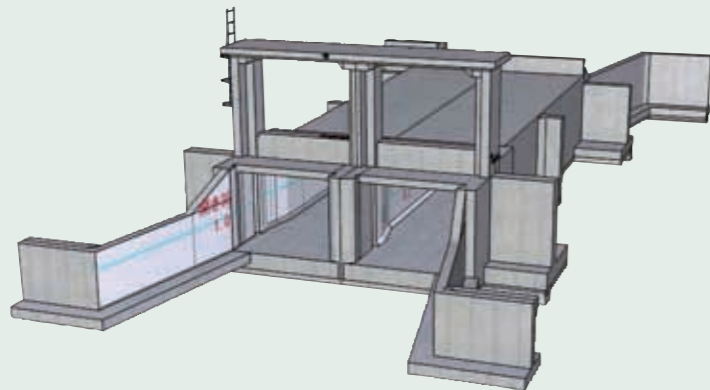
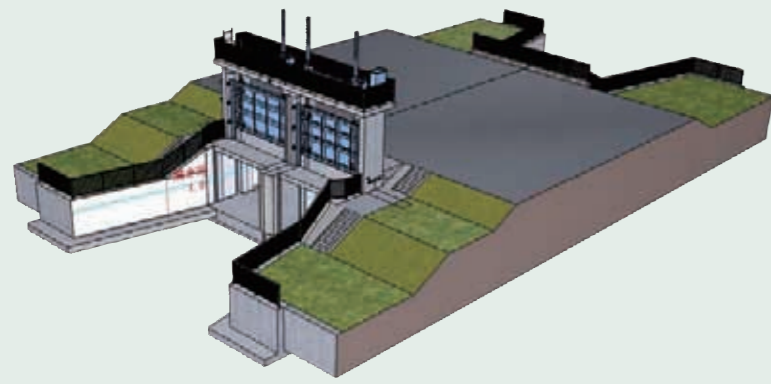




# テクニカル レポート 2016



琵琶湖一大同川水門  
(3次元モデルを活用した維持管理)

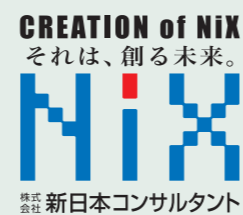
## 特別寄稿

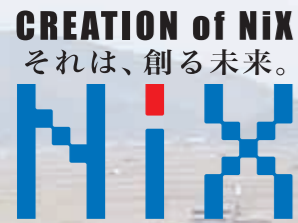
### 「世界最強の日本経済」を実現させる財政政策と構造政策

内閣官房参与・京都大学大学院教授 藤井 聡

## レポート

- 維持管理の適正化に向けた3次元損傷状況可視化モデルの適用
- 点検作業の効率化と現場作業のエビデンス保持
- 下水道圧送管路の腐食調査と対策方法の検討
- 高精度浸水予測システムの開発と自助支援への活用
- 地域地震動特性及び地形影響を考慮した取水施設の耐震性能照査
- 官民連携による日本一小さい村の地方創生
- 地域コンサルタントの海外展開の可能性
- 地方都市の人口減少と建設コンサルタントの役割





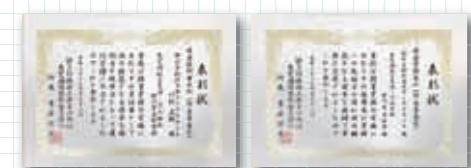
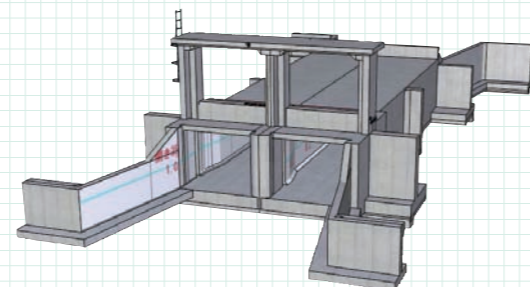
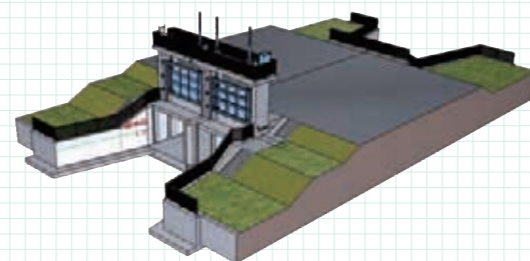
テクニカル  
レポート  
2016

# NiX Technical Report 2016

## 表紙 3Dモデルについて

- ・業務名 琵琶湖総管草津・守山地区水門等点検業務
- ・業務場所 滋賀県草津市、守山市市内
- ・履行期間 自平成27年3月21日 至平成27年10月26日
- ・業務概要

独立行政法人水資源機構琵琶湖開発総合管理所が管理する水門等のうち湖南地区（琵琶湖大橋と近江大橋間の左岸）にある48施設について点検を実施し、点検結果のとりまとめ、対象施設の健全度の定量的な評価を行い、今後の維持管理にあたっての基礎資料の作成を行いました。基礎資料には、点検時に直感的に損傷状況を把握することを可能とするため3Dモデルを作成しました。



平成28年度水資源機構琵琶湖開発総合管理所  
優良業務表彰・優秀技術者表彰を受けました。

まえがき	テクニカルレポート2016発刊にあたり	3
特別寄稿	「世界最強の日本経済」を実現させる財政政策と構造政策 内閣官房参与・京都大学大学院教授 藤井 聡	4
ストック マネジメント	維持管理の適正化に向けた3次元損傷状況可視化モデルの適用 設計計画本部 川村 広樹 (技術士 建設部門—河川、砂防及び海岸・海洋) 高瀬 俊介 (コンクリート診断士、道路橋点検士)	7
ストック マネジメント	点検作業の効率化と現場作業のエビデンス保持 設計計画本部 林 智明 (技術士 建設部門—道路) 古野 昌吾 (技術士 建設部門—道路/RCCM—鋼構造及びコンクリート)	11
ストック マネジメント	下水道圧送管路の腐食調査と対策方法の検討 設計計画本部 前田 雄生 (技術士補 建設部門) 荒井 秀和 (技術士 建設部門—建設環境/RCCM—下水道)	15
防災・減災	高精度浸水予測システムの開発と自助支援への活用 設計計画本部 城岸 巧 (技術士補 建設部門) 阿曾 克司 (技術士 建設部門—河川、砂防及び海岸・海洋、総合技術監理部門)	19
防災・減災	地域地震動特性及び地形影響を考慮した取水施設の耐震性能照査 設計計画本部 鈴木 健 (技術士補) 古野 昌吾 (技術士 建設部門—道路/RCCM—鋼構造及びコンクリート)	23
マネジメント事業	官民連携による日本一小さい村の地方創生 設計計画本部 大門 健一 (技術士 建設部門・総合技術監理部門) 堀井 英和 (技術士 建設部門—都市及び地方計画)	27
マネジメント事業	地域コンサルタントの海外展開の可能性 設計計画本部 阿曾 克司 (技術士 建設部門—河川、砂防及び海岸・海洋、総合技術監理部門) 升方 祐輔 (RCCM (河川、砂防及び海岸・海洋、電力土木部門))	29
注目トピックス	地方都市の人口減少と建設コンサルタントの役割 代表取締役社長 市森 友明 (技術士 建設部門・総合技術監理部門)	31
会社概要		33



## テクニカルレポート2016発刊にあたり

皆様には、平素より格別のご高配を賜り厚く御礼申し上げます。ここに、ニックステクニカルレポート2016をお届けいたします。2015年度に発注者の皆様からいただいたお仕事を中心に、知見となるものをピックアップして取りまとめたものでございます。まだまだ技術研鑽の道半ばではありますが、ご笑納いただければ幸いです。また今回も引き続き内閣官房参与の藤井聡京都大学教授に寄稿いただいております。今回は「『世界最強の日本経済』を実現させる財政政策と構造政策」として、現在問題となっている「デフレからの完全脱却」について、あるべき対応について述べられています。

その他、弊社のコンサルタント重点3事業分野である、ストックマネジメント事業、防災・減災事業、低炭素社会づくり事業について、代表的な事業を取り上げ、またコンサルタント事業以外のものとして、マネジメント事業を取り上げております。また末稿では私なりに人口減少について一考述べさせていただきました。

さて、現在公共事業を取り巻く市場環境は一時の厳しい縮小時代を過ぎて、均衡期を迎えたと言えるかもしれません。2017年度以降の公共事業費がどのような傾向になるのか、今後の予算編成が注目されるところでありますが、「地方創生」や「コンパクト+ネットワーク」等の方針において、地方に対しても配慮した内容になることを期待したいものです。

一方で我々民間企業は与えられたマーケットの中で精一杯切磋琢磨することには変わりありませんので、さらなる技術の研鑽を積み、公共事業の迅速かつ効率的な執行に貢献していきたいと考えておりますし、本テクニカルレポートもそのような役割の一端を担っていると考えております。

最後になりますが、微力ながら、技術的なご報告をさせていただくことで、機会を与えていただいた発注者の皆様への恩返しの一部になればと思います。これからも皆様のお役に立てるよう努力いたします。今後ともご指導のほど、よろしくお願い申し上げます。

2016年11月

(株)新日本コンサルタント 代表取締役社長 市森 友明

## 「世界最強の日本経済」を実現させる財政政策と構造政策



藤井 聡  
内閣官房参与  
京都大学大学院教授

### 「脱出速度」の確保を通じた 600兆円経済を目指す安倍内閣

安倍内閣は今、「デフレ完全脱却」を通じた「日本経済再生」、そしてその具体的な数値目標として「2020年頃の600兆円経済実現」を目指している。これが実現されれば、今から5年程度で、国民一人当たりの所得が今日よりも実に「80万円」も増え、そして、税収もトータルで13兆円も増加することが、経済財政諮問会議に報告された内閣府の数値シミュレーションからも明らかに示されている。

安倍総理は今、この目標実現のために必要不可欠な方法として、「デフレからの脱出速度」の確保が必要だ、というセリフを、国会を含めた様々な場所で繰り返し発言している。

この「脱出速度」という概念は、ノーベル経済学賞を受賞したクルーグマンがかねてより論じている概念で、本年3月の官邸での国際金融経済分析会合において総理を中心とした内閣幹部にてその必要性が強調されている。ロケットが地球の大気圏から「脱出」するためには、秒速11.2kmという「脱出速度」以上の速度で打ち上げられなければならない——という物理的事実と同様に、デフレからの「完全脱却」を果たすためには、日本全体で不足している消費や投資を喚起するために、10兆円から20兆円規模の政府による財政政策の拡大を2、3年の間徹底的に行うことが不可欠である——これがクルーグマンが論じた主張である。

言うまでも無く、本年8月に閣議決定された28兆円規模の「経済対策」は、わが国政府が出す、クルーグマンが主張した「脱出速度」を確保すべく、「アベノミクスのエンジンを最大限にふかしていく」ことのための具体的対策として行ったものである。

### 徹底的な政府支出の拡大を 3年間は継続すべし

ただし、この対策の在り方を考えていくにあたって、少なくとも次の二点は、絶対にクリアしなければならない、最重要課題として認識しなければならない。

第一に、この対策が、今回限りで終わってしまえば、デフレ脱却は不可能になってしまうことは明白であり、少なくとも3年限定で徹底対策を行っていくことが必要である、という点である。そもそも、財政支出拡大が必要なのは、国内で不足している消費や投資を喚起するためである。現在、少なくとも年間で15兆円分の民間消費、民間投資(すなわち内需)が不足していることが、日銀統計から明らかに示されている。この15兆円の不足する民間の内需を増やしていくためには、しばらくの間は、その不足分の需要不足を埋め合わせる政府支出が必要である。需要不足がある時点で埋め合わせ事ができれば、民間内需は刺激され、一定の成長が期待できる。それが控えめに考えて仮にGDPのたった1%しか成長しないと考えると、年間で5兆円程度の民間内需の拡大が期待できる。現状15兆円、民間内需が不足しているのだから、需要不足を埋め合わせる政府支出の拡大を少なくとも3年間継続させれば、15兆円の需要不足は3年後には全て解消することが期待されるのである。

ところが、その政府支出拡大をたった1年や2年で終わらせてしまえば、結局は需要不足は残存することになる。そうなると、秒速11.2km以下で打ち上げたボールが再び地上に落ちてくるように、デフレは脱却できず、デフレが継続してしまうことになるのである。

だからこそ、デフレ完全脱却を図ろうとするなら、今回の様な経済対策を今回だけで終わらせるのではなく、これからの

3カ年、2019年までは継続させなければならないのである。

### 財政政策では徹底的な「ワイズスペンディング」を

そして第二に重要なのは、こうした財政支出の拡大を図るのなら、その財政支出の「中身」が、経済成長や地方創生、国土強靱化や一億総活躍といった取り組みを強化し、国益を増進させるようなものとするのが得策である、という点である。

一般に、財政支出の中身を吟味し、より有益なものに支出していこうとする財政の考え方は「ワイズスペンディング」と呼ばれるが、これからの3カ年の経済対策の間、求められているものは、この「ワイズスペンディング」の概念なのである。

この点について、安倍総理は、「未来投資」というキーワードの下、地方創生回廊(リニアを含めた新幹線や高速道路)の形成、国土強靱化、クルーズ船投資や農産物輸出施設投資等を具体的な投資項目としてあげている。今回の28兆円の経済対策におけるワイズスペンディングは、こうした理念の下で検討されている。

### 正しい構造政策、間違った構造政策

一方、巷では、こうした(金融政策にも支援されながら断行される)財政政策に加えて、「構造政策」を進めなければならない、という議論が強調されている。

しかしこうした議論は、一面において正当性を持つものであるものの、一面において大いなる誤謬、あるいは、さらに言うなら「質の悪いデマ」にまみれたものである。

これは筆者一人の意見なのではなく、先に紹介した本年3月に官邸で行われた国際金融経済分析会合にて、ノーベル経済学受賞者のクルーグマン教授とスティグリッツ教授が異口同音に主張していたものでもある。なぜなら、構造政策において「過剰な自由化」が進められれば、過当競争が生じてダンピング(低価格競争)が促進され、企業業績が悪化し、企業投資が抑制されてしまうと共に、不当に労働賃金が縮小され、国民所得の低迷と消費縮小がもたらされることが明白だからである。

ただし、同じ構造政策は構造政策でも、労働者の賃金上昇や、企業の民間投資の拡大を促す種類のもの、アベノミクスの成功、600兆円経済の実現に

とって極めて有用であるといえることができる。

そもそも、現安倍内閣が推し進めるアベノミクスでは、企業業績、投資・賃金、消費が、下記のように循環的に上昇していく、というイメージを「アベノミクスの好循環」(あるいは、経済の好循環)と呼称し、これを「加速」させることを目指している。つまり、アベノミクスにおいては「企業業績の改善 → 投資の拡大・賃金の増加 → 消費の拡大 → 企業業績の改善 → ……」というプロセスの加速を目指しているのであり、その成功のためにはこの「好循環」を加速していく方策が求められているのである。そうした構造政策こそが「正しい構造政策」なのである。

つまり、構造政策には、進めるべき望ましいものと、デフレを悪化させる、極めて悪質な構造政策の二種類があるのである。

### 消費・投資と企業業績の拡大をもたらす「好循環」を促す構造政策を

例えば、次の様な構造政策はいずれも、誤ったものである。

(誤った構造政策1)「低賃金労働者を受け入れる移民政策」や「低賃金で働く非正規雇用を増やす政策」等を通して、賃金が低い労働者を増やしていく。

(誤った構造政策2) 過剰な低価格競争が横行している市場で「過剰な規制緩和」等を行って、低価格競争を激化させる(そしてそれは必然的に、賃金と投資の縮小をもたらす)。

(誤った構造政策3) 各企業に「年商の拡大」「総合的な企業価値の拡大」ではなく、単なる「収益の最大化」(あるいは、ROEの最大化)の圧力をかけることを通して、「企業に賃金を下げさせ」、「企業投資を下げさせ」ていく。

ただし、これら三つの政策とは「正反対」の、次のような構造政策の展開を図れば、それはいずれも正しい構造政策、ということになる。

(正しい構造政策1)「低賃金労働者を受け入れる移民政策」や「低賃金で働く非正規雇用を増やす政策」を「抑制」し「縮小」させていく。

(正しい構造政策2) 過剰な低価格競争が横行している

市場における「過剰な規制緩和」を押し、低価格競争を抑制するような、「過当競争を適正化させる構造政策」を展開する。

(正しい構造政策3) 単なる「収益」(あるいはROE)の最大化「だけ」のために経営する企業姿勢から、「年商の拡大」や「総合的な企業価値の拡大」のために「賃金の上昇」や「未来への投資」を重視する企業姿勢への転換を促す構造政策。

### 企業価値を多面的に理解することが、アベノミクスを成功させる

これらの中でも特に国民理解、さらには財界での理解が不十分ではないかと思われるのが、(正しい構造政策3)である。

そもそも、企業というものは、株主の利益(配当)のためだけに存在しているのではない。企業とは「商品・サービスをつくらせて、社会に供給する」ための存在であると同時に、「社会の一員として利益の一部を税金として政府に納める」存在でもある。さらには、

- A. 商品・サービスをつくるための技術を継承し、発展させる
  - B. 雇用を創出し、人々に賃金を分配する
- という存在でもある。

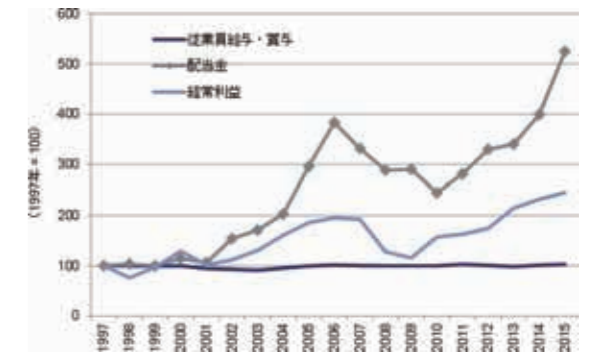
企業が「A」の側面を重視する経営判断を行えば、売り上げの多くを「投資」に割り振ることになり、「B」の側面を重視する経営判断を行えば、売り上げの多くを「賃金」として、労働者に分配する。

ところが、企業が「株主の利益」を過剰に重視してしまえば、AやBを無視して、とにかく「株主配当」を増やすことになる。

つまりは、(誤った構造政策3)とは、そういう「株主の利益だけを過剰に重視する」という企業の姿勢を促す政策であり、それとは逆に、(正しい構造政策3)とは、そういう姿勢ではなく、「技術の継承や発展」「雇用を創出し、賃金を分配する」という側面を重視する姿勢を促す政策、なのである。

事実、我が国においては(誤った構造政策3)が展開され続けてきた疑義が濃厚だ。なぜなら、図-1に示したように、失われた20年の間、企業利益は「2倍」程度に伸びているのだが、賃金は全くの「横ばい」である一方で、株主配当だけは「5倍」以上に膨れ上がっているのだ。このような状態では、アベノミクスの好循環が

展開するはずもなかったのである。



出所：財務省「法人企業統計」  
図-1 日本企業の「社員待遇」と「株主待遇」を表すデータ (企業は売り上げを「社員」給与に回さず、「株主」配当にどんどん回し続けている)

### 先進国のスタンダードは、ROE至上主義からはほど遠いものである

いずれにせよ、賃上げと投資を促す「正しい構造政策」が展開できれば、消費と投資が拡大し、日本経済そのものが拡大していき、各企業の業績も増進していくのである。

そしてこうした「正しい構造政策」の理念が、本年の伊勢志摩サミットの共同宣言で次のように明確に宣言されていることを読者各位はご存じだろうか。

**「我々は、企業がその収益を生産的な形で投資及び賃金に回すことを支える強固なコーポレートガバナンスの枠組みを確保することにコミットする」**

つまり、今先進諸国では、ROEのみを上げるようなコーポレートガバナンスは否定され、賃金と投資を上げ、経済の好循環を上げるようなコーポレートガバナンスが奨励されているのである。

我が国財界が真に「グローバル水準」に達することを目指すのなら、ROE至上主義に拘泥し、思考停止するのではなく、複眼的な視点の下で企業価値を総合的に認識し、賃上げと投資拡充を通してマクロ経済の活性化に貢献することこそが求められているのだと理解せねばならない。政府における「三カ年の脱出速度」の確保(財政支出の拡大)に加えて、日本の財界におけるこうした共有認識の形成が達成されたときはじめて、我が国は再び、「世界最強」とも呼べる強靱な日本経済を実現することができるに違いないのである。

Keywords | 維持管理, 維持管理計画, 点検, 3D-PDF

# 維持管理の適正化に向けた 3次元損傷状況可視化モデルの適用



**川村 広樹**  
設計計画本部 水環境部 流域保全グループ 課長代理  
(技術士 建設部門一河川、砂防及び海岸・海洋)  
kawamura@shinnihon-cst.co.jp



**高瀬 俊介**  
設計計画本部 社会基盤部 点検調査グループ 課長代理  
(コンクリート診断士、道路橋点検士)  
takase@shinnihon-cst.co.jp

## 1 はじめに

### (1) 我が国における河川管理施設の状況

我が国の河川管理施設のうちコンクリートの標準耐用年数である50年を超過する施設数は今後増加の一途を辿り、その割合は平成25年3月時点では全体の6%に留まっているが平成45年には約半数にも及ぶといわれている。表-1に我が国の河川管理施設の標準耐用年数と施設数の割合を示す<sup>1)</sup>。

表-1 標準耐用年数を超過する施設数の割合<sup>1)</sup>

施設	建設後50年以上経過する施設の割合		
	平成25年3月	平成35年	平成45年
河川管理施設	6%	20%	47%

### (2) 琵琶湖の現状

点検対象施設が位置する琵琶湖は、瀬田川洗堰での水位調整により近畿圏の約1,400万人へ給水を行う日本最大の湖である。琵琶湖では治水・利水及び水位低下対策を目的とした琵琶湖開発事業において昭和51年～平成4年の17年間で集中的に158施設の水門及び樋門を築造した後、水資源機構琵琶湖開発総合管理所により管理されている。

そのため、20年後には約70%が標準耐用年数を超過し、全国平均よりも早期に更新時期を迎えることが明白であり、維持管理を怠った場合は改築工事が同時期に集中する恐れがある。

しかしながら、費用の捻出が困難な財政状況を踏まえると軽微な補修・補強による既存ストックの有効活用は必須であり、如何に効率的且つ適正に維持管理を推進していくかが重要な課題の一つといえる。

### (3) 点検対象施設の概要

点検対象である水門及び樋門は堤防機能を有する重要施設である。躯体を構成するコンクリート部の経年劣化や損傷に伴い土との境界面において空洞や水みちの発生が懸念され、連続した堤防よりも洪水に対して弱部となる可能性が高い施設である。

また、堤防天端を県道として兼用しているため、老朽化の進行に伴い躯体が破損した場合は道路の陥没や不同沈下が発生し、通行障害につながる可能性もあり維持管理計画の根本となる点検の精度確保は重要な要素である。写真-1に弊社保有のUAVによる堤防天端の利用状況を示す。

そのため、供用期間内のサービスレベルを維持するよう適切な点検や補修・補強等による予防保全的な維持管理が求められている。



写真-1 堤防天端利用状況

### (4) 水資源機構の取組み

こうした現状を踏まえ、水資源機構では農林水産省が策定した「農業水利施設の機能保全の手引き」に準じ、施設の長寿命化とライフサイクルコストの低減を図る「ストックマネジメント」の取組を本格化させている。

点検対象施設を管理する琵琶湖開発総合管理所においては平成14年度と平成20年度に一斉点検を実施しており、また、平成20年度に策定した維持管理計画に準じ、平成26年度～平成28年度の3か年で三順目となる一斉点検を実施している状況にある。

本稿では点検業務の中で得られた課題への対応として維持管理の適正化に向けた3次元損傷状況可視化モデルの適用について考察するものである。

## 2 点検結果の評価時における課題

過去二度の点検では樋門の連数の相違や水門等、異なる構造に対し、旧点検要領<sup>2)</sup>に記載の一般的な帳票をそのまま利用しており、施設の特徴を捉えきれず適切に施設健全度を評価できない状況であった。

図-2、図-3に過去の点検で用いていた展開図と鳥瞰図を、写真-2に施設状況写真を示す。

両者を比較して分かるように展開図にスケール感が無いことや鳥瞰図に門柱が無い等、施設の全体的なイメージが掴めない。実際に現地調査において損傷箇所を確認作業を行ったが非常に煩雑な作業となった。そのため、如何に直感的に損傷状況を把握できる帳票とするかが課題であった。

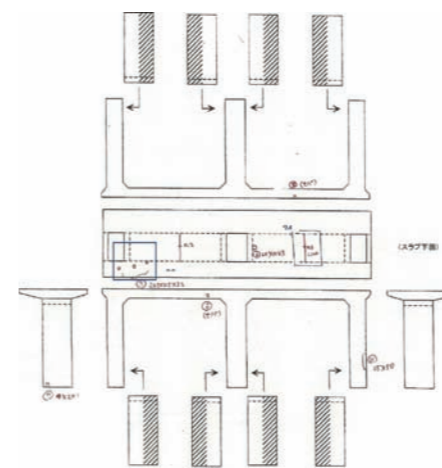


図-2 過去の点検で用いた展開図

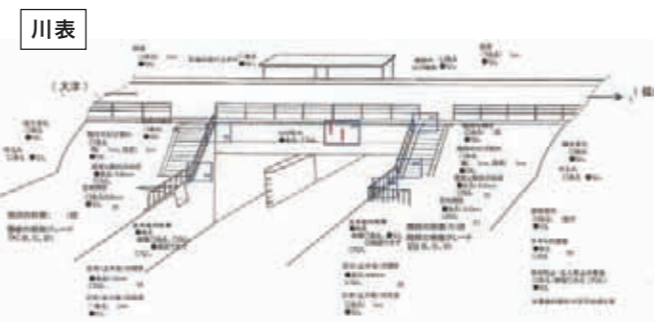


図-3 過去の点検で用いた鳥瞰図(川表の例)



写真-2 施設状況写真

## 3 3Dモデル等による課題への対応

今後も継続的に実施する点検作業時において施設状況を知らない後任者が直感的に損傷位置を把握することが可能となるよう、展開図をCAD化したほか以下の提案を行い、課題解決を図った。

### (1) 代表施設の3Dモデル化による鳥瞰図作成

今回点検を実施した48施設を1連、2連、3連の樋門と水門の4つの構造形式に区分した。

その後、形式毎に一般図より躯体、ゲート、フェンス等の3Dモデルを作成し、直感的に損傷状況を把握可能な帳票とするための基礎資料とした。

2連樋門を例に図-4に躯体モデル、図-5に鳥瞰図を示す。

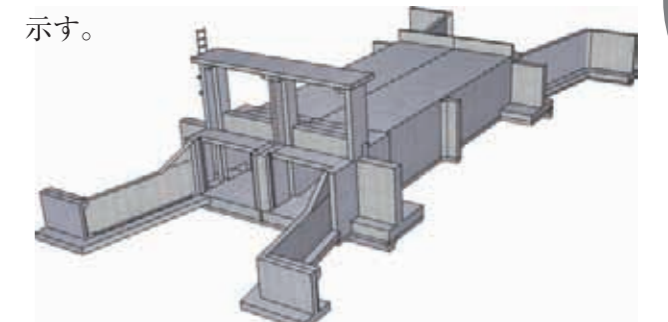


図-4 躯体モデル

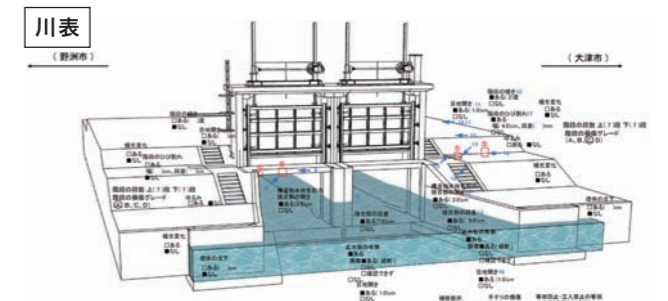


図-5 鳥瞰図

**(2) 3D-PDFの活用検討**

前述で作成した3Dモデルを鳥瞰図への使用だけに留めず更なる活用の場を求め、PDFと統合(以下、3D-PDFとする)することで誰でも使える維持管理ツールの一つと成り得えないか検討を行った。

**a) 3D-PDFとは**

3D-PDFとは3Dモデルを誰でも簡単に閲覧できるようAdobe Reader等の形式でエクスポートしたものを示す。モデリング時に本体、ゲート、フェンス等の部材毎にレイヤ区分することで多種多様な用途に対応可能であるほか、PDF上で点検結果等の簡易な旗揚げや部材の透過による全体の可視化も可能とするPDFデータである。図-6に表示例を示す。



図-6 Adobe Readerによる表示例

**b) 3D-PDFのメリット**

- ・施設の全体像が非常に理解しやすい。
- ・施設の局所的な変状箇所が分かりやすく直感的に把握可能。
- ・閲覧、旗揚げは無料のAdobe Readerで可能。
- ・協議の簡素化が図れる。
- ・関係機関協議の共通認識ツールとして利用可能。
- ・モデリングのCIMデータへの転用が可能。
- ・施工ステップ図に利用可能。

**c) デメリット**

- ・モデル作成時に初期コストが掛かる。

**(3) 3Dモデルと損傷図を重ねた損傷状況の「見える化」の提案**

損傷図を3D-PDFに取り込むことで損傷状況の

「見える化」を行い、様々な視点から可視化することで劣化の集中箇所や致命傷の有無等の特徴がないか検証を試みた。検証の結果、門柱基部のひび割れ幅が比較的大きい点や堤防天端の県道利用に起因したと想定される全体的なひび割れが確認できた。図-7に損傷図を重ねた鳥瞰図、図-8に上部からの損傷図、図-9に函渠内部の損傷図をそれぞれ示す。

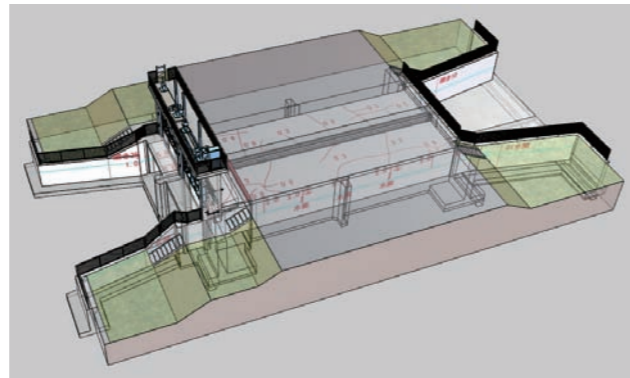


図-7 鳥瞰図

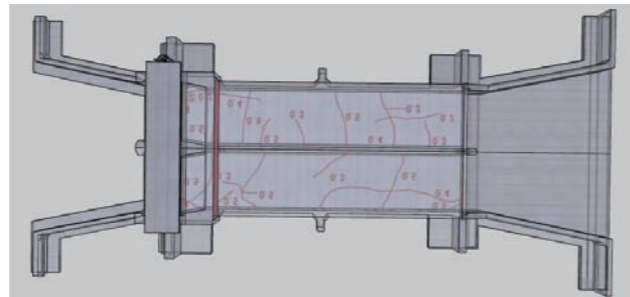


図-8 上部からの損傷図

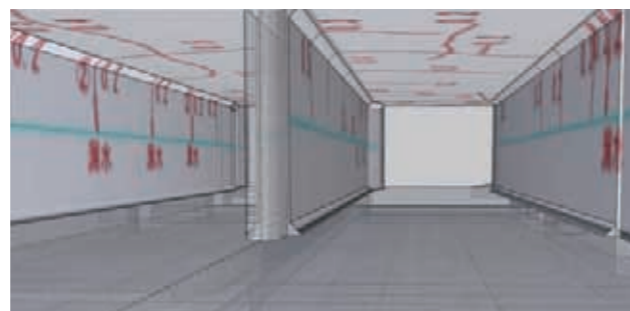


図-9 函渠内部の損傷図

**4 今後の課題と考察**

本業務で得られた課題を整理し、今後の維持管理における考察を以下にまとめる。

**(1) 3次元損傷状況可視化モデルの適用性**

今回は比較的損傷度の高い代表施設において損傷状況を3Dモデル化したものであるが、ひび割れ等の損傷位置や規模を様々な視点から直感的に把握できることで、温度変化・乾燥収縮や荷重等、劣化要因を推定することが可能であることが証明できた。

これにより施設全体の健全度評価の精度向上や対策工法の検討時に有効であると考えられる。

また、3D-PDFにより簡易な追記が誰でも容易に出来るため、今後も継続的に蓄積される点検結果をレイヤで追加することで経年劣化を整理するツールとしても有効活用が図れると考える。

**(2) 今後の展望**

3次元損傷状況可視化モデルは施設全体の健全度評価や損傷の経年変化の整理のほか補修・補強対策の施工可否の判断や施工ステップをモデル化するなどの地元住民などへの説明用ツールとして活躍の場があると考えられる。

このように計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入し、施工・維持管理の各段階で連携を図り建設生産システムの効率化を図るCIM(Construction Information Modeling)としての活用イメージを図-10に示す。



図-10 3次元損傷状況可視化モデル活用イメージ

琵琶湖開発総合管理所においては点検データと施設カルテを統合したDB(データベース)が構築されているがデータの利活用が図られていないため、長寿命化計画へ発展させるためのツールとして3次元損傷可視化モデルを付加することが有効であると考えられる。

図-11に琵琶湖開発総合管理所における3次元損傷状況可視化モデルを利用した維持管理の適正化イメージを示す。

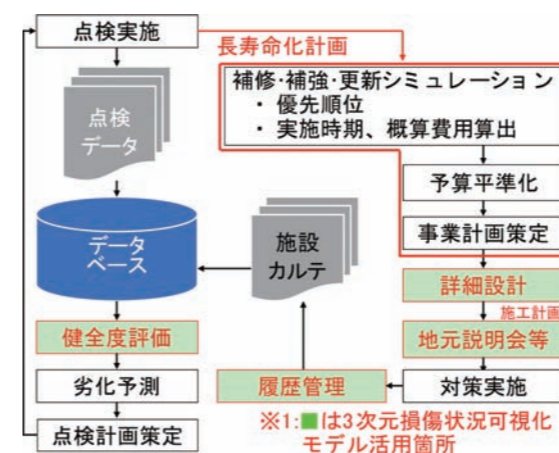


図-11 維持管理の適正化イメージ

しかしながら、継続的に維持管理が必要な施設数及び工種が豊富な琵琶湖においては全施設を3Dモデル化することは費用面を鑑みると必ずしも得策とはいえない。

解決策としては健全度評価結果や周辺の土地利用状況、施設重要度(機能が損なわれた場合の二次被害危険度、応急復旧難易度、利水・治水影響度)、耐震性能などの重要性を総合的に勘案したうえでモデリング対象施設の絞り込みを行う等、より効率的且つ効果的な維持管理を実践し、施設機能の継続的な維持改善を図ることが有効であると考えられる。

今後も数十年に渡り継続的に維持管理する上での投資であることを踏まえ、メリット・デメリットのトレードオフの関係を適切に判断する必要がある。

**5 おわりに**

本業務は3D-PDFの導入提案等の創意工夫が評価され、琵琶湖開発総合管理所より平成28年度優良業務表彰並びに平成28年度優秀技術者表彰を受賞でき一定の成果を得ることができた。

インフラの調査・診断へのICTの活用が進む中、点検結果を如何に維持管理に活かしていくかが我々建設コンサルタントに与えられた課題といえる。

更には老朽化施設の増大、少子高齢化に伴う職員・熟練技術者の減少、厳しい財政状況等、社会経済情勢の変化を鑑みると今後より一層、点検の効率化を図る必要があると考える。

今後は、多くの課題を抱えながらも維持管理の重要性は更に高まることを踏まえ、点検の効率化によるコスト削減を達成するために日々研鑽し、社会貢献に努める所存である。

謝辞: 本業務の遂行にあたり、独立行政法人水資源機構琵琶湖開発総合管理所のご指導・ご支援を賜り、職員の皆様に、心より感謝申し上げます。

**参考文献**

- 1) 国土交通省インフラ長寿命化計画(行動計画)H26.5
- 2) 樋門等構造物周辺堤防点検要領H13.5

Keywords | 附属物点検, エビデンス保持, 点検時の安全確保, 点検作業の効率化, ヘルメットカメラ, シニア技術者, ウェアラブル端末

## 点検作業の効率化と現場作業のエビデンス保持



**林 智明**  
設計計画本部 社会基盤部 道路・地域開発グループ 課長  
(技術士 建設部門—道路)  
t.hayashi@shinnihon-cst.co.jp



**古野 昌吾**  
設計計画本部 社会基盤部 保全技術・構造系グループ 課長  
(技術士 建設部門—道路/RCCM—鋼構造及びコンクリート)  
furuno@shinnihon-cst.co.jp

### 1 はじめに

わが国では、高度経済成長期に橋梁やトンネルをはじめとする多くの道路構造物が建設され、経済発展を支えてきた。しかし、これらの社会インフラも経年による劣化が急速に進行しており、コンクリートの剥落や耐荷力の減少に伴う事故が報告されるようになってきている。

特に、2012年12月の中央自動車道笹子トンネル天井板崩落事故は、社会インフラが老朽化しつつある現実に対して改めて警鐘が鳴らされ、定期点検と維持管理の重要性を再認識させられることとなった。

また、財政の逼迫化や人口減少などの社会環境の変化から、これまでのような更新や対処療法的な維持管理方法では、継続的な老朽化対応が困難となることが明らかとなっている。

このような状況下、第三者被害防止の観点から、各構造物に対して持続可能で的確な維持管理・更新の必要性が提案された。

以下、道路構造物の中から弊社が携わることとなった附属物を例に弊社の取組を記述する。

### 2 点検概要

#### (1) 附属物点検とは

##### a) 点検の目的

附属物の点検は、道路管理業務の一環であり、管理する附属物の現状を把握し、変状を早期に発見するとともに、対策の要否を判定することにより、道路利用者及び第三者被害の恐れのある事故を防止し、安全かつ円滑な道路交通の確保を図ることを目的として実施する。

#### b) 点検の基本的考え方

附属物点検の基本的な考え方は、これまでの附属物の不具合事例及び構造の特徴等を考慮して予め特定した弱点部に着目し、当該部位の損傷及び異常変状の有無を逐一確実に把握することである。

#### c) 点検の種類

点検の種類は、通常点検、初期点検、定期点検、異常時点検及び特定の点検計画に基づく点検の5種類があり(表-1に内容を示す)、定期点検には、主たる定期点検として行う詳細点検と、詳細点検と補完するため中間的な時期を目標に行う中間点検の2種類がある。

今回は、詳細点検業務をもとに以下報告する。

表-1 点検の内容<sup>1)</sup>

点検の種類	点検の内容
通常点検	道路の通常巡回を行う際に実施する点検
初期点検	附属物設置後又は仕様変更等が行われた場合の比較的早い時期に発生しやすい損傷・異常を早期発見するために行う点検
定期点検 (詳細・中間点検)	附属物構造全体の損傷を発見しその程度を把握するとともに、次回の定期点検までに必要な措置等の判断を行う上で必要な情報を得るため、一定期間ごとに行う点検
異常時点検	地震、台風、集中豪雨、豪雪などの災害発生時、若しくはその恐れがある場合、又は異常が発見された場合に、主に道路の安全円滑な交通確保機能が確保されているか等を確認するために行う点検
特定の点検計画に基づく点検	特殊な条件を有する等特に注意を要する附属物に対し、個々に作成する点検計画に基づき行う点検

#### d) 点検の頻度

定期点検の頻度は、表-2に示すとおりとし、重要構造物に位置づけられている門型標識は、5年に1回の詳細点検、その他については、10年に1回実施することと定められている。

表-2 定期点検の頻度

附属施設の種別	詳細点検	中間点検
門型標識等	5年に1回の頻度で実施することを基本とする	必要に応じて
門型以外の標識等	10年に1回の頻度で実施することを基本とする	詳細点検を補完するため、中間的な時期を目標に行う

### 3 現場作業の課題

#### (1) 富山管内の点検状況

##### a) 対象総数

管内の直轄国道(R8、R41、R156、R160及びR470)における附属物点検の対象数について、表-3に示す。

今回対象数は、本線において、交通規制を行い点検の必要な附属物に限定して集計したものである。

表-3 対象総数

附属施設の種別	基数	備考
道路照明	2,250	ポール式、共架、多目的、デザイン
道路標識	6,060	門型、F型、添架、単柱、複柱
道路情報施設	290	門型、F型、ITV他
総数	8,600	

##### b) 現場実施体制と標準装備品

点検作業における現場の実施体制図を図-1に、点検員の標準装備品を図-2に示す。

1班あたりの必要人数は、5人編成(点検員、点検補助員、交通誘導員A・B、高所作業車運転手)とする。

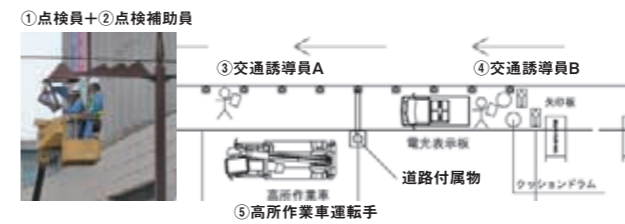


図-1 実施体制図

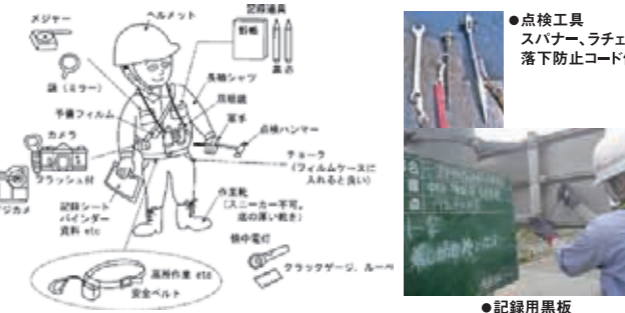


図-2 標準装備品

##### c) 必要総点検時間と延べ人数

弊社実績値をもとに管内の総点検時間と必要延べ人数換算値を計算すると以下のとおりとなる。

必要点検総時間は、表-4に示すとおり、183,400分(3,057h)必要であり、交通規制等所要の時間を考慮し1日5時間点検時間とし、約611日/班の作業を必要とする。なお、定期点検標準頻度から1年あたりの現場作業日数に換算すると10年あたり、総点検日数627日、1年あたり約63日現場作業に要することとなる。

次に、実施体制から現場点検作業に係わる延べ人数を計算すると、1班5人換算で約3,135人・日、1年あたり約315人・日/年となる。

表-4 必要点検時間数

附属物	種別	基数	点検時間	
			分/基	総時間(分)
道路照明 2,250基	ポール式	1,900	25	47,500
	共架式	150	20	3,000
	多目的・デザイン	200	30	6,000
道路標識 6,060基	門型	60	60	3,600
	F型	600	30	18,000
	添架	3,400	20	68,000
	単柱・複柱	2,000	15	30,000
道路情報施設 290基	門型	20	60	1,200
	F型	70	30	2,100
	ITV他	200	20	4,000
総数		8,600		183,400
				3,057 h

#### (2) 現場作業の課題

附属物点検の特に現場作業において、抱える課題としては、以下と考える。

##### a) 品質の確保とエビデンス保持

前述のように、多種多数の附属物があり、点検作業員として複数の人が係わることとなる。そのため、判定の差を無くし統一品質を確保することが重要である。また、同時に発注者及び道路利用者へ説明出来る点検実施のエビデンス(証拠)をどのように記録化していくかが課題としてある。

##### b) 点検時の安全確保

点検時の危険性としては、点検作業員及び第三者に対して、主に以下の3点が考えられる。

- ① 本線内での作業であるため通行車両との事故
- ② 点検員の高所作業車からの落下事故
- ③ 点検装備品の落下による被害

##### c) 点検作業の効率化

現場点検コストの縮減及び点検時間の短縮による現場リスクの回避のため、点検作業の効率化が求められている。

## 4 課題に対する実施状況及び評価

点検時の課題解決のため、ヘルメットカメラ導入による現場作業を実施した。

以下、実施状況を報告する。

### (1) 点検の実施状況

#### a) 通常行っている点検

通常点検は、高所作業車に点検員と点検補助員の2名乗り込み一連の作業を行う状態となる。図-3に実施状況イメージを示す。



図-3 通常の点検状況

#### b) ヘルメットカメラ導入による点検

ヘルメットカメラ導入により、点検補助員が高所作業車に乗り込み、点検員が地上部でモニターを見ながら指示、記録の作業を行う。図-4に実施状況を示す。



図-4 ヘルメットカメラ導入による点検状況

### (2) 評価

今回、実施したヘルメットカメラ導入による点検作業の評価について、以下に報告する。

#### a) 品質の確保とエビデンス保持

今回行った点検により以下の内容が可能となった。

- ① 一連の点検作業が動画により保持できる。
- ② ボルトの緩み等の現場対応状況が説明できる。
- ③ 打音等の音源が残る。
- ④ 後日、必要写真取得、損傷の再判定ができる。

#### b) 点検時の安全確保

今回の点検により以下の安全性向上が図られた。

- ① 両手フリー状態での点検が可能(図-5)。
- ② 高所作業車上では一人作業となり、落下リスクが減る。
- ③ 黒板及びカメラ等の必要装備が減り、落下リスクが減る。
- ④ 作業時間短縮により、交通規制時間の短縮ができる。



図-5 点検状況写真

#### c) 点検作業の効率化

現場点検時間については、点検写真及び記録作業の短縮(図-6短縮イメージ)により、表-5に示すとおり、総点検時間に対する短縮時間が663時間(短縮率22%)、現場作業日数の短縮が1年あたり、13日となり、現場作業の効率化が図られた。

※短縮時間については、弊社実績値より算出。

#### 門型標識の場合

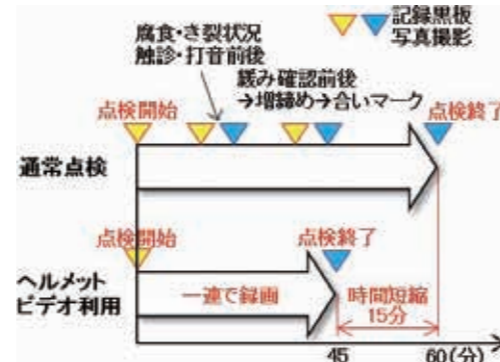


図-6 作業短縮イメージ

表-5 点検作業の総短縮時間

付属物	種別	基数	通常点検		ヘルメットビデオ利用		短縮率
			分/基	総時間(分)	分/基	総時間(分)	
道路照明	ポール式	1,800	25	47,500	5	8,500	20%
	吊架式	150	20	3,000	5	750	25%
道路標識	多量約・子サイン	200	20	4,000	5	1,000	17%
	門型	600	60	36,000	15	9,000	25%
道路情報施設	門型	3,600	20	72,000	5	17,000	25%
	車柱・横柱	2,000	15	30,000	3	6,000	20%
	門型	20	60	1,200	15	300	25%
290	門型	70	30	2,100	5	350	17%
	門型	200	20	4,000	5	1,000	25%
計		8,600		183,800		39,800	22%
			日数/基	611	日数/基	133	22%

注1) 本線トンネル照明及び地下横断歩道照明は含まない。

### (3) あらたな課題

現場作業の時間短縮により、現場での点検作業の効率化は図られた。しかしながら点検記録の帳票化(写真編集等)に要する作業時間が増える結果となり、業務全体での時間短縮までには至らなかった。

## 5 これからの課題及び今後の展開

### (1) これからの課題

#### a) コンサルタント業界が抱える課題

コンサルタントに所属する職員の年齢別構成図-7から、大きく2つのコンサルタント業界が抱える課題が見えてくる。一つ目に、新卒採用の減少による若手技術者の不足である。二つ目に、若手技術者の退職による中堅技術者の減少である。

今後、現状のまま技術者構成年齢が推移すれば、10年後には技術者の中心は50歳代、20年後には60歳代となり、著しい高齢化業界となることが推測できる。

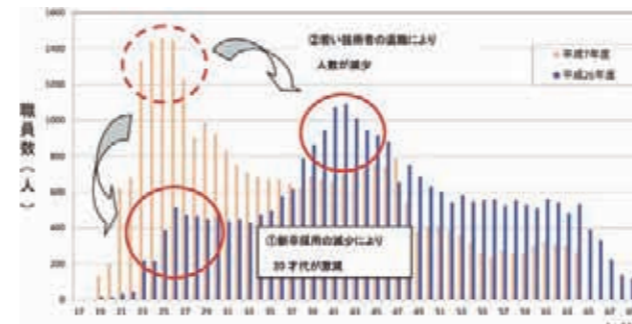


図-7 建設コンサルタント職員の年齢別構成<sup>2)</sup>

#### b) 点検技術の継承

コンサルタント業界として、技術者不足と技術者の高齢化問題が年々深刻化しているのは事実である。業界として、技術を持った人材の確保のため、10年後、20年後の技術者年齢構成を考えると、若手技術者の教育と同時にシニア技術者の活躍を推進していくことが課題解決には重要である。

### (2) 課題に対する対策方針

課題解決の対策方針として、以下の3点を考える。

#### a) 点検作業員の確保

若手技術者が不足している。しかしながら、点検員は点検技術(経験値)を持った人材でないといけない。このことが、技術者不足の解決に至らない原因の一つと考える。人材確保については他業種、女性技術者の起用といった方向性と、同時にシニア技術者の活躍の場を作ることが重要である。

#### b) 点検技術の継承

点検技術で特に問題となるのが、専門知識と損傷判定の個人差である。このことについては、現在まで蓄積された損傷データにより、判定基準のマニュアル化と過去の点検画像データを活用した講習等により判定の統一化を図ることが重要である。

#### c) 作業の効率化

作業員の確保及び技術の継承を行うと同時に現場作業の時間短縮による作業の効率化を行うことが、前述の課題解決の一端を担うと考える。

### (3) 今後の展開

重大な事故リスクの顕著化や維持修繕費の急激な高まりが懸念され、厳しい財政状況や熟練技術者の高齢化時代において、事故を未然に防ぎ、予防保全によるインフラのLCCの最小化を実現するためには、新技術を活用しシステム化されたインフラマネジメントが必須となる。特に最先端のICRT(ICT+ロボット化)を活用した技術は、従来のインフラ維持管理市場に新たなビジネスチャンスを生むと共に、同様な課題と向き合う市場へのビジネス展開の可能性を生む。

附属物点検については、ロボット化は、まだまだ課題が多いが、ウェアラブル端末(図-8)の導入は、作業の効率化と人材、技術不足の課題解決の方向性を示していると考えられる。

今後の弊社としては、若手技術者が現場作業を行い、遠隔地で専門知識を持った技術者が指示、判定を行うといった実施体制を構築することにより、人材、技術不足の社会的課題の解決や点検作業の安全確保につながると考えている。



図-8 ウェアラブル端末イメージ

謝辞: 本論文を作成するにあたり、国土交通省富山河川国道事務所道路管理第二課より、受注した業務成果の一部を活用して作成させていただいております。同課職員の皆様および関係者の皆様に厚く御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省道路局国道・防災課: 附属物(標識、照明施設等)点検要領 平成26年6月
- 2) 一般社団法人 建設コンサルタンツ協会: 平成27年度建設コンサルタント白書 平成27年8月



Keywords | 下水道圧送管路、硫化水素、腐食調査、圧送管吐出し部、ダクタイル鋳鉄管

# 下水道圧送管路の腐食調査と対策方法の検討



**前田 雄生**  
設計計画本部 水環境部 水工系グループ 主任  
(技術士補 建設部門)



**荒井 秀和**  
設計計画本部 水環境部 水工系グループ 係長  
(技術士 建設部門一建設環境/RCCM-下水道)

## 1 はじめに

平成27年5月、金沢市の幹線道路において、下水道管路の破損に起因する道路陥没事故が発生した。道路交通に大きな支障が発生した他、流出した汚水により悪臭が発生し、周辺環境に多大な影響を与えた。原因となった管路は、内面塗装を施されたダクタイル鋳鉄管であり、供用開始から30年経過しているものの、耐用年数として55年<sup>1)</sup>考慮されている管材であった。このため、早期の原因特定と対策の施工及び再発防止に向けた方針の策定が急務となった。

## 2 腐食要因の整理

### 2.1 腐食要因の整理

今回破損したダクタイル鋳鉄管の腐食要因として表-1が挙げられる。このうち、ダクタイル鋳鉄管の腐食要因として、腐食性土壌による『マイクロセル腐食』が一般的である。しかしながら、破損した管路の近傍における試掘・管厚調査及び破損し撤去された管路において外面確認を行ったが、いずれも管路外面は健全であった(写真-1)。また、近傍の土質資料等を確認し、腐食性の疑われる海成粘土層等の分布は認められなかった。

一方、撤去された管路の内面の確認において、内面被覆のモルタルライニングの欠損及び内面からの腐食(鏽)が確認された(写真-2)。このため、腐食の要因として内面モルタルライニングを腐食させる『硫化水素による腐食』が疑われた。

表-1 ダクタイル鋳鉄管の腐食要因

分類	要因		
外面の腐食	土壌による腐食(マイクロセル腐食)	工場等から浸透した酸性土壌 地下水(海水を含む) 硫黄分を含む盛土や埋立て地 泥炭地帯 腐植土、粘性土質の土壌 廃棄物による埋立て土壌 海成粘土等の酸性土壌	
	マクロセル腐食	コンクリート構造物の接合部付近 異種金属の接合部	
	電食	電鉄の迷走電流等	
	内面の腐食	モルタルライニング	硫化水素(硫酸)
		ダクタイル鋳鉄の腐食	溶存酸素
			温度(溶存酸素の腐食に影響)
流速(溶存酸素の腐食に影響)			
PH値			
	溶存塩類		
	電気伝導度		



写真-1 撤去された管の状況  
(接合部等にも鏽は確認できない)



写真-2 破損管の状況

## 2.2 要因の検証

図-1に硫化水素による腐食のメカニズムを示す。硫化水素による腐食は気相部で発生するが、破損した管路は圧送管であり、通常、圧送管路は満水状態で流れるため、硫化水素による腐食は発生しにくい。このため、①圧送管路中の気相部有無の検証、②構造の検証を行った。

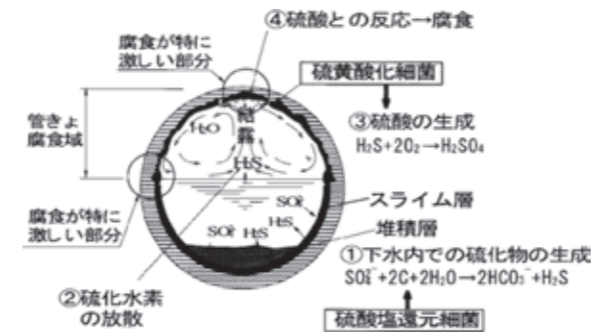


図-1 硫化水素による腐食の概要図<sup>2)</sup>

### ① 気相部(自然流下区間)有無の検証

圧送管路において下記(i)～(iii)に該当する場合に自然流下となる。

- (i) 管路高さが動水勾配線(放流部基準)より上にある下り勾配区間
- (ii) 管路勾配が動水勾配(放流部基準)より大きい区間
- (iii) iかつiiで、下流側により高い高さの管路が存在していない区間

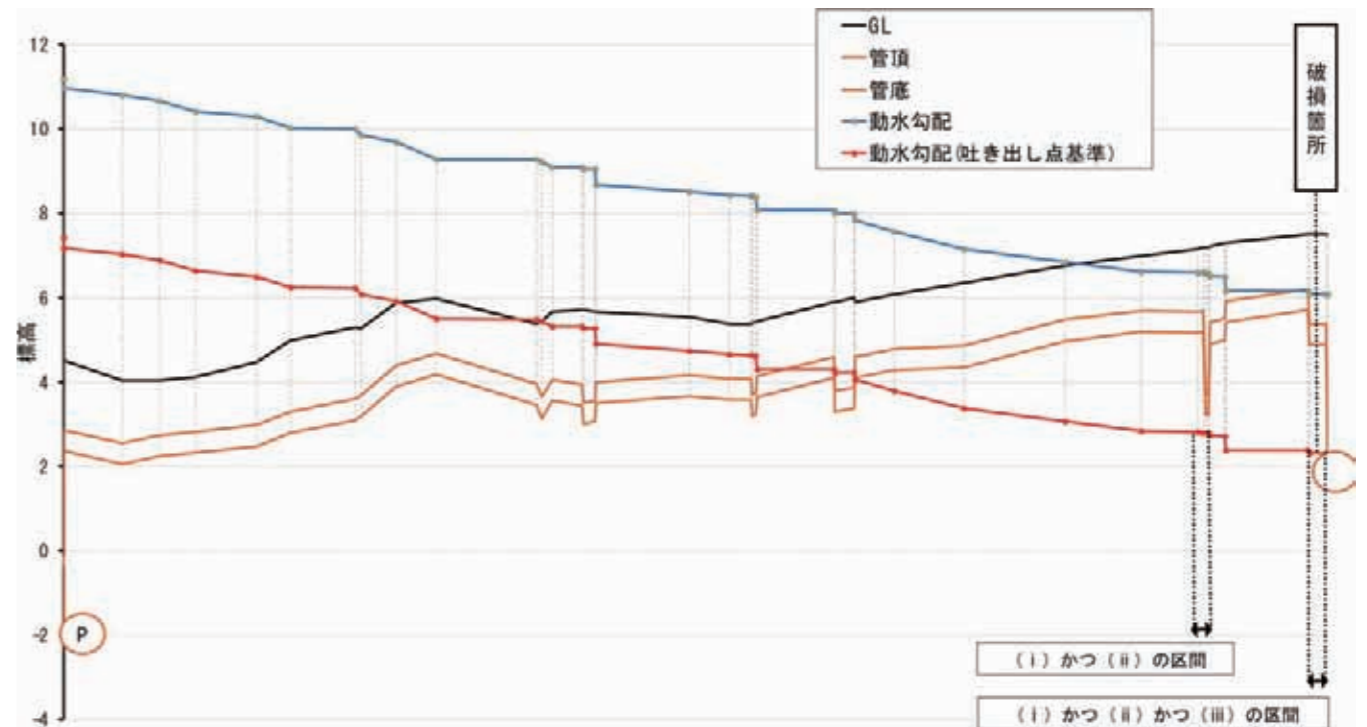


図-2 圧送管路・動水勾配線の縦断面図

この条件に対し、当該圧送管の縦断面図は図-2のようになり、破損が発生した箇所と気相部と想定される区間が合致する。

### ② 構造の検証

破損した箇所は圧送管の吐出し部に近く、構造図より以下の課題が見受けられた。図-3(次頁)に吐出し部の概要図を示す。

- (i) 吐出し部はBOXカルバート管頂付近に接続され、落差が2.0m程度である
- (ii) 動水勾配より急な勾配で接続されている(高流速で放流される)
- (iii) 近傍に凸部があり、ポンプ停止後吸い込みが発生する

(i)～(iii)の状況より、高流速、高落差で汚水が流れ込んで攪拌され、吐出し部で硫化水素が発生し、ポンプ停止後の負圧状態圧送管内に硫化水素が流れ込み、吐出し部近傍にて腐食が発生したものと考えられた。

①、②より、破損箇所は硫化水素による腐食環境にあったと想定される。

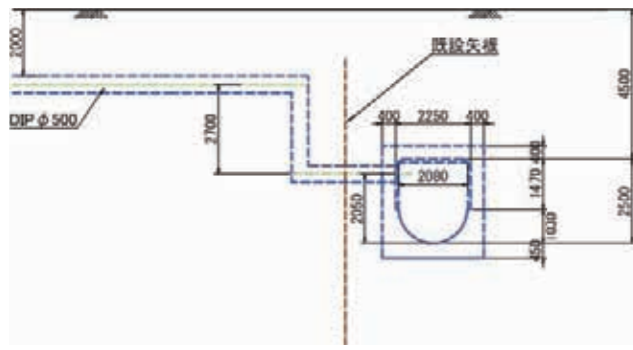


図-3 圧送管路吐出し部の概要図

### 3 対策の検討

#### 3.1 対策方針の検討

硫化水素による腐食の対策として、表-2に示す(1)発生源対策、(2)腐食抑制、(3)防食の3つの方針がある。対策方針は腐食環境条件表-3を考慮した検討を行った。圧送管吐出し部において金沢市企業局にて計測された硫化水素濃度図-4から、以下の状況がみられた。

- (i) 日によって大きい時もあるものの、ポンプの運転毎に発生する濃度は比較的一定である。
- (ii) 硫化水素はポンプ運転時に発生し、停止後消散する。(最大値概ね40ppm,最小値は0ppm)
- (iii) 平均硫化水素濃度は2.0~5.5ppmと比較的小さい。(腐食環境『I種』の環境例は平均50ppm)

上記の硫化水素濃度及び圧送距離約2000mという条件より、当該圧送管路については腐食環境『II種』と分類した。また、II種でも平均硫化水素濃度が低いことから、(1)発生源対策を必要とせず、(2)腐食抑制及び(3)防食による対策を検討した。

表-2 硫化水素による腐食への対策方針

腐食対策の分類	対策の主眼
(1) 発生源対策	下水中の硫酸イオン濃度の低下
	硫化物生成の抑制・固定
(2) 腐食抑制	硫化水素の放散防止
	微生物の活動抑制
(3) 防食	耐硫酸性材料の採用
	耐蝕コンクリート

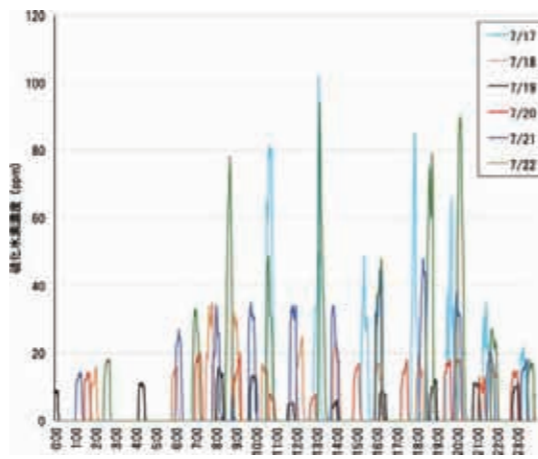


図-4 硫化水素濃度計測結果(一部)

要因 分類	圧送管吐出し先の管路施設(マンホールポンプを含む)	ビルビット排水が排出される箇所の上下流部	溶存硫化物を含む特殊排水が排出される箇所の上下流部	伏越し下流部
I種	圧送管延長が1,000m以上で、上流より硫酸塩等の硫酸成分を多量に含む特殊排水の流入がある場合。			
II種	圧送管延長が500m以上で、水量が比較的多い場合。	飲食店があるオフィスビルや、デパート等比較的大規模なオフィスビルのビルビットから排出される場合。	高濃度溶存硫化物を含む特殊排水が、下水管に流入する可能性がある場合。特殊排水の水質調査を基に、II種、III種を設定する必要がある。	伏越し上流部に圧送管が布設されている場合や、硫酸塩等の硫酸成分を含む特殊排水の流入がある場合。
III種	圧送管延長が500m未満で、水量が比較的小さい。かつ、硫酸塩等の硫酸成分を含む特殊排水の流入がない場合。	比較的小規模なオフィスビルのビルビットから排出される場合。		伏越し管内での滞留時間が1時間以上に及ぶ可能性がある場合。

表-3 腐食環境の分類<sup>2)</sup>

#### 3.2 対策工の検討

##### (1) 腐食抑制対策

硫化水素発生要因として、i)吐出し部付近の管路勾配、ii)吐出し部の落差があり、この2つの要因に対して腐食抑制となる『合流時の攪乱防止』『落差の解消』を目的として、ドロップシャフトと推進工法による接続案を採用した(図-5)。ドロップシャフトでは、小流量から設計流量まで整流効果が得られ、副管の適用範囲である2.0mを超える落差での接続が可能となる。また、ドロップシャフトにより落差処理された汚水を管底付近へ推進工法により接続し、硫化水素の抑制を図った。

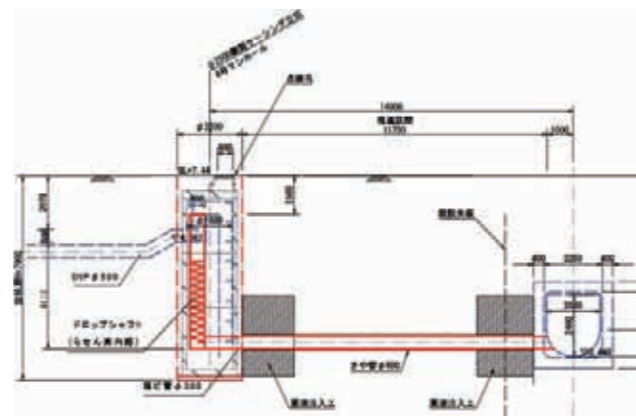


図-5 対策工法概要図

##### (2) 防食

防食として、耐硫酸性の管材の採用がある。耐硫酸性の管材には、硬質塩化ビニル管やポリエチレン管、FRPM管等の樹脂系管材がある。今回破損した管路の前後もダクトイル鋳鉄管であり、既設管との接続を考慮し、ダクトイル鋳鉄管の『内面エポキシ樹脂粉体塗装ライニング』管材を採用した。防食の適用範囲については、硫化水素の影響範囲を管路縦断面より抽出した(図-6)。※本区間については、金沢市が管厚調査を実施し、必要に応じて布設替を行っている。

また、(1)の腐食抑制にて検討したドロップシャフトを設置するマンホールへのライニング防食等、路線全体にわたって耐硫酸性材料による防食を検討した。

### 4 今後の課題

本件と同様に硫化水素による腐食のおそれが高い箇所として、本件のような①段差・落差の大きい箇所、②圧送管の吐出し部や、③伏越し下流側の人孔・管路、④その他腐食するおそれの大きい箇所(ビルビットの吐出し部及び硫化物の多く含まれる排水を受ける箇所等)が挙げられる。

このような箇所では、本件のような道路陥没等の事故に至る腐食のおそれがあるが、これまでの一般的な手法、すなわち下水道台帳等のデータから布設年度や管材といった指標だけでは抽出することができないことから、把握できていないと考えられる。

このため、施設の経過年数の大小に関わらず、机上でのスクリーニングや、硫化水素の計測、管厚調査等により、早急に把握する必要がある。

この他、平成27年度より施行されている改正下水道法において、「腐食のおそれが高い箇所については

5年に1度以上の目視その他適切な方法により点検を実施する」ことが義務付けられており、ストックマネジメントの実施により、箇所の選定や維持管理方法の策定が必要となってきている。

このような情勢の中、本件において、このような検証、対策方法の検討などを実施できたことは有意義であった。本件における経験を活かし、様々なケースで技術を深めつつ展開していく所存である。

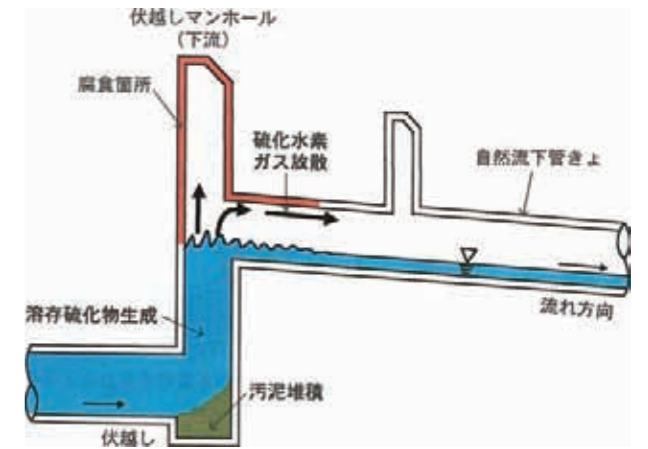


図-7 腐食環境の例(伏越し下流部)<sup>4)</sup>

謝辞: 本業務の遂行にあたり、金沢市企業局の関係者様には適切なご助言、ご指導、ご支援を賜り、心より感謝申し上げます。

- 1): 国土交通省、下水道事業における法定耐用年数
- 2): 「圧送管路の調査・診断の手引」(下水道圧送管路研究会)
- 3): 「下水道管路施設腐食対策の手引き(案)」(日本下水道協会)
- 4): 「下水道管路施設腐食対策の手引き(案)」(日本下水道協会)

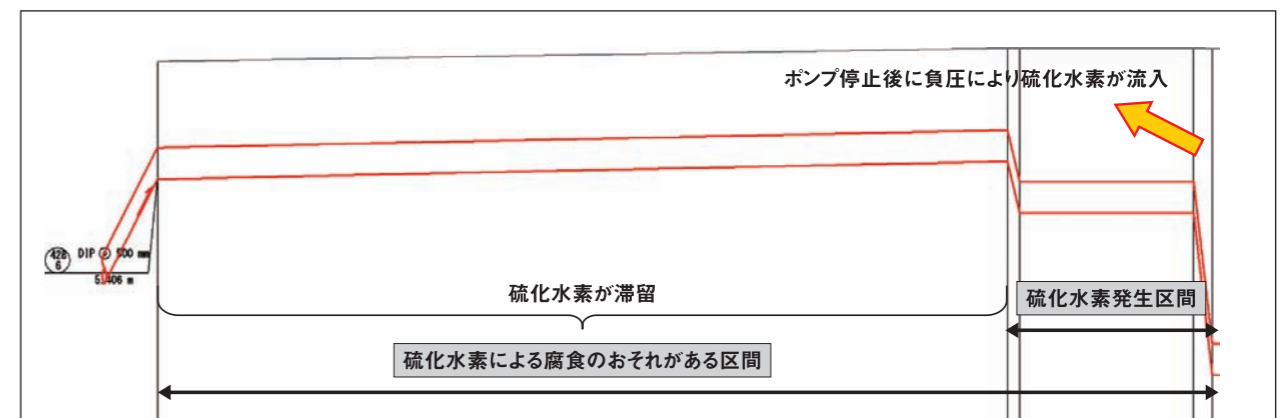


図-6 防食範囲検討図(管路縦断面図)

Keywords | 局所的集中豪雨,都市域レーダシステム,短時間降雨予測モデル,高速流出解析システム,リアルタイム浸水予測システム,自助・共助支援,雨水のスマート管理

# 高精度浸水予測システムの開発と自助支援への活用

**城岸 巧**  
 水環境部 水工系グループ 課長代理  
 (技術士補 建設部門)  
 jyohgan@shinnihon-cst.co.jp

**阿曾 克司**  
 専務取締役 設計計画本部 本部長  
 (技術士 建設部門一河川、砂防及び海岸・海洋、  
 総合技術監理部門)  
 aso@shinnihon-cst.co.jp

## 1 はじめに

近年、突発的かつ局所的な集中豪雨、いわゆるゲリラ豪雨の頻発により、浸水による個人財産の被災や幹線道路の交通支障など、全国的に甚大な被害が発生している。特に、平成27年9月の鬼怒川の氾濫では、避難の遅れ等により人命に関わる重大な被害にまで及んでおり、洪水や浸水被害に対する住民の的確な対応を促すための高精度な予測情報(水位予測情報等)の必要性が高まってきている。今回開発した高精度浸水予測システムは、今まで実現できなかったリアルタイム浸水予測を可能とするものであり、自助・共助や施設運用等によるソフト的対応による被害軽減に大きく寄与できるものと考えている。

## 2 実証研究の概要

弊社は富山市・神戸大学とともに、富山市の呉羽排水区において、XバンドMPレーダを活用した浸水予測の自主研究を平成23年度より実施してきている。本研究では、高分解能のXバンドMPレーダを用いることにより、流出解析精度が約90%にまで向上することを確認している。この研究成果を踏まえ、国土交通省国土技術政策総合研究所の委託研究事業のB-DASHプロジェクトにおいて、弊社を含む8者からなる共同研究体(メタウォーター(株)・(株)新日本コンサルタント・古野電気(株)・江守商事(株)・(株)日水コン・神戸大学・福井市・富山市共同研究体)にて提案した「都市域における局所的集中豪雨に対する雨水管理技術実証事業」が平成27年度に採択され、現在、福井市及び富山市を実証フィールドとして研究を進めている。本研究は、近年増加傾向にある下水道の雨水排除能力を超える局所的集中豪雨に対して、3つの革新的技術

「都市域レーダシステム」、「短時間降雨予測システム(以下、降雨予測システム)」、「高速流出解析システム(以下、流出解析システム)」を組み合わせて、リアルタイムな高精度浸水予測システム(以下、浸水予測システム)を構築し、「情報配信システム」による施設運用支援や自助・共助支援の実現による浸水被害の軽減を目指すものである。現在、富山市において、自助支援に特化した検証を実施している。以下に、当該予測システムの技術の概要を示す。

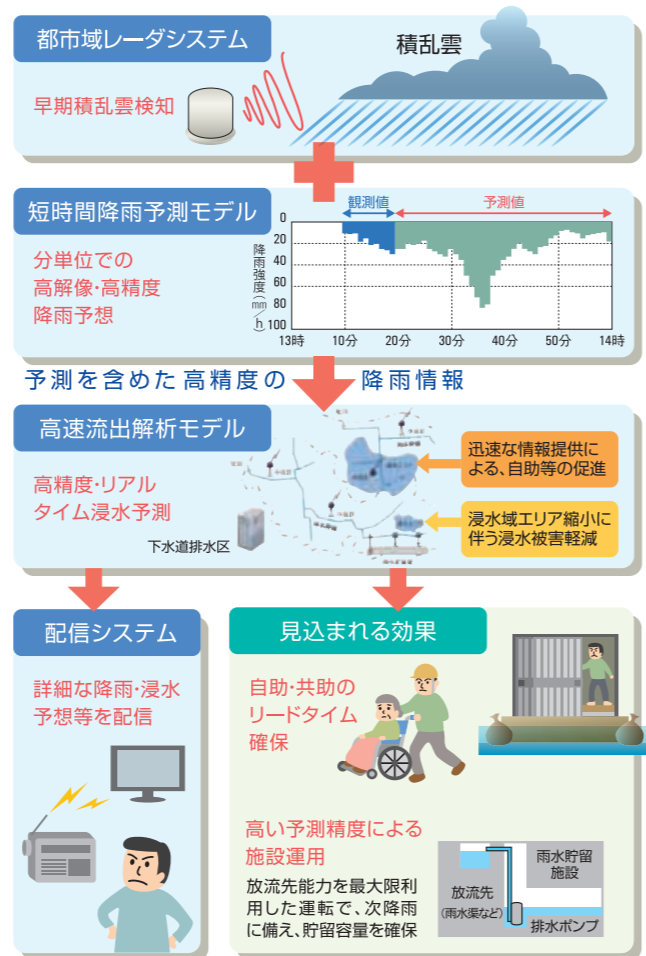


図-1 浸水予測システムの概要

## (1) 都市域レーダシステム

都市域レーダ(小型Xバンド二重偏波ドップラ気象レーダ)は、小型かつ軽量であるため、設置コストを大幅に削減することが可能である。本実証では、市街地を中心に郊外の学校等の屋上3箇所レーダを設置し、マルチレーダ化を図り、電波遮蔽や欠損等の無い確実な降雨情報の取得を実施している。



図-2 富山市における都市域レーダシステム

## (2) 降雨予測システム

一般的な降雨予測手法である「移流モデル」に加え、観測誤差を考慮した複数ケースの予測を可能とする「特異移流モデル」による降雨予測システムを構築した。特異移流モデルは、想定しうる最大の降雨予測が可能であり、最悪の状況においても自助対応のリードタイムが確保可能となる。

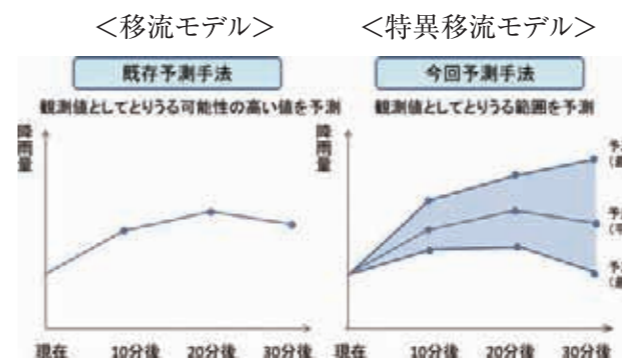


図-3 降雨予測システム

## (3) 流出解析システム

流出解析システムは、計算処理時間の大幅な短縮を図り、データ収集から1時間先までの水位予測及び浸水予測までの一連の解析作業を5分以内に完了し、

流達時間の短い下水道排水区域に適応したシステムを構築した。

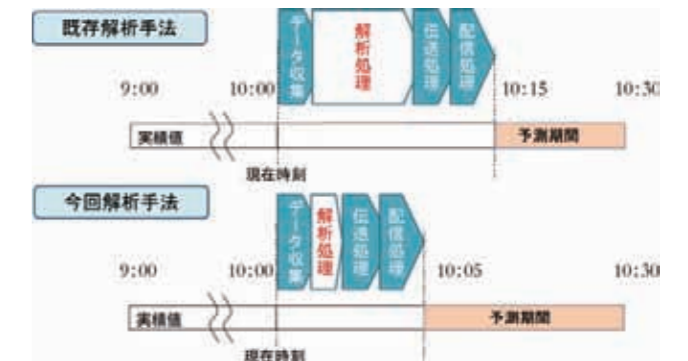


図-4 流出解析システム

## (4) 情報配信システム

配信情報は、降雨・水位・浸水範囲の実測及び予測とし、情報過多による混乱をまねかないよう、可能なかぎり住民が理解しやすい内容で簡潔に表現した。

## 3 自助支援における浸水予測システムの活用性と課題

### (1) 実証フィールドの概要

実証フィールドである富山市の呉羽排水区は、南西から北西方向へ連なる呉羽丘陵の分水嶺を起点とし、射水平野の低平地を終点とする南北方向へ傾斜した約200haの流域である。5年確率相当のハード整備後も近年の計画降雨を超過する豪雨により、度々浸水被害が発生している。このうち、最も浸水被害の発生頻度が高く、かつ内水域の浸水に対する自主防災組織を有するS地区を自助支援実証フィールドとして選定し、浸水予測情報を配信している。



図-5 自助支援検証フィールド



図-6 配信情報画面

S地区における、先進的な自助・共助の取組について以下に紹介する。

①内水域の浸水に対する水防計画マニュアルを町内会独自で作成しており、それぞれ役割分担を決め、計画的な水防活動を実施している。

②警戒水位及び危険水位を今までの浸水被害の経験則から設定し、水路にその位置を示し、水防活動の目安としている。写真-1右側の黄色パネルが警戒水位、白色パネルが危険水位を示している。



写真-1 住民による警戒水位・危険水位の設定

③浸水常習地区では、土のうの他に床下浸入水防止板が富山市上下水道局より配布されており、浸水時の床下浸入水防除に活用している。



写真-2 床下進入水防止板

(2) 自助支援検証の目的及び検証フロー

本実証試験では、浸水予測情報を住民に試験配信し、地域住民とのリスクコミュニケーションを通して、浸水時の自助・共助活動における課題を洗い出し、リードタイム確保における有益な配信情報・配信方法を明らかにする。さらには、利活用促進に向けた課題及び展望を確認する。

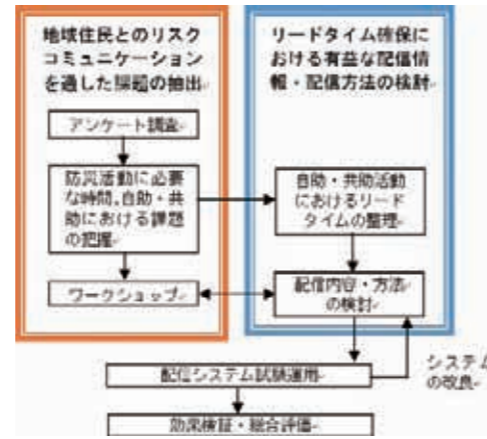


図-7 浸水予測システムの自助支援活用性検証フロー

(3) 浸水予測システムの活用性と課題

地元住民へのヒアリングを通して明らかとなった浸水予測システム及び自助・共助における課題とその解決策・展望について以下に示す。

① 浸水予測情報の配信内容・方法

情報配信システムは、降雨や水位情報を視覚的に確認できるツールとしてスマートフォンを選定し、メールにより、利用者に閲覧を促すシステムとした。メール配信基準は、地域の浸水特性を考慮し、降雨量に関しては40mm/h、水位に関しては、水防活動水位を基準に浸水の危険性を段階的に配信するシステムとした。

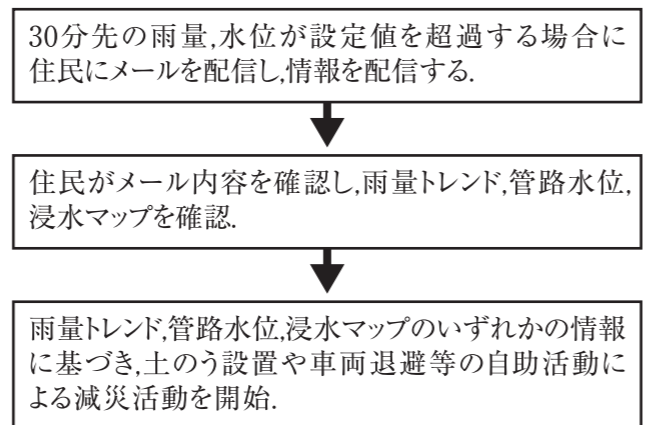


図-8 自助支援における浸水予測情報活用フロー



図-9 メールの配信基準

今回の情報配信システムではスマートフォンを選定しているが、高齢者等においては、スマートフォンを使用できない方が多く、その他の情報周知方法としてテレビや防災ラジオ、携帯電話へのメールのみの配信等を検討していく必要がある。

② 情報配信基準

本実証地域では、自主防災組織にて設定した水防活動水位にて、情報を配信するシステムとしている。浸水予測情報が配信されたとしても、水防活動の判断基準が明確でなければ、住民の減災行動は遅れ、適切な減災効果を得ることができない。本実証では、自助・共助活動において最低限必要なリードタイムについて明らかにし、適切な情報配信基準の明確化を図っていく。

③ 自助支援情報としての予測精度

浸水予測精度は、降雨予測精度への依存度が高く、浸水予測の不確実性を如何に排除するかが大きな課題である。浸水しないという解析結果に対し、浸水が発生するといった事象は避けなければならない。そのため本実証では、予測精度誤差の広がりや考慮した特異移流モデルを活用し、最も大きな雨に備えた対策(安全側対策)にて確実にリードタイムを確保することを目標としている。ただし、浸水予測精度の乖離が著しくなり、安全側の空振りが多ければ、情報活用者から予測システムの信頼性を損ねる可能性がある。情報活用者である住民とのワークショップ等のヒアリングを通じて、自助支援に適切な浸水予測精度について総合的に確認していく。

④ 共助体制の希薄化

被害の最小化を最大限に高めるためには、自助のみならず、共助の取り組みが不可欠である。ただし現代社会は、少子高齢化による世帯の核家族化や高齢世帯の増加などにより地域コミュニティの希薄化が進行しており、地域住民同士による助け合い・支え合いのネットワーク作りが困難な状況にある。これからは、防災意識の共有化を図るべく、断続的に防災教育等による地域住民の防災意識の向上や防災リーダーの育成等、防災に関心を持った地域づくりに努めていかなければならない。災害は対岸の火事ではない、明日は自分の身におきるかもしれない、災害の自分ゴト化への精神を一人一人に根付かせ、少しでも共助体制が構築されるよう、地域一丸となってこの課題に取り組んでいく必要がある。

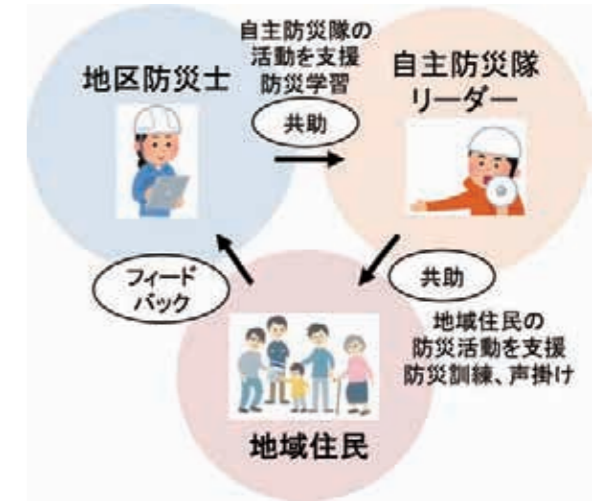


図-10 自助、共助体制のネットワーク化

4 今後の展望

浸水予測情報の配信においては、地域が抱える課題や防災意識レベルなどの地域特性を把握し、地域特性に応じた目標リードタイムや情報配信タイミングを設定することが重要である。本実証では、地域住民とのリスクコミュニケーションを通してこのような課題を解決し、他地域へ導入するにあたっての道標とし、雨水管理のスマート化の普及展開を目指していきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部：雨水管理総合計画策定ガイドライン(案),2016
- 2) 財団法人下水道新技術推進機構：流出解析モデル利活用マニュアル,2006

Keywords | 取水工、耐震性能照査、地震応答解析、固有値解析、ALID、応答変位法

# 地域地震動特性および地形影響を考慮した 取水施設の耐震性能照査



鈴木 健  
設計計画本部 社会基盤部 保全技術・構造系グループ  
(技術士補)  
suzuki@shinnihon-cst.co.jp



古野 昌吾  
設計計画本部 社会基盤部 保全技術・構造系グループ 課長  
(技術士 建設部門一道路/RCCM—鋼構造及びコンクリート)  
furuno@shinnihon-cst.co.jp

## 1 はじめに

### (1) 東総用水施設の概要

東総用水は、昭和56年に事業を開始し、1級河川黒部川から農業用水2.235m<sup>3</sup>/sおよび水道用水0.804m<sup>3</sup>/sを千葉県東庄町、銚子市、旭市の2,804m<sup>2</sup>に供給するものである。図-1に東総用水概要図を示す。図中の黄色着色が東総用水施設である。東総用水施設は、取水口1基、水路延長約37km等で構成される施設である。表-1に構造物の名称及び規模数量を示す。



図-1 東総用水事業概略図



写真-1 笹川取水工(全景)

表-1 東総用水施設を構成する構造物

名称	規模	数量
笹川取水工	取水量 3.04m <sup>3</sup> /s 取水口 W4.2m×H2.6m 開水路 W1.8m×H1.6m 樋管2連 沈砂池 W5.0m×H4.4~6.7m×2連	1基
導水路	トンネル及び管水路：φ1,800mm	0.8km
幹線水路	φ1,200mm~200mm S.P, PCP, DP, AP	21.0km
支線水路	φ500mm~200mm PCP, DP, AP	15.0km
東庄揚水機場	横軸 うず巻ポンプ φ600×400mm×80m×44.7m <sup>3</sup> /min 横軸 斜流うず巻ポンプ φ300×300mm×11m×12.06m <sup>3</sup> /min	3台 5台 (内1台予備)
海上加圧機場	横軸 うず巻ポンプ φ700×600mm×25m×60.9m <sup>3</sup> /min	1台
ファームボンド	R/C 貯水量2,800~4,300m <sup>3</sup>	18箇所
東庄加圧機場	横軸 片吸込うず巻ポンプ	3台
飯岡調整水槽	P/C 総貯水量6,670m <sup>3</sup> φ20m H30m	1基

### (2) 耐震性能照査の重要性

対象地域の土壌は火山灰性で保水力に乏しく、東総用水施設の竣工前は、早魃<sup>かんばつ</sup>の被害を受けやすく、生産性の低い農業が営まれており、生活用水についても大部分の住民は浅井戸を利用していたため、地下水の枯渇や水質の汚染など、利水面で不安定な生活を送っていたと記録される。上記より、東総用水施設は黒部川を水源として、農業経営の安定化と合理化、環境衛生の向上と住民福祉の増進を図ることを目的として計画されたものである。

本業務の対象施設である笹川取水工は、東総用水施設の中で最も上流に位置し、本施設が震災に見舞われて取水困難な状況になった場合、下流への用水供給に著しい支障をきたすため、非常に重要な施設であり、対策重要度は最も高いカテゴリにランク付けされている。

当該施設周辺において今後30年間のうち震度6弱以上の地震が発生する確率は、26%以上<sup>1)</sup>とされており、施設重要度を考慮すると、耐震性能照査の重要性は高いといえる。図-2に笹川取水工の全体図を示す。

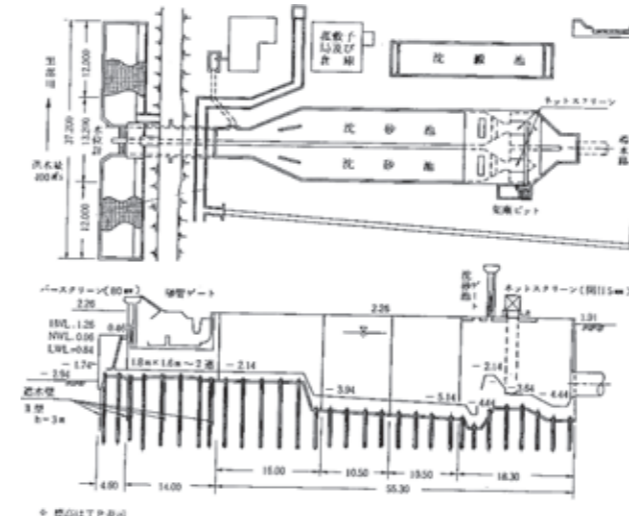


図-2 笹川取水工全体図

## 2 耐震性能照査における課題

耐震性能照査を行う上での課題を以下に示す。

### (1) 設計地震動について

照査に使用される設計地震動(レベル2地震動)は多くの場合、兵庫県南部地震や東北地方太平洋沖地震等の地震観測記録を考慮した地震動が使用される。これらは我が国の観測以来、最大規模の地震動であるため、施設近傍で起こりうると想定される地震よりも過大な検討となり、広域に敷設された施設を考慮すると膨大な工事費を要することから、現実的な対応策ではないと考える。このため、設計地震動に地域特性を組み入れることが課題のひとつと考える。

### (2) 照査手法について

対象施設は開水路、堤防樋管、沈砂池、制水門扉、杭基礎で構成され、地盤は軟弱であり、検討した結果、液状化地盤であった。

また、本施設は一部築堤内に敷設されており、堤体形状が複雑なため、縦断方向の杭基礎照査において静的解析では堤体の荷重および不均一な地層の流動を考慮する必要がある。一方で、動的解析は照査精度が高い利点があるが、土質定数等のパラメータを設定する必要があり、地質調査の実施から行う必要があった。

## 3 課題への対応

### (1) 設計地震動について

検討地域に影響を及ぼすと想定される地震を設定するために、地域特性を考慮した地震動の設定を行った。具体的には、対象施設の近傍で発生が想定される「プレート境界型地震」および「直下型地震」を抽出し、対象施設に多大な影響を及ぼすと想定される地震の応答スペクトルを設定することとした。想定地震は、内閣府中央防災会議および千葉県地域防災計画で検討された、「近い将来に発生するおそれがあり、施設に影響を及ぼすおそれのある地震」とされる下記5つの地震を抽出した。<sup>2),3)</sup>

- ① 三浦半島断層群による地震
- ② 茨城県南部地震
- ③ 成田直下型地震
- ④ 東京湾北部地震
- ⑤ 千葉県東方沖地震

抽出された想定地震波を基に地震応答解析を行い、各想定地震が発生した場合に施設で生じる応答スペクトルを算出した。これらのスペクトルを包括する設計地震動を設定することで、設計地震動は地域特性を考慮した地震動となる。なお、複数の地震が同時に発生する確率は極端に低いことや想定地震波を重ね合わせることの妥当性は確認できないため、単体で地震が発生した場合を想定した。

表-2に設計地震動に用いた地震データの概要を示す。表中には中央防災会議および地域防災計画で検討された三浦半島断層群による地震はマグニチュードに差異があるが、推定した震源深さや推定手法が異なることから、差異が生じている。

図-3に想定地震の震源位置(概略)を示す。対象施設周辺では茨城県南部地震、成田直下型地震、千葉県東方沖地震が近傍にある。図-4に設定した設計スペクトルを示す。設定した設計スペクトルは500galとなり、施設の固有周期は固有値解析により求めた結果、約1秒となるため、気象庁震度階級に換算すると震度6強の地震相当となる。

表-2 設計地震動の検討に用いた地震データ

検討対象	想定地震名	マグニチュード <sup>※1</sup>	震源深さ(km)	地震タイプ	推定手法
中央防災会議 「首都直下地震 対策専門調査会」	三浦半島断層群 による地震	7.2	6.5(断層上端)	活断層	統計的グリーン関数 による波形計算 (加速度波形の計算)
	茨城県南部地震	7.3	— <sup>※2</sup>	プレート境界	
	成田直下の地震	6.9	5.0(断層上端)	仮想の断層帯	
千葉県 「地域防災計画」	東京湾北部地震	7.3	27.8	プレート境界	ハイブリッド法 [差分法+統計的 グリーン関数法] (加速度波形の計算)
	千葉県東方沖地震 <sup>※3</sup>	6.8	43	プレート内部	
	三浦半島断層群 による地震	6.9	14.4	活断層	

※1.気象庁マグニチュード

※2.首都直下地震専門調査会(第12回)に提出された溝上委員の資料(地震WG報告書・図表集)の表には記載なし。

※3.1987年12月17日に発生した千葉県東方沖地震による実観測データではない。



図-3 想定地震動の震源位置図(概略図)

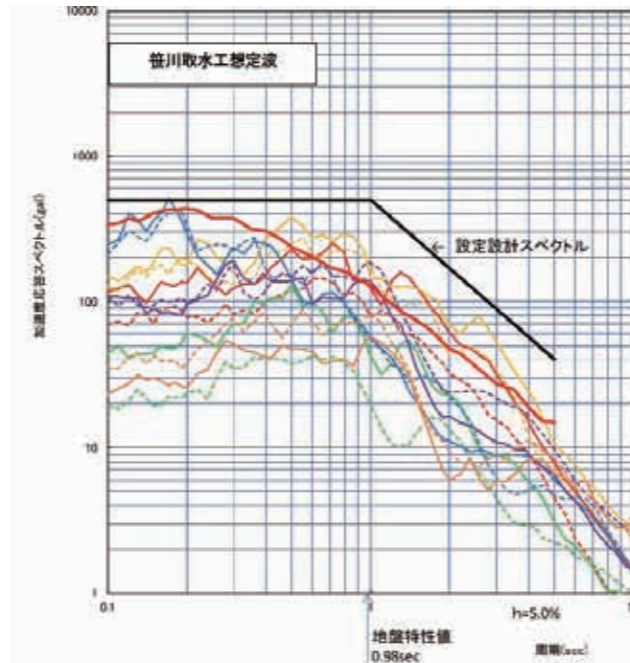


図-4 設定した設計スペクトル

(2) 照査手法について

対象施設における縦断方向の検討は、堤体の荷重および不均一な地層の流動を考慮するため、「有限要素法を用いた自重変形解析(ALID)」を用いることで、盛土影響および地盤の流動を考慮できる地盤モデルを作成した。これにより、得られた変位を考慮した応答変位法(梁-バネモデル)による解析を行った。図-5・図-6に自重変形解析に用いた地盤モデルを、図-7に

地震により生じる地盤変位を、図-8に応答変位法に用いた施設の梁-バネモデルを示す。モデルの左側が河川であり、地形の特性から河川側へ流動する結果となった。自重変形解析で得られた河川側への変位を応答変位法に加味することで、通常の照査では評価できない影響を静的解析で考慮できた。

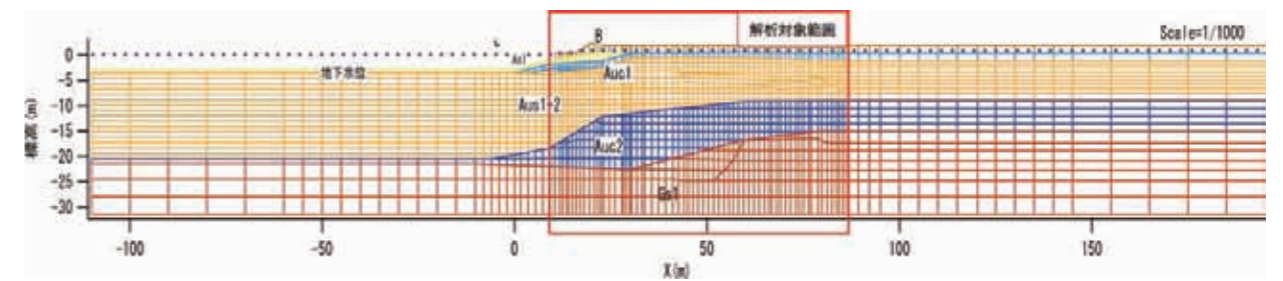


図-5 自重変形解析に用いた地盤モデル(全体図)

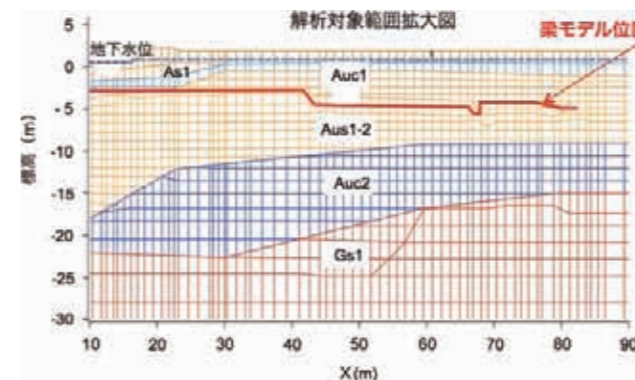


図-6 自重変形解析に用いた地盤モデル(拡大図)

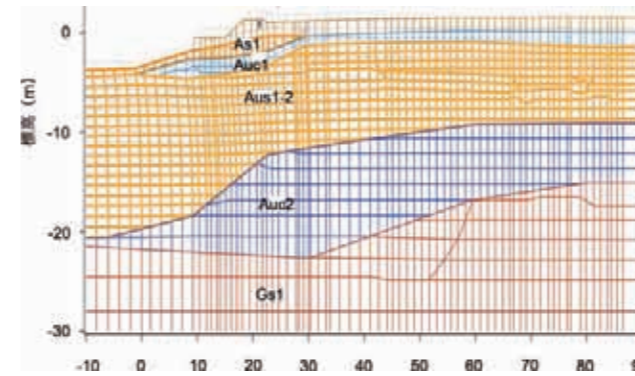


図-7 自重変形解析で算出された地盤変位

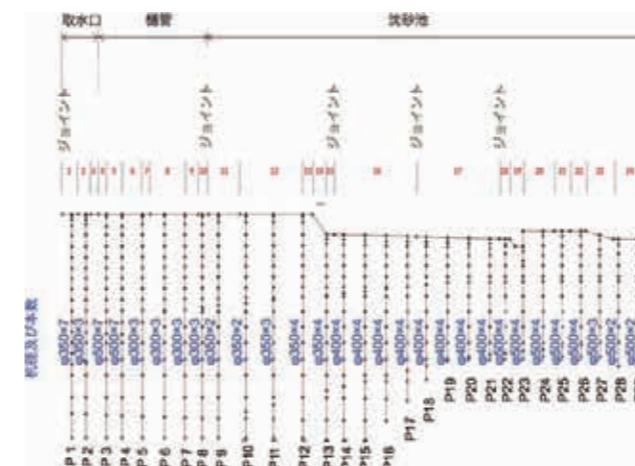


図-8 応答変位法に用いた縦断モデル

4 おわりに

設計地震動に地域地震動特性を考慮することで、照査対象施設に影響を及ぼすと想定される地震動を設定した。これにより、施設に求められる耐震性能を精度よく照査することができた。

また、築堤内に敷設された杭基礎構造物の耐震性能照査として、盛土地盤の影響を考慮するために自重変形解析を行ったことで、通常の応答変位法では評価できない変位を評価できた。

ただし、本検討は内閣府等により整理された想定地震を基に検討を行ったものである。地震に対する安全性は着実に確保されてきているが、先の熊本地震など未だ「想定外」の災害が発生しており、精度よく地震を予測することは困難である。また、現在の計算技術ではコンクリート構造物の損傷を考慮した照査は困難であり、竣功時の状態を仮定した照査が主流である。代表的な今後の課題として、下記の3点が挙げられる。

- ① 想定される地震自体の精度を向上させる。
- ② 縦断方向の地震波動の伝達メカニズムを明らかにする。
- ③ 構造物の損傷を考慮した照査手法を確立する。

謝辞：本業務の遂行にあたり、独立行政法人水資源機構千葉用水総合管理所(管理課、東総管理所)の皆様にはご指導・ご支援を賜り、職員の皆様にご心より感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) J-SHIS MAP: 地震ハザードステーション, H28.8時点
- 2) 地震ワーキンググループ報告書: 内閣府・中央防災会議「首都直下地震対策専門調査会」, H16.11
- 3) 千葉県地域防災計画 第2編 地震・津波編, 千葉県・防災計画課, H24.8

Keywords | 地方創生、子育て支援、地域コミュニティ、人口減少対策

# 官民連携による日本一小さい村の地方創生 ～自治体との協働による事務局運営の開拓～



大門 健一  
設計計画本部 都市計画部 計画系グループ 課長  
(技術士 建設部門・総合技術監理部門)  
daimon@shinnihon-cst.co.jp



堀井 英和  
設計計画本部 都市計画部 計画系グループ  
プロジェクトマネージャー  
(技術士 建設部門一都市及び地方計画)  
horii@shinnihon-cst.co.jp

## 1 舟橋村の現状と問題意識

### (1) 人口減少に対する問題意識

日本一面積が小さい舟橋村は、県都富山市に隣接しており、富山市のベットタウンとして、平成元年の1,400人から平成25年には3,000人と人口が倍増した。これは富山駅まで電車で約15分、自動車でも富山市中心部まで約20分の好立地であり、安い地価も追い風となり、平成元年より始まった宅地造成によることが大きい。近年の人口増加が反映された、社人研の人口推計においては今後も増加する予測がされている。しかしながら2008～2012年の合計特殊出生率は1.48であり、富山県平均の1.43とあまり変わらず、また地価が富山市内の隣接地と同等に上がってきたことから、転入が少なくなる想定を踏まえ、人口減少に転じ、急激な高齢化が進展することを村独自で推計した。図-1に推計結果を示す。

このような問題意識から人口減少対策について、平成25年度より村役場内のプロジェクトで検討が始められ、引き続き子育て世代の転入促進を図ることが重要と考え、本プロジェクトがスタートした。

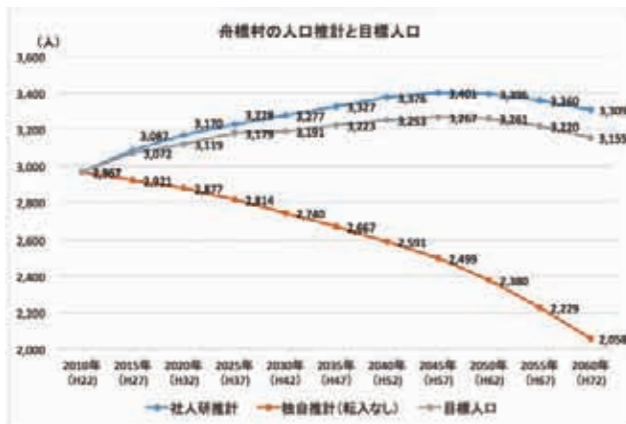


図-1 人口推計の予測結果 (出典:人口ビジョン)

## 2 「子育て共助」による子育て世代の定住促進の方針

### (1) 子育て共助のコンセプト

舟橋村が課題と捉えている事柄には、人口減少とともに、これまでの人口急増に伴う地域コミュニティの希薄化も挙がっている。これらの課題を踏まえて、子育て支援と地域コミュニティ醸成を図るべく、「子育て共助」を重要なキーワードと設定し、子育て世代の転入促進、もう1人子供を産み、育てる地域づくりを図ることとしている。

キーワードとした「子育て共助」とは、子育て世代と子育てをサポートする人や組織、コミュニティ、企業等が密接に連携して、それら全員の希望が実現する社会を目指すものである。また「子育て共助」については、官民連携での実現を目指している。舟橋村では民間企業に対し、舟橋村をフィールドとして子育て支援と地域コミュニティ醸成の課題解決をビジネスベースで取り組み、収益を上げていながら、他地区でも実践できる新たなビジネスモデル「子育て支援産業」を構築していくことを働きかけている。

上記のコンセプトを舟橋村の地方創生の取り組みの柱として掲げ、取り組みを進めている。

### (2) 取り組む事業

「子育て共助」の実現に向けて、以下の3つの事業を柱に、相互に事業連携することによる相乗効果を図っている。図-2に取り組んでいる事業間の連携イメージについて示す。

- ・造園事業者が公園運営を担いながら、地域住民と協働でコミュニティを醸成する取り組み
- ・保育園運営を行う民間事業者による地域参加による子育て環境の形成

- ・子育て共助のサービスを展開し、コミュニティの醸成を図る住宅地の整備



図-2 子育て共助3事業の連携イメージ図

## 3 事務局として、参画し取り組みを実施

弊社はこの取り組みの中で、村、富山大学等と協働で各事業を推進・調整する事務局の一員として参画し事業推進を図っている。事務局運営においては、何度も綿密に協議を行い、事務局内でゆるやかな役割分担を行いつつ、事業者の選定、行動計画や事業者への働きかけ・調整等について勉強会・ヒアリング・会議等を開催している。図-3に事務局体制を示す。

事務局内での概ねの役割については、それぞれの構成員の強み等を活かし、以下のように考えている。

- ・舟橋村: 全体進捗管理、交付金申請等
- ・富山大学: コンセプトメイキング、行動計画への助言等
- ・シンクタンク: 総合戦略策定、交付金申請書類作成、事例調査等
- ・新日本コンサルタント(NiX): 事例調査、ハード整備・事業者間連携のコンサルティング、会議運営、事務局運営アドバイス

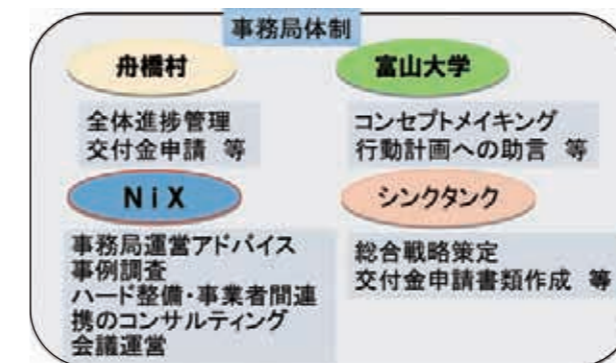


図-3 事務局体制

事務局では官民連携の「子育て共助」実現に向けて、これまで以下のような取り組みを企画し開催してきた。写真-1に事務局、事業者が一堂に会した総合推進会議の風景を示す。

- ・民間企業に対して、「子育て共助」を理解してもらうことを目的とした、先進事例勉強会開催(平成26年度4回、平成27年度1回開催)
- ・公園整備、保育園運営、住宅整備の事業者選定のプロポーザル実施
- ・地方創生総合戦略の内容周知(村の重点プロジェクトの位置づけへの周知)
- ・子育て支援センター利用者を対象とした、子育て支援住宅へのニーズ調査実施と結果公表
- ・マスタープラン案の作成、事業者への説明



写真-1 総合推進会議風景(事務局として説明を行う)

## 4 これまでの検証と今後の課題

公園や保育園については具体事業のプランニングの取り組みが行われており、マスタープラン案の実現に向けて着実に進んでいる。本プロジェクトに参画している造園、保育園運営事業者においては、子育て世代にヒアリングを実施したり、子育て見守りを担う候補となるエイジレス世代の勉強会に参加、ヒアリングを実施するなど、「子育て共助」の主体となる住民との接触をとり始めている。このような取組みに呼応して、総合推進会議への参加を希望してきた団体や、事業提案をしてきた事業者が出てくるなど参加事業者が着実に増えてきており、一定の成果が見られる。

その一方で、住宅整備事業については事業採算性の課題等から、民間事業での実施について計画検討が進んでいないところもある。

特にハード整備においては、事業の実施までに至っておらず、目に見える成果がないのが現状である。

このため、総合戦略に掲げるKPI(重要業績評価指標)である、子育て世代の転入世帯数8世帯/年の実現に向け、特に、建設コンサルタントである弊社においては、各事業における整備事業の推進の役割を果たしていくことが重要と考える。

Keywords | 人口減少、社会増減、Uターン、女性の県外転出

# 地方都市の人口減少と建設コンサルタントの役割



市森 友明  
代表取締役社長  
(技術士 建設部門・総合技術監理部門)

## 1 はじめに

政府系建設投資(図-1)は、2016年度は前年度比0.6%減、2017年度は9.3%減と予測されている。

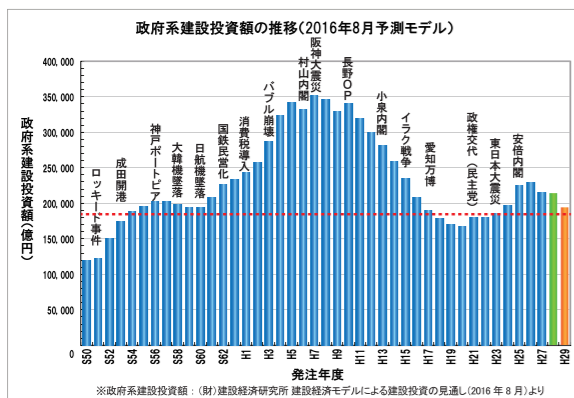


図-1 政府系建設投資額の推移  
(建設経済研究所2016年8月データより加工)

2017年度も最終的には補正予算である程度の底上げがあると想定され、今後の推移はデフレ脱却を目指す政府の財政政策如何で多少変動するものと考えられるが、筆者らがかねてから想定しているように、20兆円前後で推移するものと想定され、マーケットは一時の不安定な時期を脱し、安定期に入ったものと想定される。

このような状況において、建設コンサルタント各社の経営計画も、以前の保守的な内容から規模拡大等を含めた積極的な内容が多くなっている。一方でそのような積極的拡大経営戦略において、従業員数の増員や担い手の確保は最も重要な要素であるが、日本国全体の人口減少、特に若者を中心とした生産年齢人口の減少、さらには土木系学生の減少により、建設コンサルタント各社の社員確保は大きな課題となっている。その中でも人口減少が首都圏等より激しい地方においてはさらに深刻な状況であり、弊社が本社を置く富山県においても同様の状況に陥っている。このような状況において、本稿では富山県における人口減少問題としてUターン率の低さに着目し、

現状と対応策、また建設コンサルタントとの関連について述べるものとする。

## 2 人口推計と女性の県外転出

図-2に県内でも比較的人口減少が緩やかな富山市の年齢別人口推計を示す。2040年には生産年齢人口が29%減少する予測(2010年比)となっている。

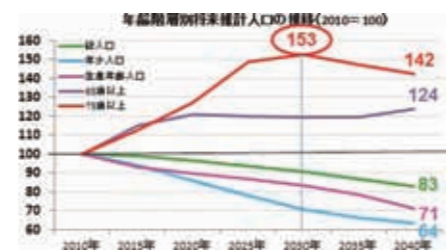


図-2 富山市年齢別人口推計  
(出典) 国立社会保障・人口問題研究所「都道府県別人口」「地域別将来推計人口」  
国勢調査・市区町村別人口

このような生産年齢人口の減少は、少子高齢化が要因であるが、18~25歳の進学や就職の際に県外の企業に就職または県外の大学に進学して富山にUターンしないことが大きな要因の一つである。図-3によると、高校卒業時に9,365人いる卒業生が25歳以上になり県内へ就職する人数は6,226人となり、約3割の減少となっている。富山県の2014年の平均出生率は1.45であるので、県内に残った6,226人から生まれる子供は3,691人となり、一世代経て約6割の減少となり、この社会移動が富山県人口の社会増減の大部分の要因となっている。

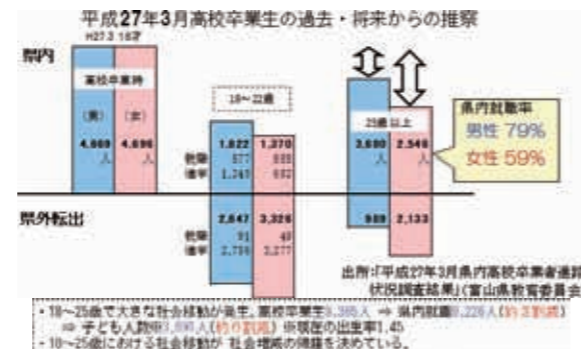


図-3 富山県の高校卒業生(大学進学含む)の将来の動向

## 3 県外在住者アンケート結果と考察

インターネットアンケートには162名の方から回答を得た。この内、女性の回答者は82名であった。

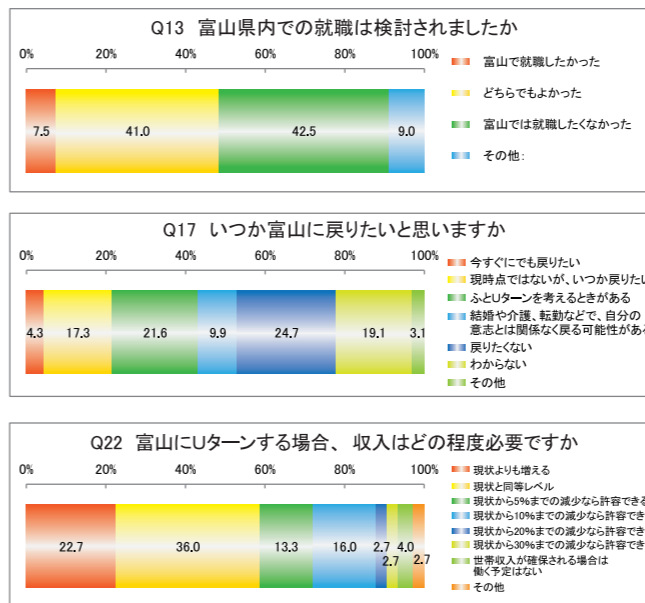


図-4 政令指定都市在住富山県出身者アンケート結果(抜粋)  
楽天リサーチ 富山経済同友会地域活性化委員会実施(2016.10)

インターネットアンケートの結果、就職時に富山県内で就職してもよいと答えた方は全体の48.5%であり比較的高い数値を示したが、18~29歳の女性では富山で就職したくないという回答が53.8%と高い数値を示し、特に若年層の女性において富山での就職を避ける傾向が高くなっている。富山に就職しなかった理由としては、「希望する企業が無かった」、「給与が高い企業が無かった」、「資格や技能を活かせる職種が無かった」等の理由が上位に並び、かつ女性の方が男性より上記回答において高い割合となっている。

一方でいつか富山に戻りたいと答えた方は53.1%となり半数以上の方がUターンを考えていることが伺えた。またUターンする場合の条件としては、収入面では現状

以上と答えた方が58.7%となる一方、5%減を許容できると答えた方(5%以下も含む)も41.3%に上った。

このアンケート結果から総じて想定される状況は、特に進学等で首都圏等に転出した女性において、富山県に職業としての受け皿が少ないことが伺える。すなわち、富山県の産業構造は製造業等を中心としており、女性が活躍できるサービス業等第三次産業が少ないことが要因の一つとして想定される。現在日本の第三次産業の就業比率は年々増加し7割を超えているが、アメリカに比べ生産性は6割と言われ、日本の国際競争力低迷の大きな要因と言われている。このような状況からも、また富山県へのUターン者を増加させるためにも、富山県内企業は第三次産業を中心としたクリエイティブな職種を増やし、志の高い大卒の女性や県外の企業でキャリアを積んだ女性の受け皿を増やしていくことが必要であるとも考えられる。

## 4 地方建設コンサルタントの役割

我々建設コンサルタントという職業は、建設業が第二次産業に分類されているのに対し、技術サービス業として第三次産業に分類されている。また、言い過ぎかもしれないが、物事や仕組みを創造するクリエイティブな職種であり、女性が活躍できる条件を揃えていると言えよう。また今後の建設コンサルタントは、インフラの設計だけでなく、事業執行マネジメントやまちづくり、公共インフラの運営等も含むPPP事業等に業務領域拡大の可能性を模索しており、折しも大手建設コンサルタント各社の経営計画はその殆どが上記内容を包括したものになっている。そのような総合サービス業としての領域拡大により、従来のインフラ系社員に限らず、より一層女性も含む多様な人材の受け入れが可能となる。さらには日本で課題となっている第三次産業の生産性向上に寄与することにより、日本の国際競争力向上に貢献していくべきであろう。

富山県は第二次産業の比率が高く、Uターン女性が活躍できるサービス業は少ないが、我々地方建設コンサルタントはその規模は極めて小さいものの、一応第三次産業である。インフラ系の人材をさらに受け入れることはもとより、我々地方コンサルタントも事業領域を拡大することで、県外に転出した学生、そして社会人、とりわけ都会でキャリアを積んだ女性の受け皿となり、微小な影響力ながら、富山県人口の社会減への小さな抑止力となるべき産業を目指すべきかもしれない。

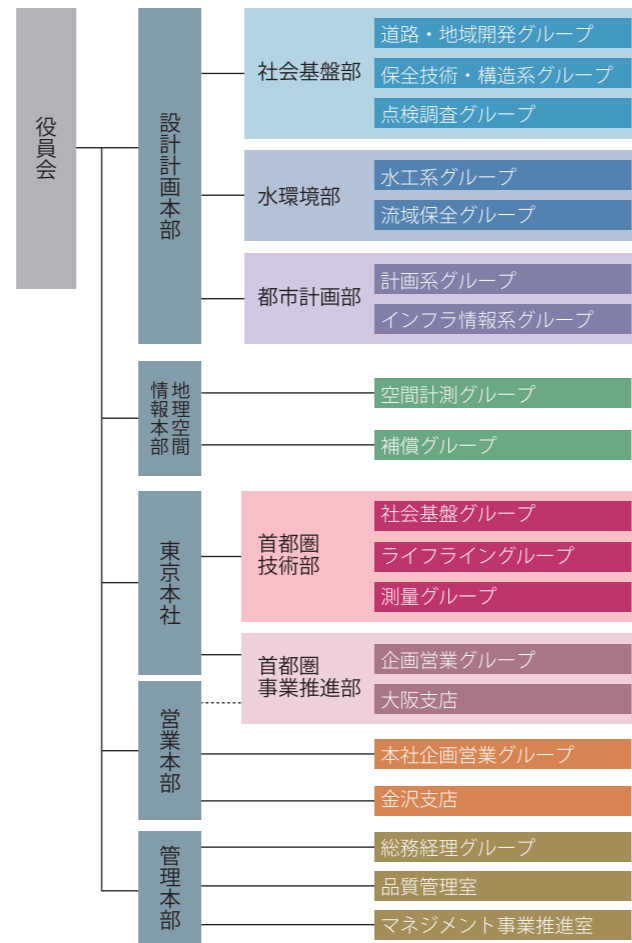


会社データ

●有資格者数 従業員数:165名(正社員142名)  
2016年11月現在

技術士	31
・建設部門	2
鋼構造及びコンクリート	4
土質及び基礎	4
道路	2
河川、砂防及び海岸・海洋	1
トンネル	5
都市及び地方計画	2
建設環境	3
・上下水道部門	1
下水道	3
上水道及び工業用水道	1
・農業部門	1
農業土木	6
・総合技術監理部門	21
RCCM	5
・鋼構造及びコンクリート	5
・道路	3
・河川、砂防及び海岸・海洋	1
・港湾及び空港	3
・電力土木	1
・造園	1
・下水道	1
・農業土木	1
・建設環境	2
工学博士	5
一級建築士	2
コンクリート診断士	10
道路橋点検士	11
補償業務管理士	29
測量士	29
一級土木施工管理技士	1
下水道技術検定(第一種)	

●2016年度組織図



本社・支店・営業所一覧

本社  
〒930-0142 富山県富山市吉作 910 番地の 1  
TEL.076-436-2111(代) FAX.076-436-3050

東京本社  
〒110-0015 東京都台東区東上野六丁目1番1号  
TEL.03-6802-8876 FAX.03-6802-8626

富山空間情報センター  
〒930-0857 富山市奥田新町1番23号  
TEL.076-436-2111 FAX.076-436-3050

新桜町オフィス  
〒930-0005 富山市新桜町4番28号  
朝日生命富山ビル1F  
TEL.076-471-7110 FAX.076-471-7334

金沢支店  
〒920-0362 金沢市古府一丁目104番地の1  
TEL.076-269-0006 FAX.076-269-0070

大阪支店  
〒543-0056 大阪市天王寺区堀越町10番12号  
TEL.06-6773-1769 FAX.06-6773-1782

多摩支店  
〒194-0022 東京都町田市森野一丁目36番9号  
渋谷商工森野ビル5F  
TEL.042-709-3606 FAX.042-709-3607

城東支店  
〒121-0813 東京都足立区竹の塚一丁目27番9号  
TEL.03-3859-3100 FAX.03-3850-4123

横浜支店  
〒223-0062 神奈川県横浜市港北区日吉本町2丁目48番2号  
TEL.045-563-4572 FAX.045-345-0981

- 小矢部事務所
- 新川営業所
- 魚津営業所
- 立山営業所
- 中新川営業所
- 射水営業所
- 高岡営業所
- 砺波営業所
- 南砺営業所
- 氷見営業所
- 津幡営業所
- 能登営業所
- 志賀営業所
- 輪島営業所
- 七尾営業所
- 白山営業所
- 新潟営業所
- 上越営業所
- 福井営業所
- 江戸川営業所
- 世田谷営業所
- 大田営業所
- 千葉営業所
- 船橋営業所
- 相模原営業所
- 関西営業所



■グループ会社

- NiX ニックスニューエナジー株式会社 (発電事業)
- 株式会社 Fields 都市総合研究所 (コミュニティディベロップメント事業)