

# K形継手等を有するダクタイル鋳鉄管の 耐震適合地盤判定支援ハンドブック

平成22年12月

財団法人 水道技術研究センター

## 目次

1	はじめに.....	1-1
2	目的と概要.....	2-1
2.1	目的.....	2-1
2.2	概要.....	2-1
3	地盤条件の考え方、適用及び留意点.....	3-1
4	判定手法1（1kmメッシュによる判定手法）.....	4-1
4.1	活用したデータ及び判定方法.....	4-2
4.2	判定事例その1（新潟県中越沖地震による検証）.....	4-4
4.3	判定事例その2（福岡市水道長期ビジョンによる検証）.....	4-6
4.4	留意点.....	4-7
5	判定手法2（250mメッシュによる判定手法）.....	5-1
5.1	地形分類図（国土数値情報）を用いた判定手法.....	5-1
5.1.1	活用するデータ及び判定方法.....	5-1
5.1.2	判定事例.....	5-5
5.1.3	留意点.....	5-8
5.2	地震ハザードステーション（J-SHIS）を用いた判定手法.....	5-9
5.2.1	活用するデータ及び判定方法.....	5-9
5.2.2	判定事例.....	5-12
5.2.3	留意点.....	5-16
	【参考文献】.....	5-17
6	水道事業者独自の取り組み事例.....	6-1
6.1	神戸市水道局の事例.....	6-1
6.1.1	活用するデータ及び判定方法.....	6-1
6.1.2	判定事例.....	6-1
6.1.3	留意点.....	6-1
6.2	千葉県水道局の事例.....	6-4
6.2.1	活用するデータ及び判定方法.....	6-4
6.2.2	耐震適合性のある管路の抽出.....	6-5
6.3	さいたま市水道局の事例.....	6-7
6.3.1	活用するデータ及び判定方法.....	6-7
6.3.2	判定事例.....	6-8
6.3.3	留意点.....	6-9
7	本ハンドブック利用上の留意事項.....	7-1
	【参考資料】.....	7-2
8	終わりに.....	8-1

# 1 はじめに

水道事業は、地震等災害が発生した場合においても、住民の生命の維持や生活に必要な水を安定して供給することが求められているため、各種施設の耐震化が喫緊の課題となっている。このため、特に管路については、耐震型ダクタイル鋳鉄管、溶接鋼管等の耐震管の採用が推進されてきたところである。一方、近年では、兵庫県南部地震、新潟県中越地震等の過去の地震による管路の被害調査・分析が進んでおり、上記の耐震管に加え、厚生労働省の「管路の耐震化に関する検討会報告書（平成19年3月）」において、「ダクタイル鋳鉄管（K形継手等<sup>(注1)</sup>）は、埋立地など悪い地盤において一部被害は見られたが、岩盤・洪積層などにおいて、低い被害率を示していることから、良い地盤においては基幹管路が備えるべきレベル2地震動に対する耐震性能を満たすものと整理することができる。」との報告がなされており、よい地盤条件におけるK形継手等を有するダクタイル鋳鉄管は耐震適合性のある管<sup>(注2)</sup>として評価することができる。

K形継手等を有するダクタイル鋳鉄管は、現布設管路の中でも布設延長が比較的に長いため、当該管路を耐震適合性のある管と評価する場合、従前の管路耐震化計画、管路更新計画等の整備計画や財政計画に大きな影響を与える。そのため、地盤判定による当該管路の耐震性評価は、現時点の水道事業にとっての重要事項のひとつといえる。しかし、K形継手等を有するダクタイル鋳鉄管が耐震性能を満たすと評価できる地盤か否かを判定する手法はいくつか提案されているものの、特に中小事業体においても一定のレベルで容易に判定できるような具体的手法については、十分な情報提供がなされているとは言い難い。そこで、当センターでは、現時点の地盤判定手法及び関連する知見を集約し、地盤判定の一助となる支援資料としてのハンドブックを作成することとしたものである。

(注1) 「平成20年度水道統計」によれば、ダクタイル鋳鉄管について、「耐震型継手を有するとは、S形、SII形、NS形、US形、UF形、KF形、PII形等の離脱防止継手を有する管に限る。K形継手等とはK形と平成11年以降に出荷されたT形継手をいう。」としており、本ハンドブックも、この区分に基づいている。

(注2) 耐震適合性のある管について

管路の耐震化に関する検討会報告書（平成19年3月）において、レベル2地震動に対して、個々に軽微な被害が生じて、その機能保持が可能であると報告された以下の管

- ・耐震管
- ・地盤条件から判断して耐震性能を満たすと整理することができるK形継手等を有するダクタイル鋳鉄管
- ・各水道事業者の判断により耐震適合性のある管とすることが可能な管

本ハンドブックでは、「地盤条件から判断して耐震性能を満たすと整理することができるK形継手等を有するダクタイル鋳鉄管」のみを対象としている。

## 2 目的と概要

### 2.1 目的

#### ①地盤判定手法等の提示

本ハンドブックは、水道事業者等が「地盤条件から判断して耐震性能を満たすと評価されるK形継手等を有するダクタイル鋳鉄管」であるか否かを判断するための地盤条件判定手法等を提示することを目的とする。

なお、本ハンドブックによる判定手法は既設の管路に対する評価手法であり、今後新設する管路を対象とするものではない。

#### ②管路耐震・管路更新のための資料作成の支援

「K形継手等を有するダクタイル鋳鉄管の耐震適合地盤」を判定し、「地盤条件から判断して耐震性能を満たすと評価されるK形継手等を有するダクタイル鋳鉄管」であるか否かを明確化することで、管路耐震・管路更新の優先順位付け、管路耐震化計画・管路更新計画の策定、管路耐震・更新の予算確保のための説明資料作成等に資することを目的とする。

### 2.2 概要

#### ① 事例の紹介

本ハンドブックは1kmメッシュ（総務省統計局が定めた標準地域3次メッシュ（一辺約1km）をいう。以下、同じ）を利用した比較的簡易な判定手法から、250mメッシュ（標準地域1/4メッシュ（一辺約250m）をいう。以下、同じ）を利用した比較的詳細な判定手法、及び独自判定手法を採用している事業者の事例を紹介することを主な内容とする。

#### ② ハンドブック使用法

本ハンドブックの使用に当たっては、事業者の実情に合った地盤判定手法を採用するよう推奨する。管路管理に当たってマッピングシステム等を導入していない事業者では、まず1kmメッシュ等を利用した簡易手法で判定することを推奨する。

その後、より判定精度の高い250mメッシュ等を利用した判定手法等の導入を検討する場合には、地盤の連続性等や判定のための作業量が多くなることなどを考慮すると、例えば、地盤状況が近隣の事業者と類似している場合などにおいては、近隣事業者等が合同で検討・取組を行うことがより効率的・効果的である。

#### ③ 判定手法の概要

この耐震適合地盤判定支援ハンドブックは、「K形継手等を有するダクタイル鋳鉄管が布設されている地盤であって、耐震性能を満たすと評価できる地盤（以下、「K形継手等の耐震適合地盤」という。）」か否かを判定する際の参考とするためのもので、既存の地盤条件などを活用して簡易に判定する方法として2つの判定方法を示している。また、参考に、現地調査した詳細な地盤データなどを用いて水道事業者が独自に判定した3件の取り組み事例を紹介する。

以下に判定手法等の概要を示す。

##### (1) 判定手法1（水道技術研究センターホームページにて判定結果を公開）

既存の地盤条件などを活用し、簡易に「K形継手等の耐震適合地盤」を判定する手法である。

具体的には、既存の知見を参考にした「K形継手等の耐震適合地盤」を、総務省統計局が定めた「標準地域3次メッシュ」(一辺約1km)で構成された国土数値情報土地分類メッシュ(国土交通省)の地形分類を用いて、全国地盤判定マップとしてマクロ的に抽出したもので、当センターのホームページなどから無償でマップデータを入手し活用することが可能である。

なお、上記の地形分類には、「K形継手等の耐震適合地盤」に該当しない「盛土地盤」、「活断層近傍」等の情報は反映されていないため、マクロ的に耐震適合率を算出することは可能であるが、より精度を高めた評価を行う場合は、この全国地盤判定マップ1kmメッシュの上に、これらの地盤情報を加味して地盤判定を行うか、更には、以下に示す判定手法2や各事業者独自の判定方法で評価を行うことが有効である。

## (2) 判定手法2

「K形継手等の耐震適合地盤」を250mメッシュの範囲でより詳細に判定する手法である。

具体的には、1kmメッシュを250mメッシュに細分化し、事業者毎に、現地地形を詳細に調査するなどして、盛土地盤、切盛土による地盤変状が想定される地域、河川近傍及び地域防災計画の液状化マップ等のデータなどを重ね合わせて、「K形継手等の耐震適合地盤」を判定する手法である。

なお、250mメッシュでの評価は判定手法1の1kmメッシュのデータを活用し、より詳細に判定する方法と、別途、判定方法は異なるが(独)防災科学技術研究所のJ-SHISデータを用いて評価する方法を掲載する。ここで示す判定手法2は判定手法1に比べて精度は良くなるが、現地地形の情報収集と判定作業に時間と費用を要する。このため、マッピングデータなど詳細な管路データを活用している事業者において耐震適合率を算出する場合に有効である。

## (3) 水道事業者独自の取り組み事例

各事業者が保有する各種データを用いて詳細な地形図を作成した後、管路のマッピングデータなどと重ね合わせて、耐震適合性を評価した事例(3都市)を紹介する。

事例としては、5万分の1地形分類図から50mメッシュの地形図を独自に作成したもの、独自の土地利用図を作成したもの、防災部局が作成した液状化マップなどのデータから地盤の判定を行ったものがある。いずれも時間と費用を要するが、精度が高く、マッピングデータなど詳細な管路データを活用している事業者において耐震適合率を算出する場合に有効である。

### 3 地盤条件の考え方、適用及び留意点

水道管路の地震被害が、地震動により地盤ひずみが大きくなる場所、あるいは大きな地盤ひずみにより地盤破壊、すなわち地盤変形や液状化などが生じた箇所が発生することは周知である。地震時に地盤ひずみが大きくなる箇所を詳細に特定するためには地盤の情報を全て把握する必要があるが、それは不可能である。地盤の情報を得る方法としてボーリングデータがあるが、深さ方向には定量的な情報が得られる反面、面的な情報への拡張が容易ではない。そこで、面的な地盤情報として、地質図や地形分類図の利用が考えられる。地質図は岩石の種類、年代、地質構造の解明を目的に作成されているもので、水道管路の地震被害の大小を論ずるのに重要となる地質に関しては沖積層として一括して表示されているので、耐震適合地盤の判定に用いるには適当とはいえない。一方、地形分類図は地表の形態や形成時期などを総合的に示しており、水道管路の地震被害の大小を包括的に推定するために用いることが可能であると考えられる。

K形継手等を有するダクタイル鋳鉄管が耐震適合性を示す地盤は、主として地盤変形や液状化などの地盤破壊が生じない地盤といえる。したがって、主として地盤破壊を生じやすい地形分類とそうでない地形分類を区分することとなる。近年、全国を網羅した地形分類図などが作成されるようになったので、これを用いることによって、全国の水道事業者が同じ基準でK形継手等を有するダクタイル鋳鉄管の耐震適合性を判定できるようになる。

地形分類図などはデジタルマップとして1辺が約1kmあるいは約250mのメッシュ図として与えられている。1つのメッシュ内に複数の微地形区分が存在する場合も多く、その場合はメッシュ内で最も広い面積を占める微地形区分が示されている。したがって、1つのメッシュ内に微地形区分の境界が存在していてもメッシュ図には反映されていない。地盤変形は地形分類境界部で発生することが少なくないので、この点に注意が必要である。水道管路の地震被害に最も影響が大きい地盤変形や液状化は、250mメッシュには反映されない極めて局所的な地盤条件によって発生することも少なくない。したがって、メッシュ図を用いた耐震適合地盤の判定は第1次スクリーニングと考え、地震時の地盤変形や液状化の発生が予め推定されている場合には、耐震適合性のない地盤として積極的に考慮していく必要がある。さらに、盛土地盤などの人工改変地、活断層近傍といった深部地下構造に関する情報も含まれていないので、別途考慮する必要がある。

以上のように、1kmあるいは250mメッシュ地形分類図に基づくK形継手等を有するダクタイル鋳鉄管の耐震適合性判定は、全国の水道事業者が同じ基準で、簡易に判定できる点に主眼を置いたものであり、高い精度を保証しているものではない。精度を高めるためには上述した点を別途考慮していく必要がある。

## 4 判定手法1 (1km メッシュによる判定手法)

本判定手法は、総務省統計局が定めた標準地域3次メッシュ（1辺約1km）で構成された国土数値情報土地分類メッシュ（国土交通省）の地形分類を用いて、「K形継手等の耐震適合地盤」をマクロ的に判定するものである。この判定方法による「K形継手等の耐震適合地盤」に関しては、当センターで作成した都道府県ごとの地盤判定マップを、当センターのホームページ等から無償で入手し、活用することが可能である。

判定手法1による都道府県ごとの地盤判定マップの入手方法を表4.1.1に示す。

また、参考までに、判定手法1の判定方法を以下に示す。

表4.1.1 判定手法1による都道府県別の地盤判定マップの入手方法

名称	提供元	形式 <sup>※1</sup>	入手方法 <sup>※2</sup> 及びWebサイト名
国土数値情報 土地分類メッシュ（地形分類）による K形継手等の耐震適合地盤判定	(財)水道技術研 究センター	PDF	ダウンロード、CD-ROM 全国耐震適合地盤判定マップ ( <a href="http://www.jwrc-net.or.jp/taishin-corner/hantei.html">http://www.jwrc-net.or.jp/taishin-corner/hantei.html</a> )

※1 PDF形式：都道府県別のK形継手等の耐震適合地盤マップ（A1サイズ）

なお、ファイル容量は表4.1.1（参考）のとおり。

※2 利用にあたっては、使用条件及び留意事項を参照のこと。

備考) 1kmメッシュとK形継手等の耐震適合地盤判定の関連データとしてCSVデータ及びShape形式のデータをCD-ROMにて入手可能。詳細は当センターのホームページ(<http://www.jwrc-net.or.jp/taishin-corner/hantei.html>)を参照のこと。

表4.1.1（参考） 全国耐震適合地盤判定マップ(1kmメッシュ)のファイル容量 単位:MB

No	ファイル名	サイズ	No	ファイル名	サイズ	No	ファイル名	サイズ
1	北海道 <sup>※</sup>	21.9	17	石川	4.3	33	岡山	7.0
2	青森	8.5	18	福井	4.9	34	広島	7.8
3	岩手	7.5	19	山梨	7.3	35	山口	6.1
4	宮城	7.7	20	長野	8.5	36	徳島	5.1
5	秋田	9.2	21	岐阜	6.3	37	香川	5.4
6	山形	6.9	22	静岡	8.2	38	愛媛	4.9
7	福島	11.4	23	愛知	10.4	39	高知	5.8
8	茨城	8.3	24	三重	6.1	40	福岡	9.4
9	栃木	9.1	25	滋賀	7.4	41	佐賀	6.5
10	群馬	6.1	26	京都	4.4	42	長崎 <sup>※</sup>	6.4
11	埼玉	9.7	27	大阪	6.3	43	熊本	7.9
12	千葉	7.5	28	兵庫	8.3	44	大分	8.2
13	東京 <sup>※</sup>	7.7	29	奈良	5.9	45	宮崎	6.7
14	神奈川	7.8	30	和歌山	5.5	46	鹿児島 <sup>※</sup>	8.1
15	新潟	7.6	31	鳥取	4.4	47	沖縄 <sup>※</sup>	4.1
16	富山	8.2	32	島根	3.6			

※ ファイルが複数に分かれているもの（単位:MB）

北海道：道央 5.7 ， 道東 7.0 ， 道南 3.6 ， 道北 5.6

東京：本州 6.3 ， 小笠原 0.5 ， 小笠原2 0.3 ， 大島 0.6

長崎：本土および西部の島 4.8 ， 壱岐島、対馬 1.3 ， 男女郡島 0.3

鹿児島：本土および付近の島 5.9 ， 大隈諸島周辺 0.9 ， 奄美郡島 1.3

沖縄：本土および付近の島 2.6 ， 宮古島、八重山列島 0.8 ， 大東諸島 0.7

#### 4.1 活用したデータ及び判定方法

##### (1) 活用したデータ

国土交通省の国土数値情報土地分類メッシュの地形分類を基本情報とする。このデータは、1km メッシュごとに地形分類(コード)が示されたものであり、全国のデータが整備されている。データの入手方法を表 4.1.2、データの表示例を図 4.1.1 に示す。

表 4.1.2 本手法で活用するデータ及び入手方法

名称	提供元	形式	入手方法及びWeb サイト名
国土数値情報 土地分類メッシュ (地形分類)	国土交通省 国土計画局	Text <sup>※1</sup>	ダウンロード(無償) <sup>※2</sup> 国土数値情報ダウンロードサービス ( <a href="http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html">http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html</a> )

※1 1km メッシュと地形分類コード等の関連データ。

※2 利用にあたっては、「国土数値情報ダウンロードサービス利用約款」を参照のこと。

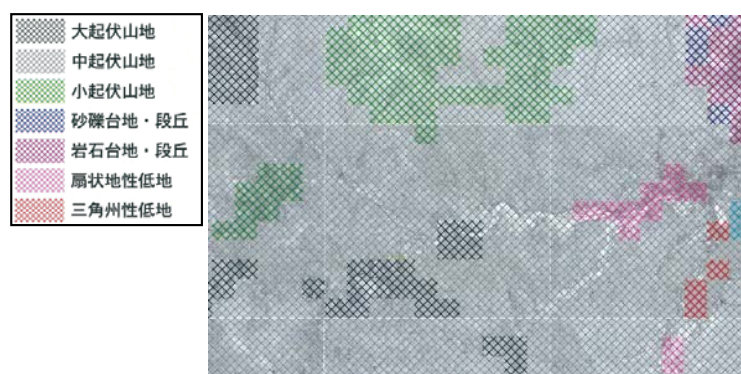


図 4.1.1 国土数値情報 土地分類メッシュ (国土交通省) の地形分類表示例



## (2) 判定方法

判定方法1による「K形継手等の耐震適合地盤」は、国土交通省の国土数値情報土地分類メッシュの地形分類を基本情報とし、表4.1.3に示す3つの「参考とした既存の知見」から作成したものである。表4.1.3にK形継手等の耐震適合地盤の判定分類を示す。

表 4.1.3 K形継手等の耐震適合地盤の判定分類

分類 (判定)	K形継手等の耐震適合地盤 (国土数値情報 土地分類メッシュ <sup>注1</sup> )	参考とした既存の知見		
		平成19年度水道統計 調査票 (厚生労働省)	地震による水道管 路の被害予測 <sup>注2</sup> (日本水道協会)	液状化地域 ゾーニング マニュアル <sup>注3</sup> (国土庁防災局)
耐震 適合性 有り	大起伏山地、中起伏山地、小起伏山地 山麓地、大起伏火山地、中起伏火山地 小起伏火山地、火山山麓地、大起伏丘 陵地、小起伏丘陵地、火山性丘陵地 火山性扇状地、火山灰砂台地、ローム 台地、シラス台地、砂礫台地・段丘 岩石台地・段丘、溶岩台地、石灰岩台 地	良い地盤 下記に示す悪い地盤以 外	良い地盤 良質地盤、 沖積平地、 (改変山地、 改変丘陵地)	液状化なし 台地、丘陵地、 山地
耐震 適合性 無し	自然堤防・砂州、扇状地性低地・崩積 性低地、氾濫原性低地、三角州性低地 砂丘低地、湖沼、河川、旧湖盆地性積 低地、人工改変地、埋立地・干拓地・ 干潟、火山灰砂分布、溶岩原、地滑り 地形、崩壊地形	悪い地盤 ①埋立地や盛土地盤 ②液状化及び側方流動 の可能性がある地域 ③地すべり地帯、 ④軟弱地盤 ⑤活断層地帯	悪い地盤 谷・旧水部(埋立地)	液状化の可能性 あり 上記以外の地盤

備考)「盛土地盤」「活断層地帯」等については別途考慮が必要である。

注1 数値地図ユーザーズガイドを基に、分類コードの異なる地域については整理を行った。

注2 管路の被害予測式における地盤係数を参考とし、表中のように地盤ごとの良し悪しを分類した。

注3 「平成10年度版 液状化ゾーニングマニュアル(国土庁防災局)」に示される、レベル2地震動における地盤表層の液状化可能性の程度を参考とした。その分類を参考表に示す。

参考表 地盤表層の液状化可能性の程度

程度		微地形区分
極大	液状化の可能性は非常に大きい。	埋立地、盛土地、旧河道、旧沼地、蛇行洲、砂泥質の河原、人工海浜、砂丘間低地、堤間低地、湧水地点
大	液状化の可能性は大きい。	自然堤防、湿地、砂州、後背湿地、三角州、干拓地、緩扇状地、デルタ型谷底平野
小	液状化の可能性は小さい	扇状地、砂礫質の河原、砂礫洲、砂丘、海浜、扇状地型谷底平野
無	可能性無し	台地、丘陵地、山地

参考)「平成10年度版 液状化ゾーニングマニュアル(国土庁防災局)」に示される、レベル2地震動における地盤表層の液状化可能性の程度

## 4.2 判定事例その1 (新潟県中越沖地震による検証)

### (1) 対象地域

新潟県柏崎市 (平成19年新潟県中越沖地震におけるK形継手等被害データによる検証)

### (2) 国土数値情報土地分類メッシュによるデータ (地形分類区分)

新潟県柏崎市の微地形区分は、市の周りを山地や丘陵が囲み、内陸から海岸に向かって「自然堤防・砂州」、「扇状地性低地」や「三角州低地」が広がっている。また、日本海に面した海岸部に沿って砂丘低地、自然堤防・砂州が存在している。図4.2.1に国土数値情報土地分類メッシュによる地形分類区分(1kmメッシュ)を示す。

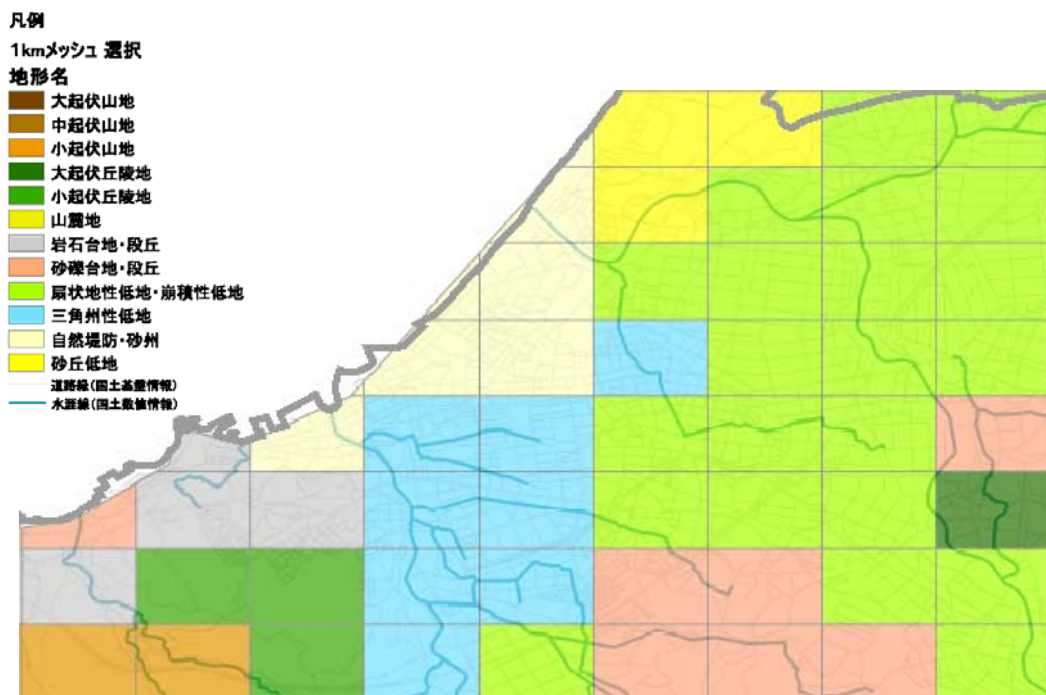


図 4.2.1 国土数値情報土地分類メッシュによる地形分類 (柏崎市)

### (3) K形継手等の耐震適合地盤の判定結果

表 4.1.3 を用いて、K形継手等の耐震適合地盤の判定を行った結果を図 4.2.2 に示す。

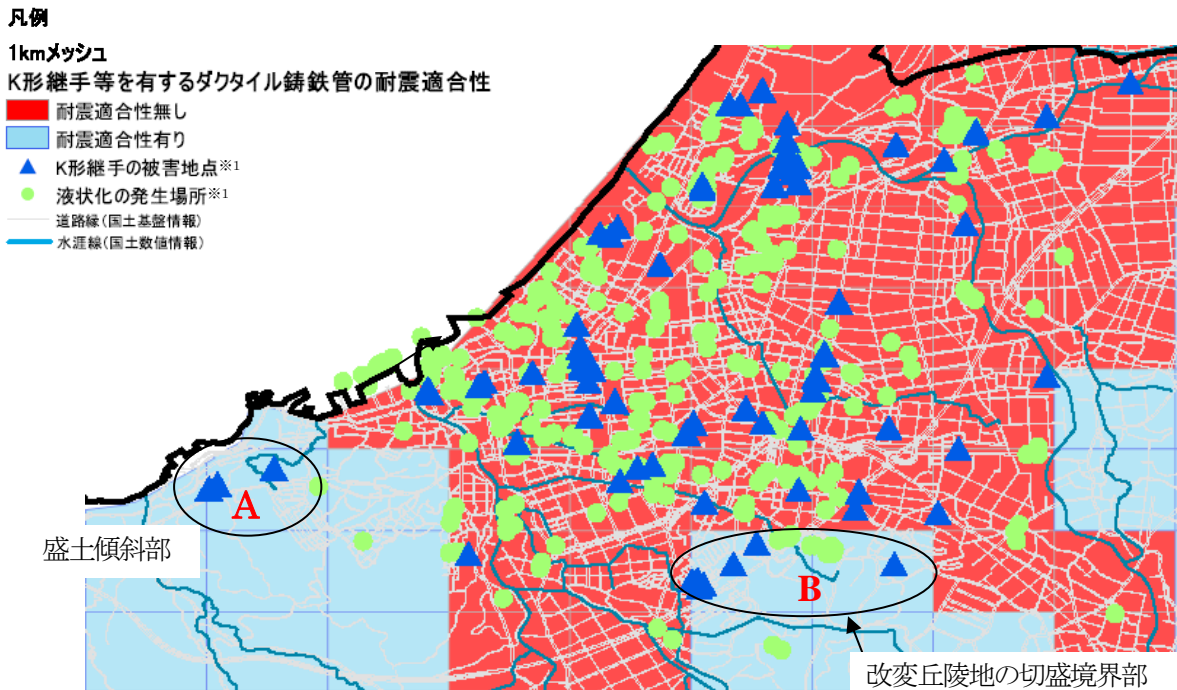


図 4.2.2 K形継手等の耐震適合地盤の判定 (1km メッシュ)

※1 引用：平成 19 年(2007 年)新潟県中越沖地震水道施設被害等調査報告書,平成 19 年(2007 年)新潟県中越沖地震水道施設被害等調査団(厚生労働省健康局水道課),pp38-40,平成 20 年 3 月

### (4) 判定の妥当性

図 4.2.2 より、管路被害地点(▲印)の 8 割以上は「耐震適合性無し」と判定された箇所での被害であり、マクロ的な評価を目的とした「判定方法 1」は妥当性を有しているといえる。

なお、本判定手法で「耐震適合性有り」と判定された箇所での被害は、判定手法 1 のマクロな地形分類では把握できない以下のような場所での被害であった。

- ① 盛土傾斜部 (A 地点：写真 1)
- ② 改変丘陵地の切盛境界部 (B 地点)
- ③ 地盤判定の境界部

また、「耐震適合性有り」と判定された地域でも液状化が発生していることから、河川やあらかじめ把握されている液状化区域がある場合は、「耐震適合性無し」の地盤として積極的に考慮していく必要がある。



写真 1 盛土傾斜部の状況 (A 地点)

### 4.3 判定事例その2 (福岡市水道長期ビジョンによる検証)

「判定方法1」の妥当性を確認するため、「福岡市水道長期ビジョン」※1で、公表されている耐震化区域(図4.3.1)との比較を行った。

なお、この耐震化区域は、「水道施設耐震化計画」の策定の際に、既存の地盤調査結果に基づき、地震により多大な配水管の被害が予想される地域を耐震化区域としたものである。

この結果、福岡市水道長期ビジョンで耐震化区域と判断された箇所(図4.3.1)と本手法での「耐震適合性無し」と判断された箇所(図4.3.2)がほぼ一致することがわかった。

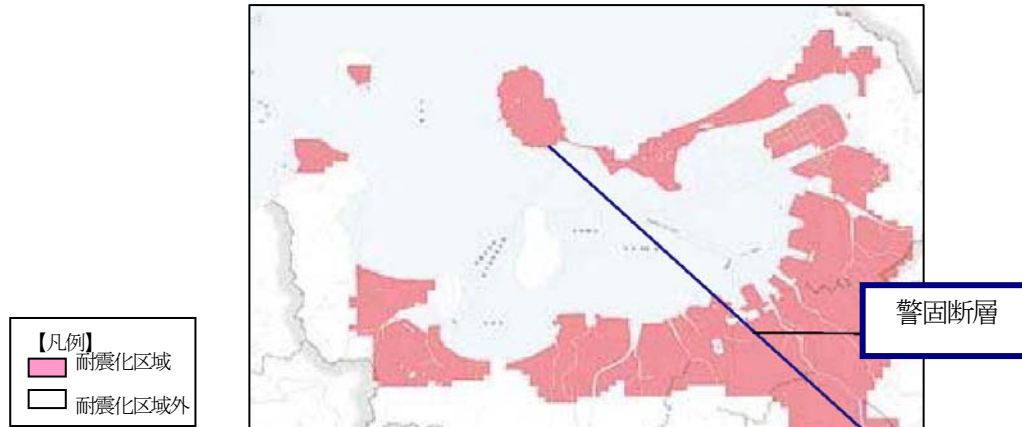


図 4.3.1 水道施設耐震化計画での耐震化区域※1

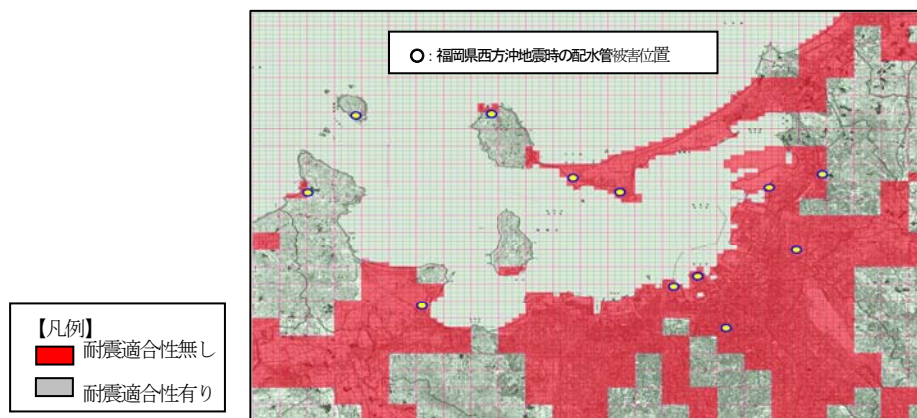


図 4.3.2 判定方法1によるK形継手等の耐震適合地盤

※1 「福岡市水道長期ビジョン」平成21年2月,福岡市水道局

#### 4.4 留意点

①本判定手法に基づいた「K形継手等の耐震適合地盤」の判定マップについては、当センターのホームページより、都道府県別のマップをPDF形式等でダウンロード(無償)が可能である。詳しくは以下に示すマップ及びデータの入手方法、または下記URLを参照のこと。

(<http://www.jwrc-net.or.jp/taishin-corner/hantei.html>)

②本判定手法及びマップは、既設の水道管路に対して、「K形継手等の耐震適合地盤」か否かを判定する際の参考とするために作成したものであり、その他の評価等に利用することを想定したのではない。

③このマップは、簡易に判定できる点に主眼をおいたものであり、総務省統計局が定めた「標準地域3次メッシュ」(1辺約1km)で構成された国土数値情報土地分類メッシュ(国土交通省)の地形分類を用いて、「K形継手等の耐震適合地盤」をマクロ的に評価したものである。

④なお、上記の地形分類には、「K形継手等の耐震適合地盤」に該当しない「盛土地盤」、「活断層近傍」および詳細な「河川・湖沼」の情報は反映されていない。このため、各事業者がより詳細な判定を行う場合は、この全国地盤判定マップ(1kmメッシュ)の上に、これらの地盤情報等を加味することが望ましい。

## 5 判定手法2 (250m メッシュによる判定手法)

250mメッシュを用いた判定手法には、次の2つの手法がある。

- ①地形分類図（国土数値情報）を用いた判定手法
- ②地震ハザードステーション（J-SHIS）を用いた判定手法

以下に、これら2つの判定手法について、活用するデータ及び判定方法、判定事例、留意点を示す。

なお、以下に示す2つの判定手法は、2手法ともに「判定手法1」より精度が高く、妥当性は高いといえる。留意点については2手法ともに同様の内容が示されている。2つの手法は活用するデータがそれぞれ異なるが、判定を行うための作業内容は基本的には同一である。本手法を実践する際にどちらを採用するかは、各事業体の判断に委ねることとする。

### 5.1 地形分類図（国土数値情報）を用いた判定手法

本手法は、マクロ的に評価した「判定手法1」をより詳細に判定するため、「判定手法1」によるK形継手等の耐震適合地盤の判定結果（1kmメッシュ）を基に、250mメッシュまで細分化し、現地のより詳細な地盤情報を追加する方法を示したものである。

#### 5.1.1 活用するデータ及び判定方法

##### (1) 活用するデータ

##### 1) 判定方法1によるK形継手等の耐震適合地盤の判定結果

本手法で活用するデータを表5.1.1に示す。なお、当データは、「判定手法1」で求めた判定結果（国土数値情報土地分類メッシュの地形分類(1kmメッシュ)）を活用するものである。

表5.1.1 本手法で活用するデータ及びその入手方法【再掲 表4.1.1】

名称	提供元	形式 <sup>※1</sup>	入手方法 <sup>※2</sup> /Webサイト名
国土数値情報 土地分類メッシュ（地形分類） によるK形継手等の耐震適合 地盤判定	(財)水道技術研 究センター	PDF	ダウンロード、CD-ROM、印刷物(A1サイズ) K形継手等の耐震適合地盤判定について ( <a href="http://www.jwrc-net.or.jp/taishin-corner/hantei.html">http://www.jwrc-net.or.jp/taishin-corner/hantei.html</a> )

※1 PDF形式：都道府県別のK形継手等の耐震適合地盤判定マップ（A1サイズ）

なお、ファイル容量は表4.1.1（参考）のとおり。

※2 利用にあたっては、使用条件及び留意事項を参照のこと。

備考) 1kmメッシュとK形継手等の耐震適合地盤判定の関連データとしてCSVデータ及びShape形式のデータをCD-ROMにて入手可能。詳細は(<http://www.jwrc-net.or.jp/taishin-corner/hantei.html>)を参照のこと。

##### 2) 現地の詳細な地盤情報（河川・湖沼部及び盛土地盤、人工改変地盤の情報）

河川・湖沼部及び盛土地盤、人工改変地盤を抽出するために活用可能なデータ(例)を表5.1.2に示す。

表 5.1.2 河川・湖沼部及び盛土地盤、人工改変地盤の抽出に用いるデータ(例)

No	名称	提供元	形式	入手方法	入手できる情報
1	基盤地図情報(1/25000) (水涯線、道路、軌道)	国土交通省 国土地理院	線 (JPGIS 形式)	ダウンロード(無償) <sup>※1</sup> 基盤地図情報サイト <a href="http://www.gsi.go.jp/kiban/index.html">http://www.gsi.go.jp/kiban/index.html</a>	・現河川・湖沼 ・現道路状況による宅地等
2	国土数値情報 (水涯線)	国土交通省 国土計画局	線・点 (JPGIS 形式)	ダウンロード(無償) <sup>※2</sup> 国土数値情報ダウンロードサービス <a href="http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/">http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/</a>	・現河川・湖沼
3	数値地図 (1/25000)	国土交通省 国土地理院	ラスタ	CD-ROM(有償)	・現河川・湖沼 ・切土、盛土
4	数値地図(1/25000)の 旧版地図	国土交通省 国土地理院	紙図面	謄本申請(有償)	・旧版地図の比較による旧河川・湖沼、人工改変地
5	開発行為許可申請	各事業者	紙図面	—	開発区域(造成、盛土)の位置等の把握
6	土地利用データ	国土交通省 国土計画局	CSV (100m メッシュ) <sup>※3</sup>	ダウンロード(無償) 国土数値情報ダウンロードサービス <a href="http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/">http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/</a>	例えば、昭和 51 年度と平成 18 年度データとの土地利用の比較により、「森林」から「建物用地」へと変化している地域の把握

※1 利用にあたっては、「測量成果の複製・使用承諾申請」を参照のこと。

※2 利用にあたっては、「国土数値情報ダウンロードサービス利用約款」を参照のこと。

※3 標準地域 1/10 メッシュ (一辺約 100m) をいう。以下、同じ。

### 3) 各事業者における個別データ調整

各事業者において既に何らかの地盤判定に係るデータを保有している場合はそれを加味し、最終的な判定結果とする。以下に個別データの一例を示す。

なお、各メッシュデータの座標系については p7-3 参考表 2 を参照のこと。

#### ①液状化地盤の情報

250m メッシュごとに液状化地盤を抽出するために活用するデータ(例)を表 5.1.3 に示す。

表 5.1.3 液状化地盤の抽出に用いるデータ(例)

No	名称	提供元	形式	入手方法	入手できる情報
1	液状化マップ	各自治体	-	地域防災計画等	液状化エリアの把握
2	表層地質データ	(独)防災科学技術研究所	CSV (250m メッシュ)	ダウンロード(無償) <sup>※1</sup> 地震ハザードステーション(J-SHIS) <a href="http://www.j-shis.bosai.go.jp/">http://www.j-shis.bosai.go.jp/</a>	微地形分類による軟弱地盤の把握

※1 利用にあたっては、「地震動予測地図データの利用約款」を参照のこと。

## ②活断層の情報

活断層の把握に活用するデータ（例）を表 5.1.4 に示す。

なお、活断層による影響範囲に関しては、さまざまな分野で多くの論文<sup>参考文献3, 4, 5)</sup>が発表されているが、被害対象もさまざまであり確定的な値は示されていない状況にある。したがって、阪神淡路大震災での管路の被害分析結果より、活断層からおおよそ 200m の影響範囲との事例<sup>参考文献3)</sup>もあるが、具体的な影響範囲は各事業体に委ねることとする。

表 5.1.4 活断層の把握に活用するデータ（例）

No	名称	提供元	形式	入手方法	入手できる情報
1	地域防災計画（上位計画）	各自治体	-	地域防災計画等	活断層位置
2	想定地震断層座標データ および断層コード	(独)防災科学技術研究所	CSV	ダウンロード(無償) <sup>※1</sup> 地震ハザードステーション (J-SHIS) <a href="http://www.j-shis.bosai.go.jp/">http://www.j-shis.bosai.go.jp/</a>	活断層位置
3	活断層詳細 デジタルマップ	(財)東京大学出版会	Shape <sup>※2</sup> (ライン)	DVD-ROM(有償)	活断層位置

※1 利用にあたっては、「地震動予測地図データの利用約款」を参照のこと。

※2 Shape 形式データについては p7-2 参考資料（ア）用語の解説」を参照のこと。



## (2) 判定方法

GIS 汎用ソフトを用いて、K 形継手等の耐震適合地盤判定結果(1km メッシュ)を 250m メッシュに細分化したマップ上に、前述した活用可能なデータ等を重ね合わせて、K形継手等の耐震適合性地盤の判定を行う。地盤の判定フローチャートを図 5.1.1 に示す。

具体的には、現地の詳細地図等の重ね合わせにより河川・湖沼部や盛土地盤・人工改変地盤などの地盤を抽出するほか、各事業体における個別データ（地域防災計画等の液状化マップや活断層データ等の詳細なデータ）が入手可能な場合はそれも追加し、250m メッシュの詳細な地盤判定マップを作成する。

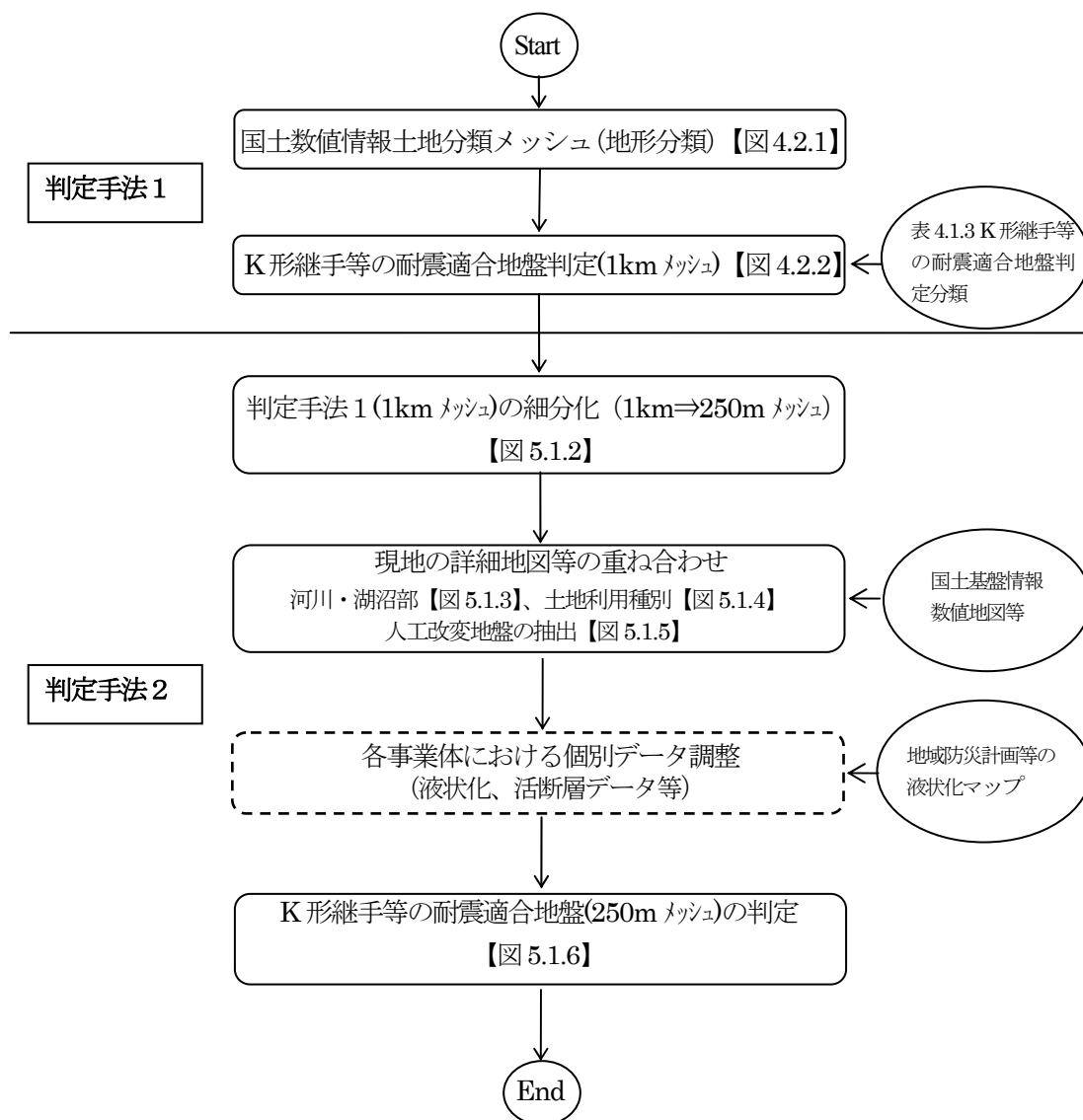


図 5.1.1 判定手法2（地形分類図を用いた手法）の地盤判定フローチャート  
（  ）は、個別データがある場合に実施

## 5.1.2 判定事例

「4.2 判定事例」と同じ対象地域（新潟県柏崎市）での判定事例を以下に示す。

### (1) メッシュの細分化（1km⇒250mメッシュ）

判定方法1の結果(図4.2.2)を250mメッシュに細分化したものを図5.1.2に示す。

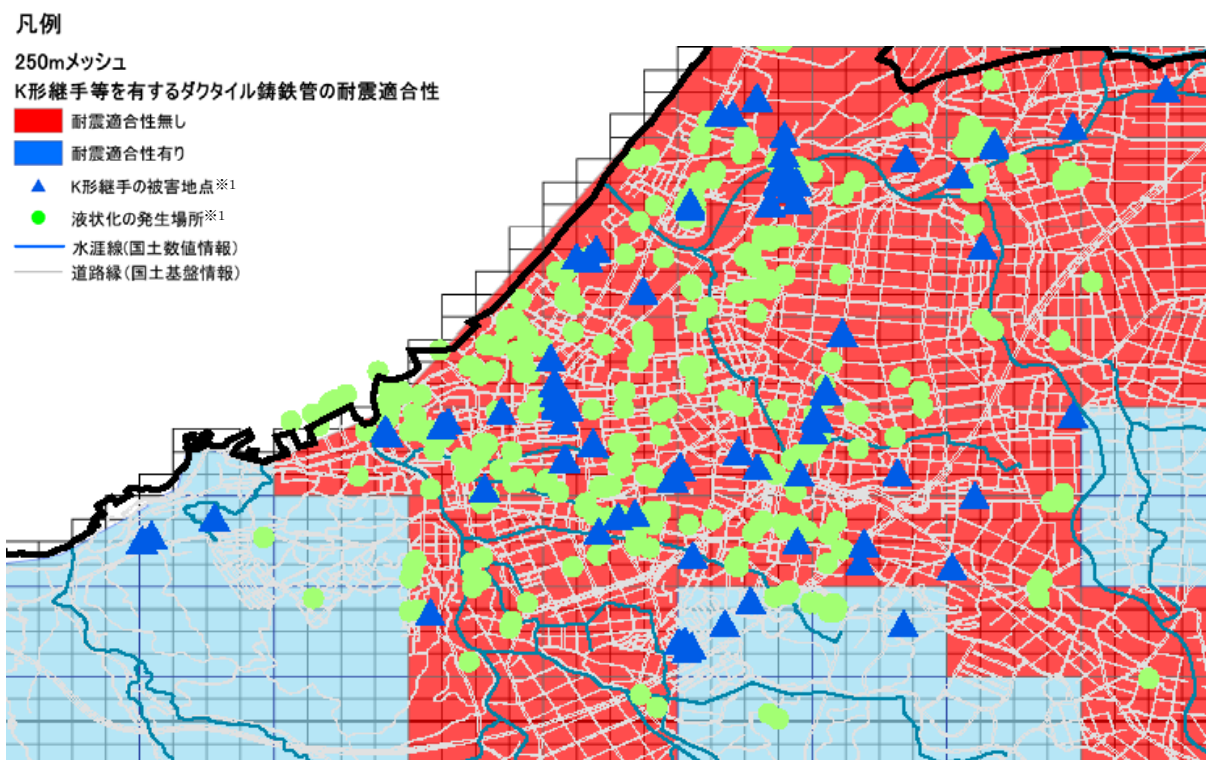


図 5.1.2 メッシュの細分化（1km⇒250mメッシュ）(例)

※1 引用：平成19年(2007年)新潟県中越沖地震水道施設被害等調査報告書,平成19年(2007年)新潟県中越沖地震水道施設被害等調査団(厚生労働省健康局水道課),pp38-40,平成20年3月

(2) 現在の詳細地図等の重ね合わせ

1) 河川及び湖沼位置

基盤地図情報による柏崎市における河川の位置と重なるメッシュを図 5.1.3 に示す。

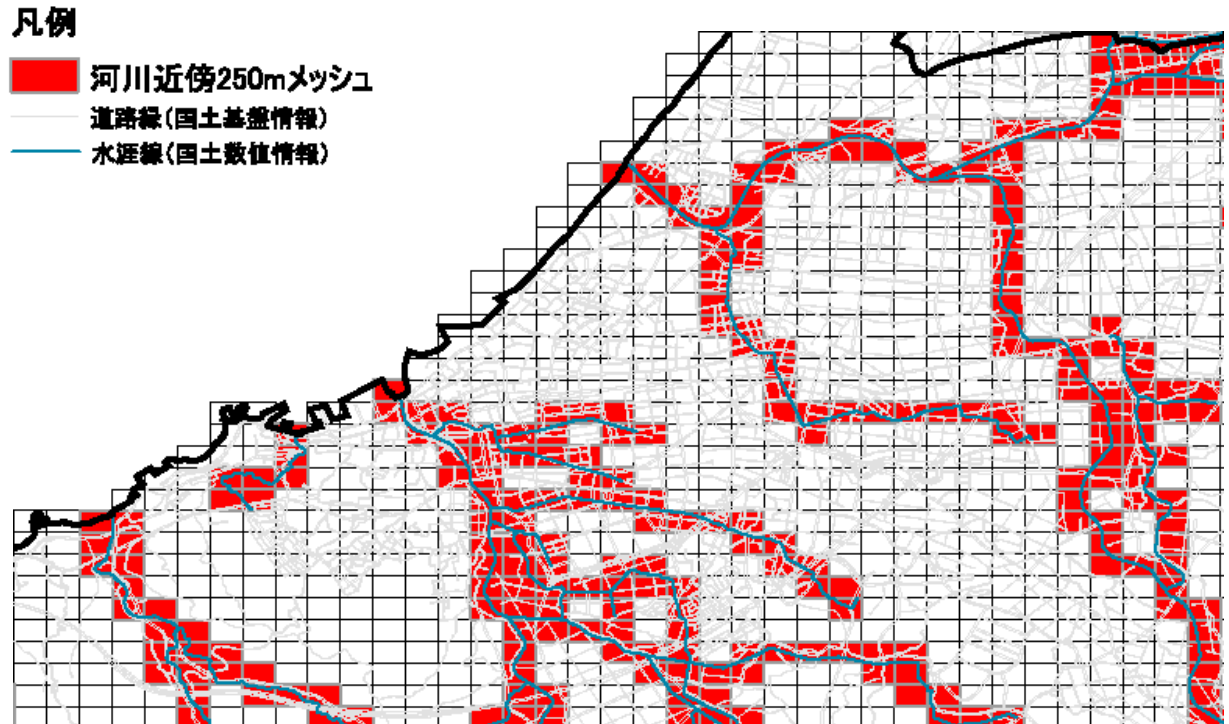


図 5.1.3 河川近傍のメッシュ (250m メッシュ)

2) 人工改変地盤の抽出

近年の地震における管路被害は、地盤の変化部分である切土と盛土の境界、あるいは大規模な盛土地域等の人工改変地盤で顕著であることが明らかになっている。そこで、本手法では、土地利用データを活用した簡易な人工改変地盤抽出を実施した。ここでは、新旧の土地利用状況を比較しており、最も古い昭和 51 年度データにおいて「森林」であったメッシュが最新データである平成 18 年度データでは「建物用地」へと変化しているメッシュを抽出し、人工改変地盤と定義している (表 5.1.5)。

表 5.1.5 人工改変地盤の抽出

改変前	→	改変後
昭和 51 年度土地利用データ	昭和 62 年度, 平成 3 年度, 平成 9 年度の各土地利用データにより、履歴を考慮	平成 18 年度土地利用データ
森林		建物用地

国土数値情報ダウンロードサービスからダウンロードし、GIS ソフトウェアで図化した柏崎市の平成 18 年度土地利用データを一例として図 5.1.4 に示す。また、昭和 51 年度データと比較し、抽出した人工改変地盤に該当するメッシュを図 5.1.5 に表示する。

なお、人工改変地盤メッシュは、土地利用データから抽出した 100m メッシュ (図中の赤色メッシュ) を 250m メッシュ (図中の黄緑色メッシュ) にメッシュサイズ変更 (重ね合わせ) を行っており、抽出された 100m メッシュと交差する全ての 250m メッシュを人工改変地盤メッシュとしている。

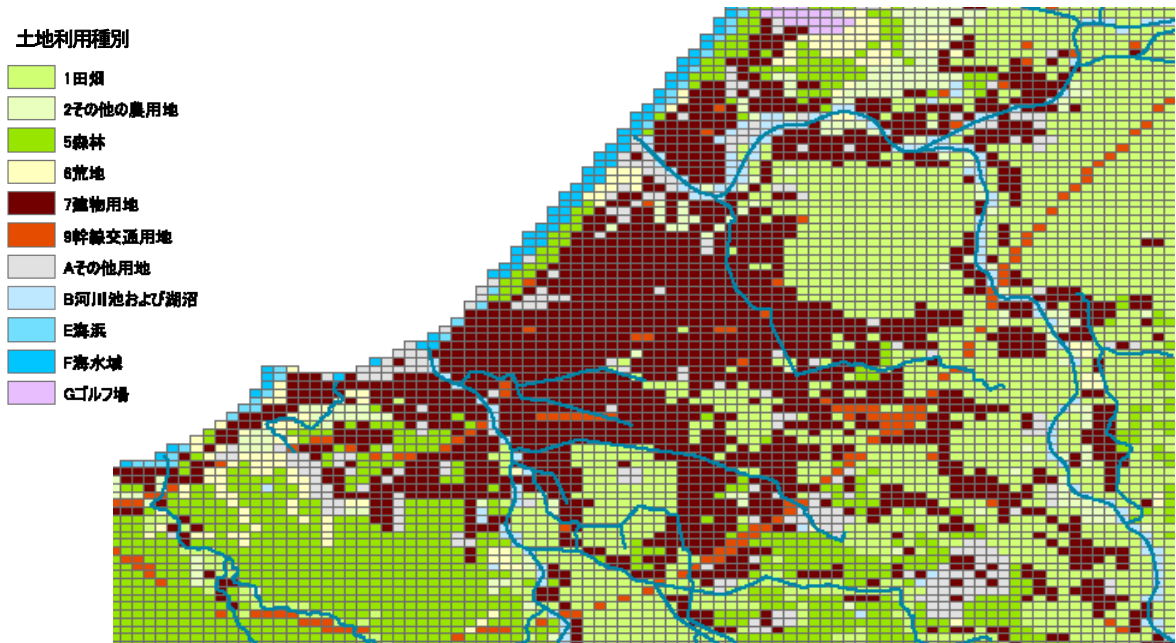


図 5.1.4 平成 18 年度土地利用データ (表示例)

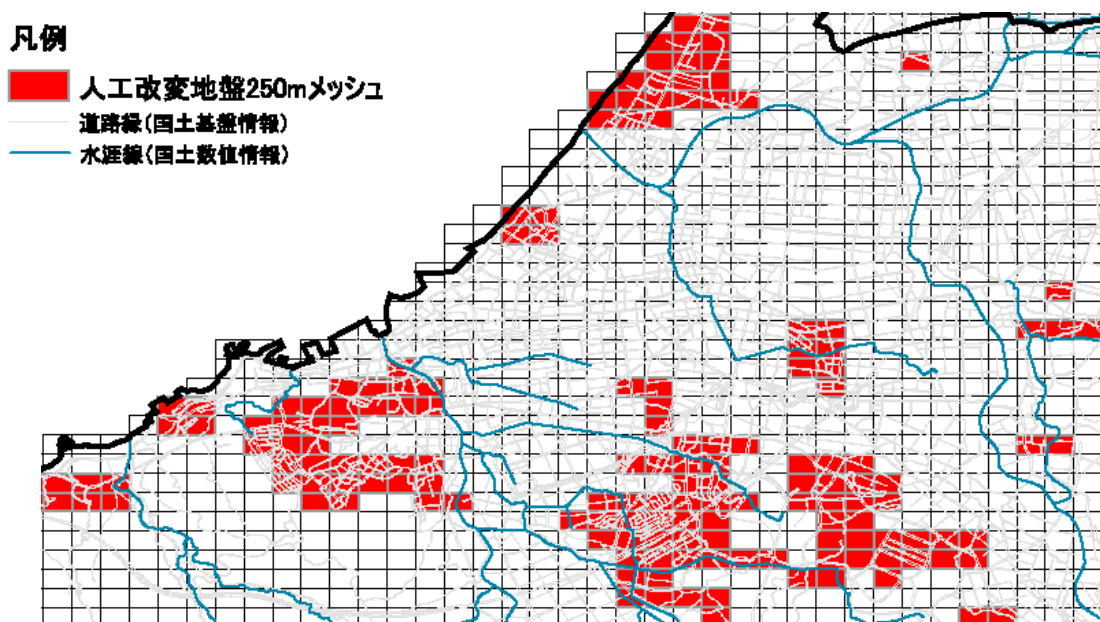


図 5.1.5 抽出した人工改変地盤 (250m メッシュ)

### (3) K形継手等の耐震適合地盤(250mメッシュ)の判定結果

図 5.1.3 の河川・湖沼部及び図 5.1.5 の人工改変地盤については、K形継手等の耐震適合地盤の耐震適合性無しとした。

K形継手等の耐震適合地盤(250mメッシュ)の判定を行った結果を図 5.1.6 に示す。

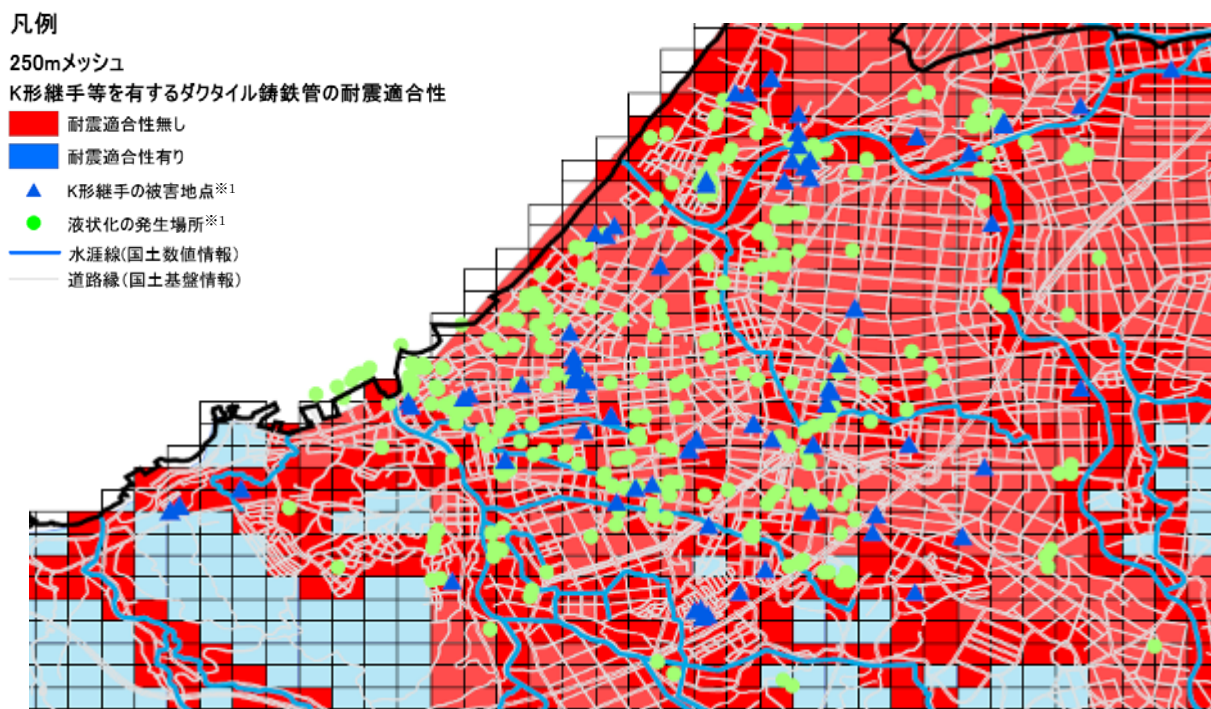


図 5.1.6 K形継手等の耐震適合地盤の判定(250mメッシュ)

※1 引用：平成 19 年(2007 年)新潟県中越沖地震水道施設被害等調査報告書,平成 19 年(2007 年)新潟県中越沖地震水道施設被害等調査団(厚生労働省健康局水道課),pp38-40,平成 20 年 3 月

### (4) 判定の妥当性

図 5.1.6 より、K形継手の被害地点のほとんどが「耐震適合性無し」と判定されたメッシュで発生していることから、250mメッシュによる本判定手法は、1kmメッシュによる「判定手法1」より精度が高く、妥当性は高いといえる。

### 5.1.3 留意点

本手法における留意事項を下記に示す。

- ① 本判定手法は、「K形継手等の耐震適合地盤」か否かを判定する際の参考とするために用いるものであり、その他の評価等に利用することを想定したものではない。
- ② 本判定手法は、「K形継手等の耐震適合地盤」をマクロ的に評価したものであり、詳細な被害判定を目的としたものではない。
- ③ 人工改変地盤(盛土地盤・切盛境界)の抽出について、開発許可申請書等から正確な人工改変地盤位置が特定できる場合は、それらの情報により評価を行うことが望ましい。
- ④ 液状化地盤の抽出について、上位計画等から詳細な液状化マップが入手できる場合は、それらのマップを重ね合わせ、評価を行うことが望ましい。

## 5.2 地震ハザードステーション (J-SHIS) を用いた判定手法

本判定手法は、250m メッシュで構成された表層地質データ (独立行政法人防災科学技術研究所が Web 上で運営する地震ハザードステーション (J-SHIS) からダウンロード可能なデータ) を用いて「K 形継手等の耐震適合地盤」を判定するものである。以下にその実施例を紹介する。

### 5.2.1 活用するデータ及び判定方法

#### (1) 活用するデータ

##### 1) J-SHIS による表層地盤データ

本手法で活用するデータを表 5.2.1 に示す。

表 5.2.1 本手法で活用するデータ及び入手方法

No	名称	提供元	形式	入手方法/Web サイト名
1	表層地盤データ	(独)防災科学技術研究所	CSV※1 250mメッシュ	ダウンロード(無償)※2 地震ハザードステーション(J-SHIS)/ <a href="http://www.j-shis.bosai.go.jp/">http://www.j-shis.bosai.go.jp/</a>

※1 CSV とは、データベースの各レコードにおいて、フィールドの区切りをカンマ (,) のみで表現する形式のこと

※2 利用にあたっては、「地震動予測地図データの利用約款」を参照のこと。

備考) 本手法において主データとなる「表層地盤データ」等は、地震動調査研究本部による「全国地震動予測図 (平成 21 年 7 月)」  
参考文献(1)(2)の基礎データとして整備されたものである。

#### 2) 現地の詳細な地盤情報 (河川・湖沼部及び盛土地盤、人工改変地盤の情報)

河川・湖沼部及び盛土地盤、人工改変地盤を抽出するために活用可能なデータ(例)を表 5.2.2 に示す。

表 5.2.2 河川・湖沼部及びの盛土地盤、人工改変地盤の抽出に用いるデータ(例)【再掲 表 5.1.2】

No	名称	提供元	形式	入手方法	入手できる情報
1	基盤地図情報(1/25000) (水涯線、道路、軌道)	国土交通省 国土地理院	線 (JPGIS 形式)	ダウンロード(無償)※1 基盤地図情報サイト <a href="http://www.gsi.go.jp/kiban/index.html">http://www.gsi.go.jp/kiban/index.html</a>	・現河川・湖沼 ・現道路状況による宅地等
2	国土数値情報 (水涯線)	国土交通省 国土計画局	線・点 (JPGIS 形式)	ダウンロード(無償)※2 国土数値情報ダウンロードサービス <a href="http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/">http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/</a>	・現河川・湖沼
3	数値地図 (1/25000)	国土交通省 国土地理院	ラスタ	CD-ROM(有償)	・現河川・湖沼 ・切土、盛土
4	数値地図(1/25000)の 旧版地図	国土交通省 国土地理院	紙図面	謄本申請(有償)	・旧版地図の比較による旧河川・湖沼、人工改変地
5	開発行為許可申請	各事業者	紙図面	—	開発区域 (造成、盛土) の位置等の把握
6	土地利用データ	国土交通省 国土計画局	CSV (100mメッシュ) ※3	ダウンロード(無償) 国土数値情報ダウンロードサービス <a href="http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/">http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/</a>	例えば、昭和 51 年度と平成 18 年度データとの土地利用の比較により、「森林」から「建物用地」へと変化している地域の把握

※1 利用にあたっては、「測量成果の複製・使用承諾申請」を参照のこと。

※2 利用にあたっては、「国土数値情報ダウンロードサービス利用約款」を参照のこと。

※3 標準地域 1/10 メッシュ (一辺約 100m) をいう。以下、同じ。

### 3) 各事業体における個別データ調整

各事業体において既に何らかの地盤判定に係るデータを保有している場合はそれを加味し、最終的な判定結果とする。

なお、各メッシュデータの座標系についてはp7-3 参考表2を参照のこと。

#### ①液状化地盤の情報

250m メッシュごとに液状化地盤を抽出するために活用するデータ(例)を表5.2.3に示す。

表 5.2.3 液状化地盤の抽出に用いるデータ (例)

No	名称	提供元	形式	入手方法	入手できる情報
1	液状化マップ	各自治体	-	地域防災計画等	液状化エリアの把握

#### ②活断層の情報

活断層の把握に活用するデータ (例) を表5.2.4に示す。

なお、活断層による影響範囲に関しては、さまざまな分野で多くの論文が発表されているが、被害対象もさまざまであり確定的な値は示されていない状況にある。

したがって、阪神淡路大震災での管路の被害分析の結果、活断層からおおよそ200mの影響範囲との事例もあるが、具体的な影響範囲は各事業体に委ねることとする。

なお、参考として、p7-4【参考資料】(ウ)に、活断層の影響範囲の判定事例を示す。

表 5.2.4 活断層の把握に活用するデータ (例)【再掲 表 5.1.4】

No	名称	提供元	形式	入手方法	入手できる情報
1	地域防災計画 (上位計画)	各自治体	-	地域防災計画等	活断層位置
2	想定地震断層座標データ および断層コード	(独)防災科学技術研究所	CSV	ダウンロード(無償) <sup>※1</sup> 地震ハザードステーション (J-SHIS) <a href="http://www.j-shis.bosai.go.jp/">http://www.j-shis.bosai.go.jp/</a>	活断層位置
3	活断層詳細 デジタルマップ	(財)東京大学出版会	Shape <sup>※2</sup> (ライン)	DVD-ROM(有償)	活断層位置

※1 利用にあたっては、「地震動予測地図データの利用約款」を参照のこと。

※2 Shape形式データについてはp7-2 参考資料 (ア) 用語の解説」を参照のこと。

#### (2) 判定方法

上記の各データを用いた判定方法を地盤判定フローチャートを図5.2.1に示す。

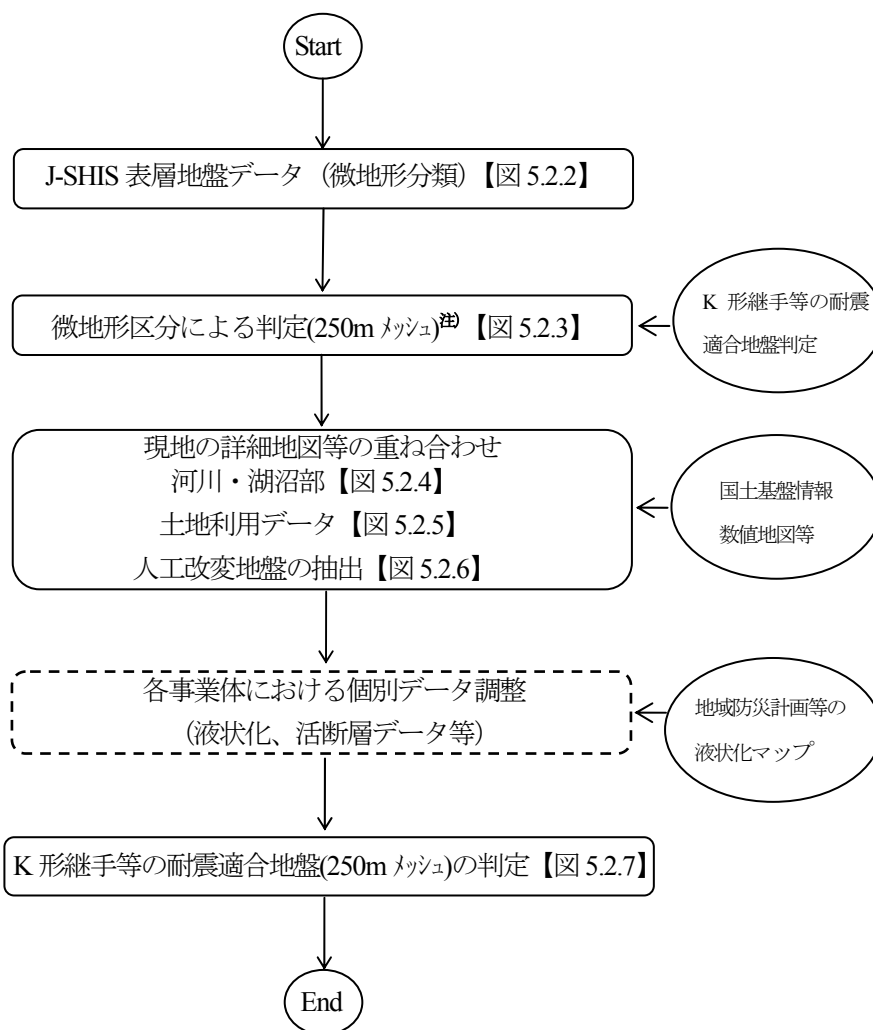


図 5.2.1 判定手法2(J-SHIS データを用いた手法)の地盤判定フローチャート

( [ ] ) は、個別データがある場合に実施

注) 微地形区分の判定

判定手法 1 の判定 (表 4.1.3) と同様の参考資料に基づき、表層地盤データにある 24 区分の微地形を「耐震適合性あり」及び「耐震適合性なし」に分類した。その結果を表 5.2.5 に示す。

表 5.2.5 微地形区分の判定

No	微地形分類	分類(判定)	No	微地形分類	判定
1	山地	耐震適合性あり	13	後背湿地	耐震適合性なし
2	山麓地	耐震適合性あり	14	旧河道	耐震適合性なし
3	丘陵	耐震適合性あり	15	三角州・海岸低地	耐震適合性なし
4	火山地	耐震適合性あり	16	砂州・砂礫州	耐震適合性なし
5	火山山麓地	耐震適合性あり	17	砂丘	耐震適合性なし
6	火山性丘陵	耐震適合性あり	18	砂州・砂丘間低地	耐震適合性なし
7	岩石台地	耐震適合性あり	19	干拓地	耐震適合性なし
8	砂礫質台地	耐震適合性あり	20	埋立地	耐震適合性なし
9	ローム台地	耐震適合性あり	21	磯・岩礁	耐震適合性なし
10	谷底低地	耐震適合性なし	22	河原	耐震適合性なし
11	扇状地	耐震適合性なし	23	河道	耐震適合性なし
12	自然堤防	耐震適合性なし	24	湖沼	耐震適合性なし



## 5.2.2 判定事例

### (1) 対象地域

新潟県柏崎市（平成 19 年新潟県中越沖地震における K 形継手等被害データによる検証）

### (2) 表層地盤データ（微地形区分）とその判定結果

新潟県柏崎市の微地形区分は、市の周りを山地や丘陵が囲み、内陸から海岸に向かって谷底低地、扇状地、後背湿地、三角州等が広がっている。また、日本海に面した海岸部に沿って砂丘、砂州・砂礫州が存在している。図 5.2.2 に J-SHIS からダウンロードし、GIS ソフトウェアで図化した表層地盤データによる微地形区分（250m メッシュ）を示す。

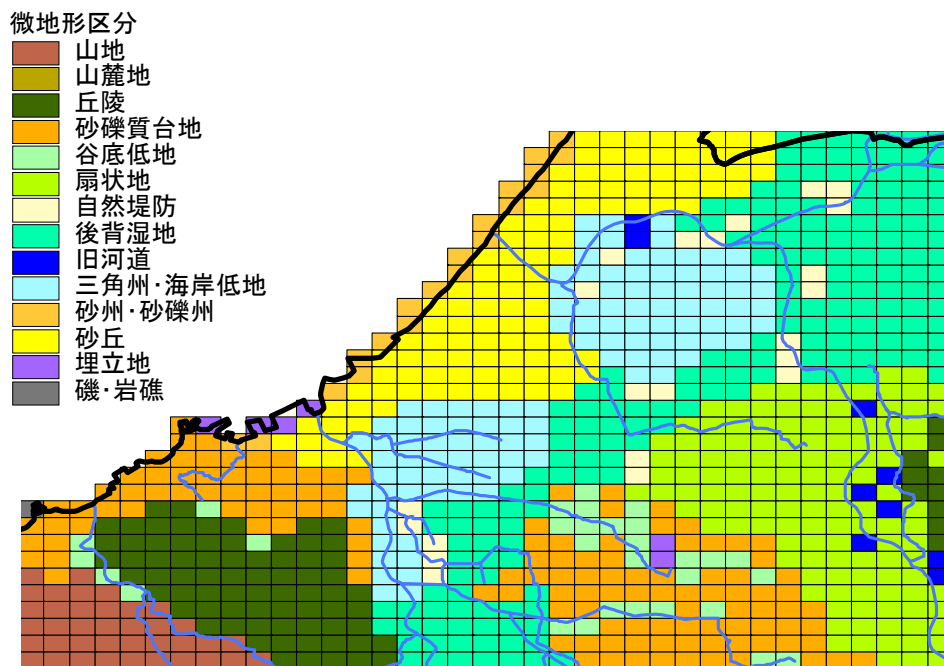


図 5.2.2 J-SHIS/表層地盤データによる微地形区分(250m メッシュ)

図 5.2.2 の微地形区分を表 5.2.5 の分類により K 形継手等の耐震適合性の有無で判定した結果を図 5.2.3 に示す。

凡例

- 250mメッシュ  
 K形継手等を有するダクトイル鑄鉄管の耐震適合性
- 耐震適合性有り
  - 耐震適合性無し
  - ▲ K形継手の被害地点※1
  - 液状化の発生場所※1
  - 水涯線(国土数値情報)
  - 道路線(国土基盤情報)

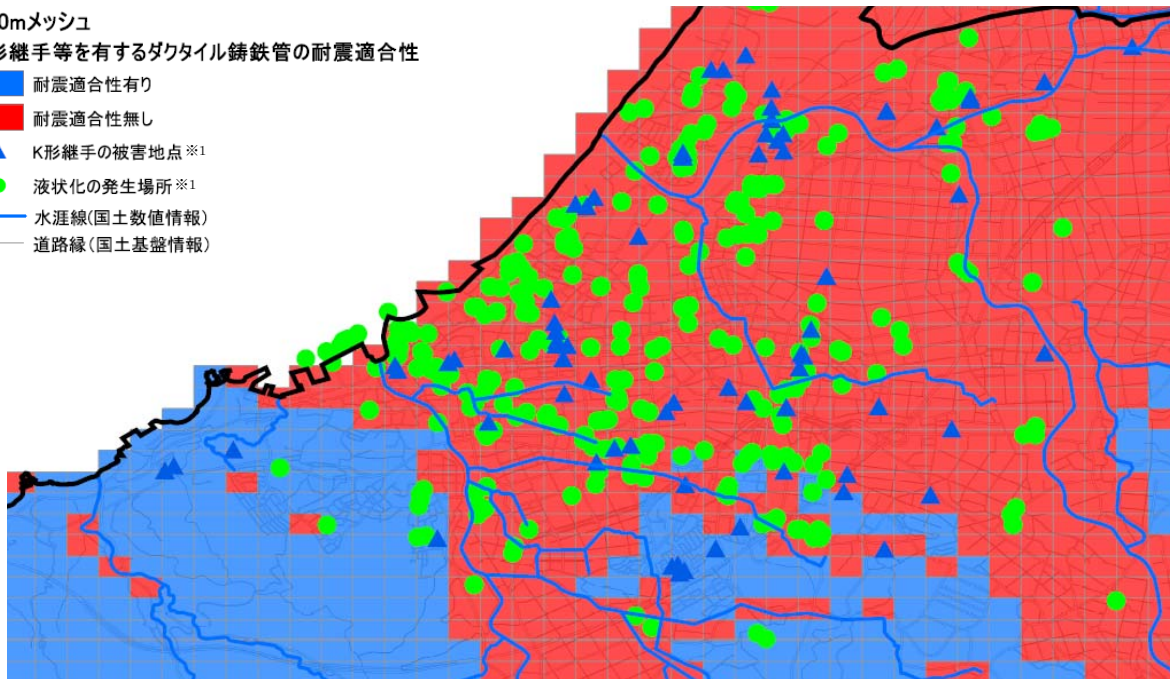


図 5.2.3 微地形区分の K 形継手等の耐震適合性判定 (250m メッシュ)

※1 引用：平成 19 年(2007 年)新潟県中越沖地震水道施設被害等調査報告書,平成 19 年(2007 年)新潟県中越沖地震水道施設被害等調査団(厚生労働省健康局水道課),pp38-40,平成 20 年 3 月

(3) 現在の詳細地盤等の重ね合わせ

1) 河川及び湖沼位置

国土数値情報による柏崎市における河川及び湖沼の位置と重なるメッシュを図 5.2.4 示す。

凡例

- 河川近傍250mメッシュ
- 道路線(国土基盤情報)
- 水涯線(国土数値情報)

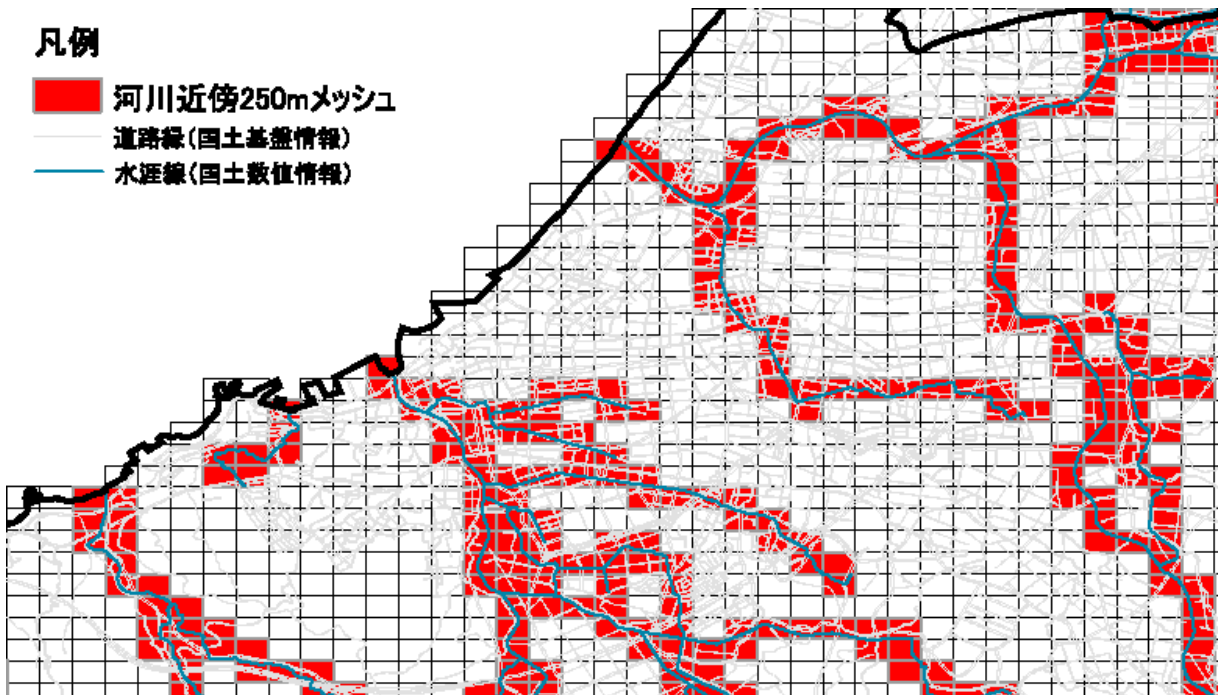


図 5.2.4 河川近傍のメッシュ (250m メッシュ) 【再掲 図 5.1.3】

## 2) 人工改変地盤の抽出

近年の地震における管路被害は、地盤の変化部分である切土と盛土の境界、あるいは大規模な盛土地域等の人工改変地盤での事故発生が顕著であることが明らかになっている。そこで、本手法では、土地利用データを活用した簡易な人工改変地盤抽出を実施した。ここでは、新旧の土地利用状況を比較しており、最も古い昭和 51 年度データにおいて「森林」であったメッシュが最新データである平成 18 年度データでは「建物用地」へと変化しているメッシュを抽出し、人工改変地盤と定義している (表 5.2.6)。

表 5.2.6 人工改変地盤の抽出【再掲 表 5.1.5】

改変前	⇒	改変後
昭和 51 年度土地利用データ	昭和 62 年度, 平成 3 年度, 平成 9 年度の各土地利用データにより、履歴を考慮	平成 18 年度土地利用データ
森林		建物用地

国土数値情報ダウンロードサービスからダウンロードし、GIS ソフトウェアで図化した柏崎市の平成 18 年度土地利用データを一例として図 5.2.5 に示す。また、昭和 51 年度データと比較し、抽出した人工改変地盤に該当するメッシュも併せて表示する (図 5.2.6)。

なお、人工改変地盤メッシュは、土地利用データから抽出した 100m メッシュを 250m メッシュ (図中にメッシュサイズ変更 (重ね合わせ) を行っており、抽出された 100m メッシュと交差する全ての 250m メッシュを人工改変地盤メッシュとしている。

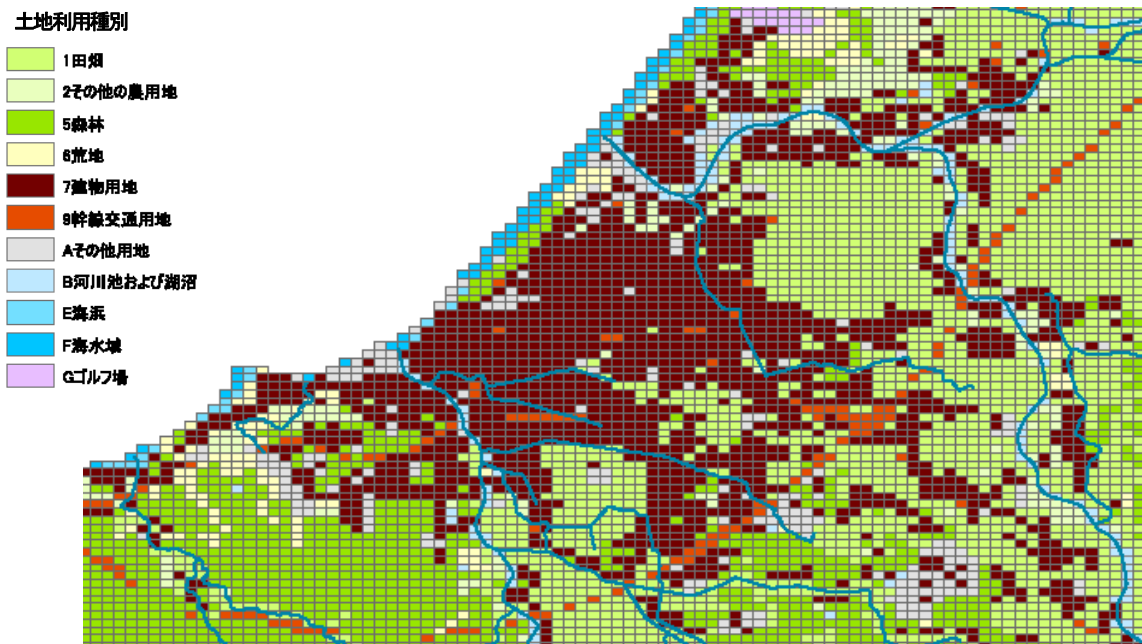


図 5.2.5 平成 18 年度土地利用データ(表示例)【再掲 図 5.1.4】

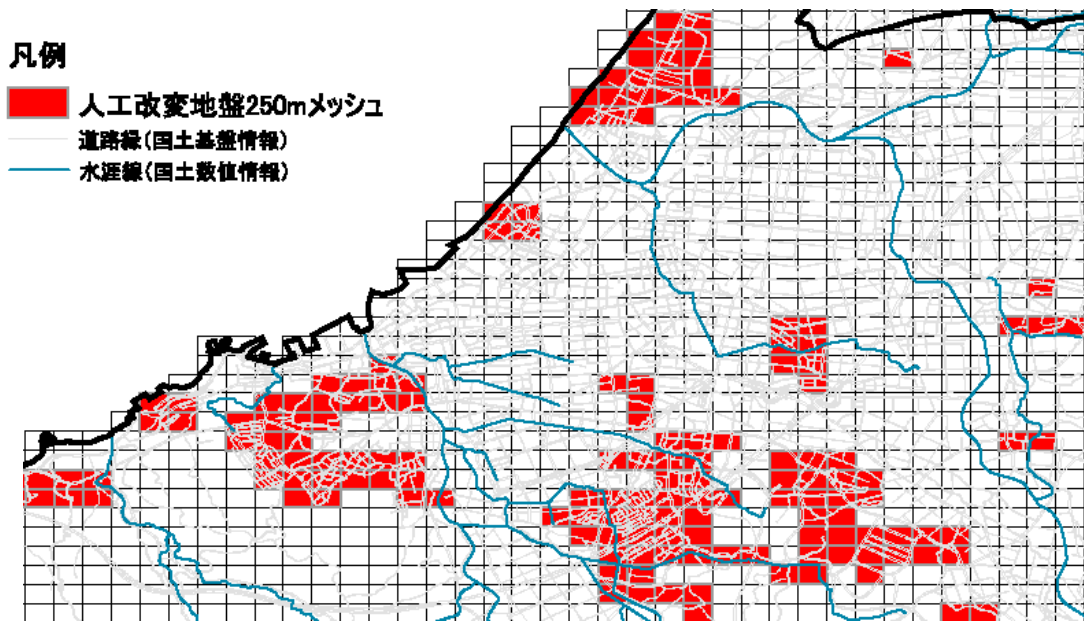


図 5.2.6 抽出した人工改変地盤(250m メッシュ)【再掲 図 5.1.5】

#### (4) K形継手等の耐震適合地盤（250mメッシュ）の判定結果

図 5.2.4 の河川・湖沼部及び図 5.2.6 の人工改変地盤については、K形継手等の耐震適合性なしとした。

K形継手等の耐震適合地盤の判定を行った結果を図 5.2.7 に示す。

##### 凡例

250mメッシュ

K形継手等を有するダクタイル鋳鉄管の耐震適合性

■ 耐震適合性有り

■ 耐震適合性無し

▲ K形継手の被害地点<sup>※1</sup>

● 液状化の発生場所<sup>※1</sup>

— 水涯線(国土数値情報)

— 道路線(国土基盤情報)

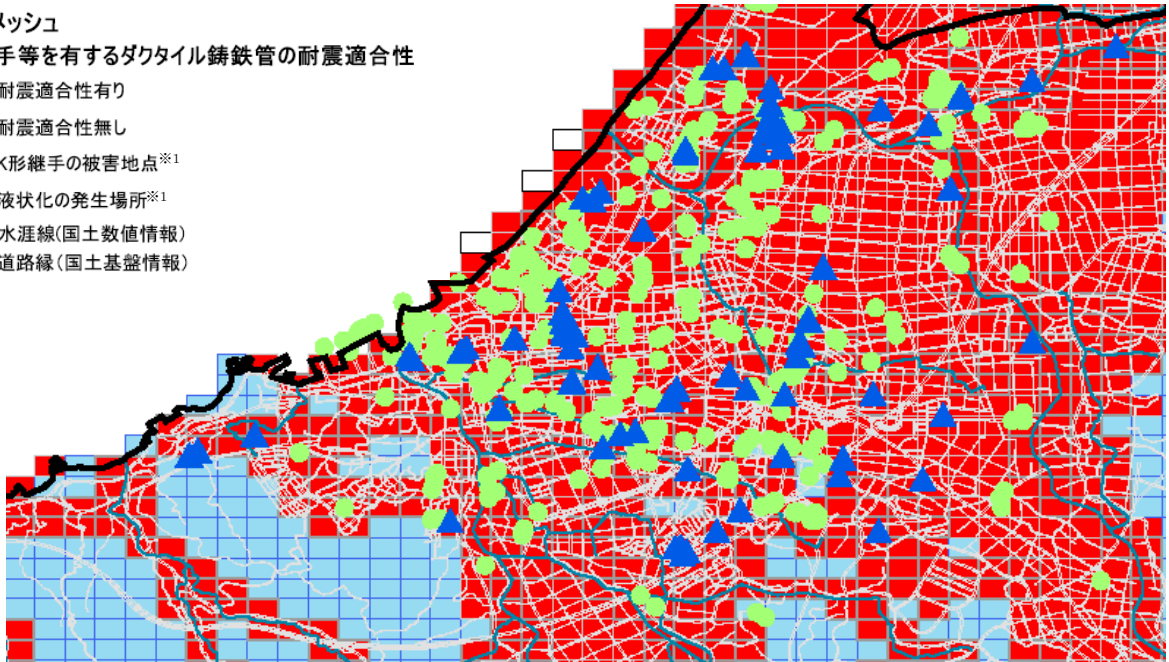


図 5.2.7 K形継手等の耐震適合地盤の判定(250mメッシュ)

※1 引用：平成 19 年(2007 年)新潟県中越沖地震水道施設被害等調査報告書,平成 19 年(2007 年)新潟県中越沖地震水道施設被害等調査団(厚生労働省健康局水道課),pp38-40,平成 20 年 3 月

#### (5) 判定の妥当性

図 5.2.7 より、K形継手の被害地点のほとんどが「耐震適合性なし」と判定されたメッシュで発生していることから 250mメッシュによる本判定手法は、1kmメッシュによる「判定手法 1」より精度が高く、妥当性が高いといえる。

### 5.2.3 留意点

本手法における留意事項を下記に示す。

- ① 本判定手法は、「K形継手等の耐震適合地盤」か否かを判定する際の参考とするために用いるものであり、その他の評価等に利用することを想定したものではない。
- ② 本判定手法は、「K形継手等の耐震適合地盤」をマクロ的に評価したものであり、詳細な被害判定を目的としたものではない。
- ③ 人工改変地盤（盛土地盤・切盛境界）の抽出について、開発許可申請書等から正確な人工改変地盤位置が特定できる場合は、それらの情報により評価を行うことが望ましい。
- ④ 液状化地盤の抽出について、上位計画等から詳細な液状化マップが入手できる場合は、それらのマップを重ね合わせ、評価を行うことが望ましい。

### 【参考文献】

- 1)全国地震動予測図・地図を見て 私の街の 揺れを知る・ 手引・解説編 2010 年版, 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2010.5.
- 2)地形・地盤分類250mメッシュマップ全国版の構築, 若松加寿江・松岡昌志, 日本地震工学会大会-2008梗概集, pp.222-223, 2008.11.
- 3) 阪神・淡路大震災における神戸市の配水管被害の特徴(Ⅱ), 金藤勤・橋上重弘(神戸市水道局), 第48回全国水道研究発表会, pp.606-607, 1996.
- 4) 震源近傍の強震動-改正基準法の設計用入力地震動は妥当か?-, 久田嘉章(工学院大学), 第29回jiban2001シンポジウム, 日本建築学会, pp.99-110, 2001.
- 5) 平成17年度原子力安全基盤調査研究/活断層近傍における変形帯の幅に関する研究(概要), 代表研究者:衣笠善博(東京工業大学大学院), 原子力安全基盤機構.
- 6) 管路の耐震性検討のための地盤の良し悪しの判定方法-荒川範行・森田真子(日本ダクタイル鉄管協会), 第61回全国水道研究発表会 pp.290-291, 2010
- 7) 経済的な地盤の良し悪しマップ作成に関する研究 畑中哲夫(株栗本鉄工所), 第61回全国水道研究発表会 pp.378-389, 2010

## 6 水道事業体独自の取り組み事例

### 6.1 神戸市水道局の事例

神戸市水道局では、配水管の更新優先順位等の管路の評価に関するシステムとして、独自のノウハウを取り入れた「配水管網再構築計画立案システム(通称：P-DES<sup>※</sup>)」を構築し、平成19年度から本格的に運用を開始している。本システムの中で、地形・地盤別の耐震適合性評価の検討を行っており、以下に概要を示す。なお、本内容は、「平成18年度：管路の耐震化に関する検討会報告書」が示される以前の検討であることや、独自の微地形分類メッシュの扱い方であること等に留意されたい。

※ P-DESとは、Pipe-network Diagnosis and Evaluation Systemの略

#### 6.1.1 活用するデータ及び判定方法

##### (1) データベース

配水管網再構築計画立案システム(以下「P-DES」という。)は、管網データと管網評価データ(地形・地盤データ、地震動データ、腐食性評価係数など)で構成され、各々のデータを以下のように整備している。

管網データは、図6.1.1に示すように、本市のマッピングシステムから出力される 1/500のD X F形式の「管路データ」と「地形データ」を 1/1000のP-DESの管網データに変換したものである。

管網評価データのうち地形・地盤データは、「神戸市および隣接地域地質図」<sup>※1</sup> (105cm×77cm、1/50,000) に、250mメッシュをプロットしたトレーシングペーパーを重ね合わせ、該当メッシュを占める面積が大きい地質分類を、P-DESデータ上での「地質分類」とした。

##### (2) 判定方法

地形・地盤別による耐震適合性の判定方法は、「神戸市および隣接地域地質図」<sup>※1</sup>と地震による水道管路の被害予測式(社)日本水道協会<sup>※2</sup>における地形・地盤分類とを照らし合わせて図6.1.2に示すように整理し、このうち「良質地盤」及び「改変丘陵地」を耐震適合性を有する地盤とした。

#### 6.1.2 判定事例

(1) 地形・地盤別による耐震適合性の判定例を図6.1.3に示す。図6.1.2の地質分類により250mメッシュ別に地質を分類し、耐震適合性を有する地盤として「良質地盤」を水色、「改変丘陵地」を黄色で示す。

(2) 耐震継手管及び耐震適合性を有する管路の例を図6.1.4に示す。NS形、鋼管等の耐震継手構造を有する管路を赤色、図6.1.3の地形・地盤別による判定により耐震適合性を有する地盤に布設されている管路を青色で示す。

#### 6.1.3 留意点

本事例では『神戸市および隣接地域地質図』の地質区分をもとに判定を行っているため、他の事業者が本事例を参考とする場合は各自に合う地形分類情報を入手する必要がある。

# 神戸市システム(P-DES)における評価用データ整備

## ・ P-DES(配水管網再構築計画立案システム)

- 整備済みのマッピングデータを活用
- 埋設環境情報を付加し、評価用データベースを構築
- 総合的な配水管の更新優先度を決定する

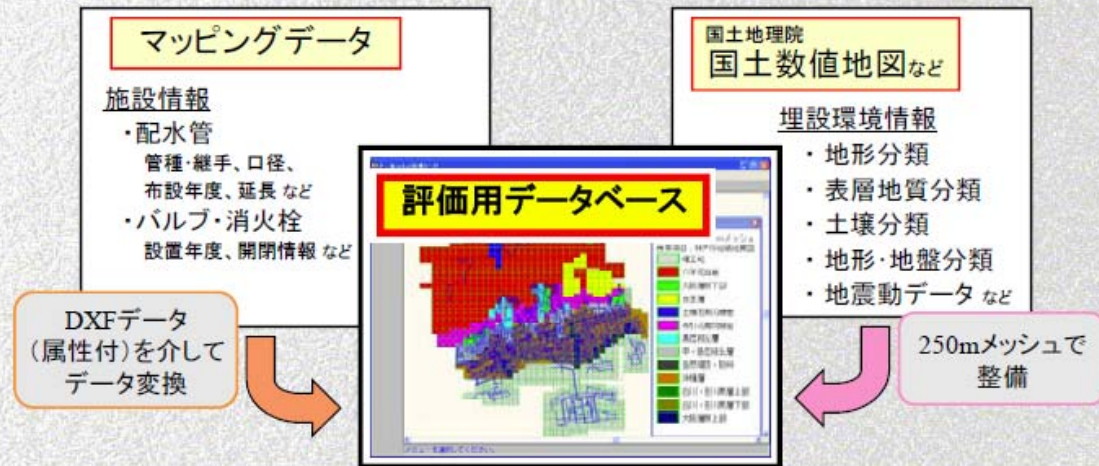


図 6.1.1 耐震適合性地盤の判定基準

# 神戸市における『耐震適合性地盤』の判定基準

- 地震被害予測に使用する「地形・地盤分類」(250mメッシュ)を活用
- 『神戸市および隣接地域地質図』※の地質区分をもとに判定

※ 藤田,笠間:「六甲山地とその周辺の地質-神戸市及び隣接地域地質図(5万分の1)」,神戸市企画局(1971)

### 「地形・地盤分類」の判定基準

地質年代	「神戸市および隣接地域地質図」 地質分類※1	日水協被害予測式 地形・地盤分類※2
現世	埋立地	埋立地
	崩壊層	変遷山地
	自然堤防・砂州	谷・旧水部
最新世	沖積層	沖積平地
	中・低位段丘層、高位段丘層	変遷丘陵地
鮮新世 ~最新世	大阪層群上部	変遷丘陵地
	大阪層群上部(明石層)	良質地盤
中新~鮮新世	甲山安山岩	良質地盤
中新世	淡河累層上部、藍那累層	良質地盤
	白川累層、吉川累層上部、下部	変遷丘陵地
	多井畑累層、有野累層	良質地盤
白亜紀後期 ~古第三紀	金剛童子流紋岩、六甲花崗岩	良質地盤
	土橋石英閃緑岩、石切山花崗閃緑岩、有馬群層	良質地盤
中生代前期	布引花崗閃緑岩	良質地盤
新古生代	古生層	良質地盤



※ 1 藤田,笠間:六甲山地とその周辺の地質-神戸市及び隣接地域地質図(5 万分の 1), 神戸市企画局(1971)  
 ※ 2 (社) 日本水道協会:地震による水道管路の被害予測,pp54~58(1998)

図 6.1.2 耐震適合性地盤の判定基準



# 『耐震適合性地盤』の分布(市街地,250mメッシュ)

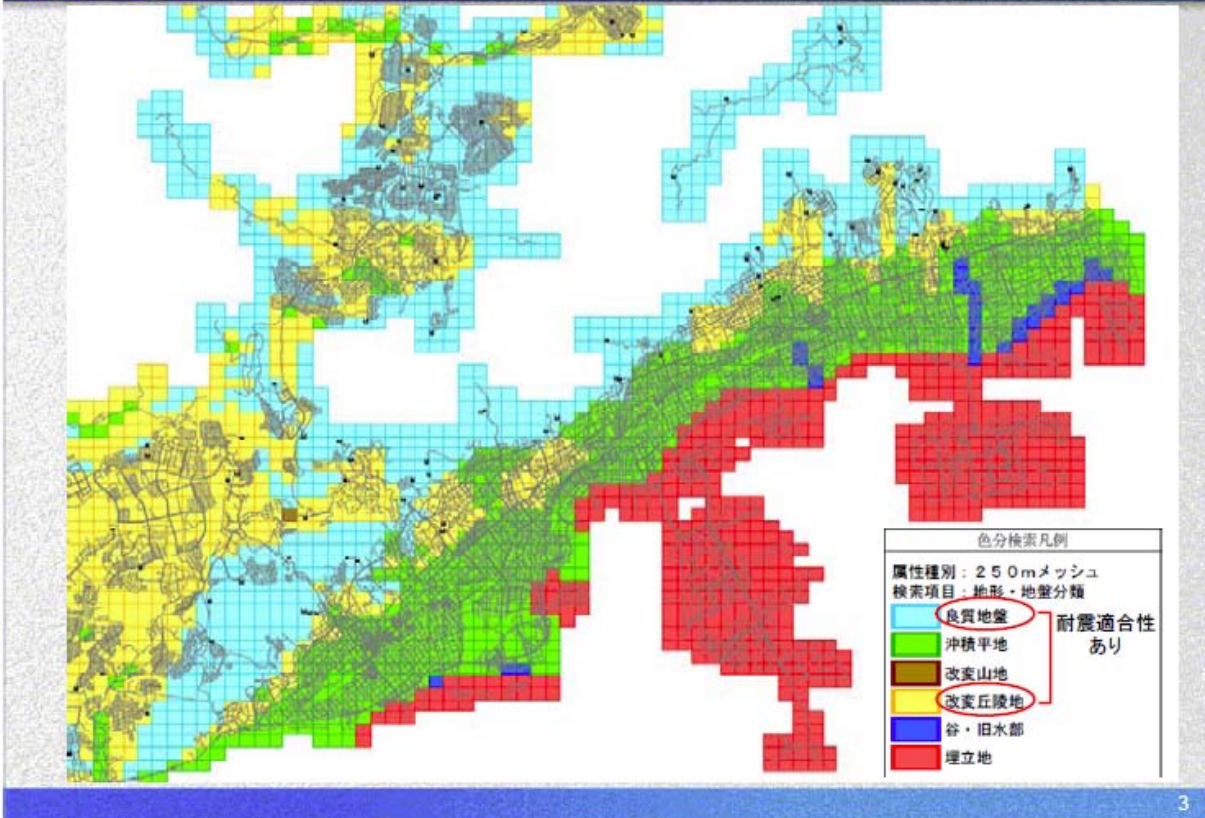


図 6.1.3 耐震適合性地盤の分布(市街地 250mメッシュ)

# 判定結果

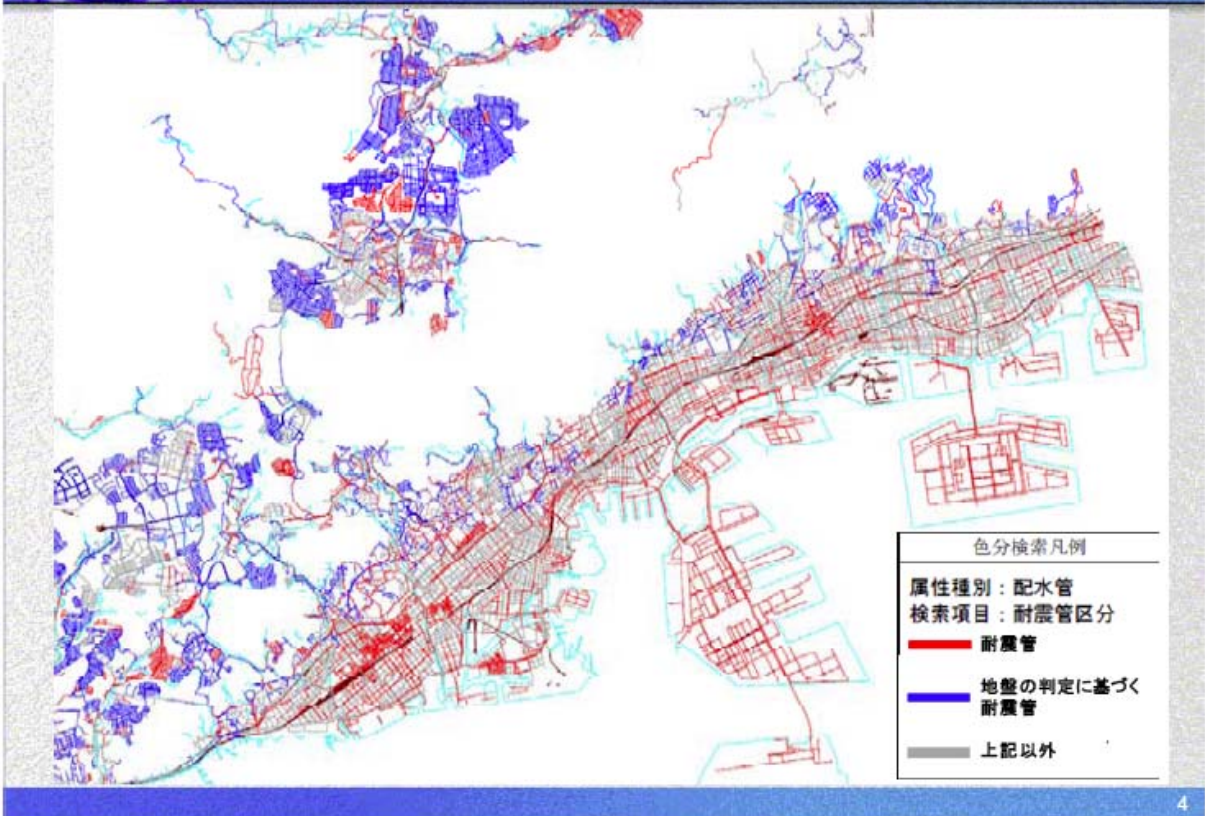


図 6.1.4 判定結果

## 6.2 千葉県水道局の事例

千葉県水道局は、昭和 11 年に給水を開始し、現在、千葉県北西部と千葉・成田ニュータウン地域等の 11 市（千葉市、市川市、船橋市、松戸市、習志野市、市原市、鎌ヶ谷市、浦安市、成田市、印西市、白井市）の 293 万人に給水し、導送配水管の延長は 8,696km となっている。

管路の耐震化については、平成 18 年度より NS 形ダクタイル鋳鉄管を全面採用している。また、管路の情報は、平成 8 年度に導入した管路情報管理システムによりデータベース化して、更新事業や維持管理業務に有効活用している。

### 6.2.1 活用するデータ及び判定方法

千葉県水道局では、管路情報管理システムに、腐食性土壌等による地盤情報の追加登録とデータ整備を平成 21・22 年度にかけて実施した。これは、千葉県営水道腐食性土壌分布図等を基に、「臨海部埋立地」、「沼地、湿地、谷津田等の埋立地」及び「洪積層関東ローム台地」を腐食性土壌区分データとして、また千葉県が作成した液状化指数<sup>※1</sup>15 を超える地域を液状化地域データとして取り込み、新規データベース化する機能と画面表示・出図機能を追加したものであり、当局独自の「更新管路抽出支援システム」として作成し、平成 22 年 7 月から通常業務での利用を開始したところである。（図 6.2.1）

管の耐震適合性については、水道施設の技術的基準を定める省令の一部を改正する省令（平成 20 年 3 月 23 日 厚生労働省）に示された NS 形継手等の管に加えて、「液状化地域」を除いた「洪積層関東ローム台地」を「K 形継手等の耐震適合地盤」と判定し、この地域に布設されている K 形継手の管と平成 16 年度以降<sup>※2</sup>に埋設された T 形継手の管を「K 形継手等の管」として新たに耐震適合性のある管とした。

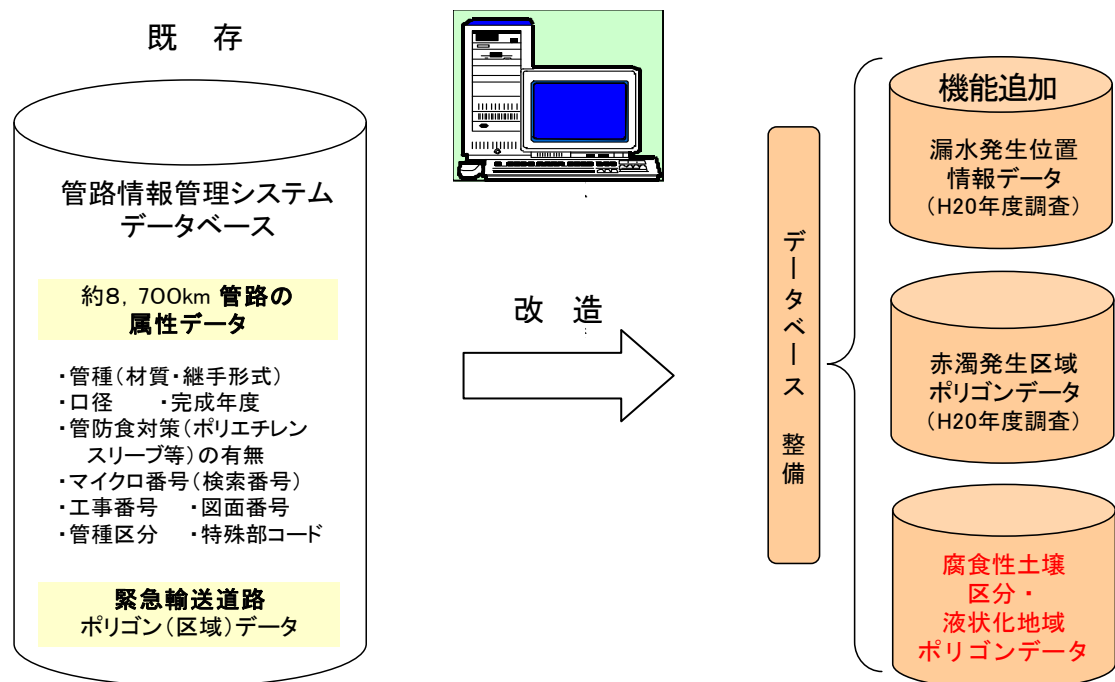


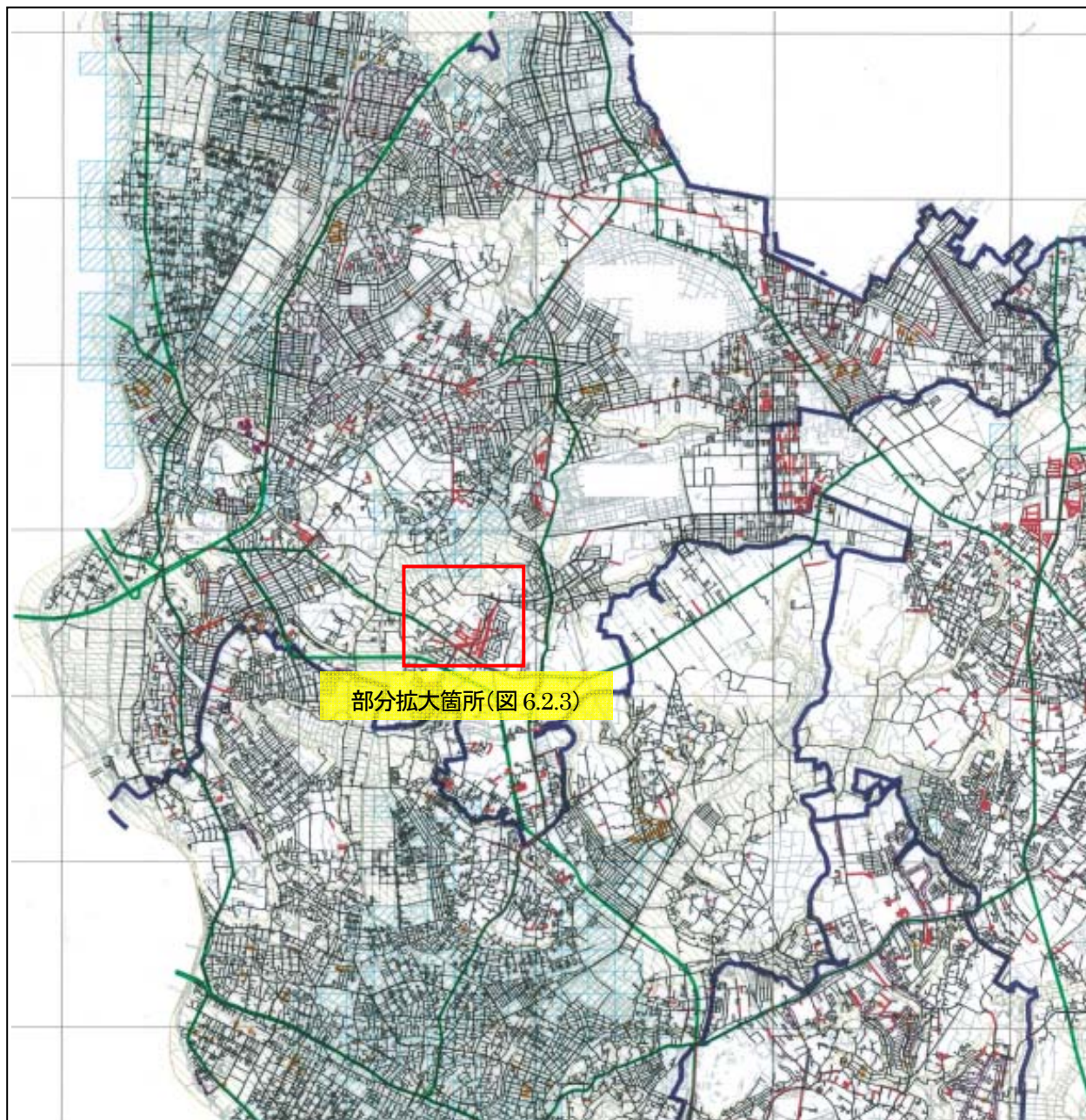
図 6.2.1 更新管路抽出支援システムのイメージ

※1 液状化指数; PL 値、一般的には PL 値が 15 より大きければ「液状化の可能性が高い」と判定する。

※2 「平成 20 年度水道統計」では、「平成 11 年度以降に出荷された T 形継手の管」を「K 形継手等」としているが、千葉県水道局では確実に使用していることが確認できた「平成 16 年度以降に埋設された T 形継手の管」を「K 形継手等」とした。

## 6.2.2 耐震適合性のある管路の抽出

「更新管路抽出システム」により新たに耐震適合性のある管と判定した箇所は、図 6.2.2 のとおりである。洪積層関東ローム台地を除いた腐食性土壌区分に該当する区域及び液状化区域を除く区域に埋設されている埋設管のうち、K形継手の管路と平成16年以降に埋設されたT形継手の管を赤色の線で表示している。また、部分拡大した箇所を図 6.2.3 に示した。

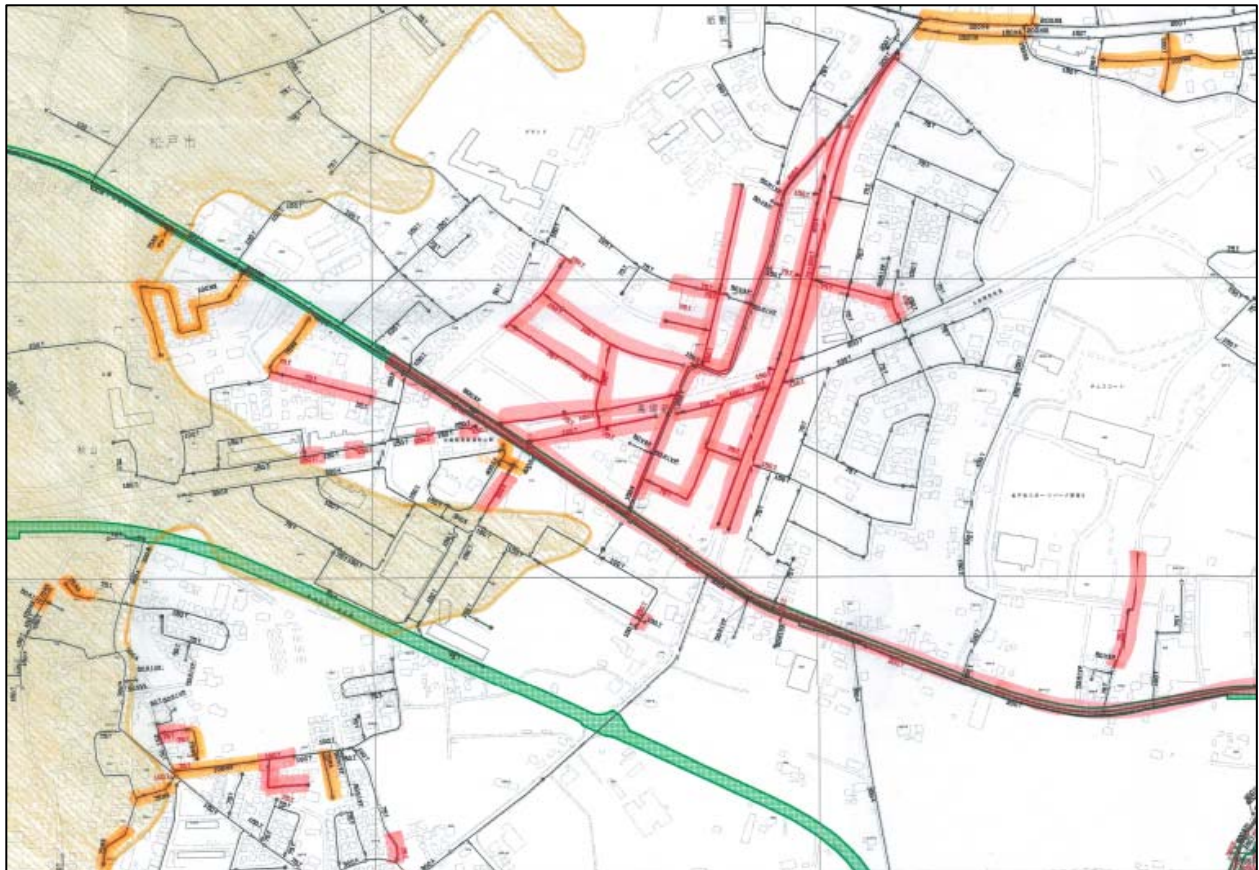


### 凡 例





	耐震適合性のある管（K形継手と平成16年以降に埋設されたT形継手）		沼地・湿地埋立地・谷津田等の埋立地
	事務所・支所境		液状化予想区域
	緊急輸送道路		

※ 1メッシュ=1750m×2500m（液状化予想区域は 230m×280m）

図 6.2.2 更新管路抽出支援システムで抽出した耐震適合性のある管路



凡例

	耐震適合性のある管（K形継手と平成16年以降に埋設されたT形継手）		
	耐震管（S形、SⅡ形、NS形、KF形、PⅡ形継手およびSPなど）		
	緊急輸送道路		沼地・湿地埋立地・谷津田等の埋立地

※ 1メッシュ=350m×500m

図 6.2.3 耐震適合性のある管及び耐震管

「更新管路抽出システム」では、耐震性を有する管や耐震性を有しない管の分布などを、14の条件※を組み合わせることにより様々な条件を設定した検索を行うことができる。

また、検索した結果については、図面として、または延長集計表などとして出力することができ、管路更新計画の作成支援などに利用している。

※ 14の条件

- ① 対象管路（送水管、配水管など）
- ② 口径（50mm～2000mm、小口径管、中口径管など）
- ③ ポリエチレンスリーブ被覆の有無
- ④ 管種（鋳鉄管類、鋼管類など）
- ⑤ 管体腐食状況
- ⑥ 埋設土壌区分（臨海部埋立地、沼地・湿地・谷津田等の埋立地）
- ⑦ 液状化（PL値15を超える、超えない）
- ⑧ 経年化（〇〇年以上、〇〇年前、埋設年度〇〇年～〇〇年など）
- ⑨ 更新優先管（管体強度、防食性、材料調達の困難性など）
- ⑩ 赤濁水発生による水質障害
- ⑪ 漏水発生状況
- ⑫ 緊急輸送道路
- ⑬ 水道事務所、本所、支所
- ⑭ 市区町村

### 6.3 さいたま市水道局の事例

#### 6.3.1 活用するデータ及び判定方法

さいたま市水道局では、各種評価シミュレーションに基づく管路の管網評価システム（図 6.3.1）を平成 21 年度から運用している。

本システムでは、管路の老朽度評価及び耐震性評価において地形・地盤データ<sup>\*</sup>を活用している。老朽度評価においては、メーカー独自の腐食予測式におけるパラメータ（地形、表層地質、土壌及び場所（内陸/沿岸））の1つとして、地形・地盤データを活用した。また、耐震性評価においては、(社)日本水道協会の被害推定式における地形・地盤に関する補正係数を設定するため、地形・地盤データを活用した。

地形・地盤データによる判定結果については、耐震性評価（表 6.3.1・図 6.3.2）を参照されたい。

- 地形・地盤データについては、250mメッシュを50mメッシュに細分化して活用している。

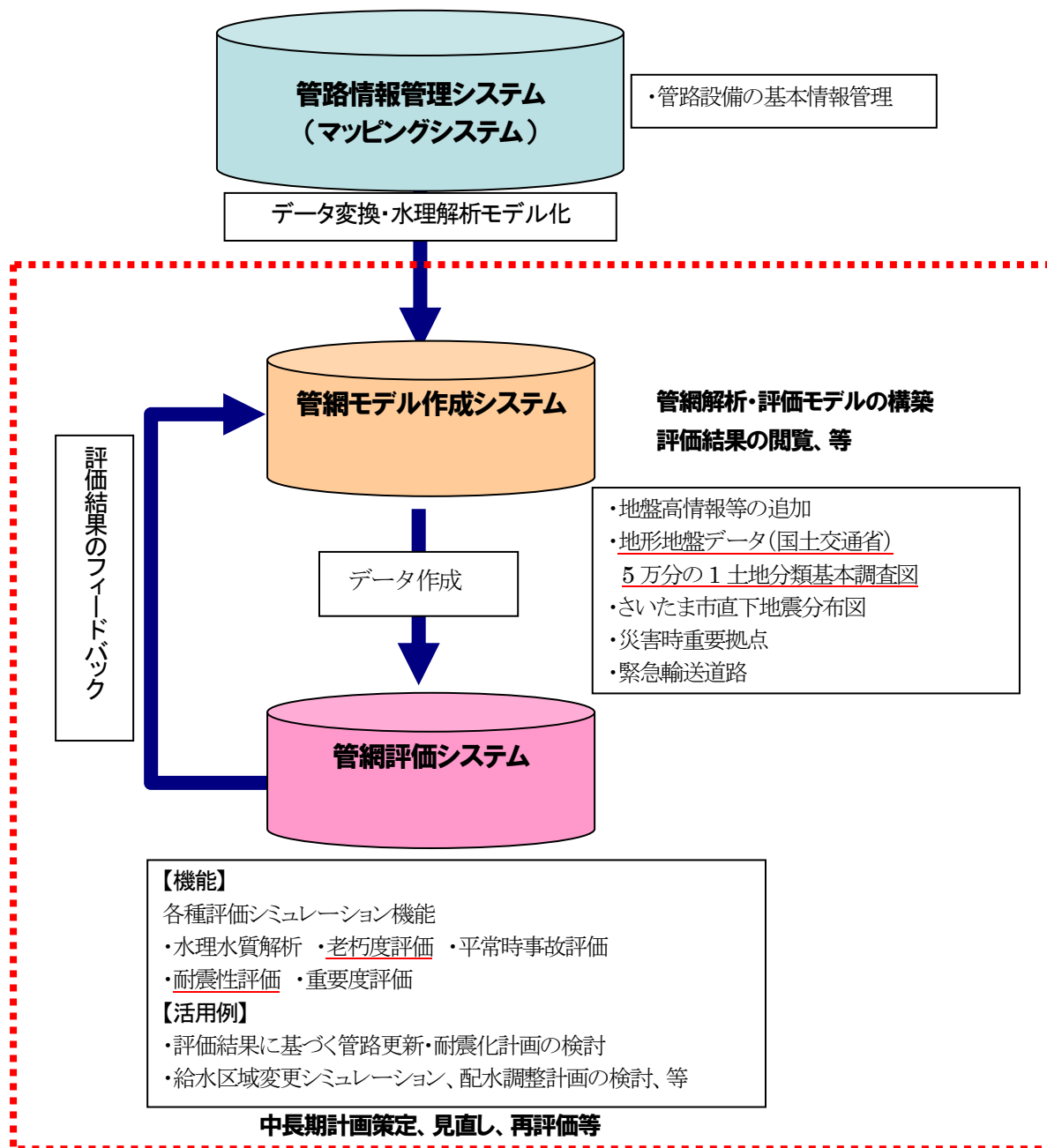


図 6.3.1 システムの構成（赤点線の範囲内）

### 6.3.2 判定事例

評価用データとして整備した地形・地盤分類（国土交通省発行の5万分の1土地分類基本調査図）について、（社）日本水道協会の被害推定式の区分に適合するよう表6.3.1に従って再分類し、（社）日本水道協会から発表された地震による水道管路の被害予測においての地形・地盤判定分類により、良質地盤・沖積平地を耐震適合性を有する地盤とした。また、判定結果については、図6.3.2に示すとおりである。

表 6.3.1 地盤データの再分類結果

地形・地盤分類 (5万分の1土地分類基本調査図)	地形・地盤による 補正係数分類	係数値
火山灰台地（下位） <sup>注)</sup>	沖積平地	1.0
谷底平野Ⅰ	谷・旧水部	3.2
谷底平野Ⅱ	谷・旧水部	3.2
自然堤防	谷・旧水部	3.2
湿地	谷・旧水部	3.2
後背湿地	谷・旧水部	3.2
旧流路跡	谷・旧水部	3.2
河原	谷・旧水部	3.2

注) 火山灰台地（大宮台地）は関東ローム層からなる洪積台地であり、良質な地盤といえるが、小規模な人工改変を伴っていることから、ここでは安全をみて被害推定式の地形・地盤分類において「良質地盤」の次に良い地盤である「沖積平地」として扱った。

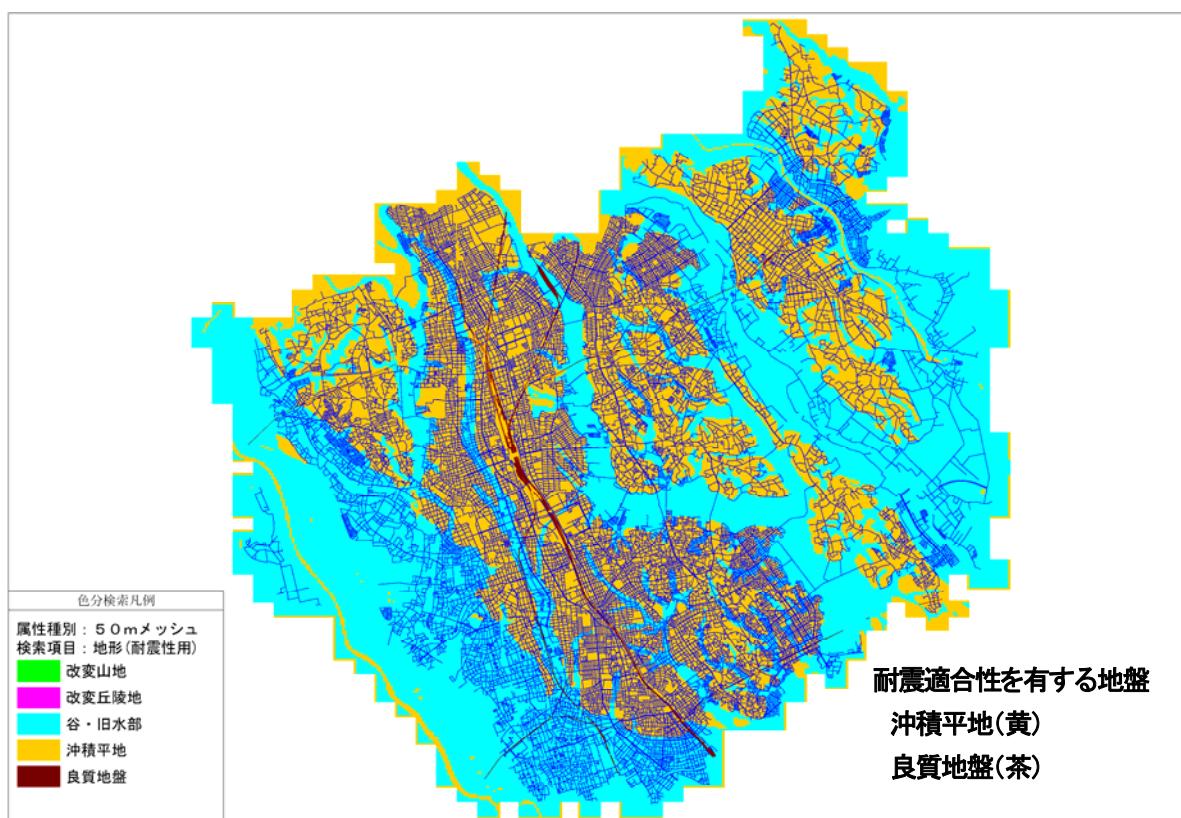


図 6.3.2 (耐震性評価 地形分類図) (社) 日本水道協会の被害推定式による分類

### 6.3.3 留意点

本市では、地形・地盤データを50mメッシュデータとして整備し、詳細に「耐震適合性のある地盤」を判定した上で耐震化優先路線の抽出等を行っている。

路線の抽出においては、マッピングシステムの管路データと地形・地盤データを重ね合わせる必要があり、両データを結びつけるためのソフトウェアの選択、システム化等について検討する必要がある。

## 7 本ハンドブック利用上の留意事項

以下に、本ハンドブック利用上の留意事項を示す。

### (1) 全般的な留意事項

- ①本ハンドブックは、既設の K 形継手等を有するダクタイル鋳鉄管の地盤条件判定手法を検討するものであり、K 形継手等を有するダクタイル鋳鉄管の布設を推奨するものではない。
- ②より判定精度の高い 250m メッシュ等を利用した判定手法等の導入を検討する場合、地盤の連続性や判定のための作業量が多くなることを考慮すると、例えば、地盤状況が近隣事業体と類似している場合などにおいては、近隣事業体等が合同で検討・取組を行うことがより効率的・効果的である。
- ③本ハンドブックで使用しているデータ・情報（例えば、国土数値情報）は平成 22 年時点で最新のものを採用しているが、これらのデータ・情報は今後更新される可能性があり、この点については本ハンドブックの利用者において確認をお願いしたい。

### (2) マッピングを導入していない事業体が 1km 地盤判定メッシュを利用して耐震性評価を実施する手法

以下に 2 つの手法を示す。

- ①管網図に地盤判定メッシュを重ね合わせ（転写）して、メッシュ内管路延長を計測・集計する。
- ②管網図を電子データ化(Shape 化等)し、汎用 GIS ソフト上で地盤判定メッシュ内の管路延長を計測・集計する。

### (3) マッピングを導入している事業体が 1km 地盤判定メッシュを利用して耐震性評価を実施する手法

管網図へ地盤判定メッシュをオーバーラップする。次に座標調整を行った後、地盤判定メッシュ内の管路延長を自動計算・集計する。なお、本ハンドブックで記載した活用データ類の座標系については、参考資料（イ）活用データ仕様を参照のこと。

### (4) 精度を向上させる方法

精度を向上させる方法としては、以下のような方法がある。

- ①メッシュを細分化して精度を向上する方法
- ②地盤液状化情報を考慮する方法
- ③近傍の活断層を考慮する方法
- ④地盤の揺れやすさ等を考慮する方法
- ⑤その他の方法



## 【参考資料】

### (ア) 用語の解説

#### 1) Shape

ESRI 社の GIS ソフトウェアの地理情報データフォーマットのこと

#### 2) XML(Extensible Markup Language)

W3C (World Wide Web Consortium) によって標準が規定されている、文書あるいはデータの構造を記述できる構造化文書の仕様のこと

#### 3) 軟弱地盤

軟弱地盤については、(社)土質工学会出版の「軟弱地盤の理論と実際、平成4年6月」に示されている下表(参考表1)を参考とする。

参考表 1

分 類	(i) 海岸砂州で湾口を閉ざされた流入土砂量の少ないおぼれ谷沖積平野
	(ii) おぼれ谷残存湖沼の沿岸三角州
	(iii) 本流の堆積物で出口を閉ざされた枝谷
	(iv) 緩流河川の流入する内湾河口三角州
	(v) 自然堤防背後の後背湿地

また、地盤工学用語辞典((社)地盤工学会,平成18年3月10日)では、「建造物の基礎地盤として十分な地耐力を有しない地盤で、一般に、軟らかい粘土、シルト、有機質土、あるいは緩い砂質土などの土層で構成される地盤をいう。主として沖積平野、沼沢地、山間の谷部などに堆積した沖積地に多く存在する。浚渫粘性土による埋立地など人工地盤にも多い。軟弱地盤の判定は、そこに設けられる建造物の種類や大きさによって異なるが、一般にN値が0~4のものをいう。ただし、フィルダムのような特殊なものについてはN値が20以下のものをいう場合がある。本来、軟弱地盤と判定するか否かは、そこにつくられる建造物の満たすべき機能と不可分である。」としている。

#### 4) 沖積平野

「軟弱地盤の土質工学—予測と実際—(稲田倍穂著,鹿島出版会,1994.6.30)」では、「2.1.2 沖積平野の形成」において沖積平野の構成(扇状地、自然堤防、三角州)が記述されている。

(イ) 活用データ仕様

判定手法2において活用するデータ類の仕様を参考表2に示す。

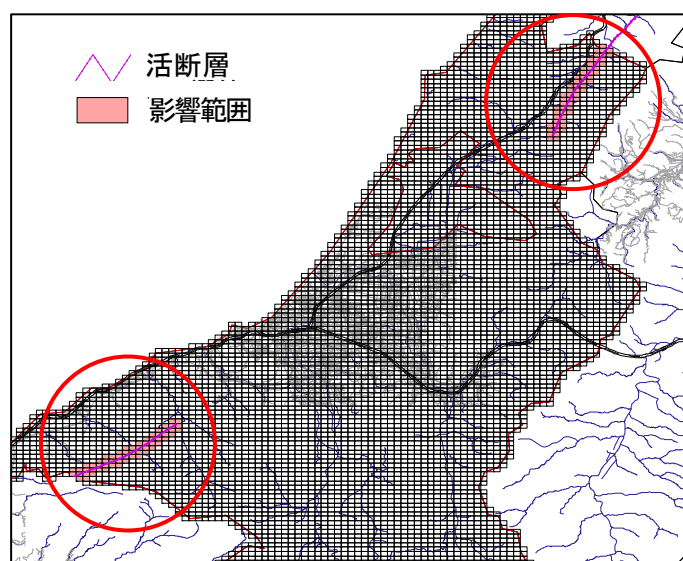
参考表2 活用データ類の仕様

No	名称	形式	形態	座標系	投影法	入手できる情報
1	国土数値情報 土地分類メッシュ	テキスト	メッシュ	・世界測地系	経緯度	・地形分類
2	基盤地図情報 (水涯線、道路、軌道)	XML	線	・世界測地系 (JGD2000)	経緯度	・現河川・湖沼 ・現道路状況による 宅地等
3	国土数値情報 (水涯線)	XML	線・点	・世界測地系 (JGD2000)	経緯度	・現河川・湖沼
4	数値地図 (1/25000)	TIFF	ラスタ	・世界測地系 (一部日本測地系)	経緯度 UTM	・現河川・湖沼 ・切土、盛土
5	数値地図(1/25000) の旧版地図	紙図面				・旧版地図の比較に よる旧河川・湖 沼、人工改変地
6	表層地盤データ	CSV	メッシュ(250m)	・日本測地系	経緯度	・微地形区分
7	想定地震断層座標 データ及び断層コード	CSV	線	・日本測地系 ・世界測地系	経緯度	・活断層位置
8	活断層詳細デジタルマップ	Shape	線	・日本測地系	経緯度	・活断層位置
9	土地利用データ (土地利用細分メッシュ) データ作成年度： 昭和51年,昭和62年,平成 3年,平成9年,平成18年	XML	メッシュ(100m)	・日本測地系 昭和51年～平成18年 ・世界測地系 (JGD2000) 平成18年	経緯度	・土地利用の変遷に よる人工改変地盤 の把握
		テキスト	メッシュ(100m)	・日本測地系		

(ウ) 活断層の影響範囲の抽出例

活断層による影響範囲に関しては、さまざまな分野で多くの論文が発表されているが、被害対象もさまざまであり確定的な値は示されていない状況にある。したがって、阪神淡路大震災での管路の被害分析の結果、活断層からおおよそ 200m の影響範囲との事例もあるが、具体的な影響範囲は各事業体に委ねることとする。

ここでは、活断層の影響範囲の判定に関する参考として、活断層詳細デジタルマップによる柏崎市における活断層位置及びその影響範囲(活断層から 200m)を参考図 1 に示す。影響範囲は活断層から 200m (幅 400m の带状地域) とし試算している。なお、同図は GIS ソフトウェアを用いて図化しており、紫色の線が活断層、ピンク色のメッシュが活断層から 200m に位置する 250m メッシュを示している。



参考図 1 活断層位置及び影響範囲の抽出例(250m メッシュ)

## 8 おわりに

本ハンドブック（K形継手等を有するダクタイル鋳鉄管の耐震適合地盤判定支援ハンドブック）の作成は、財団法人水道技術研究センターの平成22年度自主研究として実施したものである。

また、本ハンドブックの作成に当たっては、センター内に「水道管路耐震性検討のための地盤条件判定支援ツール」検討チームを設置し検討を進めたところであり、本検討チームの構成及び開催状況は以下のとおりである。

### 〔検討チーム名簿（敬称略）〕

リーダー	宮島昌克（金沢大学）
メンバー	岩瀬伸朗（千葉県水道局）
メンバー	熊木芳宏（神戸市水道局）
メンバー	平林和幸（さいたま市水道局）
協力者	荒川範行（日本ダクタイル鉄管協会）
協力者	畑中哲夫（日本ダクタイル鉄管協会）
アドバイザー	山田浩司（厚生労働省）
アドバイザー	平賀学（厚生労働省）
事務局	安藤茂（水道技術研究センター）
事務局	高橋裕介（水道技術研究センター）
事務局	上松瀬将弘（水道技術研究センター）
事務局	足立渉（水道技術研究センター）

### 〔検討チーム会議開催状況〕

検討チームの会議は3回開催し、その日程・概要は以下のとおりである。

#### 〔第1回検討チーム会議〕

開催日：平成22年7月16日

- 議題：1. 検討チーム設置の経緯と目的について  
2. 本検討チーム全体スケジュールについて  
3. 成果品（技術資料）イメージについて  
4. 質疑・応答  
5. 第2回会議に向けた作業について

#### 〔第2回検討チーム会議〕

開催日：平成22年8月25日

- 議題：1. 第1回検討チーム会議議事録について  
2. 成果品の原稿について  
3. 1kmメッシュと公開に伴う資料について  
4. 第3回会議に向けた作業について

#### 〔第3回検討チーム会議〕

開催日：平成22年10月7日

- 議題：1. 第2回検討チーム会議議事録について  
2. ハンドブック（案）について  
3. 今後の予定について  
4. その他

おわりに、本ハンドブックの作成に当たっては、チームリーダーとしてご指導いただいた宮島昌克・金沢大学教授をはじめ、チームメンバー、協力者及びアドバイザーの方々にご尽力・ご協力いただいたことに対して厚く御礼申し上げますとともに、本ハンドブックが日本の水道管路の耐震化の取組みの一層の推進に寄与することを期待する次第である。