えております。

**齋藤**●実際の経験はありませんが、津波被害を受けた自治体の避難所や庁舎の状況が、戦争当時のイメージと重なり、自宅の被災もあって、しばらくは沈痛な日々が続きました。今でも自分自身は震災前には戻っていないと感じます。非開削技術は、施工環境で採用される場合が多くありますが、推進工法などは耐震的にも潜在的な能力があります。今回の震災経験をもとに、今後地震対策、改築更新、下水道BCPの策定などにおいては、いかなる時でも最低限の都市生活が可能となるよう、非開削技術の特徴を踏まえ業務に取り組んでいこうと考えています（写真-5）。

**藤内**●耐震対策済みの管路施設では、被害がほとんど無いと聞いています。地震対策は非常に重要ですが、耐震化だけを行うのではなく、例えば「長寿命化計画」の策定等とあわせて行うことも、地震対策を効率的に行うために必要だと考えます。今後、発生が予測される首都直下型地震や東南海地震などへの備えとして、早急に管路情報の他、施設の維持管理に必ず必要となる維持管理情報のデータベース化と、情報を一括して管理・蓄積していくことが可能となる「下水道台帳システム」を構築することが必要と考えます。

津波被害のあった自治体の下水道の復旧はこれからですので、少しでも役に立てればと思っています。私自身、大変貴重な経験をさせていただきました。また、

今回の座談会に参加させていただき、ありがとうございました。

**亀谷**●今回の震災で「想定」ということばがいろいろなところで議論を呼んでいます。耐震計算では対象地震動としてレベル1、レベル2地震動、津波については「地震津波対策検討委員会」の提言で「最高レベルの津波」を用いて対策や計画を進めるとしています。しかし、これらも「想定」の一つであり、「想定」したことによって安心してしまうことが危険であることが今回の震災で認識されたと思います。

下水道施設においても全て耐えるものではなく被災した際のリスクに対して回避するのか、低減させるのか、保有するのかを考える方向に変わってきています。

私も設計や計画策定を行っている際に、対象施設が被災した場合にどうすればよいか、簡易な復旧方法を提案できるかなどを考えながら業務を進めることを考えるようになりました。完全に災害に耐える施設を作るとは困難ですが、減災や被災した際の対策を設計当初から組み込むことは必要です。しかし自治体の担当者は、数年以内に異動してしまい、施設が竣工する際には当時の設計思想が忘れられていることがあります。このように設計思想などについても継承する取り組みをBCPに含めていただけるような取り組みを進めていきたいと思っています。

**石川**●本日はお忙しいなかお集まり頂き、かつ貴重なご意見を聞かせて頂き誠にありがとうございました。

改めて、被災地の早期の復興と被災された方々の生活再建を祈念するとともに、そのなかで我が国が保有する多岐にわたる高度な非開削技術が活用されることを期待したいと思います。