

下水道事業における3次元設計への道筋



Civil Soft Developments co., Ltd.

株式会社シビルソフト開発

Agenda

1. 下水道事業の現状
2. 下水道事業の課題
3. 国土交通省が掲げる課題解決策（下水道DX）
4. 弊社製品（PipeRapid）が下水道DXに果たす役割

1. 下水道事業の現状

◆膨大な施設ストック

下水道施設は高度経済成長期以降に急激に整備が進み、令和4年度末時点において、下水道による汚水処理人口普及率は全国で81.0%、下水道管渠の総延長は約49万kmとなっている。

◆老朽化施設の急増

下水道管渠の標準耐用年数は一般的に50年とされているが、令和4年度末時点において、**約3万km**（総延長の約7%）が既に布設から50年を経過しており、今後急速に増加する見込みとなっている。

令和4年度には、管路施設の老朽化や硫化水素による腐食等に起因する道路陥没が約2600か所で発生している。

持続的な下水道機能確保のため、計画的な維持管理・改築事業の実施が必要となっている。



老朽化施設の急増



老朽化した管渠の様子（出典：国土交通省）

2. 下水道事業の課題

- ◆ 下水道事業が抱える課題は、大きく分けて「人」、「モノ」、「カネ」の3つに分類される。
 - 「人」の課題
 - 地方公共団体の下水道担当職員の減少⇒管理体制の脆弱化
 - 熟練技術者の離職⇒現場の技術力の低下
 - 「モノ」の課題
 - 下水道施設の更新需要増加
 - 「カネ」の課題
 - ストック増による維持管理費増加
 - 人口減少に伴う使用料収入の減少⇒経営環境の悪化
- ◆ 地震・津波や豪雨などの災害に対するリスクが顕在化してきていることから、防災・減災対策も重要な課題となっている。
- ◆ これらの課題を解決するためには、**現状を客観的、定量的に分析し、維持管理、施設管理、経営判断、リスク管理をより高度化する必要がある。**



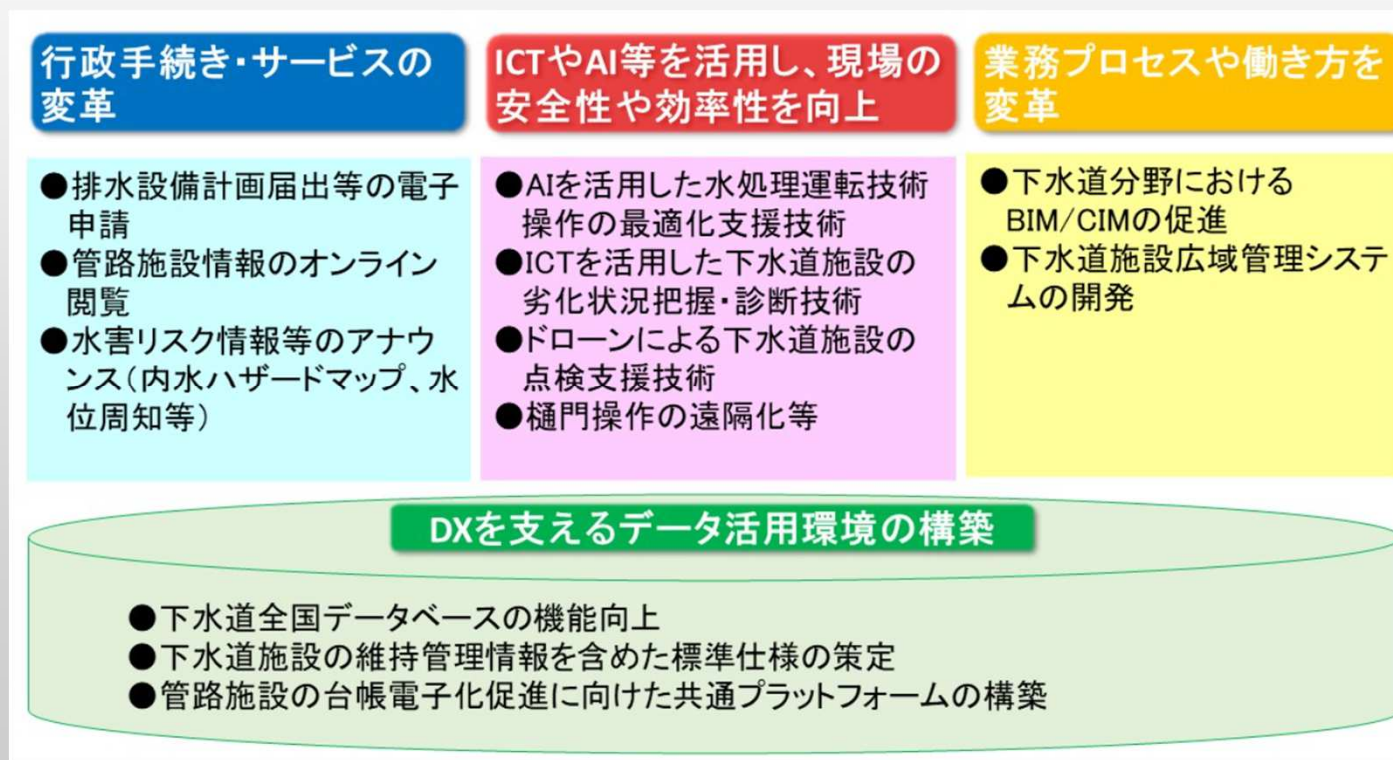
液状化によるマンホールの浮上（出典：朝日新聞社）



豪雨によるマンホール蓋の吹き飛び
（出典：日テレNEWS）

3. 国土交通省が掲げる課題解決策（下水道DX）

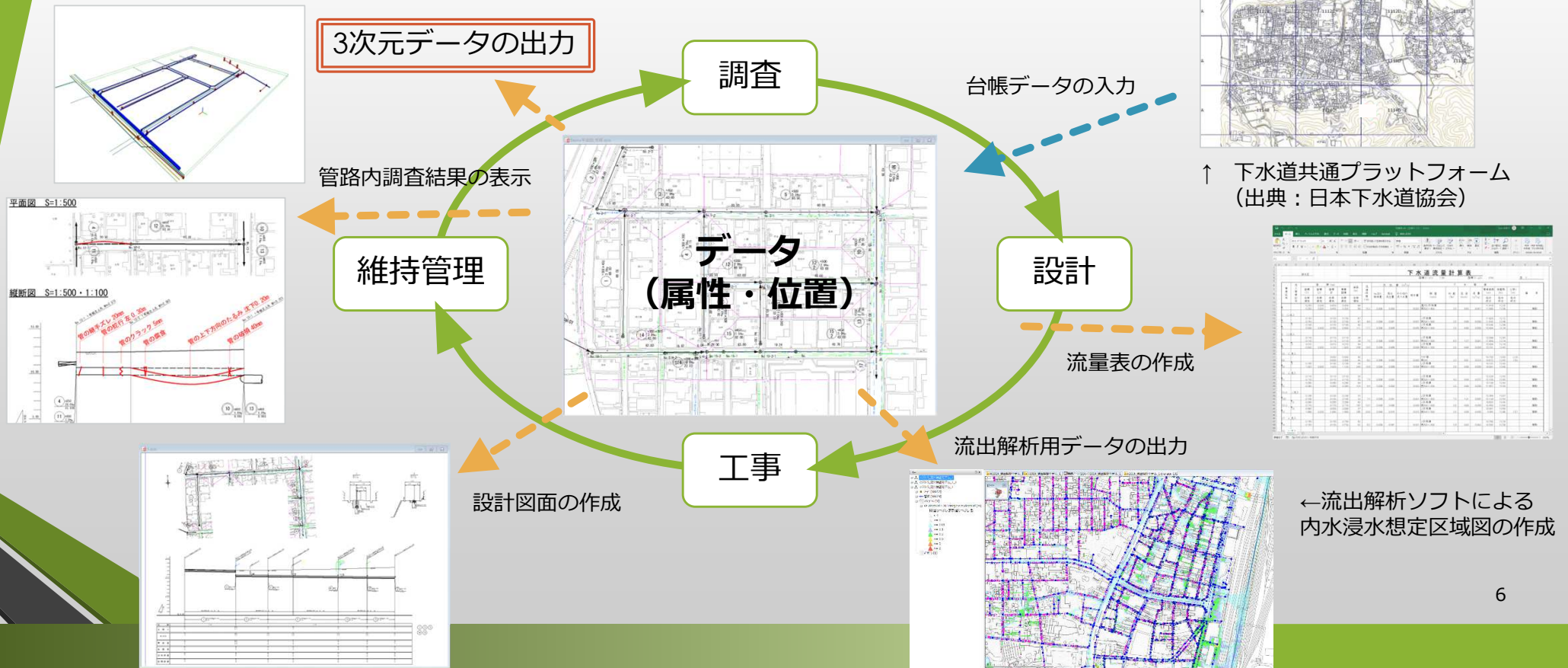
- ◆ 国土交通省では、下水道事業が抱える課題や、社会経済情勢の変化に伴う新たな要請への対応を見据えた施策として、下水道DXを推進している。
- ◆ 下水道DXとは、「データとデジタル技術の活用基盤を構築し、さらにこれを徹底活用することで、業務そのものや、組織、プロセスを変革し、下水道の持続と進化を実現させることにより、国民の安全で快適な生活を実現」するもの。



4. 弊社製品 (PipeRapid) が下水道DXに果たす役割



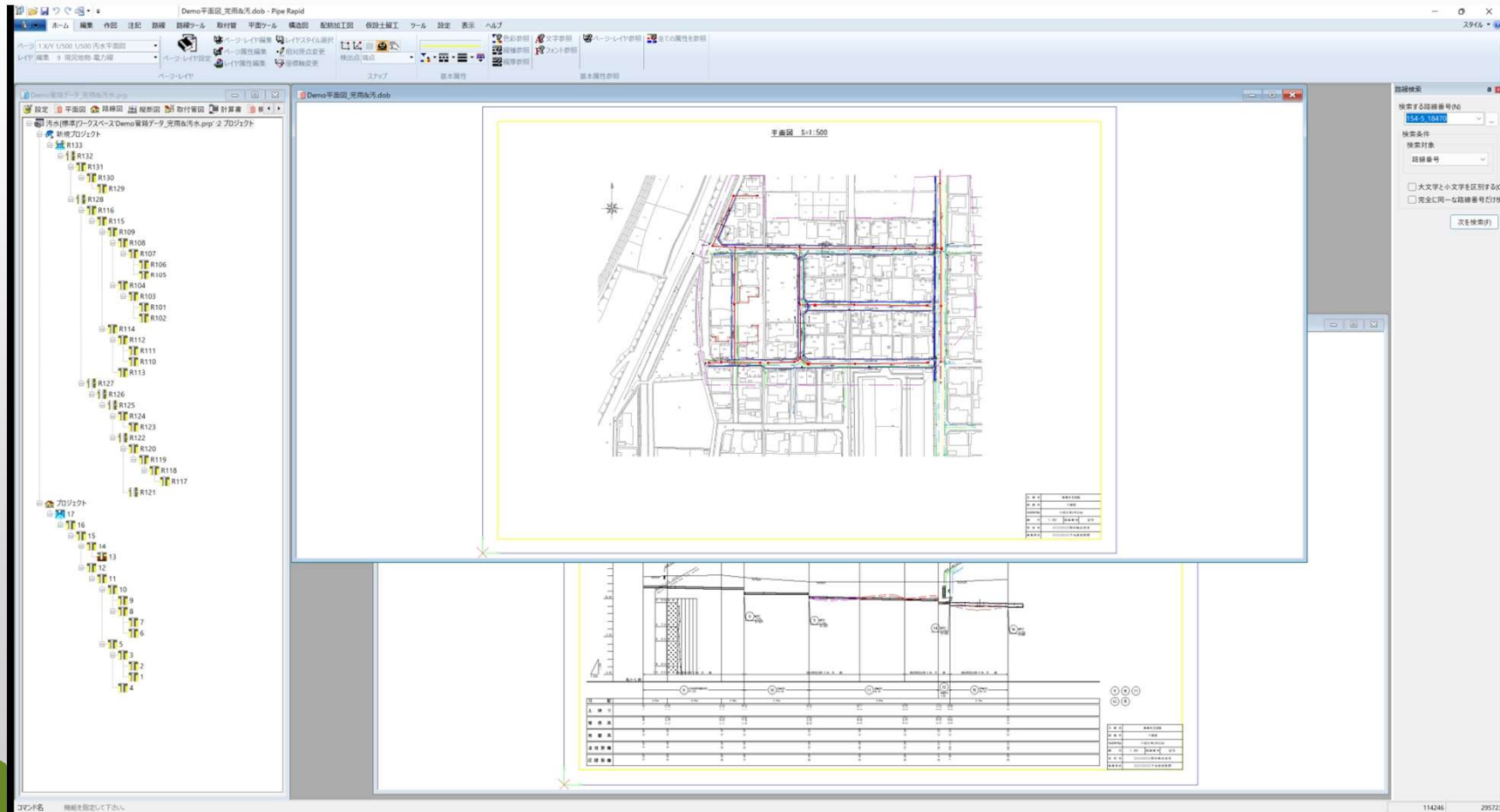
- PipeRapidは、下水道事業の全盛期である1990年代から活用されてきた下水道の設計ツールで、当初よりデータの利活用に着目。
- PipeRapidでは、設計に必要な情報をデータとして保持することができ、ライフサイクルの各フェーズで、新たにデータを作り直すことなく、一元管理されたデータから必要な形で出力することが可能。



4. 弊社製品 (PipeRapid) が下水道DXに果たす役割

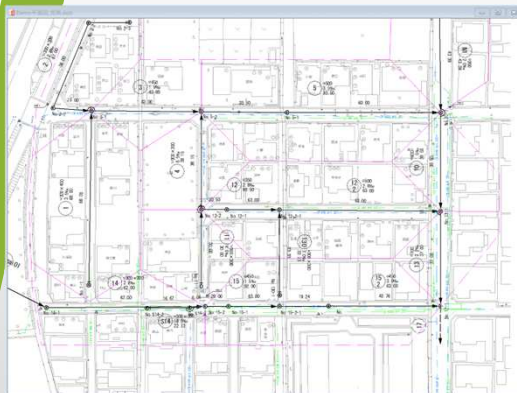


◆ PipeRapidで行ってきた設計



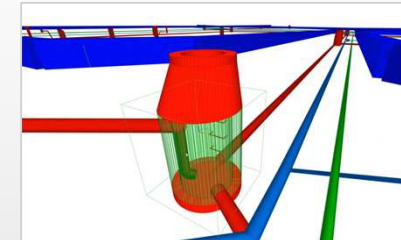
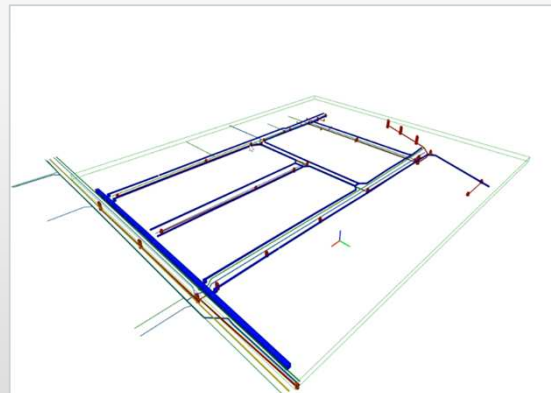
4. 弊社製品（PipeRapid）が下水道DXに果たす役割

- 下水道事業の新たな時代の新たなニーズに対応するため、PipeRapidの3次元出力機能を改良。
- 汎用性を考慮して、国際標準であるIFC（Industry Foundation Classes）に対応。
- これまでの作業の延長線上で3次元の利用が可能。

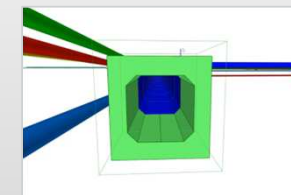
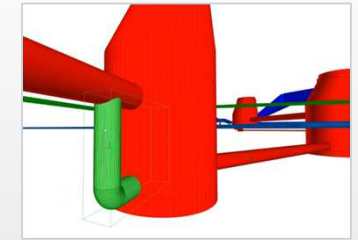


2次元図面に表示されたデータ

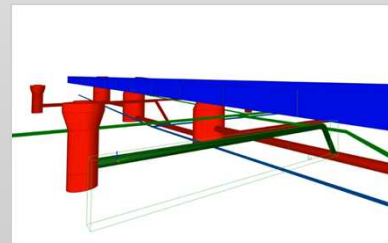
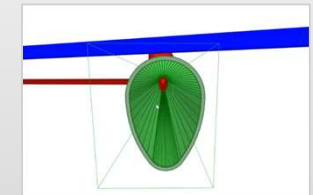
3次元出力



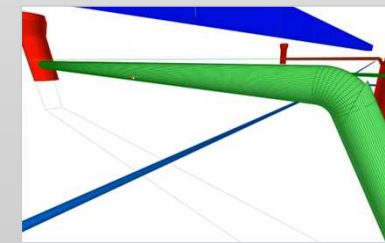
↑マンホールの付帯構造物（副管、足掛金物）



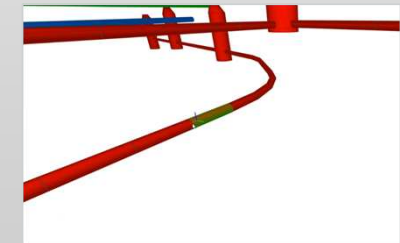
↑多様な管形状（BOX、卵形）



↑樹と取付管



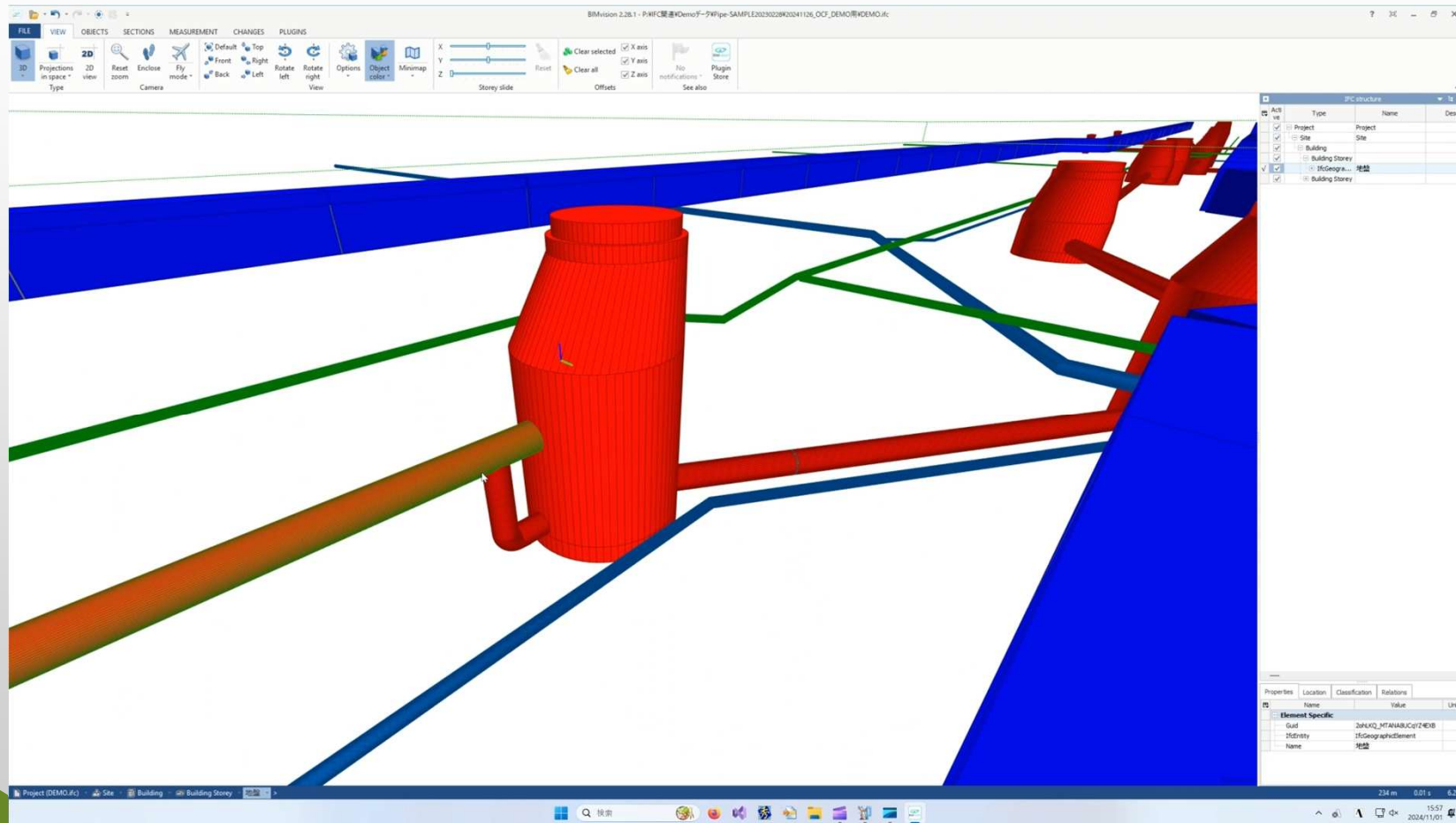
↑取付管の曲管部



↑管の継手

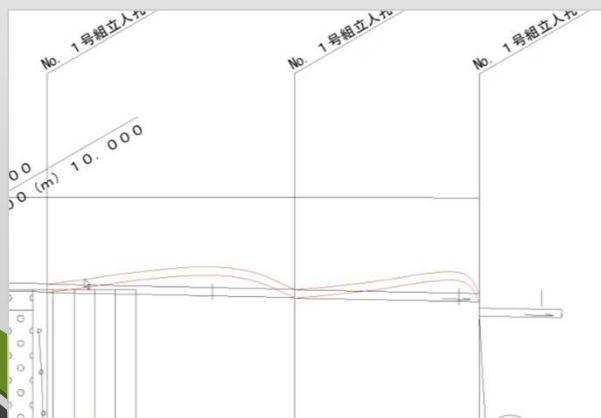
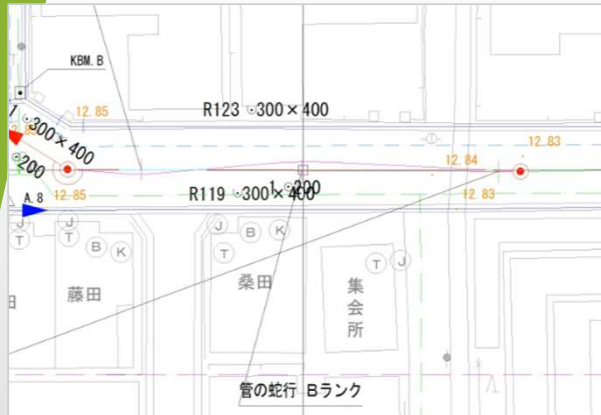
4. 弊社製品 (PipeRapid) が下水道DXに果たす役割

◆ 3次元への展開

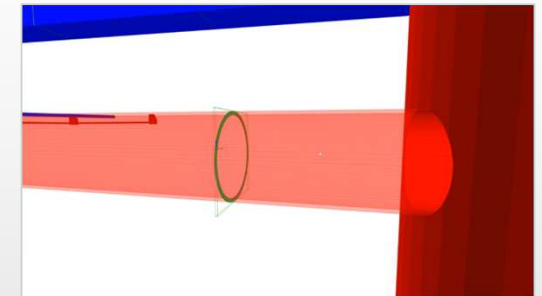
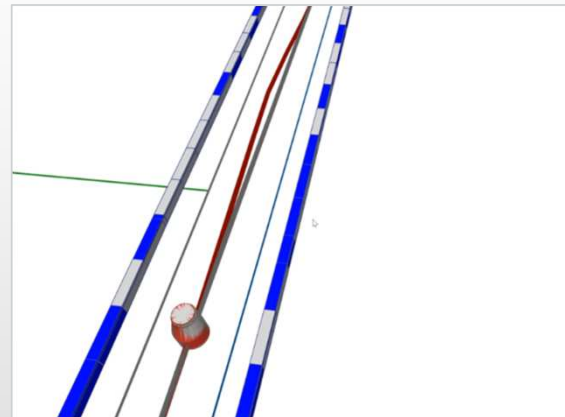


4. 弊社製品 (PipeRapid) が下水道DXに果たす役割

- 管路調査結果として入力された異常データの3次元化も可能。
- 異常発生前の状態と重ねて比較することも可能。

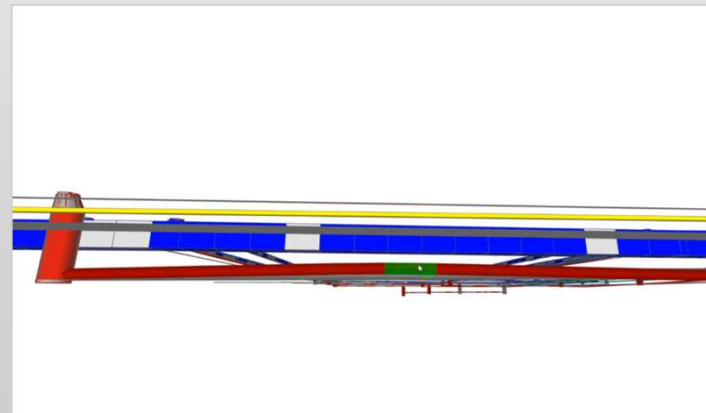


3次元出力



↑ 管の継手ズレ

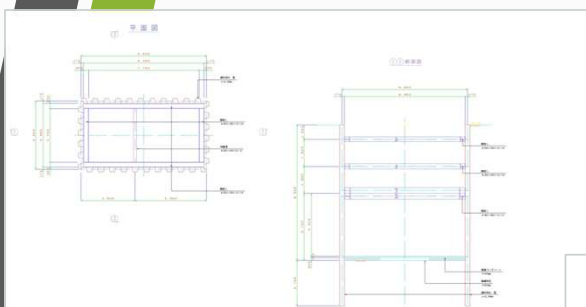
← 管の蛇行



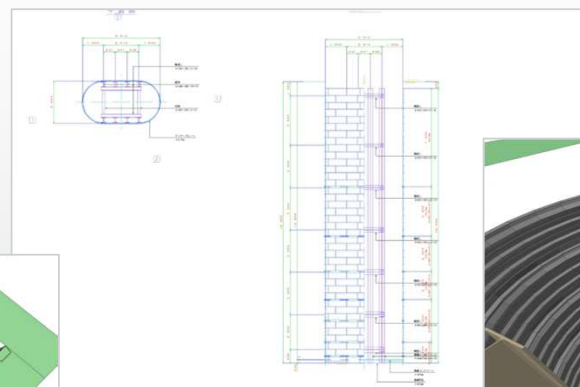
← 管のたるみ

4. 弊社製品（PipeRapid）が下水道DXに果たす役割

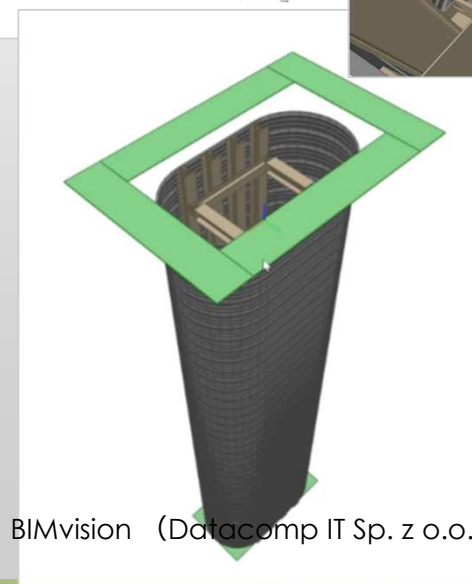
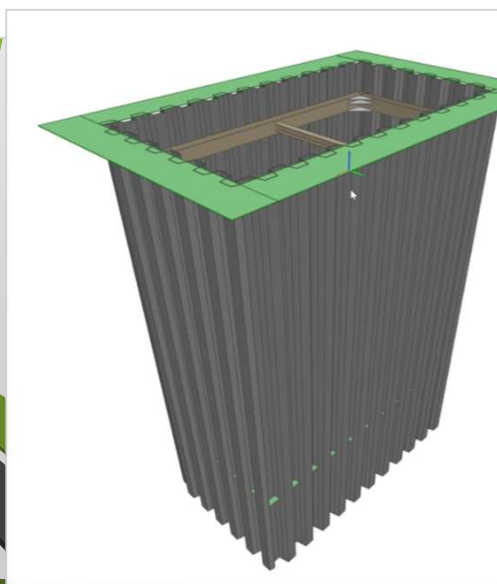
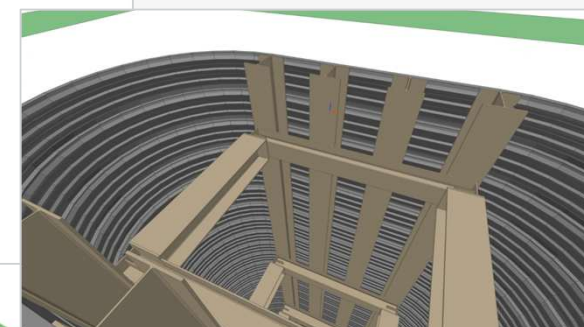
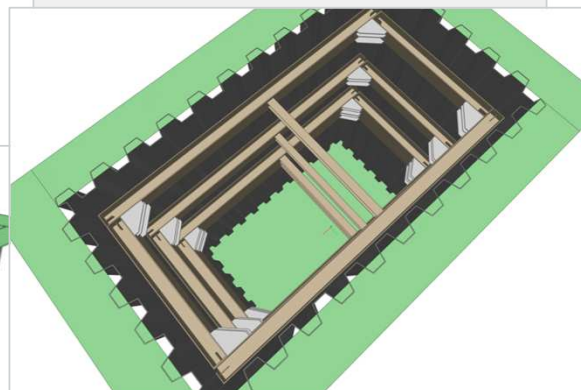
- 仮設土留工の平面図、断面図の自動作図機能を拡張し、3次元出力に対応。



鋼矢板立坑

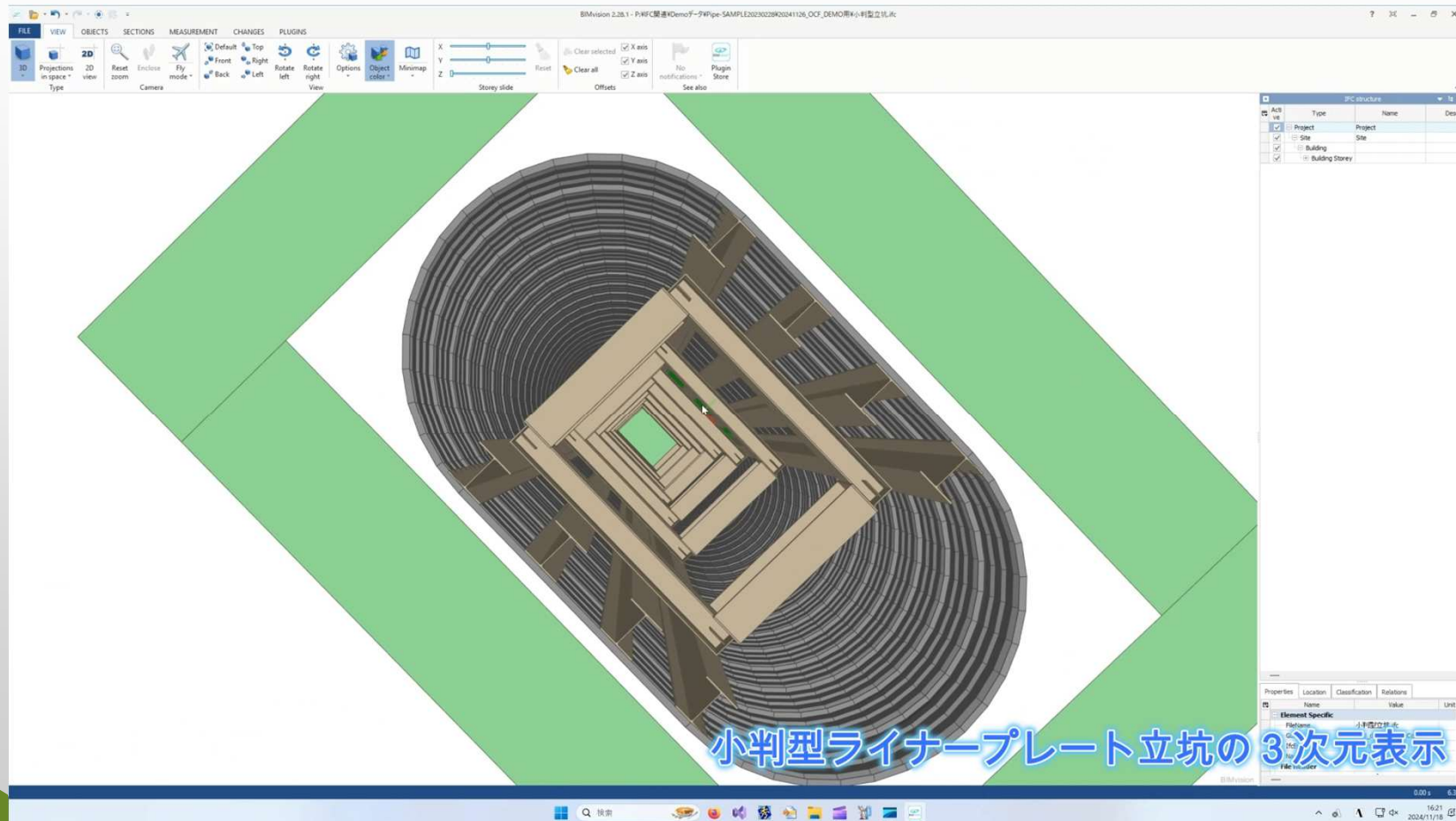


ライナープレート立坑



4. 弊社製品 (PipeRapid) が下水道DXに果たす役割

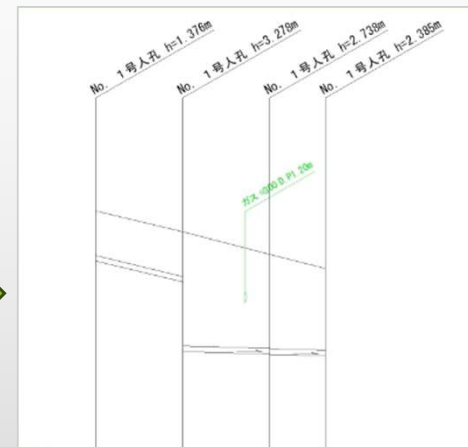
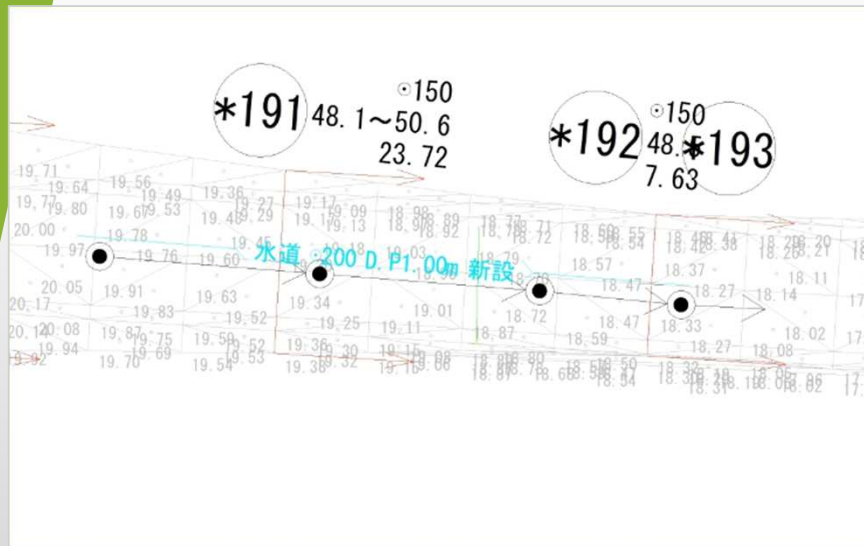
◆ 仮設構造物の3次元表示



4. 弊社製品 (PipeRapid) が下水道DXに果たす役割

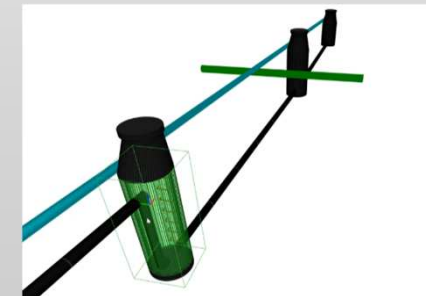
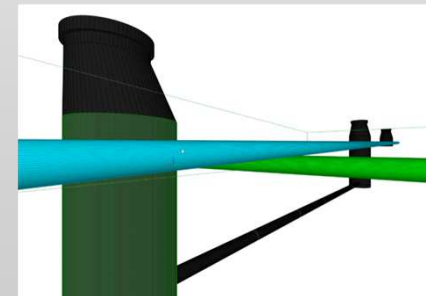


- J-LandXMLのサーフェス情報からマンホール位置の地盤高の取得、横断面情報から管路横断面図の作成が可能。



サーフェス情報により取得した地盤高により縦断設計の精度、スピードが向上。
横断面図の作成、3次元化もスムーズに。

J-LandXMLのサーフェス情報と横断面情報を取り込んだ平面図上で管路を作成



使用アプリケーション : BIMvision (Datacomp IT Sp. z o.o. <https://bimvision.eu/>)

4. 弊社製品（PipeRapid）が下水道DXに果たす役割

◆3次元データの利活用案

調査

- マンホール内への調査機械の搬入検討

設計

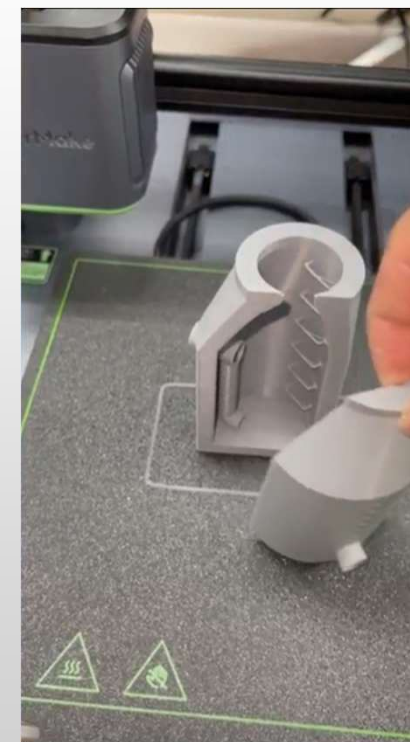
- 工法検討

工事

- 土留工における取付管や他企業管
- 工事用機械の搬入検討
- 住民説明

教育

- 新人教育



4. 弊社製品（PipeRapid）が下水道DXに果たす役割

◆ 3次元データの利活用案



(参考) PipeRapidの活用事例

- 熊本地震により被災した熊本県益城町において、損傷データの管理や、災害査定図書作成に利用され、早期の査定完了に寄与。

建設ITガイド

時代の到来 iCIM

特集2 BIMによる生産性向上 一施工BIMの今一

- 官庁現場におけるBIM活用
- 発注者としてのBIM/CIMデータの有効活用
- BIMによる建築業務の実運用へ向け
- 施工BIMの今一 セミコンパコンの取り組みをレポート

特集3 建設ITの最新動向

- 建設業を変えるIoT
- 建設業界におけるVRの活用

電子書籍版同時発行

現場から生レポート! 建設ITユーザーレビュー

3次元情報の活用による被災損傷した下水道管まよの査定設計の効率

平成28年4月14日、16日に発生した熊本地震は、これまでに相当の費用と期間を要した下水道施設に甚大な被害をもたらした。被災施設の早期復旧のためには、迅速に、災害査定を完了することが必要であった。

本町の災害査定の手続きは、最終的に管まよ施設27件と処理場施設5件の計32箇所を熊本市(39件)に次ぐ、県下2番目の件数であったが、下水道課の社員が忙しかつたことから、支援自治体やコンサルタント、関係業界団体の協力を活用して完了することができた。

本報告では、維持管理データと損傷調査データとを統合した3次元情報の活用による査定設計の経緯を紹介する。

はじめに

益城町の位置および地勢

益城町は、図-1に示すように熊本県のほぼ中央をよって阿蘇山の麓、熊本市の東側に位置し、豊かな水と緑に恵まれ、農村部と都市部が融合した自然豊かな町である。町内には「那蘇くまもと空港」があり、交通の要所となっている。

平成27年度末の人口は約34,000人と県下45市町村中、13番目と上位に位置し、人口減少社会の中で、熊本市のベッドタウンとして人口が増加してきた都市でもある。

図-1 益城町の位置

益城町の下水道

益城町の下水道は、公共下水道(処理区(益城処理区)、特定環境保全公共下水道2処理区(飯野処理区・Inform処理区))から成り、特定環境保全公共下水道の2処理区は公共下水道の処理場である「益城町浄化センター」へ接続し、排水処理を行っている。

平成27年度現在の下水道事業の概要を表-1に示す。

区分	施設数	延長(km)	事業費(億円)	職員数(人)
公共	552	643.8	271.3	213
特定環境保全	60	60.0	7.5	10
合計	612	703.8	278.8	223

熊本地震の発生と被災

4月14日12時26分、熊本県東部地方を震源とする震度の深さ11M、気象庁マグニチュード6.5の地震が発生し、益城町では震度7を観測した。

その28時間後の4月16日11時分には同じく熊本県熊本地方を震源とする震度の深さ12km、マグニチュード7.3の地震(本震)が発生し益城町は震度7を観測した。

マグニチュード7.3は1995年(平成7年)に発生した兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)と同規模の大規模な地震である。

14日の地震は自然久新層等の土断層の発生によるものと考えられ、断層帯の活動によるもの。震源二つとも断層帯が活動することで発生した連動型地震で震動方向がほぼ垂直にずれず併発型であった。

4月16日の本震以降から災害査定までの流れを時系列で整理したものを表-2に示す。

地震発生後、1次調査を完了させるまでに10日程度はかかった。さらに2次調査においては、延長延長が非常に長いため完了に時間がかかり、5月25日には完了させる必要があった。

2次調査の完了後は、査定対象施設を抽出し、査定設計、構築、査定資料の作成という手順となる。下水道の査定は3次査定から始まることとなり、甚大な被害を受けた益城町は3次査定から始まる。実に本震発生から2か月後には査定受検、資料提出の(目録)書提出)までは被災から1か月半、それに加えて調査の報告が上がり、3日後後となるタイトな作業を余儀なくされた。

情報の活用

事業計画情報の活用

災害査定設計を進める上では、既存の管まよが現状からどのように被害を受けているかを把握し、被害状況を明確にする必要があることから、既設管まよの縮図の作成が第一歩となる。

益城町では平成17年度以降の事業計画設計から、(株)シビルソフト開発社により開発された管まよ設計支援ソフトPipe Rapidを用いた管まよ設計を行っている。このため、平成17年以降の事業計画管まよに関しては全て電子化されたデータで管理されており、縮図、竣工図のデータに傷を著し難いことから、縮図図の作成は容易に行うことが出来た。

なお、上記ソフトは管まよ設計の一連の作業をシステム化したソフトで平面図・縮図・流量・数量が自動計算されており、地形図(DTMデータ等)上に平面図、地盤、地下埋設物等のデータを入力し、これらの情報を基に縮図設計が行えるシステムである。

台帳情報の活用

平成17年度以降の拡大区域については縮図図作成が容易に行えるが、地震による被害が大きかった益城処理区は、平成17年以前に事業計画が立案された区域であり、管まよ設計支援ソフトを用いていなかったことから、縮図図の作成には多くの時間がかかることが想定された。しかしながら、益城町では下水道台帳をGISで構築しており、平成25年度までのデータまで整備を行っていたことが査定設計の効化に当たっては功を奏した。

下水道台帳は(株)パスコムが提供しているPasCAL下水道で整備を行っ

この台帳データの活用

この台帳データの活用に関しては、(株)パスコム、(株)シビルソフト開発社、(株)東洋建設事務所との3社で協議を行ったところ、下水道台帳データをPipe Rapidのデータに変換することが可能であることが実現された。

これまで構築してきた下水道台帳のデータ(3次元情報)を有効活用することで縮図図作成に関する時間を大幅に削減できた。

なお、下水道台帳のデータ変換は被害が大規模であったことを考慮し、下水道管まよ区域を全て対象として4月下旬から着手し、3次元情報を基に全体的な整合性のチェックを含めて概ね5日間程度で図-3に示す全路線の管まよネットワークをPipe Rapidへの変換を完了し、縮図図の作成を可能にした。

図-3 全路線の管まよネットワーク

災害査定図書作成

災害査定経緯

災害査定を受ける延長は最終的には約14.4kmとなった。この内容を表-3に示す。

区画番号	延長(km)	管径	管種	計
1	1.000	100	コンクリート	1.000
2	1.000	100	コンクリート	1.000
3	1.000	100	コンクリート	1.000
4	1.000	100	コンクリート	1.000
5	1.000	100	コンクリート	1.000
6	1.000	100	コンクリート	1.000
7	1.000	100	コンクリート	1.000
8	1.000	100	コンクリート	1.000
9	1.000	100	コンクリート	1.000
10	1.000	100	コンクリート	1.000
11	1.000	100	コンクリート	1.000
12	1.000	100	コンクリート	1.000
13	1.000	100	コンクリート	1.000
14	1.000	100	コンクリート	1.000
15	1.000	100	コンクリート	1.000
16	1.000	100	コンクリート	1.000
17	1.000	100	コンクリート	1.000
18	1.000	100	コンクリート	1.000
19	1.000	100	コンクリート	1.000
20	1.000	100	コンクリート	1.000
21	1.000	100	コンクリート	1.000
22	1.000	100	コンクリート	1.000
23	1.000	100	コンクリート	1.000
24	1.000	100	コンクリート	1.000
25	1.000	100	コンクリート	1.000
26	1.000	100	コンクリート	1.000
27	1.000	100	コンクリート	1.000
28	1.000	100	コンクリート	1.000
29	1.000	100	コンクリート	1.000
30	1.000	100	コンクリート	1.000
31	1.000	100	コンクリート	1.000
32	1.000	100	コンクリート	1.000
33	1.000	100	コンクリート	1.000
34	1.000	100	コンクリート	1.000
35	1.000	100	コンクリート	1.000
36	1.000	100	コンクリート	1.000
37	1.000	100	コンクリート	1.000
38	1.000	100	コンクリート	1.000
39	1.000	100	コンクリート	1.000
40	1.000	100	コンクリート	1.000
41	1.000	100	コンクリート	1.000
42	1.000	100	コンクリート	1.000
43	1.000	100	コンクリート	1.000
44	1.000	100	コンクリート	1.000
45	1.000	100	コンクリート	1.000
46	1.000	100	コンクリート	1.000
47	1.000	100	コンクリート	1.000
48	1.000	100	コンクリート	1.000
49	1.000	100	コンクリート	1.000
50	1.000	100	コンクリート	1.000
51	1.000	100	コンクリート	1.000
52	1.000	100	コンクリート	1.000
53	1.000	100	コンクリート	1.000
54	1.000	100	コンクリート	1.000
55	1.000	100	コンクリート	1.000
56	1.000	100	コンクリート	1.000
57	1.000	100	コンクリート	1.000
58	1.000	100	コンクリート	1.000
59	1.000	100	コンクリート	1.000
60	1.000	100	コンクリート	1.000

災害復旧方針

災害復旧方針は、熊本県下で同程度の被害を受けた自治体、支援自治体、熊本市、被災自治体、支援自治体、(社)全国下水道コンサルタント協会(以下「協会」)連動対象熊本(本市)と連携しながらベースを作成した。その後、益城町の支援自治体並びに町に設置した水工協賛地保本部とともに益城町の状況へ適合したものを補正を行った。

この台帳データの活用

この台帳データの活用に関しては、(株)パスコム、(株)シビルソフト開発社、(株)東洋建設事務所との3社で協議を行ったところ、下水道台帳データをPipe Rapidのデータに変換することが可能であることが実現された。

これまで構築してきた下水道台帳のデータ(3次元情報)を有効活用することで縮図図作成に関する時間を大幅に削減できた。

なお、下水道台帳のデータ変換は被害が大規模であったことを考慮し、下水道管まよ区域を全て対象として4月下旬から着手し、3次元情報を基に全体的な整合性のチェックを含めて概ね5日間程度で図-3に示す全路線の管まよネットワークをPipe Rapidへの変換を完了し、縮図図の作成を可能にした。

図-3 全路線の管まよネットワーク

災害査定図書作成

災害査定経緯

災害査定を受ける延長は最終的には約14.4kmとなった。この内容を表-3に示す。

区画番号	延長(km)	管径	管種	計
1	1.000	100	コンクリート	1.000
2	1.000	100	コンクリート	1.000
3	1.000	100	コンクリート	1.000
4	1.000	100	コンクリート	1.000
5	1.000	100	コンクリート	1.000
6	1.000	100	コンクリート	1.000
7	1.000	100	コンクリート	1.000
8	1.000	100	コンクリート	1.000
9	1.000	100	コンクリート	1.000
10	1.000	100	コンクリート	1.000
11	1.000	100	コンクリート	1.000
12	1.000	100	コンクリート	1.000
13	1.000	100	コンクリート	1.000
14	1.000	100	コンクリート	1.000
15	1.000	100	コンクリート	1.000
16	1.000	100	コンクリート	1.000
17	1.000	100	コンクリート	1.000
18	1.000	100	コンクリート	1.000
19	1.000	100	コンクリート	1.000
20	1.000	100	コンクリート	1.000
21	1.000	100	コンクリート	1.000
22	1.000	100	コンクリート	1.000
23	1.000	100	コンクリート	1.000
24	1.000	100	コンクリート	1.000
25	1.000	100	コンクリート	1.000
26	1.000	100	コンクリート	1.000
27	1.000	100	コンクリート	1.000
28	1.000	100	コンクリート	1.000
29	1.000	100	コンクリート	1.000
30	1.000	100	コンクリート	1.000
31	1.000	100	コンクリート	1.000
32	1.000	100	コンクリート	1.000
33	1.000	100	コンクリート	1.000
34	1.000	100	コンクリート	1.000
35	1.000	100	コンクリート	1.000
36	1.000	100	コンクリート	1.000
37	1.000	100	コンクリート	1.000
38	1.000	100	コンクリート	1.000
39	1.000	100	コンクリート	1.000
40	1.000	100	コンクリート	1.000
41	1.000	100	コンクリート	1.000
42	1.000	100	コンクリート	1.000
43	1.000	100	コンクリート	1.000
44	1.000	100	コンクリート	1.000
45	1.000	100	コンクリート	1.000
46	1.000	100	コンクリート	1.000
47	1.000	100	コンクリート	1.000
48	1.000	100	コンクリート	1.000
49	1.000	100	コンクリート	1.000
50	1.000	100	コンクリート	1.000
51	1.000	100	コンクリート	1.000
52	1.000	100	コンクリート	1.000
53	1.000	100	コンクリート	1.000
54	1.000	100	コンクリート	1.000
55	1.000	100	コンクリート	1.000
56	1.000	100	コンクリート	1.000
57	1.000	100	コンクリート	1.000
58	1.000	100	コンクリート	1.000
59	1.000	100	コンクリート	1.000
60	1.000	100	コンクリート	1.000

災害復旧方針

災害復旧方針は、熊本県下で同程度の被害を受けた自治体、支援自治体、熊本市、被災自治体、支援自治体、(社)全国下水道コンサルタント協会(以下「協会」)連動対象熊本(本市)と連携しながらベースを作成した。その後、益城町の支援自治体並びに町に設置した水工協賛地保本部とともに益城町の状況へ適合したものを補正を行った。

ご清聴ありがとうございました