

平成 23 年東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）  
水道管路被害調査 4 次報告書

ダイジェスト版

平成 25 年 3 月 11 日

配水用ポリエチレンパイプシステム協会

# 1. 地震の概要

## 1.1 概要

2011年3月11日14時46分頃、宮城県三陸沖（北緯38.1度、東経142.9度）の深さ約24kmを震源とする我が国の観測史上最大となるマグニチュード9.0、最大震度7の地震が発生した。震度7を記録したのは宮城県栗原市、6強を記録したのは宮城県登米市、大崎市など宮城県、福島県、茨城県、栃木県の37市町村である。

今回調査対象とした茨城県と千葉県では、日立市、高萩市、笠間市、常陸大宮市、那珂市、筑西市、銚田市、小美玉市が震度6強を記録し、水戸市、常総市、常陸太田市、坂東市など茨城県内の17市4町村で成田市と印西市で震度6弱を記録している。

## 1.2 震度分布及び最大加速度

図1に茨城県及び千葉県の調査事業体の震度分布を示す。

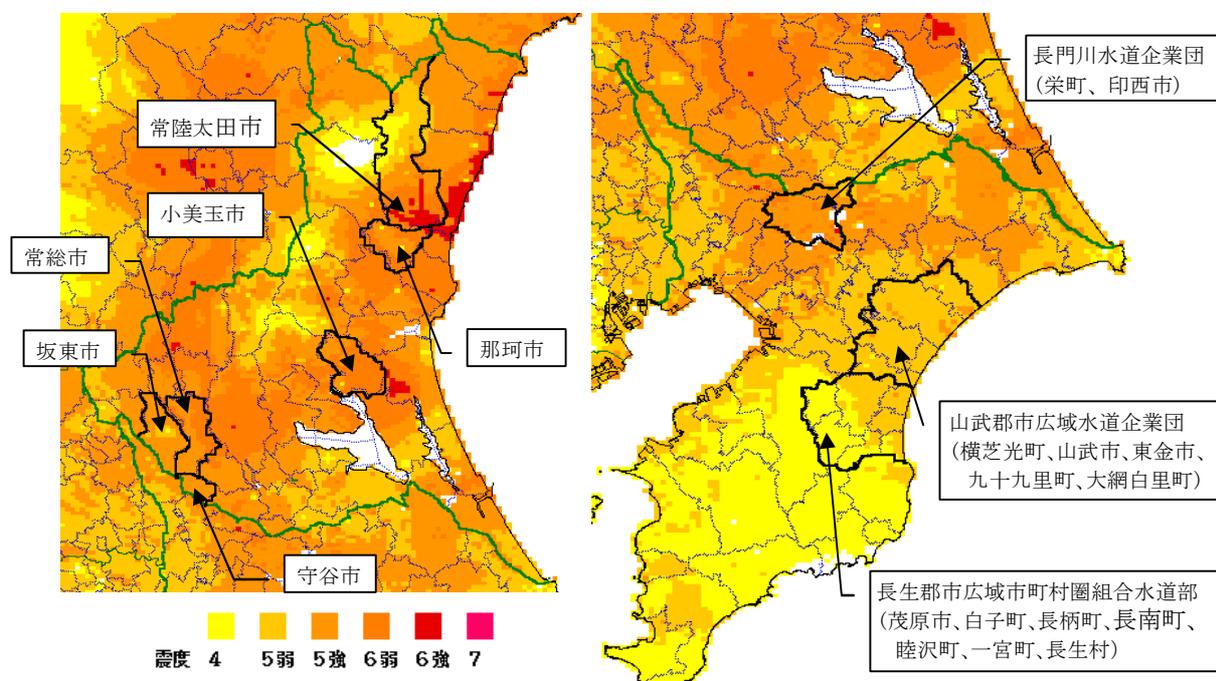


図1 千葉県震度分布図と調査対象事業体の位置（出典：気象庁 HP より）

表1に茨城県の調査事業体付近で測定された強震観測記録を示す。

表1 K-NETによる強震観測記録（茨城県）

| 観測点名     | 日立    | 大宮    | 石岡  | 下妻  | 岩井  |
|----------|-------|-------|-----|-----|-----|
| 震度       | 6.4   | 6.0   | 5.5 | 5.5 | 5.3 |
| 合成(gal)  | 1,845 | 1,312 | 365 | 436 | 322 |
| N-S(gal) | 1,598 | 1,283 | 287 | 309 | 321 |
| E-W(gal) | 1,186 | 1,007 | 302 | 408 | 291 |
| U-D(gal) | 1,166 | 775   | 230 | 206 | 155 |
| 震央距離(km) | 258   | 277   | 312 | 334 | 346 |

## 2. 調査結果

### 2.1 水道施設の概要

茨城県と千葉県の水道管路被害調査は、水道配水用ポリエチレン管（以下、WPE 管とする。）が埋設されており、液状化が発生している地域を中心に調査を行った。

表 2 に調査した導送配水管布設延長を、表 3 に管種別布設延長を示す。

表 2 導送配水管布設延長

| 都市企業団名       | 導水管<br>(m) | 送水管<br>(m) | 配水本管<br>(m) | 配水支管<br>(m) | 合計<br>(m) |
|--------------|------------|------------|-------------|-------------|-----------|
| 常陸太田市        | 7,947      | 14,472     | 0           | 465,518     | 487,937   |
| 那珂市          | 7,054      | 0          | 234         | 448,969     | 456,257   |
| 小美玉市         | 16,912     | 0          | 0           | 461,334     | 478,246   |
| 常総市          | 14,242     | 1,946      | 0           | 635,029     | 651,217   |
| 坂東市          | 9,091      | 0          | 6,143       | 486,924     | 502,158   |
| 守谷市          | 7,654      | 0          | 10,702      | 350,070     | 368,426   |
| 茨城県調査事業体計    | 62,900     | 16,418     | 17,079      | 2,847,844   | 2,944,241 |
| 長門川水道企業団     | 1,954      | 6,123      | 1,051       | 63,209      | 72,337    |
| 山武郡市広域水道企業団  | 0          | 0          | 50,697      | 1,339,374   | 1,390,071 |
| 長生郡市広域市町村圏組合 | 16,618     | 5,366      | 47,571      | 1,501,627   | 1,571,182 |
| 千葉県調査事業体計    | 18,572     | 11,489     | 99,319      | 2,904,210   | 3,033,590 |
| 合計           | 81,472     | 27,907     | 116,398     | 5,752,054   | 5,977,831 |

※水道統計 22 年度版による

表 3 管種別布設延長

| 管種<br>事業体 | ACP     | CIP   | DIP       | WPE     | PE<br>二層管<br>他 | SP     | VP        | その他   | 全体        |
|-----------|---------|-------|-----------|---------|----------------|--------|-----------|-------|-----------|
| 常陸太田市     | 0       | 1,850 | 180,825   | 2,419   | 30,255         | 5,221  | 266,778   | 589   | 487,937   |
| 那珂市       | 14,698  | 0     | 107,260   | 37,060  | 0              | 1,326  | 295,913   | 0     | 456,257   |
| 小美玉市      | 63,791  | 77    | 135,477   | 5,998   | 0              | 1,196  | 271,471   | 236   | 478,246   |
| 常総市       | 0       | 0     | 31,089    | 1,990   | 0              | 3,728  | 611,583   | 2,827 | 651,217   |
| 坂東市       | 0       | 0     | 86,039    | 11,898  | 0              | 1,840  | 402,206   | 175   | 502,158   |
| 守谷市       | 21,610  | 0     | 199,427   | 21,834  | 0              | 1,690  | 123,802   | 63    | 368,426   |
| 茨城県計      | 100,099 | 1,927 | 740,117   | 81,199  | 30,255         | 15,001 | 1,971,753 | 3,890 | 2,944,241 |
| 長門川       | 516     | 0     | 52,893    | 4,231   | 0              | 628    | 14,069    | 0     | 72,337    |
| 山武郡市      | 17,385  | 0     | 343,495   | 52,757  | 0              | 48,461 | 927,973   | 0     | 1,390,071 |
| 長生郡市      | 35,303  | 0     | 366,076   | 69,066  | 0              | 5,868  | 1,093,984 | 0     | 1,570,297 |
| 千葉県計      | 53,204  | 0     | 762,464   | 126,054 | 0              | 54,957 | 2,036,026 | 0     | 3,032,705 |
| 合計        | 153,303 | 1,927 | 1,502,581 | 207,253 | 30,255         | 69,958 | 4,007,779 | 3,890 | 5,976,946 |

事業体：長門川（長門川水道企業団）、山武郡市（山武郡市広域水道企業団）、  
長生郡市（長生郡市広域市町村圏組合）

管種記号：ACP（石綿セメント管）、CIP（鋳鉄管）、DIP（ダクタイル鋳鉄管）、WPE（水道配水用ポリエチレン管）、PE 二層管他（水道用ポリエチレン二層管及び一般用ポリエチレン管(単層管)）、  
SP（鋼管）、VP（硬質ポリ塩化ビニル管）

※水道統計 22 年度版による

調査事業体全体の布設延長 5,977km のうち、最も多い塩ビ管 (VP) は 4,007km (67%)、2 番目がダクタイル鋳鉄管の 1,503km (25%) と 2 管種で全体の 92% を占める。3 番目は WPE 管の 207km (3.5%)、次いで石綿セメント管の 153km (2.6%) を占める。

WPE 管は、茨城県那珂市で 37.1km (8.1%)、守谷市で 21.8km (5.9%)、坂東市で 11.9km (2.4%)、千葉県山武郡市で 52.8km (3.8%)、長生郡市で 69.1km (4.4%) が使用されていた。

常陸太田市は、WPE 管の布設延長は少ないが、PE 二層管 他の延長が 30.3km (6.2%) 埋設されている

## 2.2 管路被害率

調査した 9 事業体の管路被害件数を表 4 に、管種別被害率を表 5 及び図 2 に示す。

全体の管路被害は 129 件、被害率は 0.022 件/km であった。

管種別の被害件数は、VP が最も多く (64 件、被害率 0.017 件/km)、次に DIP (45 件、被害率 0.028 件/km)、PE 二層管他の被害 (1 件、被害率 0.033 件/km) は古い単層管の割れであった。WPE 管には被害が無かった。

表 4 管種別被害件数

| 事業体 \ 管種 | ACP | CIP | DIP | WPE | PE<br>二層管他 | SP | VP | その他 | 全体  |
|----------|-----|-----|-----|-----|------------|----|----|-----|-----|
| 常陸太田市    | —   | 0   | 17  | 0   | 1          | 2  | 22 | 0   | 42  |
| 那珂市      | 2   | —   | 17  | 0   | —          | 3  | 19 | —   | 41  |
| 小美玉市     | 0   | 0   | 0   | 0   | 0          | 0  | 0  | 0   | 0   |
| 常総市      | —   | —   | 2   | 0   | 0          | 0  | 0  | 0   | 2   |
| 坂東市      | 0   | —   | 2   | 0   | —          | 0  | 5  | 0   | 7   |
| 守谷市      | 0   | —   | 0   | 0   | 0          | 0  | 0  | 0   | 0   |
| 長門川      | 0   | —   | 0   | 0   | 0          | 0  | 4  | —   | 9   |
| 山武郡市     | 0   | —   | 1   | 0   | 0          | 8  | 8  | —   | 18  |
| 長生郡市     | 3   | —   | 1   | 0   | 0          | 0  | 6  | —   | 10  |
| 合計       | 5   | 0   | 45  | 0   | 1          | 14 | 64 | 0   | 129 |

表 5 管種別被害率

| 事業体 \ 管種 | ACP   | CIP   | DIP   | WPE   | PE<br>二層管他 | SP    | VP    | その他   | 全体    |
|----------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|
| 常陸太田市    | —     | 0.000 | 0.094 | 0.000 | 0.031      | 0.383 | 0.082 | 0.000 | 0.086 |
| 那珂市      | 0.136 | —     | 0.158 | 0.000 | —          | 2.262 | 0.064 | —     | 0.090 |
| 小美玉市     | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000      | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 常総市      | —     | —     | 0.064 | 0.000 | 0.000      | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.003 |
| 坂東市      | 0.000 | —     | 0.023 | 0.000 | —          | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.014 |
| 守谷市      | 0.000 | —     | 0.000 | 0.000 | 0.000      | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 長門川      | 0.000 | —     | 0.095 | 0.000 | 0.000      | 0.000 | 0.284 | —     | 0.124 |
| 山武郡市     | 0.000 | —     | 0.003 | 0.000 | 0.000      | 0.186 | 0.009 | —     | 0.013 |
| 長生郡市     | 0.085 | —     | 0.003 | 0.000 | 0.000      | 0.000 | 0.005 | —     | 0.006 |
| 合計       | 0.033 | 0.000 | 0.030 | 0.000 | 0.033      | 0.200 | 0.016 | 0.000 | 0.022 |

注1) ACP: 石綿セメント管、CIP: 鋳鉄管、DIP: ダクタイル鋳鉄管、WPE: 水道配水用ポリエチレン管、SP: 鋼管、VP: 硬質塩ビ管

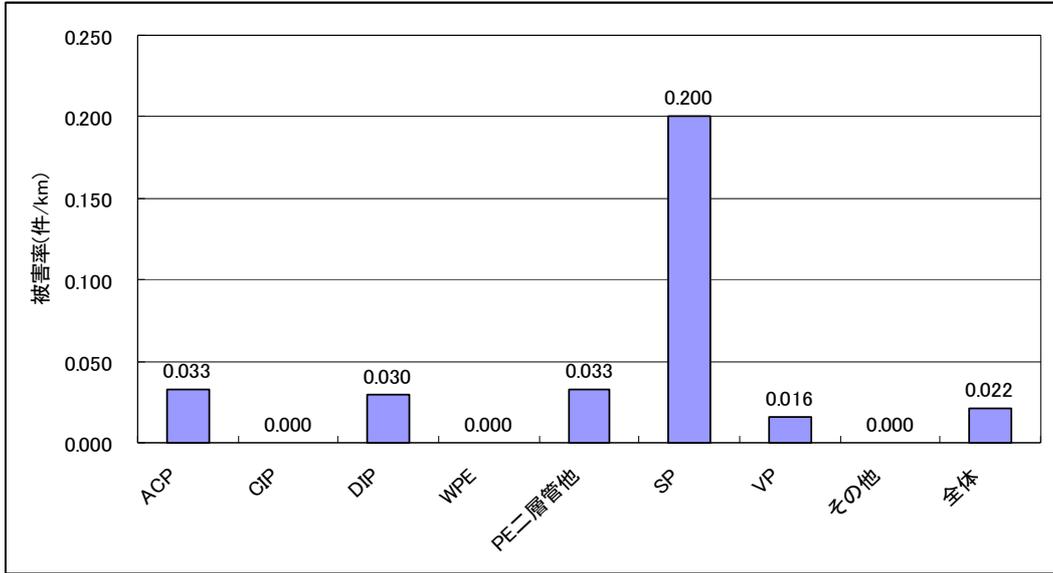


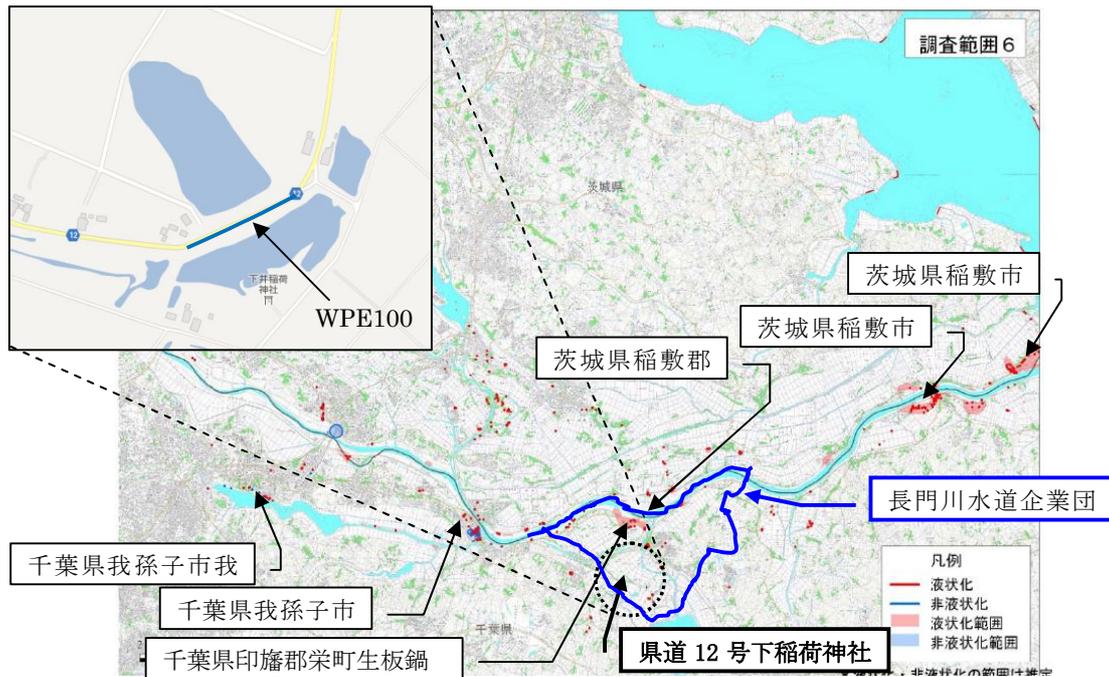
図2 管種別被害率

WPE 管に被害は無かったが、WPE 管が埋設されていた県道が沈下した箇所があった。  
**図 3** に県道の沈下現場の地図を**写真 1** に現場の状況を示す。

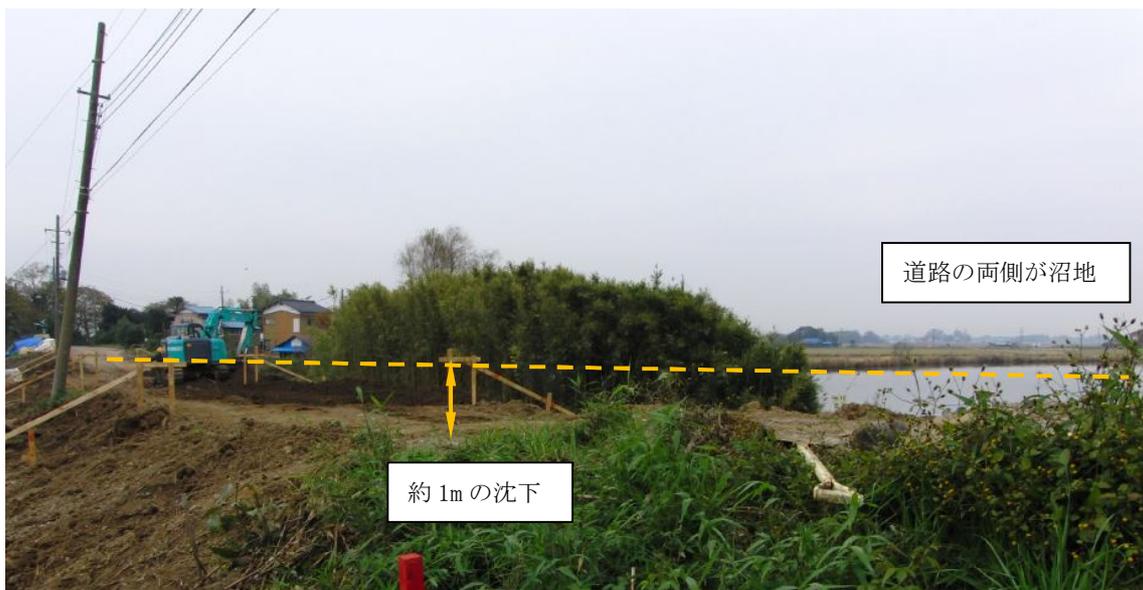
現場は、印旛沼の旧堤防上の道路（県道 12 号線 下井稻荷神社付近）で、道路が両側にある沼側にずれる形で道路中央が約 1m 沈下している。

ここには WPE 管φ100 が埋設されていたが、漏水などの異常は無かった。

WPE 管が円弧上に変形していたとすると、管に発生していた歪みは約 2.7%と推定される。



**図 3** WPE 管が埋設されていた道路が沈下した現場（長門川水道企業団）



**写真 1** WPE 管が埋設されていた道路が沈下した現場（長門川水道企業団）

## 2.3 管路被害と震度について

### 1) 4次調査地域対象

今回の調査対象地域の震度は、震度6強から震度5弱が観測されている。

震度6強地域(常陸大田市)、6弱地域(那珂市、小美玉市)、5強地域(常総市、坂東市、守谷市、長門川水道企業団)、5弱地域(山武郡市広域水道企業団、長生郡市広域市町村圏組合)の震度と管路被害率の関係を求めると、**図4**の通りとなる。被害率は、震度6強が最も大きく、震度6弱、5強、5弱の順で震度が小さくなる毎に小さくなっている。

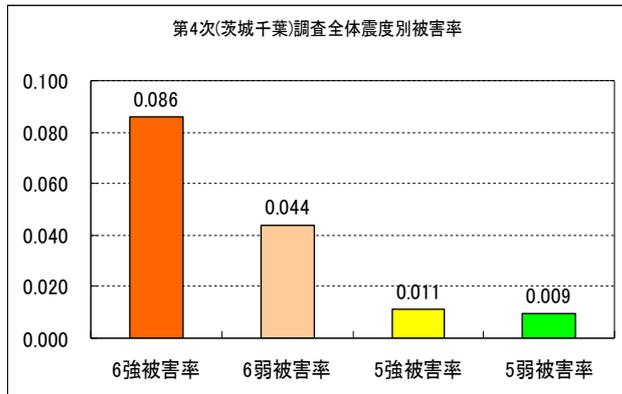


図4 全管路合計の被害率

### 2) 第1次～第3次調査及び今回の茨城・千葉県調査の合計

POLITECで行った第1次調査～第3次調査と今回の第4次(茨城・千葉県)調査対象を合計して、震度7(栗原市)から震度6強、6弱、5強、5弱に区分して管路被害率を求めると、**表6**及び**図5**の通りとなる。なお、各市町村は、**表6**のように区分して集計した。

表6 震度と被害率

| 震度  | 管路延長(km) | 被害件数  | 被害率(件/km) | 備考                             |
|-----|----------|-------|-----------|--------------------------------|
| 7   | 1,292    | 204   | 0.158     | 栗原市                            |
| 6強  | 3,613    | 461   | 0.128     | 登米市、大崎市、涌谷町、釜石市、大槌町、常陸太田市      |
| 6弱  | 3,730    | 211   | 0.057     | 岩沼市、七ヶ浜町、奥州市、矢巾町、滝沢村、那珂市、小美玉市  |
| 5強  | 2,408    | 113   | 0.047     | 気仙沼市、南三陸町、常総市、坂東市、守谷市、長門川水道企業団 |
| 5弱  | 3,293    | 39    | 0.012     | 久慈市、山武郡市広域水道企業団、長生郡市広域市町村圏組合   |
| 総合計 | 14,336   | 1,028 | 0.072     |                                |

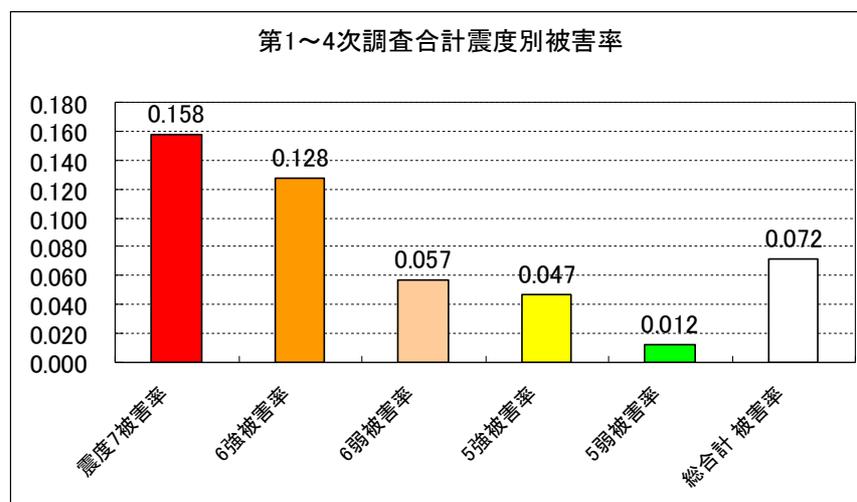


図5 第1次～4次合計 震度と管路被害率の関係

### 3. まとめ

ポリテックでは、これまで東日本大震災での管路被害について、第1次～第3次の調査を行った。これらは宮城県、岩手県の沿岸部、内陸部での調査であった。

今回の第4次調査は、茨城県内の6市、千葉県内の3企業団を対象として行った。これらの地域では、常陸太田市で震度6強が観測されたのをはじめ、広範囲で高い震度が計測されている。また、河川沿いで液状化の発生が複数報告されている。さらに千葉県沿岸部でも津波も報告されている。

これらの地域の水道管路は、総管路延長約5,977kmが布設されており、そのうちには延長207kmに及ぶ水道配水用ポリエチレン管が使用されていたが被害は無かった。

また、長門川水道企業団では地盤変状を起こした道路化に水道配水用ポリエチレン管埋設されていたが、異常は無かった。ただし、茨城県と千葉県で数多く発生した液状化地区には、WPE管が埋設されていた事例が無かった。

これらの結果から、1次～3次のと同様に、埋設状態の維持されている地域であれば、地盤を選ばず優れた耐震性を発揮すること実証するものと考えられる。

また、1次～4次の調査結果から、震度階と被害率の関係を整理すると6強と6弱の間、5強と5弱の間で被害率に大きな差がある結果となった。これらについては今後の調査結果を合わせて引き続き検討したい。

茨城県や千葉県においては、今後も地震に対しては十分な対策が必要な地域であり、WPE管は、優れた耐震性で安全・安心な水道管路の構築に貢献できるように願っている。

### 出典

- ・ 気象庁 HP
- ・ 防災科学技術研究所 HP (k-net、KIK-net)
- ・ 地方公営企業年鑑 (総務省 HP)
- ・ 水道統計 (財団法人 日本水道協会)
- ・ 総務省 HP
- ・ 地震及び地震動の特性 (後藤浩之、京都大学 防災研究所)
- ・ 国土交通省 HP
- ・ 産業技術総合研究所 HP
- ・