

2章 管路被害の調査結果

2.1 被害状況(調査I)

2.1.1 仙台市水道局

1) 管路の保有状況

仙台市水道局が保有する導・送・配水本管・配水支管の管種別の管路延長を表2.1.1に示す。

口径φ75mm以上の総延長3,732kmのうち、DIP(その他)が1,842kmと最も長く、全体の49%を占めている。次いでDIP(耐震)が872kmで23%を占めており、VP(その他)463km(12%)、VP(RR)404km(11%)と上位4管種で95%に達する。

表2.1.1 導・送・配水本管・配水支管の管種別管路延長(仙台市水道局)

管種	導水管 (m)	送水管 (m)	配水本管 (m)	配水支管 (m)	合計 (m)	割合 (%)
CIP	302	3	4,718	7,218	12,241	0
DIP(耐震)	8,280	46,426	73,597	743,963	872,266	23
DIP(その他)	9,143	71,865	124,093	1,636,960	1,842,061	49
SP(溶接)	5,602	14,446	89,439	16,513	126,000	3
SP(その他)	0	9	44	113	166	0
VP(RR)	1,132	558	0	403,273	404,963	11
VP(その他)	75	0	458	463,397	463,930	12
その他	312	568	4,044	6,082	11,006	0
総延長	24,846	133,875	296,393	3,277,519	3,732,633	100

備考)管路延長は、仙台市水道局のH22年度末マッピングデータ(口径φ75mm以上)の値を用いた。

2) 管路の被害状況

仙台市水道局では276件の管路被害が発生し、被害率は0.07件/kmであった。

管種及び被害形態別にみると、VP(その他)、VP(RR)での「継手漏水」や「管体破損」、DIP(その他)の「継手漏水」、「その他」、SP(溶接)の「その他」の被害が認められた(表2.1.2参照)。

表2.1.2 導・送・配水本管・配水支管の管種別被害形態別の被害状況(仙台市水道局)

管種	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数 (件)	被害形態別件数(件)			被害率 (件/km)
			A-① 継手 漏水	A-② 管体 破損	A-③ その他	
CIP	12,241	1	1	0	0	0.08
DIP(耐震)	872,266	0	0	0	0	0
DIP(その他)	1,842,061	117	99	0	19	0.06
SP(溶接)	126,000	9	0	1	8	0.07
SP(その他)	166	0	0	0	0	0
VP(RR)	404,963	23	9	14	0	0.06
VP(その他)	463,929	126	27	95	4	0.27
その他	11,005	0	0	0	0	0
合計	3,732,633	276	135	110	31	0.07

注1)管路延長は、仙台市水道局のH22年度末マッピングデータ(口径φ75mm以上)の値を用いた。

(1) 導・送・配水本管の被害状況

導・送・配水本管の被害は 10 件であり、被害形態別にみると、DIP(その他)の「継手漏水」「その他」、SP(溶接)の「その他」被害が認められた(表 2.1.3 参照)。個別の被害データは、参考資料を参照。

表 2.1.3 導・送・配水本管の管種別被害形態別の被害状況(仙台市水道局)

管種	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数 (件)	被害形態別件数(件)			被害率 (件/km)
			A-① 継手 漏水	A-② 管体 破損	A-③ その他	
CIP	5,023	0	0	0	0	0
DIP(耐震)	128,303	0	0	0	0	0
DIP(その他)	205,102	9	8	0	1	0.04
SP(溶接)	109,486	1	0	0	1	0.01
SP(その他)	52	0	0	0	0	0
VP(RR)	1,690	0	0	0	0	0
VP(その他)	533	0	0	0	0	0
その他	4,924	0	0	0	0	0
合計	455,113	10	8	0	2	0.02

注1) 管路延長は、仙台市水道局の H22 年度末マッピングデータ(口径φ75mm 以上)の値を用いた。

(2) 配水支管の被害状況

配水支管の被害は 266 件であり、VP(その他)、VP(RR)、DIP(その他)及び SP(溶接)等で被害が認められた。被害形態については、VP(その他)は約 75%が「管体破損」であり、DIP(その他)は約 83%が「継手漏水」、約 17%が「その他」に該当する腐食や分水栓からの漏水であった。また、SP(溶接)の被害は「その他」が多く、いずれも腐食によるものであった(表 2.1.4 参照)。個別の被害データは、参考資料を参照。

表 2.1.4 配水支管の管種別被害形態別の被害状況(仙台市水道局)

管種	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数 (件)	被害形態別件数(件)			被害率 (件/km)
			A-① 継手 漏水	A-② 管体 破損	A-③ その他	
CIP	7,218	1	1	0	0	0.14
DIP(耐震)	743,963	0	0	0	0	0
DIP(その他)	1,636,959	108	91	0	18	0.07
SP(溶接)	16,514	8	0	1	7	0.48
SP(その他)	114	0	0	0	0	0
VP(RR)	403,273	23	9	14	0	0.06
VP(その他)	463,397	126	27	95	4	0.27
その他	6,082	0	0	0	0	0
合計	3,277,520	266	127	110	29	0.08

注1) 管路延長は、仙台市水道局の H22 年度末マッピングデータ(口径φ75mm 以上)の値を用いた。

備考)被害率には、津波被害地区での管路延長が不明であるため、管路延長は全延長とした。また、被害数は判明したものをのみ含めた。

3) 管路被害地点

(1) 震度別表層地盤分類別の管路被害

仙台市水道局における管路被害地点と震度^{注 1)}及び表層地盤分類^{注 2)}との関係を分析した。

「管路被害地点と表層地盤分類」を図 2.1.1 に示し、「管路被害地点と震度分布」を図 2.1.2 に示す。また、震度別の「表層地盤分類別の管路被害件数」を表 2.1.5 及び図 2.1.3 に示す。

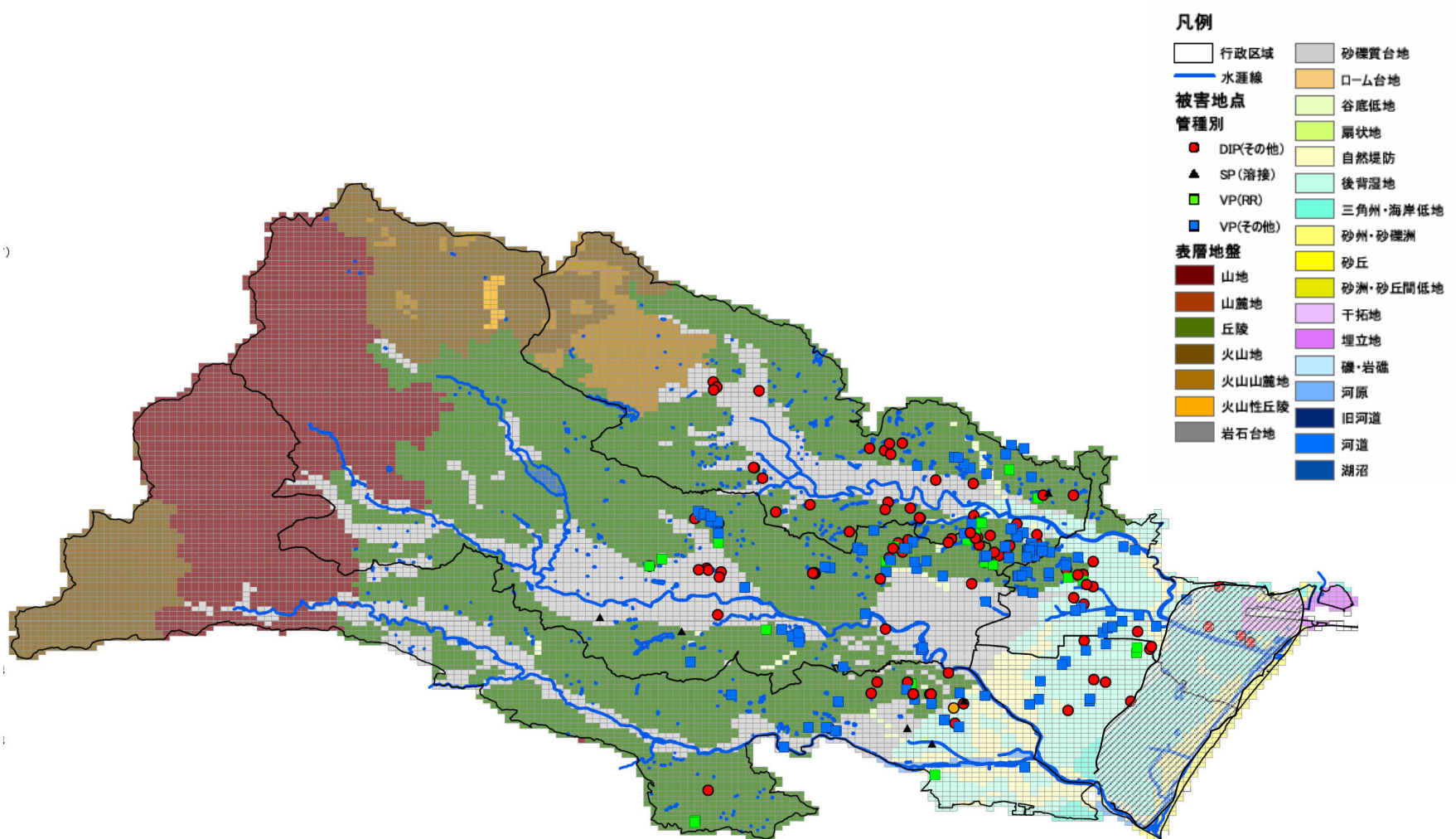
表層地盤分類別の被害分析は、管路の位置情報の代替として道路が存在する管路の被害点が含まれる 250m メッシュを抽出し、メッシュに含まれる被害点を集計してメッシュ数で除し、「表層地盤分類別のメッシュあたりの被害件数(被害率)」を求めた。「表層地盤分類別のメッシュ数」を表 2.1.6 及び図 2.1.4 に示し、「表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数」を表 2.1.7 及び図 2.1.5 に示す。

管路の被害は、震度別にみると約 87%が震度 6 弱以上で発生しており、地盤別では約 64%が「丘陵」で発生していた。メッシュあたりの被害件数は、「丘陵」では震度の上昇とともに高い値を示し、震度が強くなるほど管路被害が発生しやすい傾向が認められた。また、全体でも震度 6 弱以上はメッシュあたりの被害件数が高くなることが分かった(表 2.1.7 及び図 2.1.5 参照)。

注 1) 出典：地震動マップ即時推定システム(QuIQuake)，産業技術総合研究所

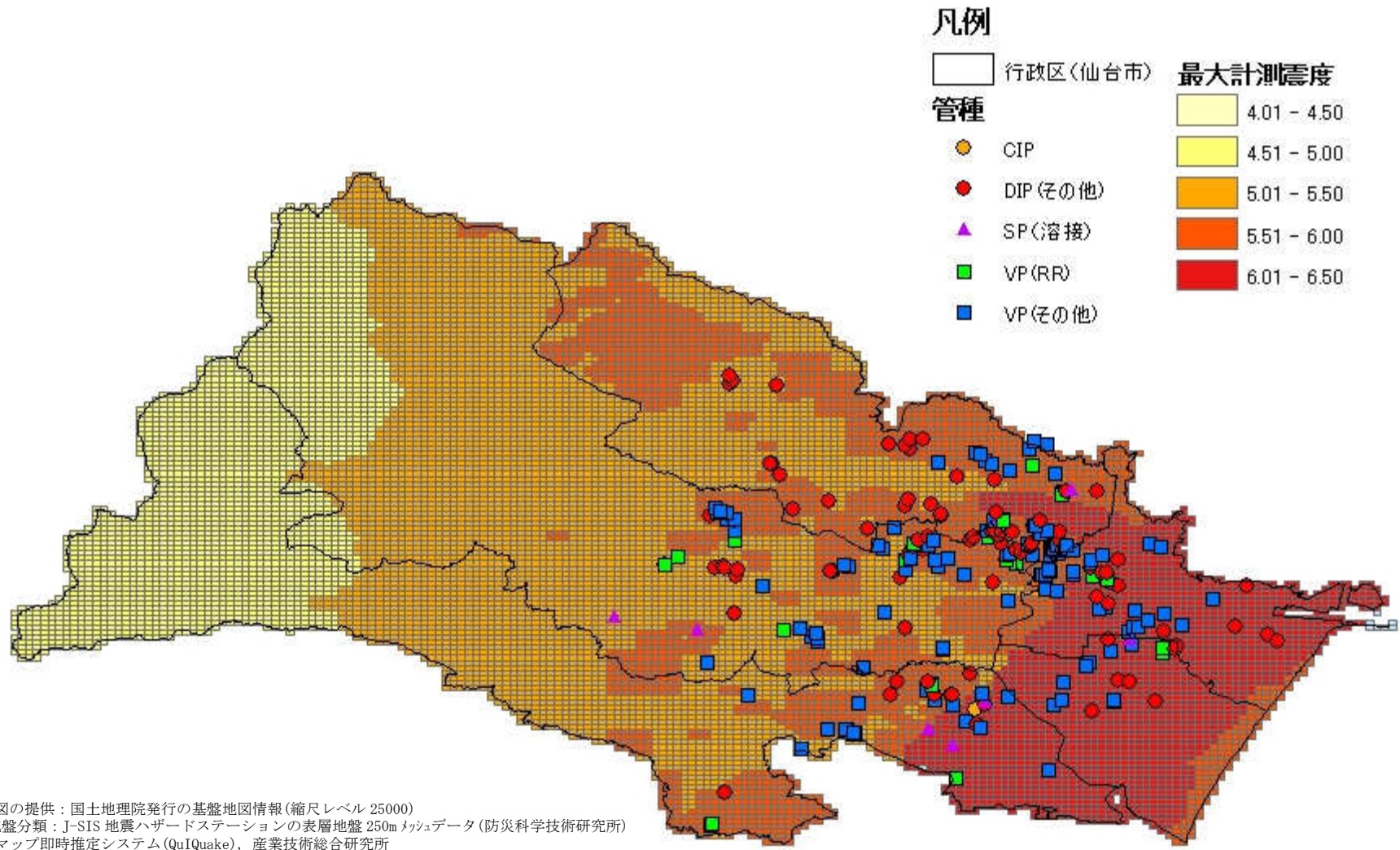
注 2) 出典：250m メッシュ表層地盤 地震ハザードステーション，防災科学技術研究所

備考) 地盤ごとの管種別布設延長が未把握なため、管種別地盤分類別被害評価は行っていない。



- 備考1) 背景地図の提供：国土地理院発行の基盤地図情報(縮尺レベル25000)
 備考2) 表層地盤分類：J-SIS地震ハザードステーションの表層地盤250mメッシュデータ(防災科学技術研究所)
 備考3) ハッチングは津波浸水範囲を示す。
 津波浸水範囲の一部では被害状況が未把握の部分がある。

図 2.1.1 管路被害地点と表層地盤分類(仙台市水道局)



備考 1) 背景地図の提供：国土地理院発行の基盤地図情報(縮尺レベル 25000)
備考 2) 表層地盤分類：J-SIS 地震ハザードステーションの表層地盤 250m メッシュデータ(防災科学技術研究所)
備考 3) 地震動マップ即時推定システム(QuIQuake)，産業技術総合研究所

図 2.1.2 管路被害地点と震度分布(仙台市水道局)

表 2.1.5 表層地盤分類別の管路被害件数(仙台市水道局)

単位:件

表層地盤分類	震度					総計	割合
	4	5弱	5強	6弱	6強		
山地		0	0			0	0%
丘陵			11	161	6	178	64%
火山地		0	0	0		0	0%
火山山麓地			0	0		0	0%
火山性丘陵			0			0	0%
砂礫質台地		0	25	12	1	38	14%
谷底低地			0	2	0	2	1%
自然堤防					4	4	1%
後背湿地					51	51	18%
三角州・海岸低地				0	3	3	1%
砂州・砂礫州					0	0	0%
干拓地					0	0	0%
埋立地					0	0	0%
河原		0			0	0	0%
湖沼			0			0	0%
その他					0	0	0%
総計	0	0	36	175	65	276	100%
割合	0	0%	13%	63%	24%	100%	

表 2.1.6 表層地盤分類別のメッシュ数(仙台市水道局)

単位:メッシュ

表層地盤分類	震度					総計	割合
	4	5弱	5強	6弱	6強		
山地		416	84			500	6%
丘陵			1562	1612	50	3224	39%
火山地		147	224	42		413	5%
火山山麓地			8	185		193	2%
火山性丘陵			14			14	0%
砂礫質台地		20	1488	377	66	1951	23%
谷底低地			4	41	2	47	1%
自然堤防					365	365	4%
後背湿地					922	922	11%
三角州・海岸低地					487	487	6%
砂州・砂礫州				81	53	134	2%
干拓地					2	2	0%
埋立地					74	74	1%
河原		1			23	24	0%
湖沼			3			3	0%
その他					1	1	0%
総計	0	584	3387	2338	2045	8354	100%

備考) 道路位置を管路位置の代替として用い、道路が含まれるメッシュを集計した。

表 2.1.7 表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数(仙台市水道局)

単位:件/メッシュ

表層地盤分類	震度					全体
	4	5弱	5強	6弱	6強	
山地	-	0	0	-	-	0
丘陵	-	-	0.01	0.10	0.12	0.06
火山地	-	0	0	0	-	0
火山山麓地	-	-	0	0	-	0
火山性丘陵	-	-	0	-	-	0
砂礫質台地	-	0	0.02	0.03	0.02	0.02
谷底低地	-	-	0	0.05	0	0.04
自然堤防	-	-	-	-	0.01	0.01
後背湿地	-	-	-	-	0.06	0.06
三角州・海岸低地	-	-	-	-	0.01	0.01
砂州・砂礫州	-	-	-	0	0	0
干拓地	-	-	-	-	0	0
埋立地	-	-	-	-	0	0
河原	-	0	-	-	0	0
湖沼	-	-	0	-	-	0
その他	-	-	-	-	0	0
全体	0	0	0.01	0.07	0.03	0.03

備考) 「-」は該当の表層地盤が存在しない。また、「0」は被害が発生していないことを示す。

備考) 「総計」は(被害数の合計)/(メッシュ数の合計)を示す。

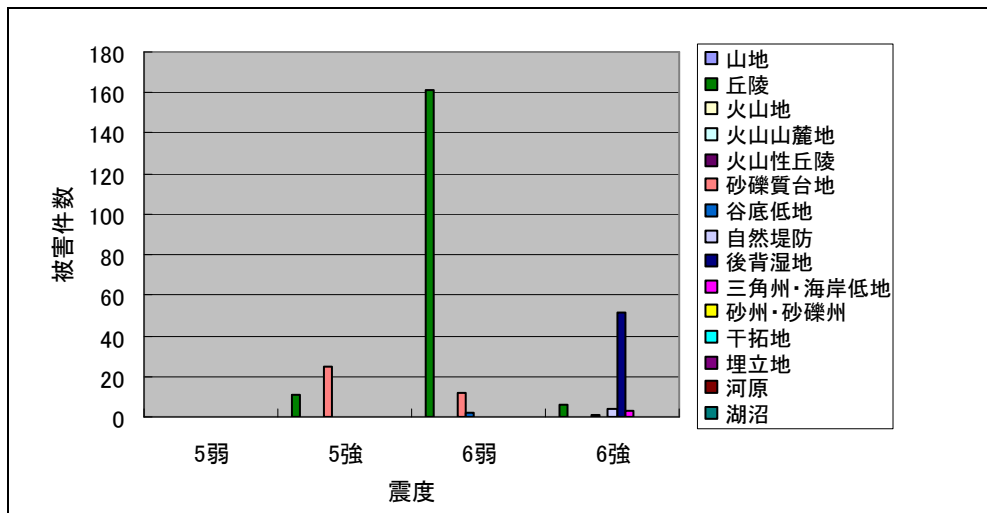


図 2.1.3 表層地盤分類別の管路被害件数 (仙台市水道局)

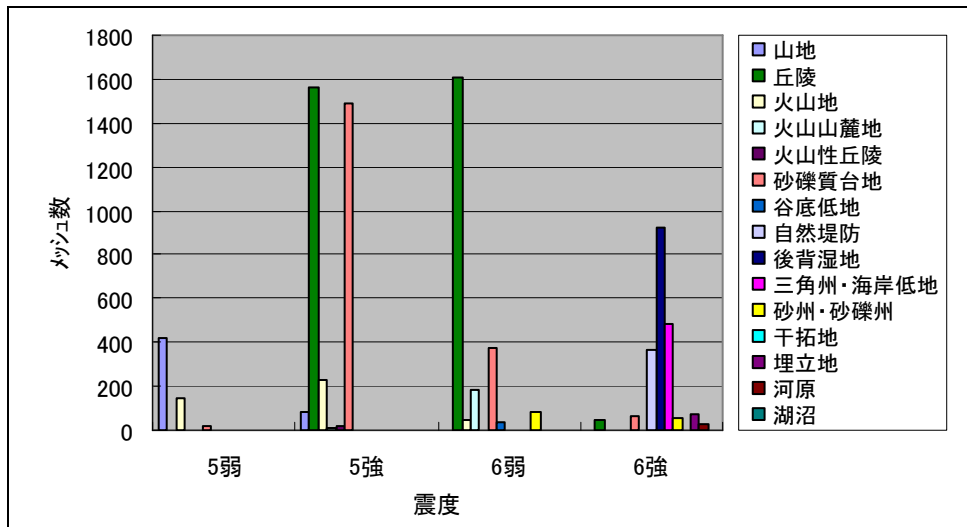


図 2.1.4 表層地盤分類別のメッシュ数 (仙台市水道局)

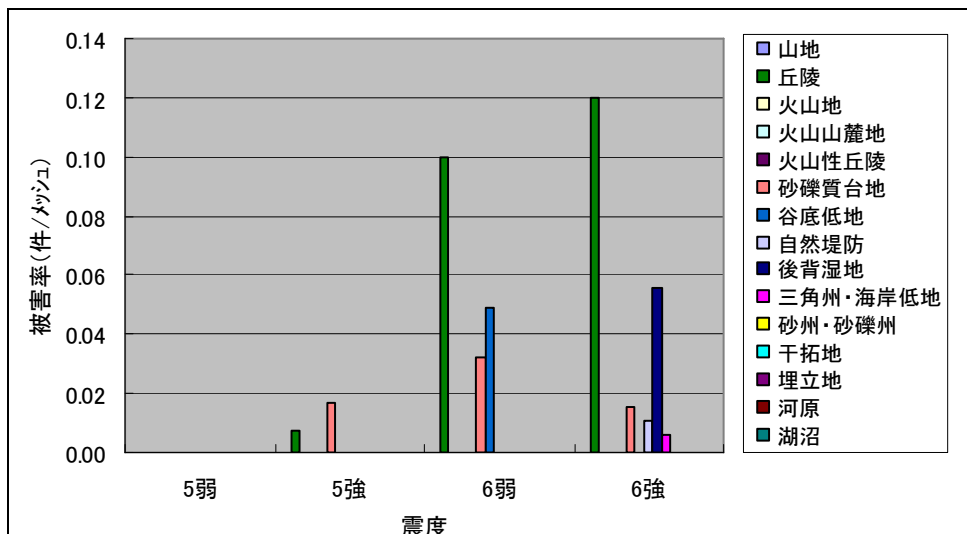


図 2.1.5 表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数 (仙台市水道局)

(2) 丘陵における被害傾向(南光台、緑ヶ丘、桜ヶ丘)

丘陵の被害の詳細を分析するため、「管路被害地点」と「宅地造成地」に着目し、「管路被害地点」と「主要な宅地造成地」の重ね合わせを行った。管路被害地点と主要な宅地造成地の分布を図 2.1.6 に示す。

管路被害の多くが、丘陵に含まれる「宅地造成地」で発生していることがわかった。

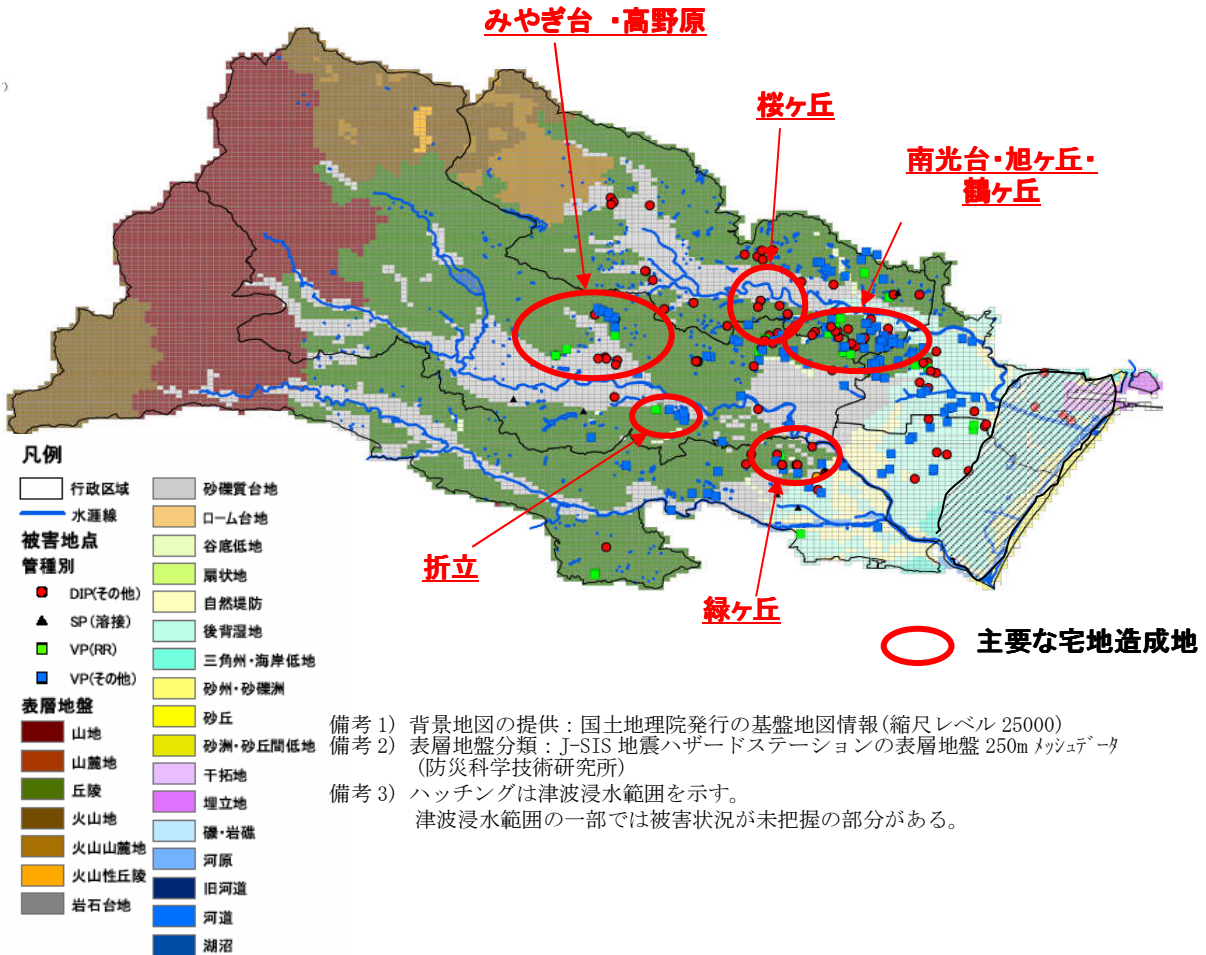


図 2.1.6 管路被害地点と主な造成地の関係

さらに、被害が集中している地域の被害状況を詳細に分析するため、南光台、緑ヶ丘、桜ヶ丘の3地域を代表として、「管路被害地点」と「丘陵の切土盛土分布」との重ね合わせを行った。また、管路被害箇所の地盤状況について現地調査を行った。調査結果を①～③の各項に示す。

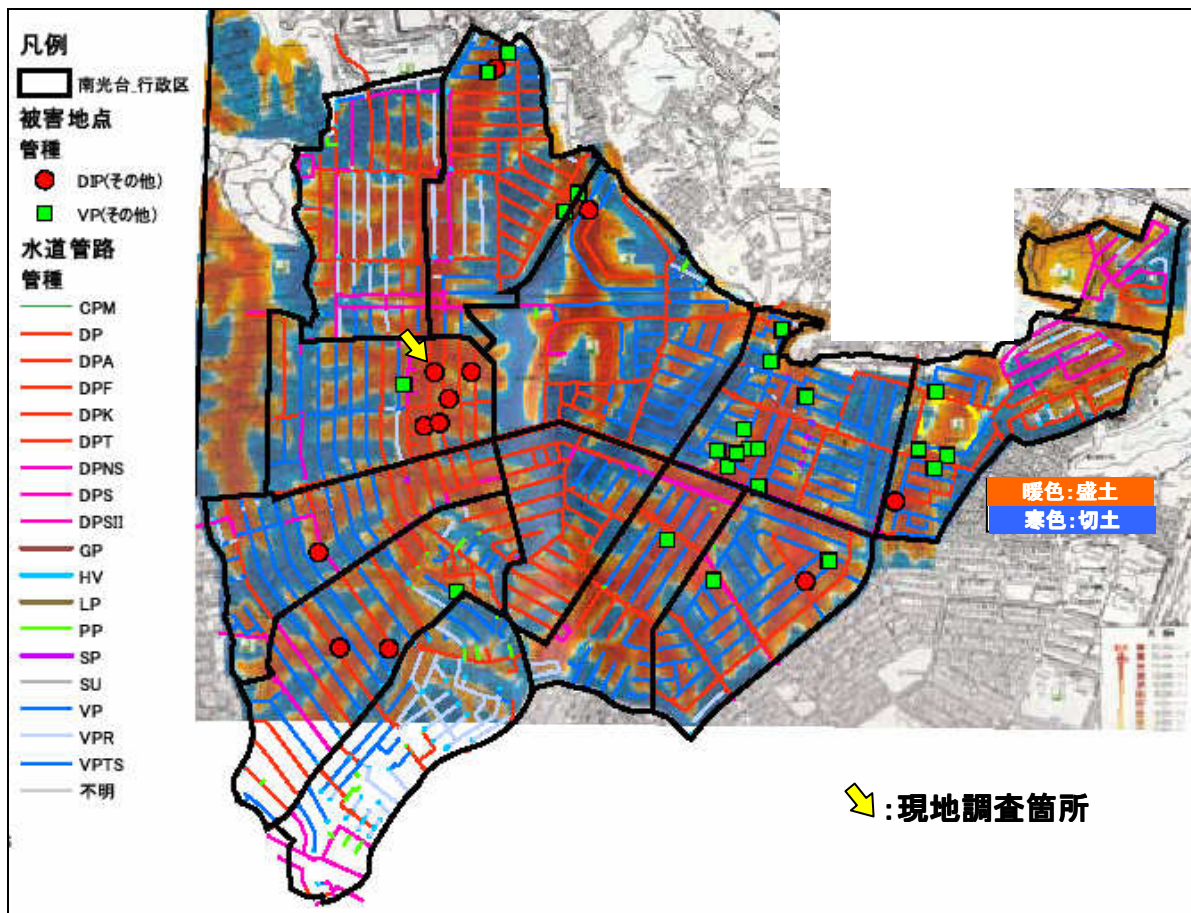
管路の被害は、いずれも「盛土部」や「切盛土の境界部」で発生していた。

① 南光台

ア) 管路被害地点と丘陵の切土盛土分布

管路の被害はすべて配水支管で生じており、ダクタイル鋳鉄管(DIP)で13件、硬質塩化ビニル管(VP)で23件が発生した。図2.1.7に示す管路被害と切盛土との分布から、管路の被害はいずれも「盛土部」や「切盛土の境界部」で発生していた。

管路被害箇所近傍の地盤状況の事例として現地調査結果を図2.1.8、図2.1.9に示す。



出典) ㈱復建技術コンサルタント作成の造成宅地地盤図に仙台市水道局の提供データを加筆した。

図 2.1.7 管路被害と切盛土の分布(南光台)

1) 管路被害箇所の地盤状況例

被害箇所近傍では、地盤の不等沈下やL字側溝蓋の開きなどの地盤変状の痕跡が認められた。

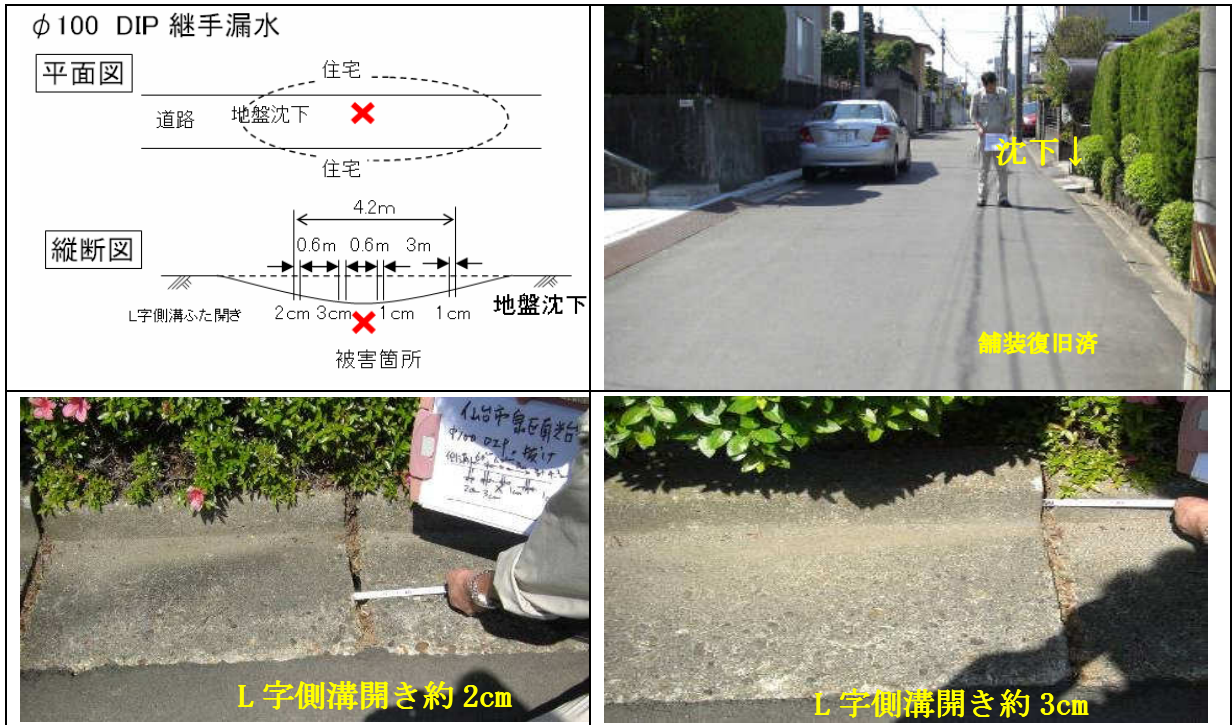


図 2.1.8 管路被害箇所の地盤状況(φ100 DIP 継手漏水:仙台市泉区南光台4丁目)

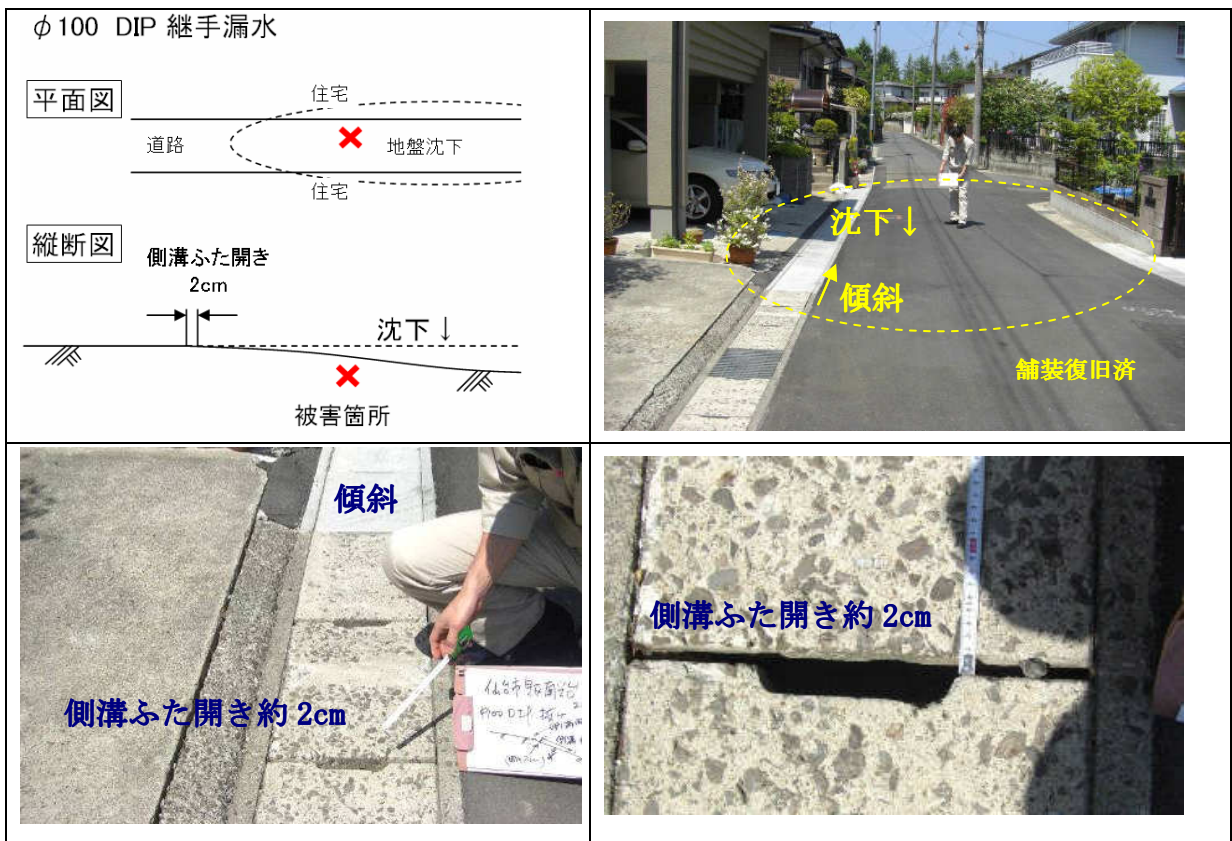


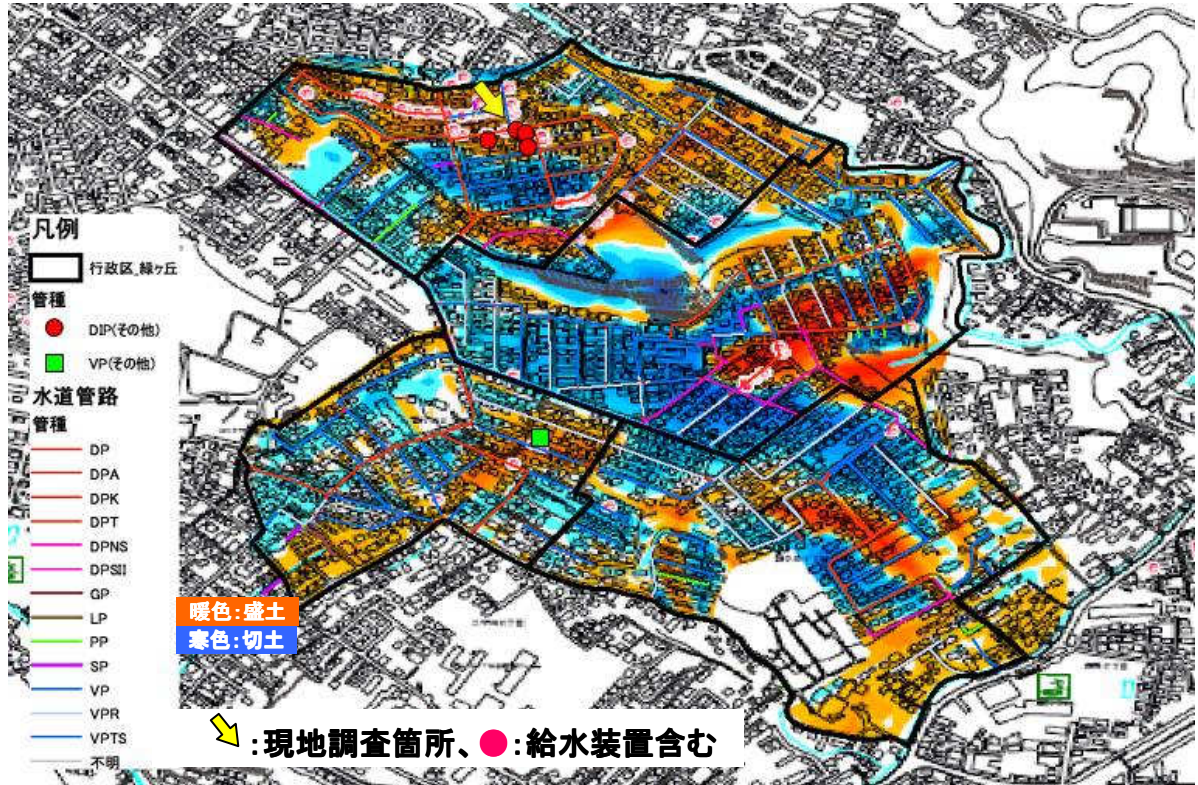
図 2.1.9 管路被害箇所の地盤状況(φ100 DIP 継手漏水:仙台市泉区南光台6丁目)

② 緑ヶ丘

ア) 管路被害地点と丘陵の切土盛土分布

管路の被害はすべて配水支管で生じており、ダクタイル鋳鉄管(DIP)4件、硬質塩化ビニル管(VP)2件が発生した。図2.1.10に示す管路被害と切盛土との分布から、管路の被害はいずれも「盛土部」や「切盛土の境界部」で発生していた。

管路被害箇所近傍の地盤状況の事例として現地調査結果を図2.1.11に示す。



出典) (株)復建技術コンサルタント作成の造成宅地地盤図に仙台市水道局の提供データを加筆した。

図 2.1.10 管路被害と切盛土の分布(仙台市太白区緑ヶ丘)

1) 管路被害箇所 の地盤状況例

被害箇所近傍は、傾斜が大きい地形であり、側溝のつぶれなど地盤のすべりが認められた。



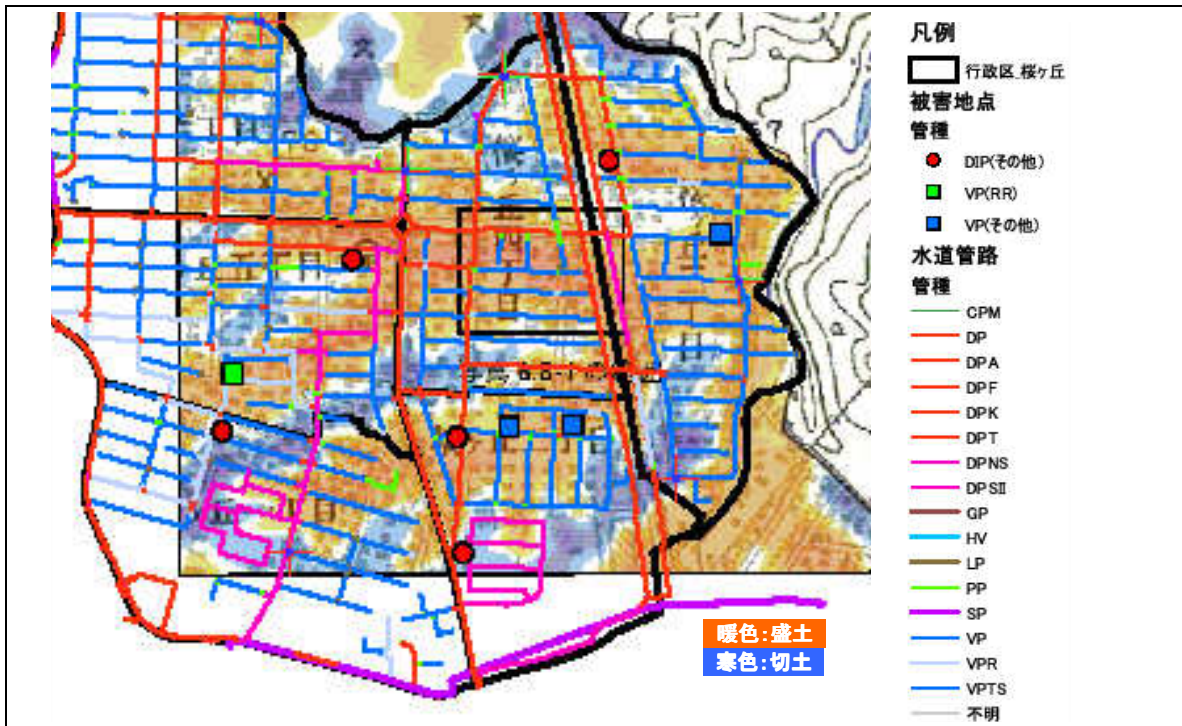
図 2.1.11 管路被害箇所 の地盤状況 (φ100 DIP 継手漏水: 仙台市太白区緑ヶ丘)

③ 桜ヶ丘

ア) 管路被害地点と丘陵の切土盛土分布

管路の被害はすべて配水支管で生じており、ダクタイル鋳鉄管で5件、硬質塩化ビニル管で4件が発生した。図 2.1.12 に示す管路被害地点と切盛土の分布から、管路の被害は、いずれも「盛土部」や「切盛土の境界部」で発生していた。

管路被害箇所近傍の地盤状況の事例として現地調査結果を図 2.1.13 に示す。



注 1) 出典：(株)復建技術コンサルタント作成の造成宅地地盤図に仙台市水道局の提供データを加筆した。

図 2. 1. 12 管路被害地点と切盛土の分布(仙台市青葉区桜ヶ丘)

1) 管路被害箇所の地盤状況例

被害箇所近傍は傾斜部であり、ブロックの開きや側壁のズレなど地盤変状の痕跡が認められた。

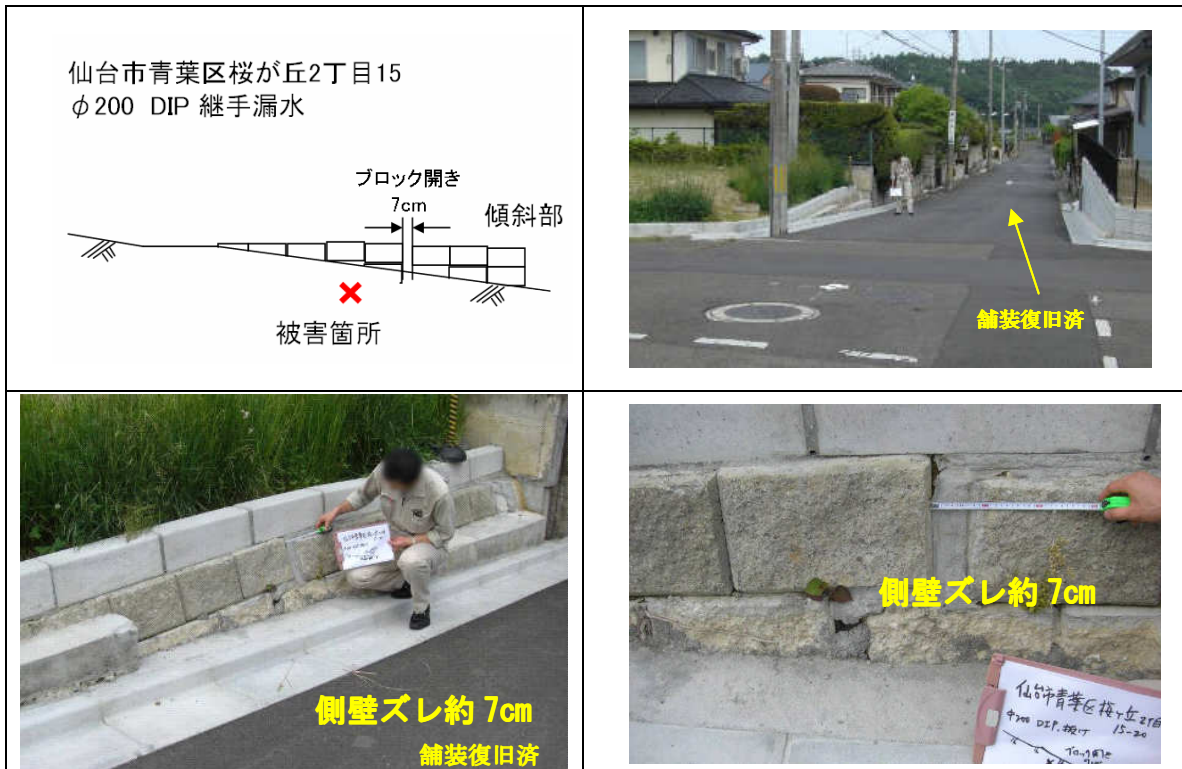


図 2. 1. 13 管路被害箇所の現地状況(φ200 DIP 継手漏水、仙台市青葉区桜ヶ丘)

2.1.2 宮城県企業局

1) 管路の保有状況

宮城県企業局(大崎広域水道事務所、仙南・仙塩広域水道事務所)が保有する導・送水管の管路延長を表 2.1.8、表 2.1.9 に示す。

表 2.1.8 導・送水管の管種別管路延長(大崎広域水道事務所)

管種	導水管 (m)	送水管 (m)	配水本管 (m)	配水支管 (m)	合計 (m)	割合 (%)
CIP	0	0	0	0	0	0
DIP(耐震)	0	0	0	0	0	0
DIP(その他)	1,513	106,323	0	0	107,836	82
SP(溶接)	4,436	19,354	0	0	23,790	18
SP(その他)	0	0	0	0	0	0
VP(RR)	0	0	0	0	0	0
VP(その他)	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0
合計	5,949	125,677	0	0	131,626	100

備考) 管路延長は、水道統計(平成 21 年度)の値を用いた。

表 2.1.9 導・送水管の管種別管路延長(仙南・仙塩広域水道事務所)

管種	導水管 (m)	送水管 (m)	配水本管 (m)	配水支管 (m)	合計 (m)	割合 (%)
CIP	0	0	0	0	0	0
DIP(耐震)	0	56,023	0	0	56,023	28
DIP(その他)	775	91,742	0	0	92,517	46
SP(溶接)	490	52,346	0	0	52,836	26
SP(その他)	0	0	0	0	0	0
VP(RR)	0	0	0	0	0	0
VP(その他)	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0
合計	1,265	20,011	0	0	201,376	100

備考) 管路延長は、水道統計(平成 21 年度)の値を用いた。

2) 管路の被害状況

基幹管路の被害は、大崎広域水道事務所で 20 件、仙南・仙塩広域水道事務所で 12 件発生した。被害形態別では、DIP(その他)の「継手漏水」の被害が 27 件、SP(溶接)の伸縮可撓管の離脱が 5 件発生した(表 2.1.10、表 2.1.11 を参照)。個別の被害データは、参考資料を参照。

表 2.1.10 導・送水管の管種別被害形態別の被害状況(大崎広域水道事務所)

管種	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数 (件)	被害形態別件数(件)			被害率 (件/km)
			A-① 継手 漏水	A-② 管体 破損	A-③ その他	
CIP	0	-	-	-	-	-
DIP(耐震)	0	-	-	-	-	-
DIP(その他)	107,836	20	19	0	1	0.19
SP(溶接)	23,790	0	0	0	0	0
SP(その他)	0	-	-	-	-	-
VP(RR)	0	-	-	-	-	-
VP(その他)	0	-	-	-	-	-
その他	0	-	-	-	-	-
合計	131,626	20	19	0	1	0.15

注1) 管路延長は、水道統計(平成 21 年度)の値を用いた。

表 2.1.11 導・送水管の管種別被害形態別の被害状況(仙南・仙塩広域水道事務所)

管種	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数(件)	被害形態別件数(件)			被害率 (件/km)
			A-① 継手 漏水	A-② 管体 破損	A-③ その他	
CIP	0	-	-	-	-	-
DIP(耐震)	56,023	0	0	0	0	0
DIP(その他)	92,517	7	7	0	0	0.08
SP(溶接)	52,836	5	0	0	5	0.09
SP(その他)	0	-	-	-	-	-
VP(RR)	0	-	-	-	-	-
VP(その他)	0	-	-	-	-	-
その他	0	-	-	-	-	-
合計	201,376	12	7	0	5	0.06

注1) 管路延長は、水道統計(平成 21 年度)の値を用いた。

3) 管路被害地点

(1) 表層地盤分類別の管路被害

宮城県企業局における管路被害地点と震度^{注1)}及び表層地盤分類^{注2)}との関係进行分析した。震度別の「表層地盤分類別の管路被害件数」を表 2.1.12 及び図 2.1.14 に示す。また、「管路被害地点と表層地盤分類」を図 2.1.15 に示し、「管路被害地点と震度分布」を図 2.1.16 に示す。

管路の被害は、震度 6 弱以上で約 88%の被害が発生していた。地盤別では約 41%が「後背湿地」で発生していた。「丘陵」と「砂礫質台地」を含めると約 85%を占めていた。

なお、宮城県企業局は用水供給事業のため、道路に対する管路の密度が低く道路位置を管路位置の代替として用いることは適さないため、メッシュあたりの被害分析を行っていない。

注 1) 出典：地震動マップ即時推定システム(QuIQuake)，産業技術総合研究所

注 2) 出典：250m メッシュ表層地盤 地震ハザードステーション, 防災科学技術研究所

備考) 地盤ごとの管種別布設延長が未把握なため、管種別地盤分類別被害評価は行っていない。

表 2.1.12 表層地盤分類別の管路被害件数(宮城県企業局)

表層地盤分類	震度					総計	割合
	4	5弱	5強	6弱	6強		
丘陵			4	4		8	25%
火山性丘陵				1	1	2	6%
砂礫質台地				6		6	19%
谷底低地				2		2	6%
自然堤防				0	1	1	3%
後背湿地					13	13	41%
総計	0	0	4	13	15	32	100%
割合	0	0	13%	41%	47%	100%	

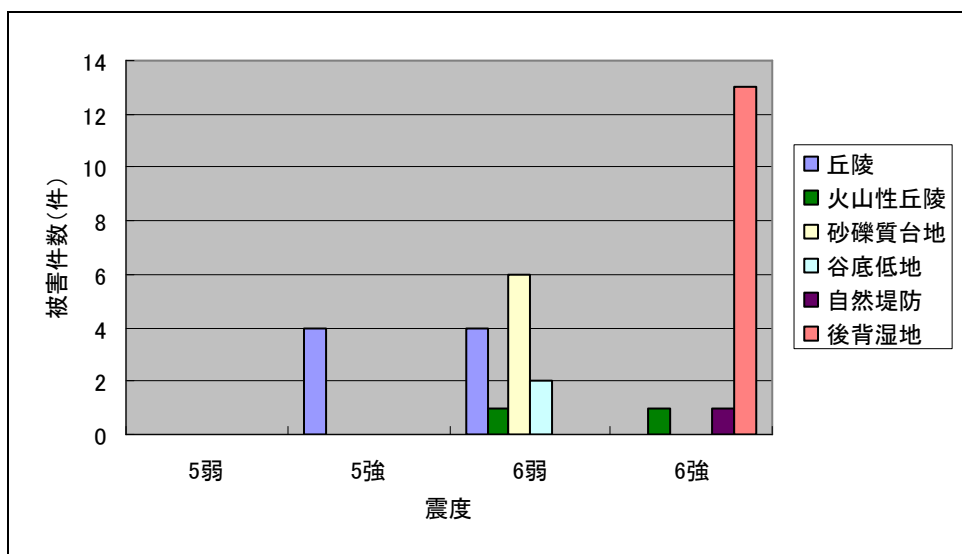


図 2.1.14 表層地盤分類別の管路被害件数(宮城県企業局)

凡例

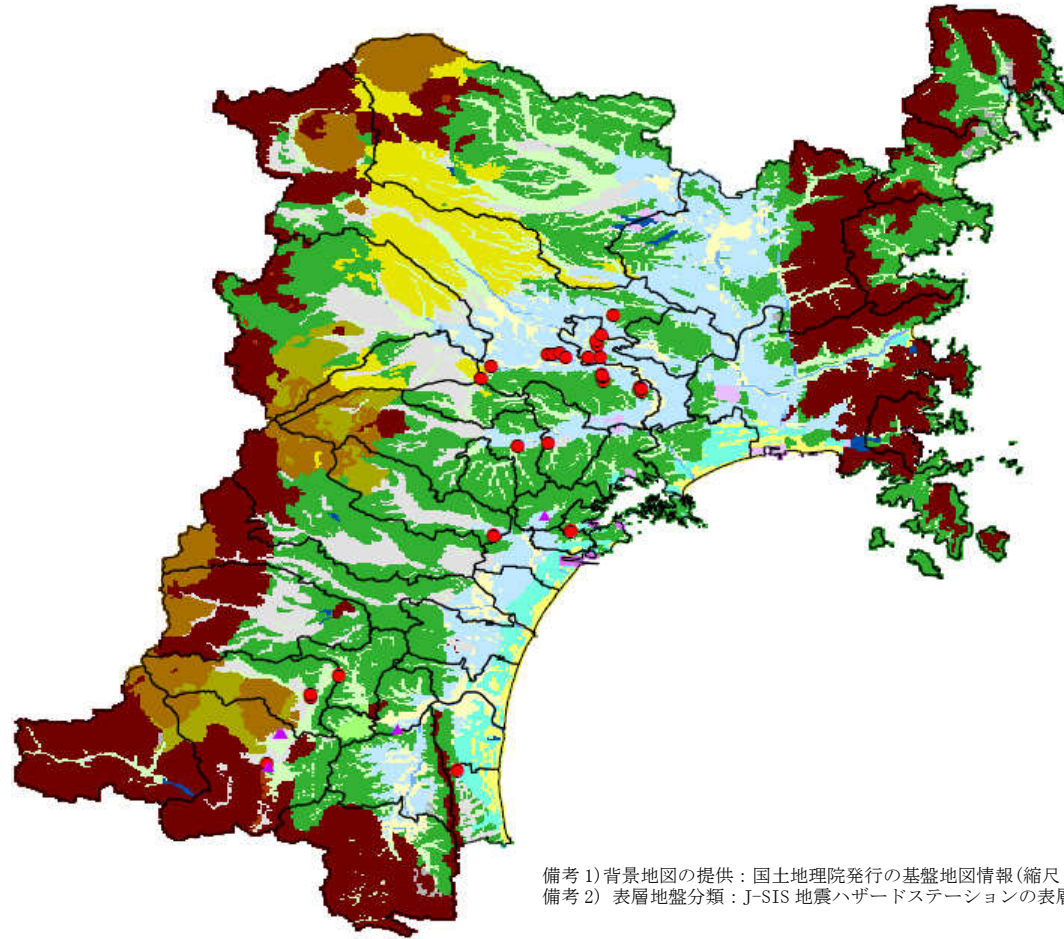
行政区(宮城県)

管種

- DIP(その他)
- ▲ SP(溶接)

表層地盤

- 山地
- 山麓地
- 丘陵地
- 火山地
- 火山山麓地
- 火山性丘陵地
- 岩石台地
- 砂礫質台地
- ローム台地
- 谷底低地
- 扇状地
- 自然堤防
- 後背湿地
- 三角洲・海岸低地
- 砂州・砂礫洲
- 砂丘
- 砂州・砂丘間低地
- 干拓地
- 埋立地
- 礫・岩礫
- 河原



備考1) 背景地図の提供：国土地理院発行の基盤地図情報(縮尺レベル 25000)
 備考2) 表層地盤分類：J-SIS 地震ハザードステーションの表層地盤 250m メッシュデータ(防災科学技術研究所)

図 2.1.15 管路被害地点と表層地盤分類(宮城県企業局)

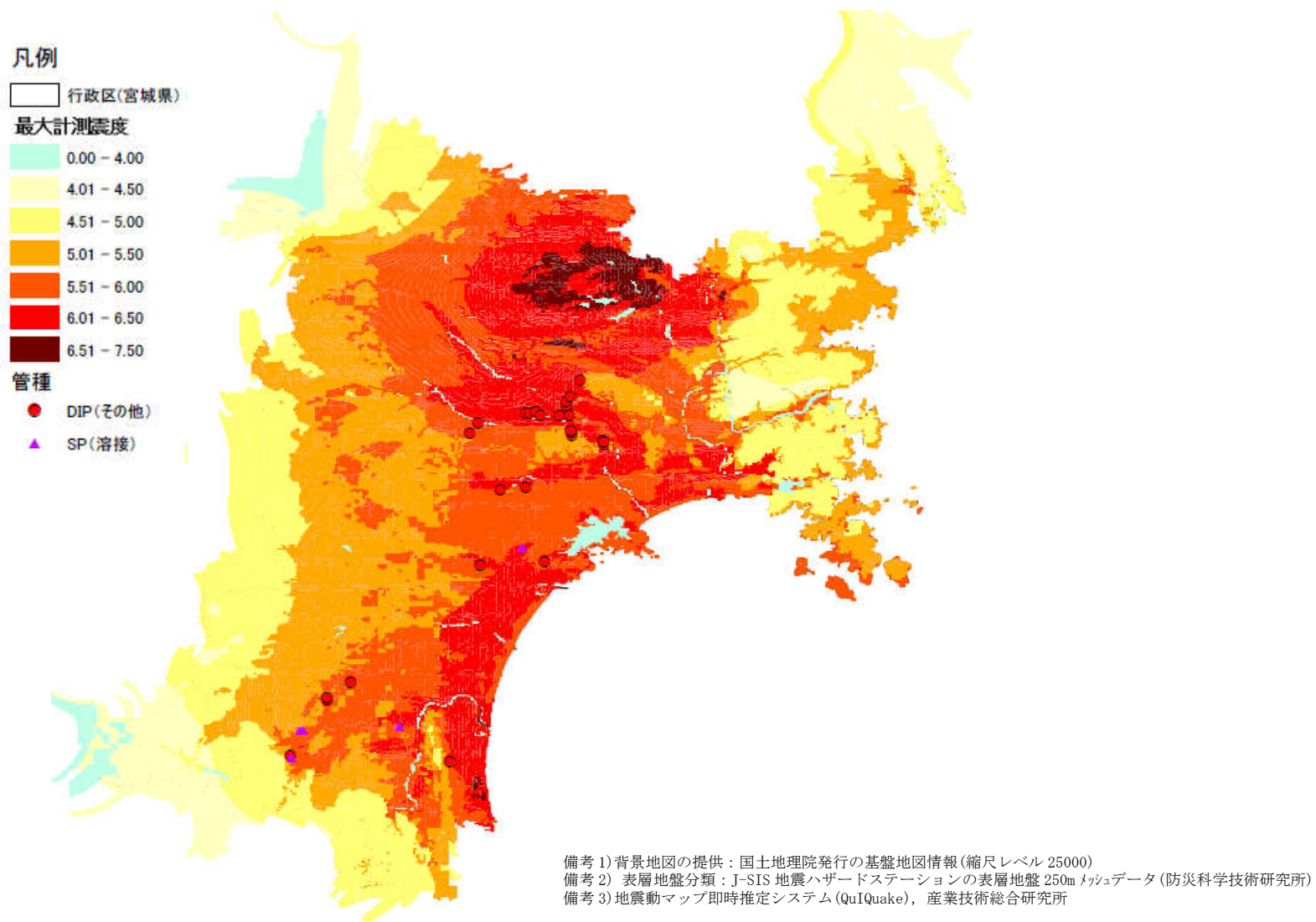


図 2.1.16 管路被害地点と震度分布(宮城県企業局)

(2) 可撓管の被害状況

① 河川近傍での可撓管の被害事例

この事例では、河川横断部に設けられた立上がり管のコンクリート防護と周辺地盤の不等沈下による設計以上の変位により可撓管の被害を受けた。なお、大口径管での被害は断水影響が大きく本震災の特徴的な事象となった(図 2.1.17 参照)。

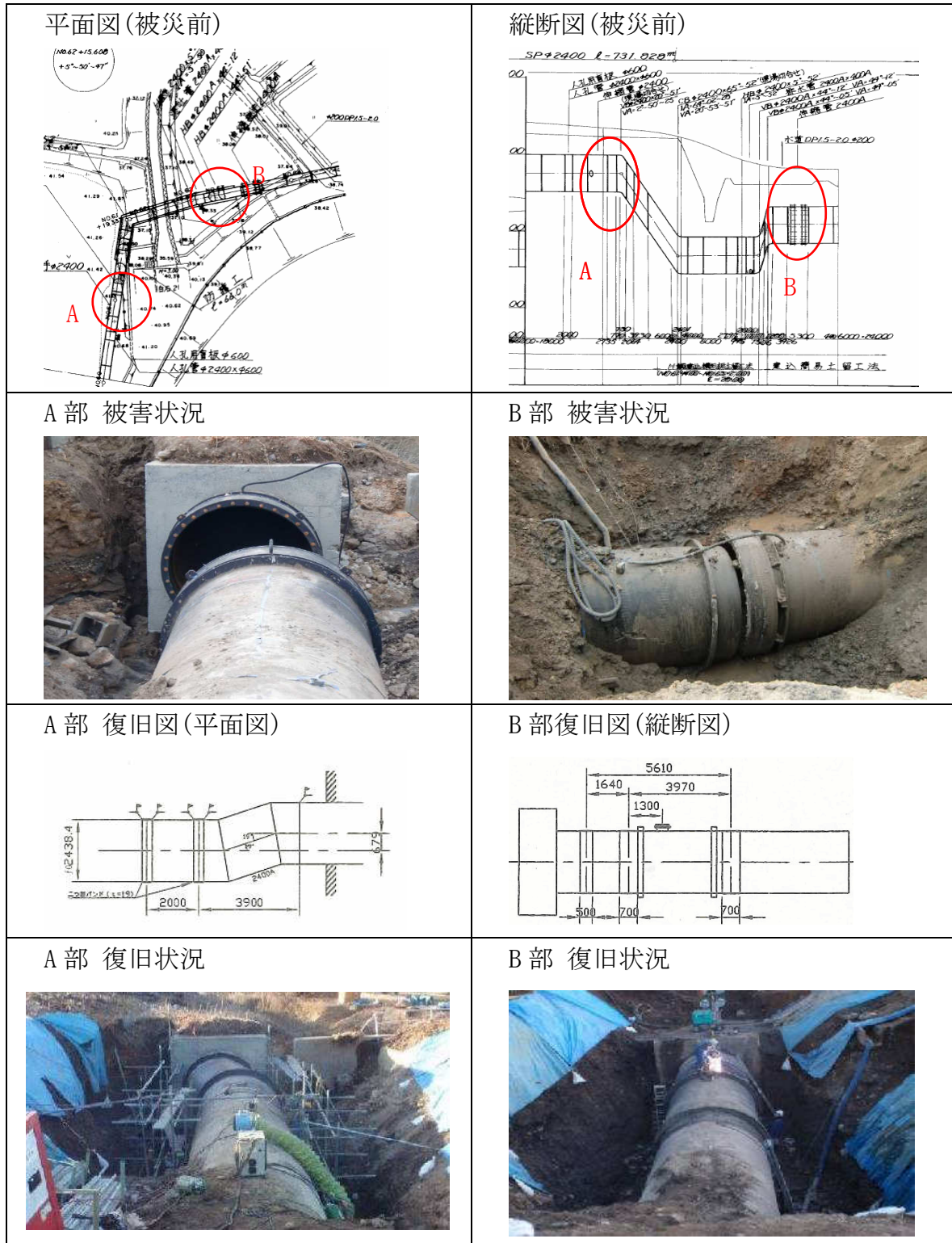


図 2.1.17 可撓管の被害事例(φ2400 SP 可撓管離脱: 白石市内)

② 構造物間での可撓管の被害事例(その1)

この事例では、道路横断部に設けられた立上り管のコンクリート防護と制水弁室との不等沈下により、この中間に設置された可撓管が被害を受けた(図 2.1.18 参照)。

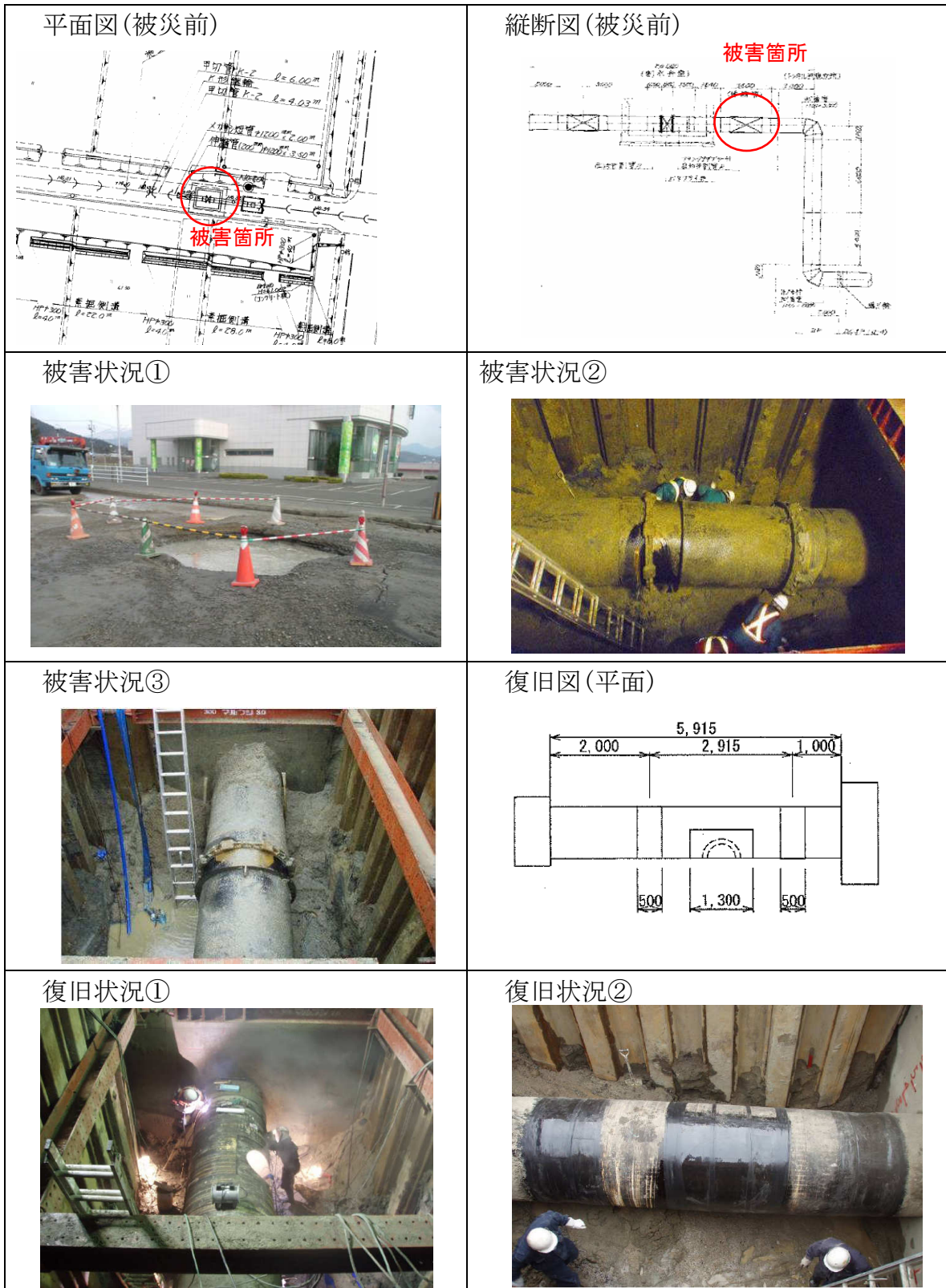


図 2.1.18 可撓管の被害事例(φ1200 SP 可撓管離脱：白石市内)

③ 構造物間での可撓管の被害事例(その2)

この事例では、道路横断部に設けられた立上がり管のコンクリート防護と空気弁室との不等沈下により、この中間に設置された可撓管が被害を受けた(図 2.1.19 参照)。

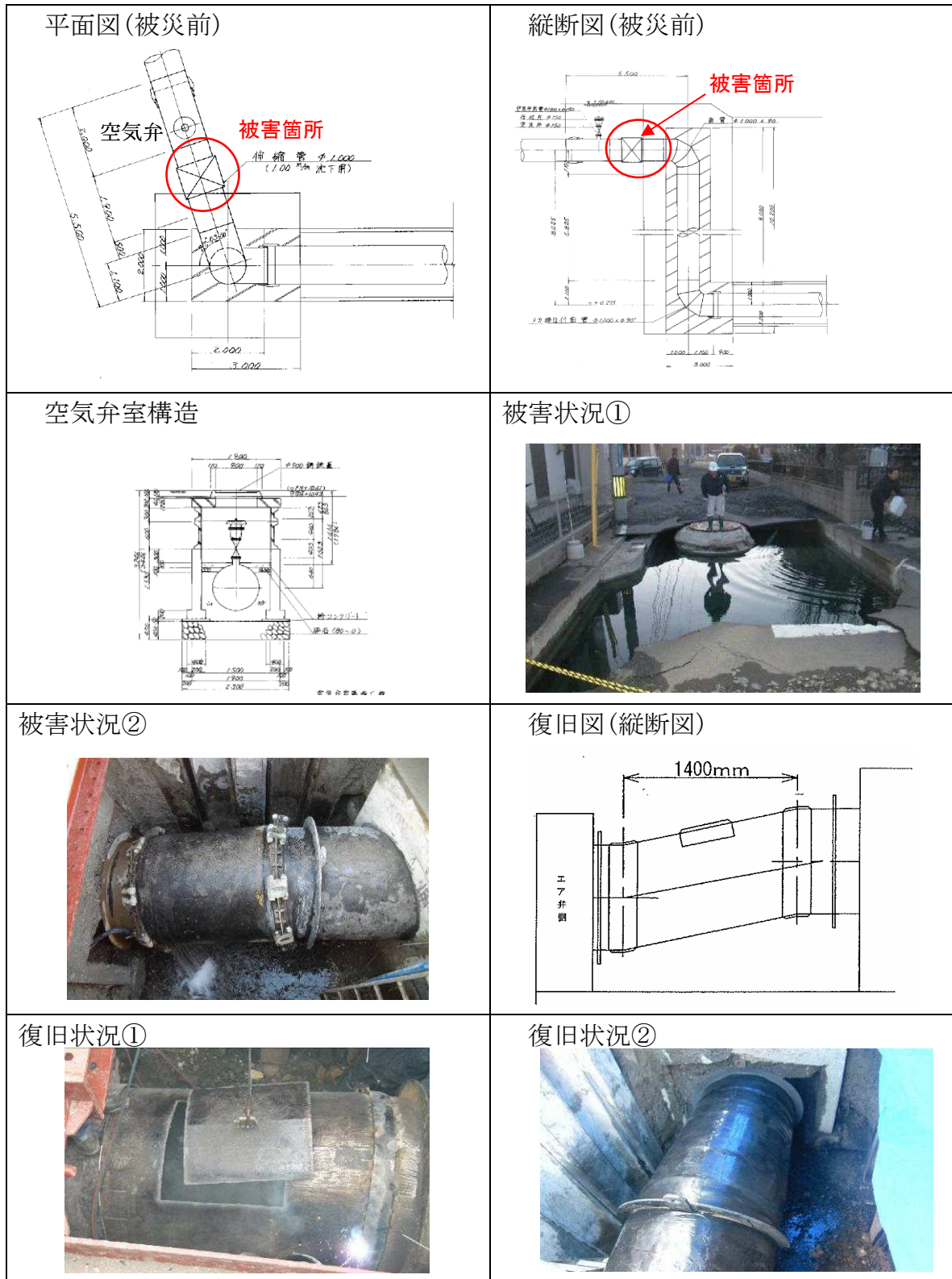


図 2.1.19 可撓管の被害事例(ϕ 1000 SP 可撓管離脱: 柴田町内)

④ 区画整理地内での可撓管の被害事例

この事例では、空気弁室と周辺地盤の不等沈下により、可撓管が被害を受けた。掘削前の状況から著しい不等沈下の痕跡は認められず、震災以前に地盤沈下が進行していたと推定される。(図 2.1.20 参照)。

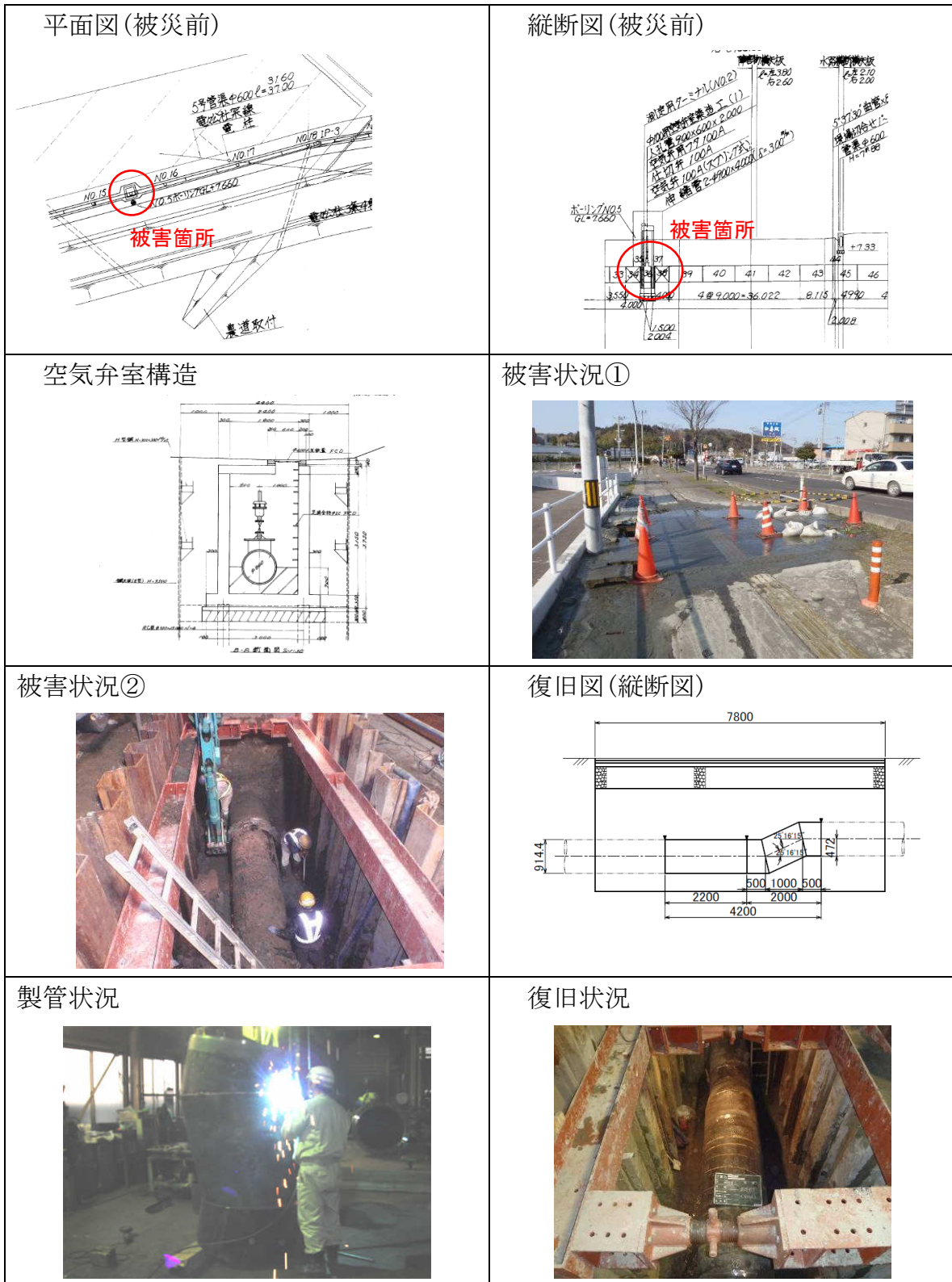


図 2.1.20 可撓管の被害事例(φ900 SP 可撓管離脱：利府町内)

(3) 被害事例

代表的な被害地点について、現地調査を実施して地盤の変形状況などを確認した。管路の被害箇所では、道路盛土の変形や旧河道の沈下などによる地盤変状が認められた。

① 道路盛土部の被害事例

被害箇所では、盛土部の沈下と側方へのはらみ出しが認められた。(図 2.1.21 参照)。



図 2.1.21 道路盛土部の被害事例(φ 600 DIP 継手漏水 : 大崎市内)

② 旧河川付近の被害事例

被害箇所は旧河川付近の地下水位が高い砂地盤で、多少の沈下の痕跡が認められた。現地調査時には墳砂など明確な液状化現象の痕跡は確認できなかったが、液状化が発生していたと推察される。(図 2.1.22 参照)。

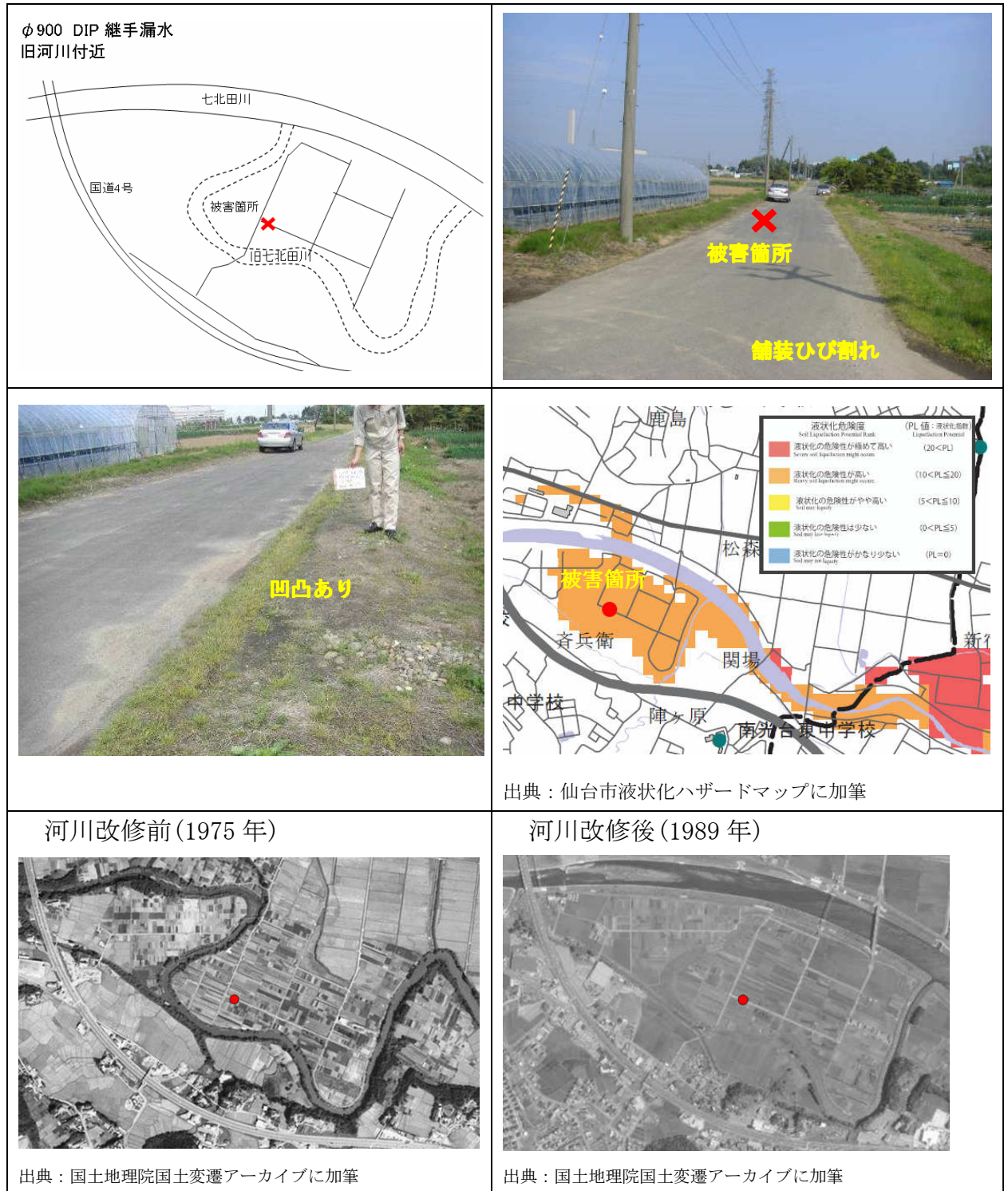


図 2.1.22 旧河川の被害事例(φ900 DIP 継手漏水：仙台市内)

2.1.3 石巻地方広域水道企業団

1) 管路の保有状況

石巻地方広域水道企業団(石巻市及び東松島市)が保有する導・送・配水本管・配水支管の管種別管路延長を表 2.1.13 に示す。

表 2.1.13 導・送・配水本管・配水支管の管種別管路延長(石巻地方広域水道企業団)

管種	導水管 (m)	送水管 (m)	配水本管 (m)	配水支管 (m)	合計 (m)	割合 (%)
CIP	9,000	900	2,521	29,452	41,873	3
DIP(耐震)	4,334	26,139	1,162	112,290	143,925	9
DIP(その他)	11,177	65,636	39,411	622,818	739,042	47
SP(溶接)	4	11,048	521	13,278	24,851	2
SP(その他)	423	1,390	0	1,200	3,013	0
VP(RR)	2,085	2,595	0	510,909	515,589	33
VP(その他)						
その他	0	4,642	0	88,432	93,074	6
総延長	27,023	112,350	43,615	1,378,379	1,561,367	100

備考)管路延長は、水道統計(平成 21 年度)の値を用いた。

2) 管路の被害状況

石巻地方広域水道企業団では 212 件の管路被害が発生し、被害率は 0.14 件/km であった。管種別では CIP が 0.48 件/km と被害率が高かった。

管種と被害形態別にみると、VP(RR, その他)の「継手漏水」「管体破損」や DIP(その他)及び CIP の「継手漏水」、SP(その他)及び SP(溶接)の腐食を要因とした「その他」の被害が発生した(表 2.1.14 を参照)。

表 2.1.14 導・送・配水本管・配水支管の管種別被害形態別の被害状況

(石巻地方広域水道企業団)

管種	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数 (件)	被害形態別件数(件)			被害率 (件/km)
			A-① 継手 漏水	A-② 管体 破損	A-③ その他	
CIP	41,873	20	20	0	0	0.48
DIP(耐震)	143,925	0	0	0	0	0
DIP(その他)	739,042	55	48	0	7	0.07
SP(溶接)	24,851	5	1	1	3	0.20
SP(その他)	3,013	6	2	0	4	1.99
VP(RR)	515,589	8	6	2	0	0.21
VP(その他)		98	67	29	2	
その他	93,074	20	4	16	0	0.21
合計	1,561,367	212	148	48	16	0.14

注 1)管路延長は、水道統計(平成 21 年度)の値を用いた。

備考 1) 被害件数は平成 24 年 1 月末時点の集計値である。被害数は判明したものをのみを含めた。

また、津波被害地区での管路延長が不明であるため、管路延長は全延長として被害率を求めた。

(1) 導・送・配水本管の被害状況

導・送・配水本管の被害は53件であり、被害率は0.29件/kmであった。特にCIPで1.61件/kmと高い値を示した。また、管種及び被害形態別にみると、CIP及びDIP(その他)の「継手漏水」が多くを占めた(表2.1.15参照)。個別の被害データは、参考資料を参照。

表2.1.15 導・送・配水本管の管種別被害形態別の被害状況(石巻地方広域水道企業団)

管種	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数 (件)	被害形態別件数(件)			被害率 (件/km)
			A-① 継手 漏水	A-② 管体 破損	A-③ その他	
CIP	12,421	20	20	0	0	1.61
DIP(耐震)	31,635	0	0	0	0	0
DIP(その他)	116,224	26	24	0	2	0.22
SP(溶接)	11,573	1	1	0	0	0.09
SP(その他)	1,813	0	0	0	0	0
VP(RR)	4,680	1	1	0	0	1.28
VP(その他)		5	4	1	0	
その他	4,642	0	0	0	0	0
合計	182,988	53	50	1	2	0.29

注1)管路延長は、水道統計(平成21年度)の値を用いた。

備考1)被害件数は平成24年1月末時点の集計値である。被害数は判明したものをのみを含めた。

また、津波被害地区での管路延長が不明であるため、管路延長は全延長として被害率を求めた。

(2) 配水支管の被害状況

配水支管の被害は、159件であり、VP(その他)、DIP(その他)、その他の順で被害が多かった。なお、被害形態については、VP(その他)、DIP(その他)は約7~8割が「継手漏水」であった。被害率は、SP(溶接,その他)、VP(RR,その他)がやや高い値を示した(表2.1.16参照)。個別の被害データは、参考資料を参照。

表2.1.16 配水支管の管種別被害形態別の被害状況(石巻地方広域水道企業団)

管種	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数 (件)	被害形態別件数(件)			被害率 (件/km)
			A-① 継手 漏水	A-② 管体 破損	A-③ その他	
CIP	29,452	0	0	0	0	0
DIP(耐震)	112,290	0	0	0	0	0
DIP(その他)	622,818	29	24	0	5	0.05
SP(溶接)	13,278	4	0	1	3	0.30
SP(その他)	1,200	6	2	0	4	5.00
VP(RR)	510,909	7	5	2	0	0.20
VP(その他)		93	63	28	2	
その他	88,432	20	4	16	0	0.23
合計	1,378,379	159	98	47	14	0.12

注1)管路延長は、水道統計(平成21年度)の値を用いた。

備考1)被害件数は平成24年1月末時点の集計値である。被害数は判明したものをのみを含めた。

また、津波被害地区での管路延長が不明であるため、管路延長は全延長として被害率を求めた。

3) 管路被害地点

(1) 震度別表層地盤分類別の管路被害

石巻地方広域水道企業団における管路被害地点と震度^{注1)}及び表層地盤分類^{注2)}との関係进行分析した。

「管路被害地点と表層地盤分類」を図 2.1.23 に示し、「管路被害地点と震度分布」を図 2.1.24 に示す。また、震度別の「表層地盤分類別の管路被害件数」を表 2.1.17 及び図 2.1.25 に示す。

表層地盤分類別の被害分析は、管路の位置情報の代替として道路が存在する管路の被害点が含まれる 250m メッシュを抽出し、メッシュに含まれる被害点を集計してメッシュ数で除し、「表層地盤分類別のメッシュあたりの被害件数(被害率)」を求めた。

「表層地盤分類別のメッシュ数」を表 2.1.18 及び図 2.1.26 に示し、「表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数」を表 2.1.19 及び図 2.1.27 に示す。

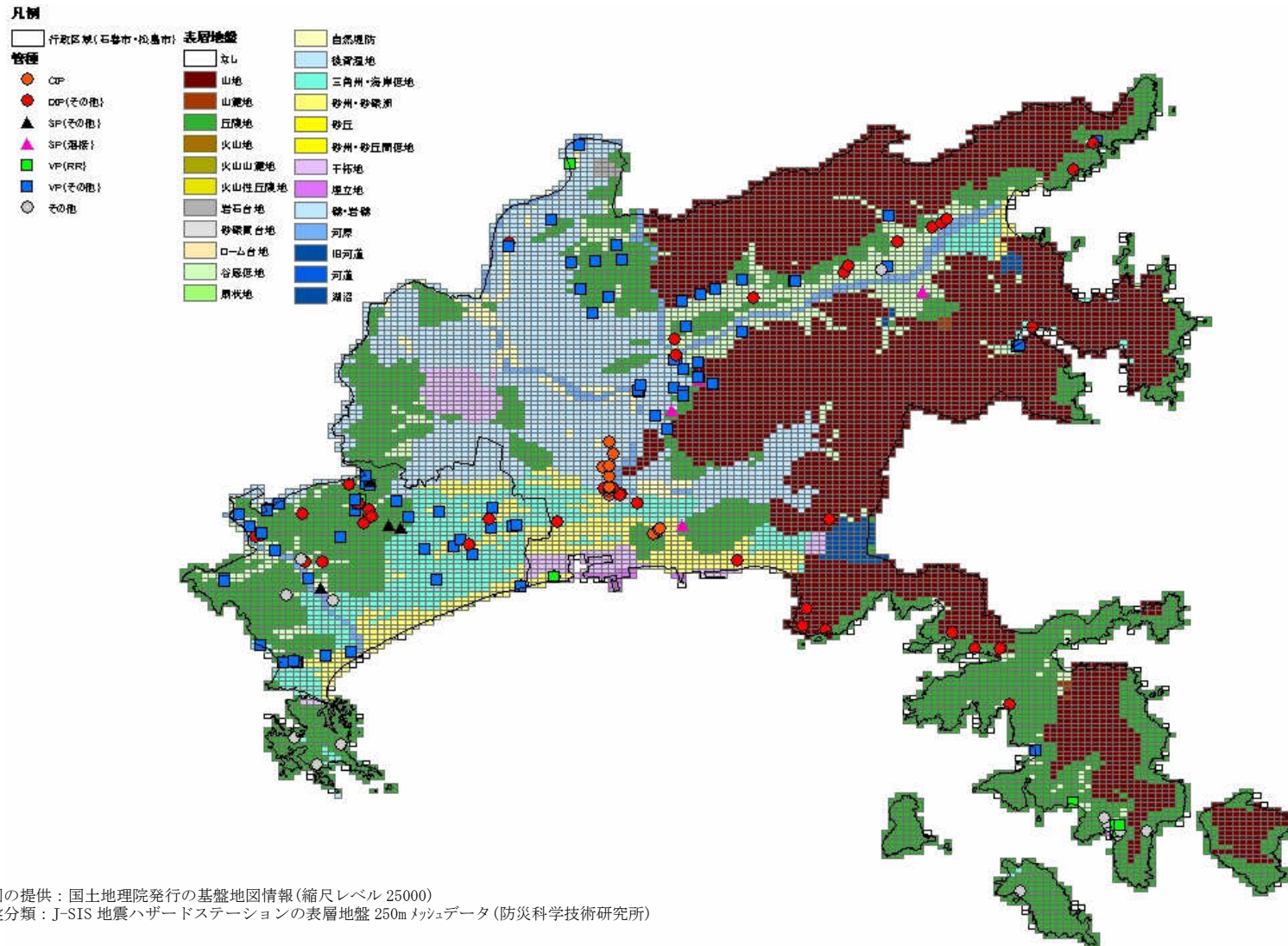
管路の被害は、震度別にみると約 87%が震度 6 弱以上で発生し、地盤別では約 81%が「丘陵」、「谷底低地」、「後背湿地」、「三角州・海岸低地」で発生していた(表 2.1.17 及び図 2.1.25 参照)。

メッシュあたりの被害件数は、「谷底低地」、「自然堤防」、「三角州・海岸低地」、「砂州・砂礫洲」で比較的高い値を示し、管路被害が発生しやすい傾向が認められた。また、震度 6 強の「谷底低地」での被害がとりわけ高い値を示した(表 2.1.19 及び図 2.1.27 参照)。

注 1) 出典：地震動マップ即時推定システム(QuIQuake)，産業技術総合研究所

注 2) 出典：250m メッシュ表層地盤 地震ハザードステーション，防災科学技術研究所

備考) 地盤ごとの管種別布設延長が未把握なため、管種別地盤分類別被害評価は行っていない。



備考 1) 背景地図の提供：国土地理院発行の基盤地図情報(縮尺レベル 25000)
 備考 2) 表層地盤分類：J-SIS 地震ハザードステーションの表層地盤 250m メッシュデータ(防災科学技術研究所)

図 2.1.23 管路被害地点と表層地盤分類(石巻地方広域水道企業団)

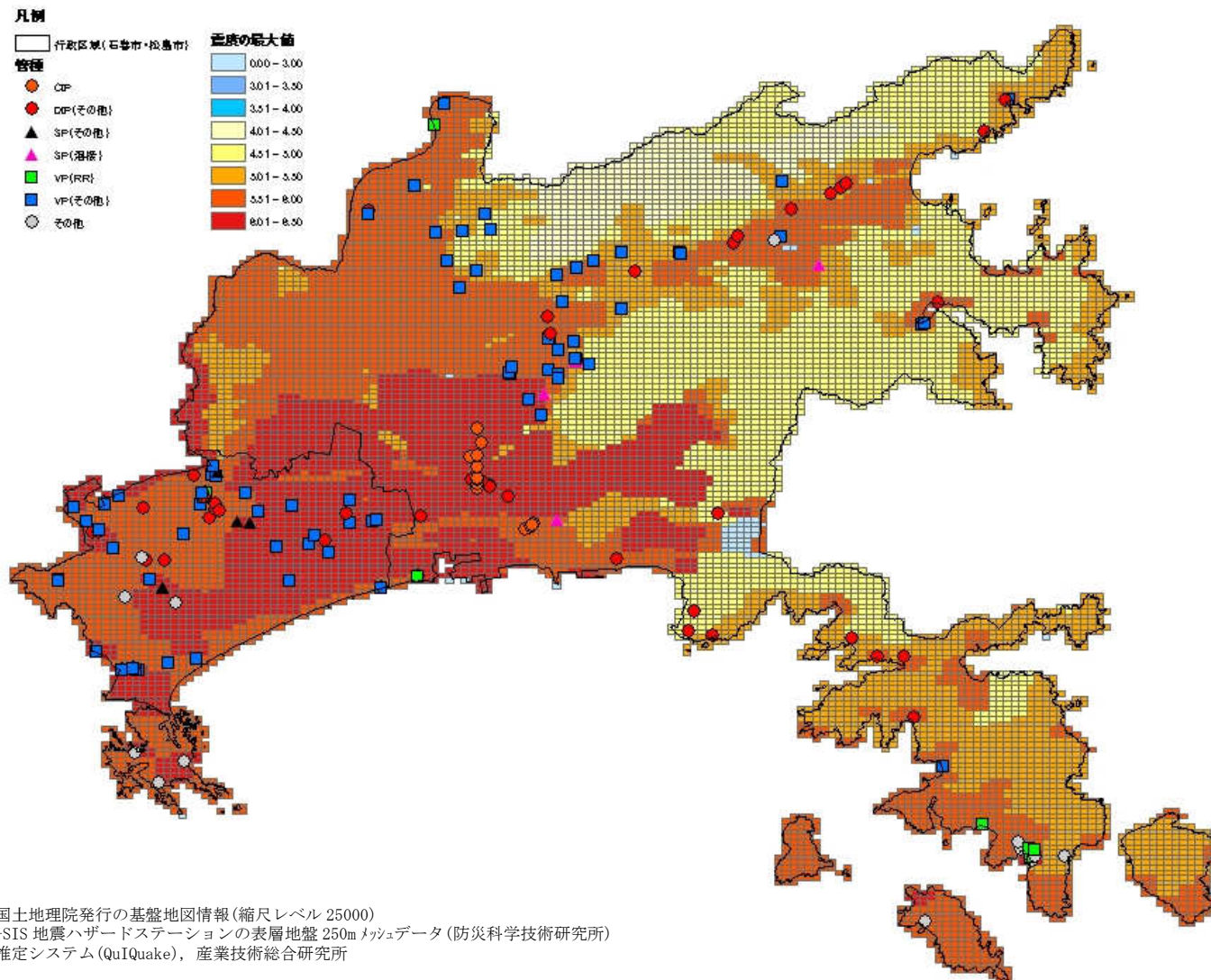


図 2.1.24 管路被害地点と震度分布(石巻地方広域水道企業団)

表 2.1.17 表層地盤分類別の管路被害件数(石巻地方広域水道企業団)

単位:件

表層地盤分類	震度					総計	割合
	4	5弱	5強	6弱	6強		
山地	0	4	6	6	0	16	8%
山麓地			0	0		0	0%
丘陵		3	5	35	14	57	27%
岩石台地			0	0		0	0%
谷底低地			10	22	9	41	20%
自然堤防				4	2	6	3%
後背湿地				15	24	39	19%
三角洲・海岸低地				4	27	31	15%
砂州・砂礫州			0	13	4	17	8%
干拓地				0	2	2	1%
埋立地					0	0	0%
河原		0	0	0	1	1	0%
湖沼		0	0			0	0%
その他		0	0			0	0%
総計	0	7	21	99	83	210	100%
割合	0%	3%	10%	47%	40%	100%	

備考) 総被害件数は212件であるが、被害場所が特定できなかった2件を分析から除外した。

表 2.1.18 表層地盤分類別のメッシュ数(石巻地方広域水道企業団)

単位:メッシュ

表層地盤分類	震度					総計	割合
	4	5弱	5強	6弱	6強		
山地	192	1047	361	91	53	1744	23%
山麓地			3	2		5	0%
丘陵		95	742	969	193	1999	26%
岩石台地			3	4		7	0%
谷底低地			235	407	39	681	9%
自然堤防				80	46	126	2%
後背湿地				869	766	1635	21%
三角洲・海岸低地				67	647	714	9%
砂州・砂礫州			8	273	201	482	6%
干拓地				107	78	185	2%
埋立地					5	5	0%
河原		6	16	56	39	117	2%
湖沼		1	2			3	0%
その他		2	3			5	0%
総計	192	1151	1373	2925	2067	7708	100%

備考) 道路位置を管路位置の代替として用い、道路が含まれるメッシュを集計した。

表 2.1.19 表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数(石巻地方広域水道企業団)

単位:件/メッシュ

表層地盤分類	震度					総計
	4	5弱	5強	6弱	6強	
山地	0	0.00	0.02	0.07	0	0.01
山麓地	-	-	0	0	-	0
丘陵	-	0.03	0.01	0.04	0.07	0.03
岩石台地	-	-	0	0	-	0
谷底低地	-	-	0.04	0.05	0.23	0.06
自然堤防	-	-	-	0.05	0.04	0.05
後背湿地	-	-	-	0.02	0.03	0.02
三角洲・海岸低地	-	-	-	0.06	0.04	0.04
砂州・砂礫州	-	-	0	0.05	0.02	0.04
干拓地	-	-	-	0	0.03	0.01
埋立地	-	-	-	-	0	0
河原	-	0	0	0	0.03	0.01
湖沼	-	0	0	-	-	0
その他	-	0	0	-	-	0
総計	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.03

備考) 「-」は該当の表層地盤が存在しない。また、「0」は被害が発生していないことを示す。

備考) 「総計」は(被害数の合計)/(メッシュ数の合計)を示す。

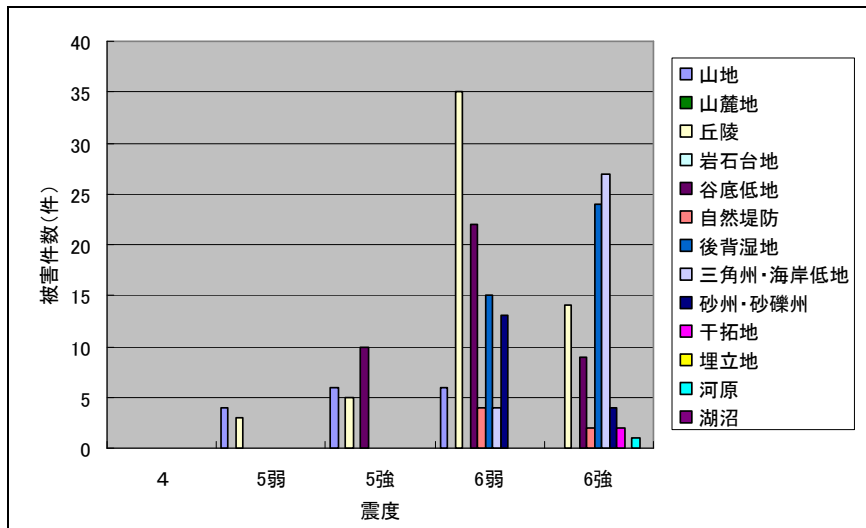


図 2.1.25 表層地盤分類別の管路被害件数(石巻地方広域水道企業団)

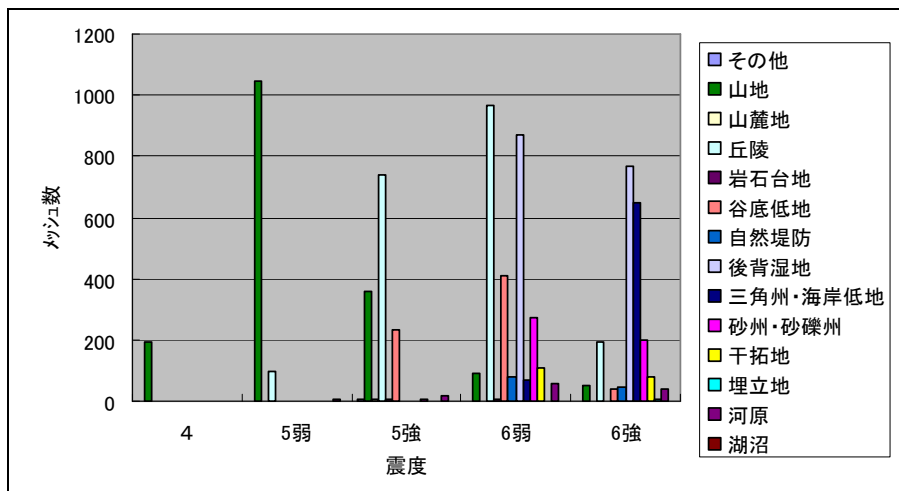


図 2.1.26 表層地盤分類別のメッシュ数(石巻地方広域水道企業団)

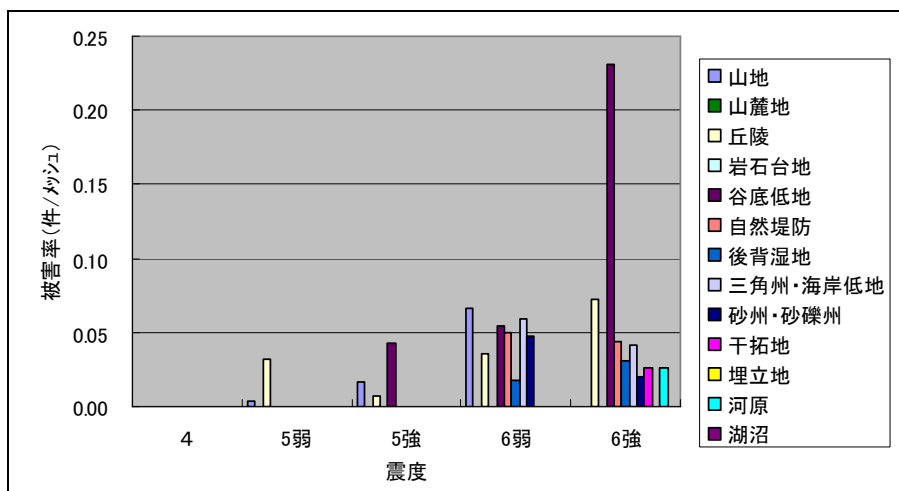


図 2.1.27 表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数(石巻地方広域水道企業団)

(2) 被害箇所の現地調査

① 海岸部での被害事例

被害箇所は海岸の堤防付近であり、付近一帯には地盤の沈下が認められた。



図 2.1.28 宅地造成地での被害例(φ200 DIP 継手漏水：東松島市大曲字南浜)

② 鋳鉄管(CIP)の被害事例

被害箇所は市街地のインターロッキングによる舗装道路であり、軽微な沈下が認められるものの著しい地盤変状は認められなかった。しかしながら、鋳鉄管(CIP)の継手漏水が発生した(図 2.1.29 参照)。

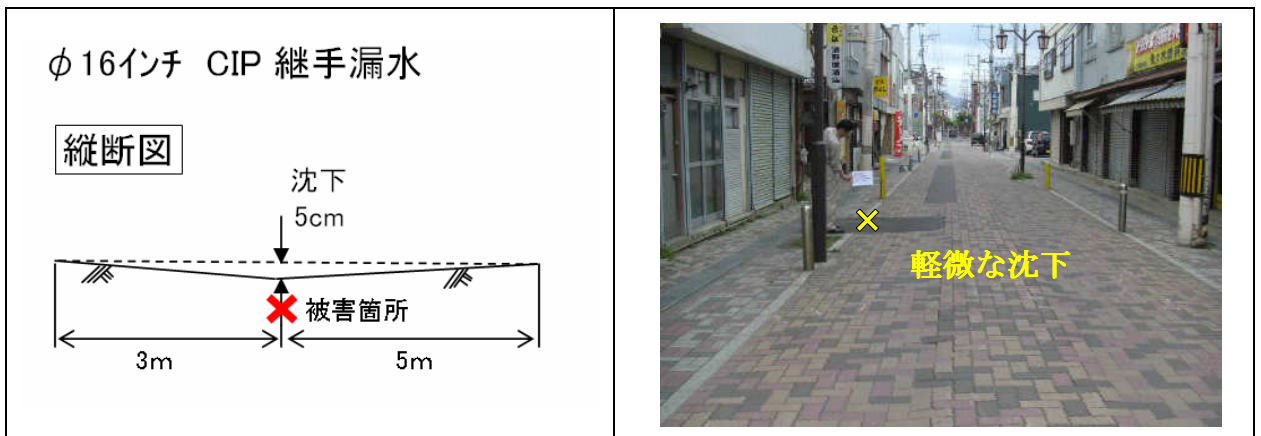


図 2.1.29 鋳鉄管の被害事例(φ16 英寸 CIP 継手漏水：石巻市中央)

③ 宅地造成地での被害事例

被害箇所は丘陵部内の宅地造成地の傾斜部であり、斜面のすべりによる舗装の割れ、周辺地盤の不等沈下が認められた（図 2.1.30 参照）。

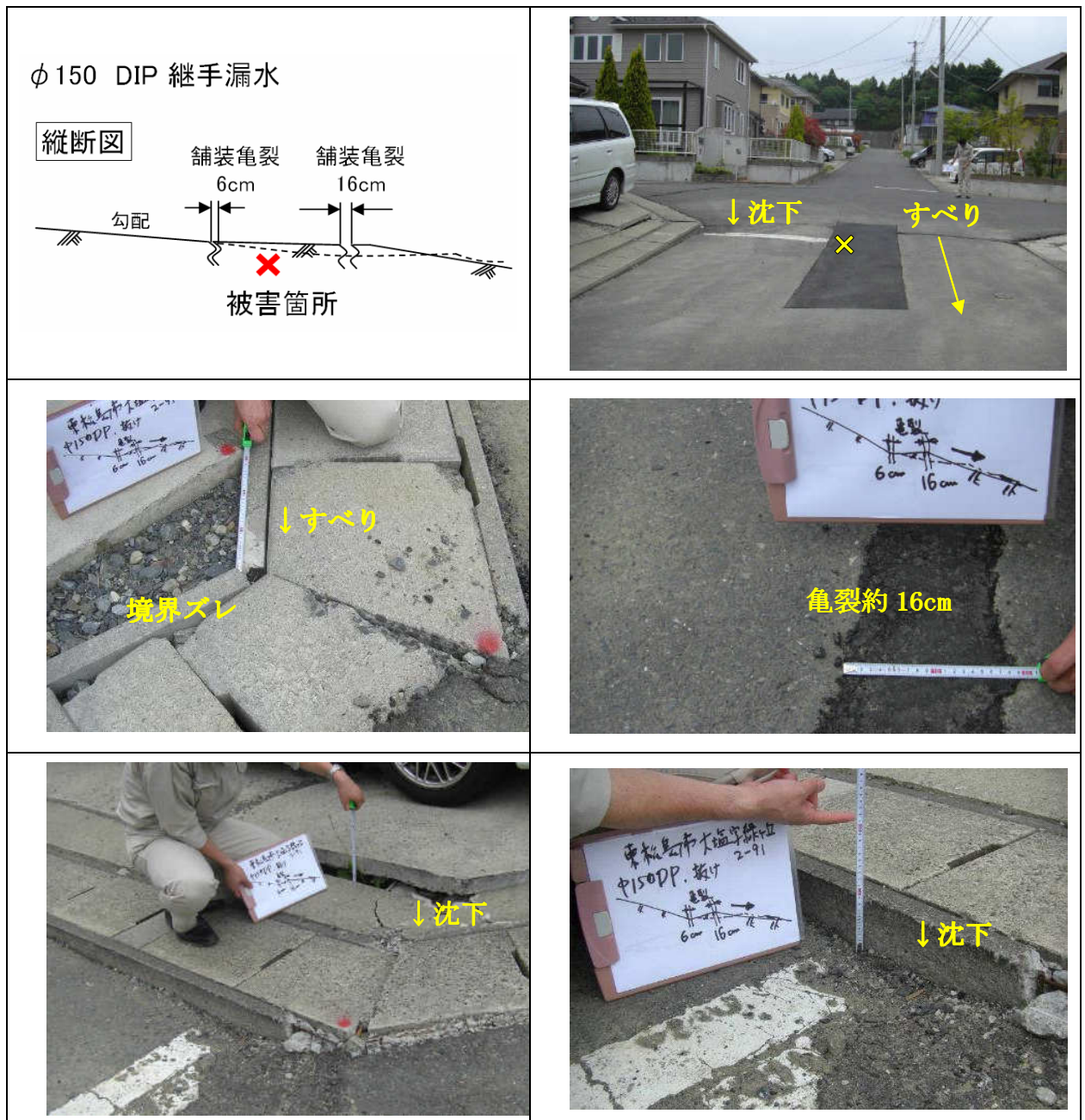


図 2.1.30 宅地造成地での被害例(φ150 DIP 継手漏水:東松島市大塩字緑ヶ丘)

④ 道路盛土部の地盤変状の事例

被害箇所は水田とため池を仕切る道路盛土であり、盛土のはらみ出しによる道路の沈下などの地盤変状が認められた。該当箇所にはNS形ダクタイル鋳鉄管が布設されていたが被害はなかった。(図 2.1.31 参照)。



図 2.1.31 道路盛土部の地盤変状の事例
($\phi 150$ DIP(NS) 被害なし: 東松島市新餅田)

2.1.4 水戸市水道部

1) 管路の保有状況

水戸市水道部が保有する導・送・配水本管・配水支管の管種別管路延長を表 2.1.20 に示す。

表 2.1.20 導・送・配水本管・配水支管の管種別管路延長(水戸市水道部)

管種	導水管 (m)	送水管 (m)	配水本管 (m)	配水支管 (m)	合計 (m)	割合 (%)
CIP	0	1,294	5,470	377	7,141	0
DIP(耐震)	0	0	17,360	17,359	34,719	2
DIP(その他)	13,864	14,179	95,945	1,016,260	1,140,248	66
SP(溶接)	5,133	0	1,799	20,911	27,843	2
SP(その他)	0	0	0	814	814	0
VP(RR)	608	0	0	484,046	484,654	28
VP(その他)						
その他	5,373	0	131	15,725	21,229	2
合計	24,978	15,473	120,705	1,555,492	1,716,648	100

備考)管路延長は、水道統計(平成 21 年度)の値を用いた。

2) 管路の被害状況

水戸市水道部の被害は 130 件であり、被害率は 0.08 件/km であった。管種別にみると、VP(その他)での管体破損や DIP(その他)の継手漏水、SP(溶接)、SP(その他)の被害も認められた(表 2.1.21 参照)。

表 2.1.21 導・送・配水本管・配水支管の管種別被害形態別の被害状況

(水戸市水道部)

管種	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数 (件)	被害形態別件数(件)			被害率 (件/km)
			A-① 継手 漏水	A-② 管体 破損	A-③ その他	
CIP	7,141	10	9	0	1	1.40
DIP(耐震)	34,719	0	0	0	0	0
DIP(その他)	1,140,248	36	35	0	1	0.03
SP(溶接)	27,843	3	3	0	0	0.11
SP(その他)	814	11	8	3	0	13.51
VP(RR)	484,654	-	-	-	-	-
VP(その他)		61	13	48	0	0.13
その他	21,229	9	4	5	0	0.42
合計	1,716,648	130	72	56	2	0.08

注 1)管路延長は、水道統計(平成 21 年度)の値を用いた。

(1) 導・送・配水本管の被害状況

基幹管路の被害は2件であり、CIPとDIP(その他)の被害があった。被害形態については、CIPは継手漏水、DIP(その他)は「その他」による被害であった(表2.1.22参照)。個別の被害データは、参考資料を参照。

表 2.1.22 導・送・配水本管の管種別被害形態別の被害状況(水戸市水道部)

管種	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数 (件)	被害形態別件数(件)			被害率 (件/km)
			A-① 継手 漏水	A-② 管体 破損	A-③ その他	
CIP	6,764	1	1	0	0	0.15
DIP(耐震)	17,360	0	0	0	0	0
DIP(その他)	123,988	1	0	0	1	0.01
SP(溶接)	6,932	0	0	0	0	0
SP(その他)	0	-	-	-	-	-
VP(RR)	608	-	-	-	-	-
VP(その他)		0	0	0	0	0
その他	5,504	0	0	0	0	0
合計	161,156	2	1	0	1	0.01

注1)管路延長は、水道統計(平成21年度)の値を用いた。

(2) 配水支管の被害状況

配水支管の被害は128件であり、VP(その他)、DIP(その他)、SP(その他)、CIPの順で被害が多かった。

被害形態については、VP(その他)の約79%が「管体破損」であり、DIP(その他)及びSP(溶接)のすべてとSP(その他)の約73%が「継手漏水」であった。被害率はCIP、SP(その他)が高い値を示した。(表2.1.23参照)。個別の被害データは、参考資料を参照。

表 2.1.23 配水支管の管種別被害形態別の被害状況(水戸市水道部)

管種	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数 (件)	被害形態別件数(件)			被害率 (件/km)
			A-① 継手 漏水	A-② 管体 破損	A-③ その他	
CIP	377	9	8	0	1	23.87
DIP(耐震)	17,359	0	0	0	0	0
DIP(その他)	1,016,260	35	35	0	0	0.03
SP(溶接)	20,911	3	3	0	0	0.14
SP(その他)	814	11	8	3	0	13.51
VP(RR)	484,046	-	-	-	-	-
VP(その他)		61	13	48	0	0.13
その他	15,725	9	4	5	0	0.57
合計	1,555,492	128	71	56	1	0.08

注1)管路延長は、水道統計(平成21年度)の値を用いた。

3) 管路被害地点

水戸市水道部における管路被害地点と震度^{注 1)}及び表層地盤分類^{注 2)}との関係进行分析した。

「管路被害地点と表層地盤分類」を図 2.1.32 に示し、「管路被害地点と震度分布」を図 2.1.33 に示す。また、震度別の「表層地盤分類別の管路被害件数」を表 2.1.24 及び図 2.1.34 に示す。

表層地盤分類別の被害分析は、管路の位置情報の代替として道路が存在する管路の被害点が含まれる 250m メッシュを抽出し、メッシュに含まれる被害点を集計してメッシュ数で除し、「表層地盤分類別のメッシュあたりの被害件数(被害率)」を求めた。「表層地盤分類別のメッシュ数」を表 2.1.25 及び図 2.1.35 に示し、「表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数」を表 2.1.26 及び図 2.1.36 に示す。

管路の被害は、震度別にみると約 97%が震度 6 弱以上で発生し、地盤別では「ローム台地」「自然堤防」「後背湿地」で約 84%を占めた(表 2.1.24 及び表 2.1.34 参照)。

メッシュあたりの被害件数は、「埋立地」で特に高く、「後背湿地」「自然堤防」「河原」でもやや高い値を示し、管路被害が発生しやすい傾向が認められた。また、全体でも震度の増加と共にメッシュあたりの被害件数が上昇傾向を示した(表 2.1.26 及び図 2.1.36 参照)。

注 1) 出典：地震動マップ即時推定システム(QuIQuake)，産業技術総合研究所

注 2) 出典：250m メッシュ表層地盤 地震ハザードステーション，防災科学技術研究所

備考) 地盤ごとの管種別布設延長が未把握なため、管種別地盤分類別被害評価は行っていない。

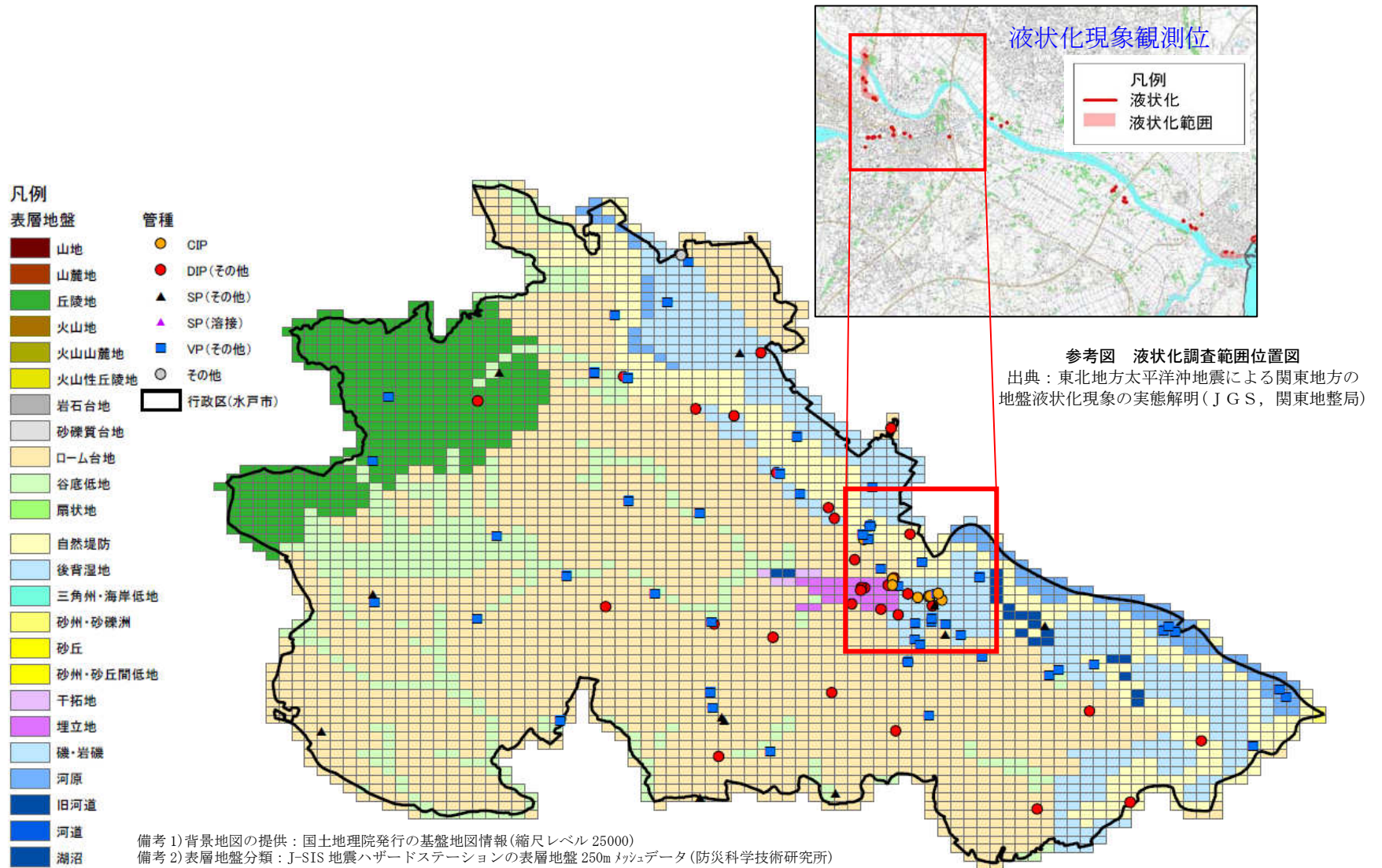
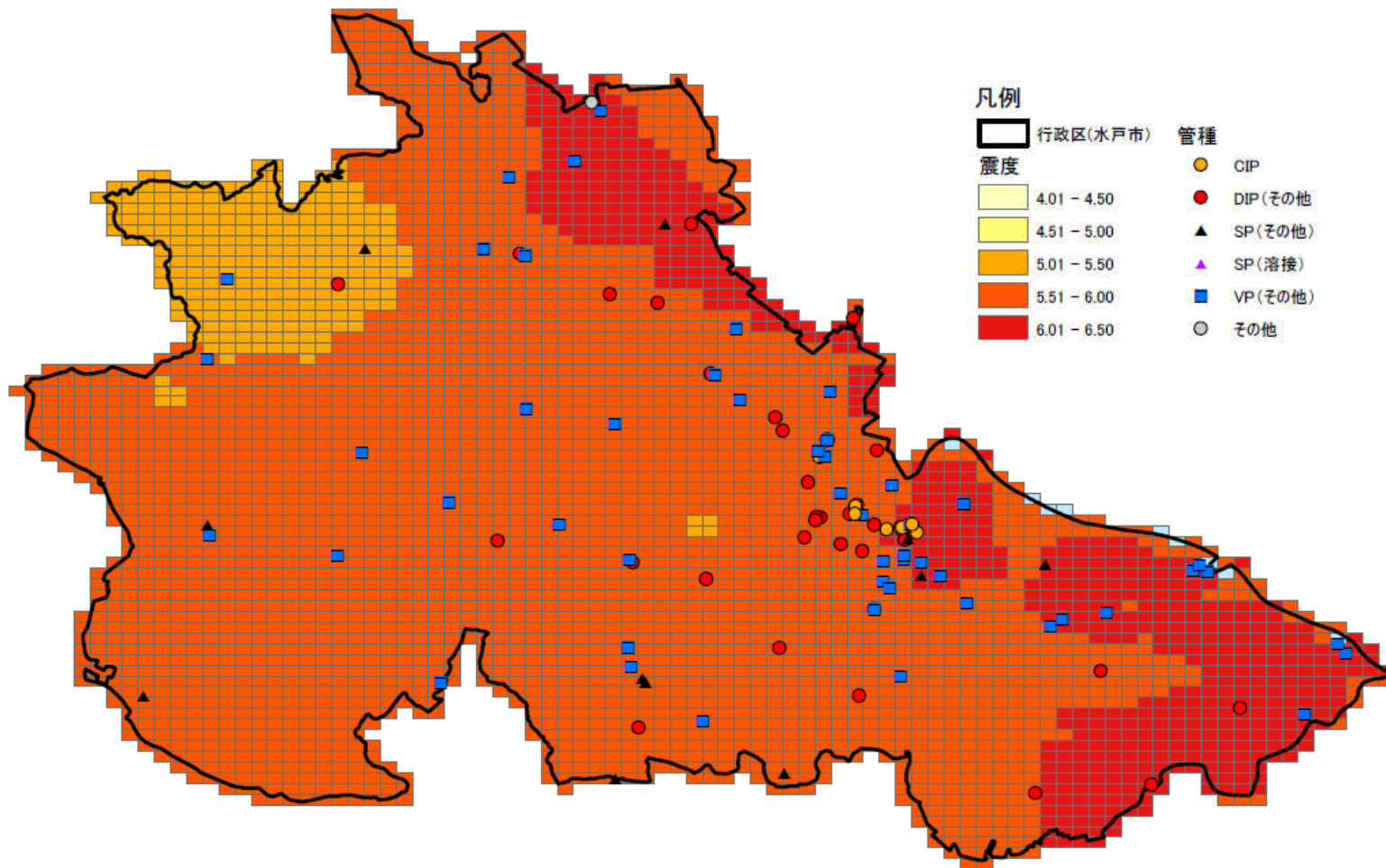


図 2.1.32 管路被害地点と表層地盤分類(水戸市水道部)



備考 1) 背景地図の提供：国土地理院発行の基盤地図情報(縮尺レベル 25000)

備考 2) 表層地盤分類：J-SIS 地震ハザードステーションの表層地盤 250m メッシュデータ(防災科学技術研究所)

備考 3) 地震動マップ即時推定システム(QuIQuake), 産業技術総合研究所

図 2.1.33 管路被害地点と震度分布(水戸市水道部)

表 2.1.24 表層地盤分類別の管路被害件数(水戸市水道部)

単位:件

表層地盤分類	震度					総計	割合
	4	5弱	5強	6弱	6強		
丘陵			4	1		5	4%
ローム台地			0	47	2	49	38%
谷底低地			0	5	0	5	4%
自然堤防				18	7	25	19%
後背湿地				13	22	35	27%
旧河道				0	0	0	0%
干拓地				0		0	0%
埋立地				6		6	5%
河原				0	5	5	4%
湖沼				0		0	0%
総計	0	0	4	90	36	130	100%
割合	0%	0%	3%	69%	28%	100%	

表 2.1.25 表層地盤分類別のメッシュ数(水戸市水道部)

単位:メッシュ

表層地盤分類	震度					総計	割合
	4	5弱	5強	6弱	6強		
丘陵			221	94		315	9%
ローム台地			4	1840	55	1899	55%
谷底低地			7	362	3	372	11%
自然堤防				193	140	333	10%
後背湿地				71	346	417	12%
旧河道				7	11	18	1%
干拓地				5		5	0%
埋立地				25		25	1%
河原				37	26	63	2%
湖沼				2		2	0%
総計	0	0	232	2636	581	3449	100%

備考) 道路位置を管路位置の代替として用い、道路が含まれるメッシュを集計した。

表 2.1.26 表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数(水戸市水道部)

単位:件/メッシュ

表層地盤分類	震度					総計
	4	5弱	5強	6弱	6強	
丘陵	-	-	0.02	0.01	-	0.02
ローム台地	-	-	0	0.03	0.04	0.03
谷底低地	-	-	0	0.01	0	0.01
自然堤防	-	-	-	0.09	0.05	0.08
後背湿地	-	-	-	0.18	0.06	0.08
旧河道	-	-	-	0	0	0
干拓地	-	-	-	0	-	0
埋立地	-	-	-	0.24	-	0.24
河原	-	-	-	0	0.19	0.08
湖沼	-	-	-	0	-	0
総計	0	0	0.02	0.03	0.06	0.04

備考) 「-」は該当の表層地盤が存在しない。また、「0」は被害が発生していないことを示す。

備考) 「総計」は(被害数の合計)/(メッシュ数の合計)を示す。

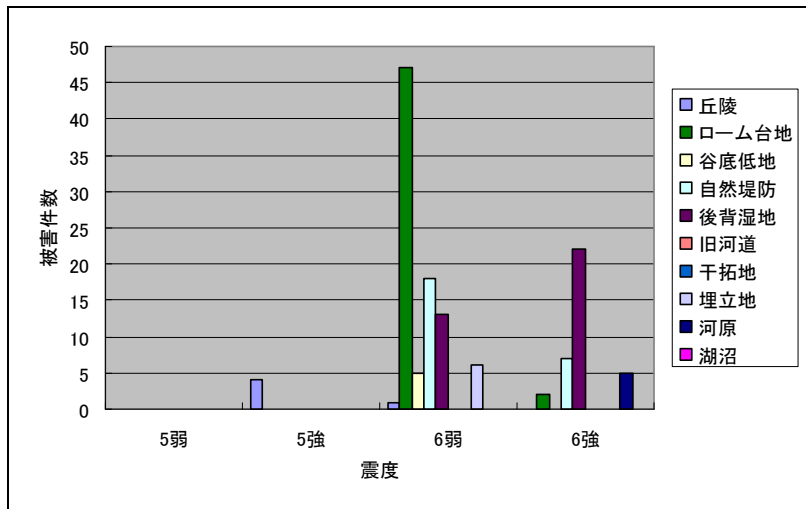


図 2. 1. 34 表層地盤分類別の管路被害件数 (水戸市水道部)

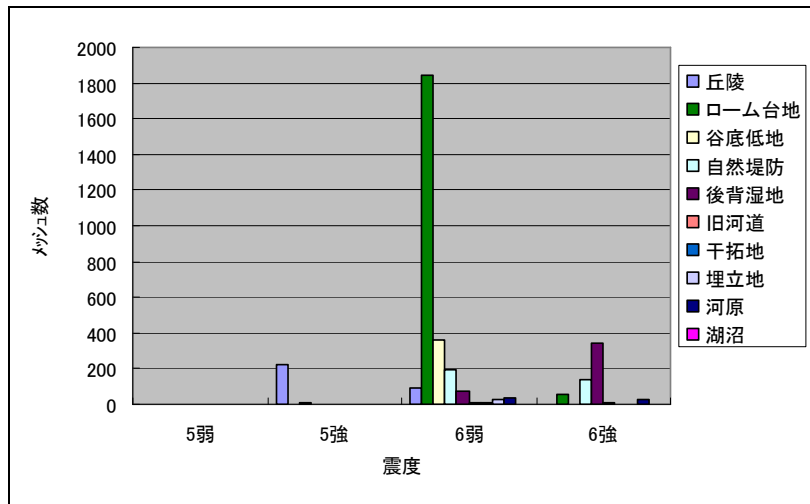


図 2. 1. 35 表層地盤分類別のメッシュ数 (水戸市水道部)

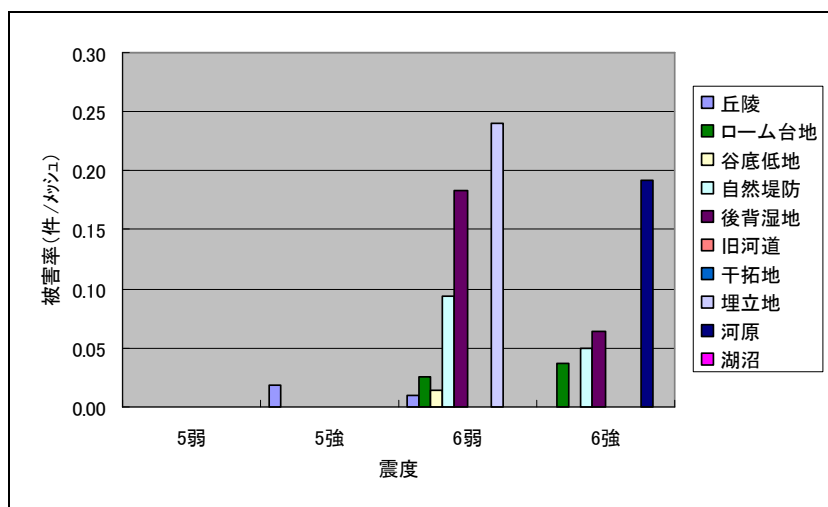


図 2. 1. 36 表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数 (水戸市水道部)

(3) 被害箇所の現地調査

① 液状化による被害事例(その1)

被害箇所では交差点全体に地盤沈下を生じ、杭支持の建築物では拔上り現象が認められた(図2.1.37参照)。

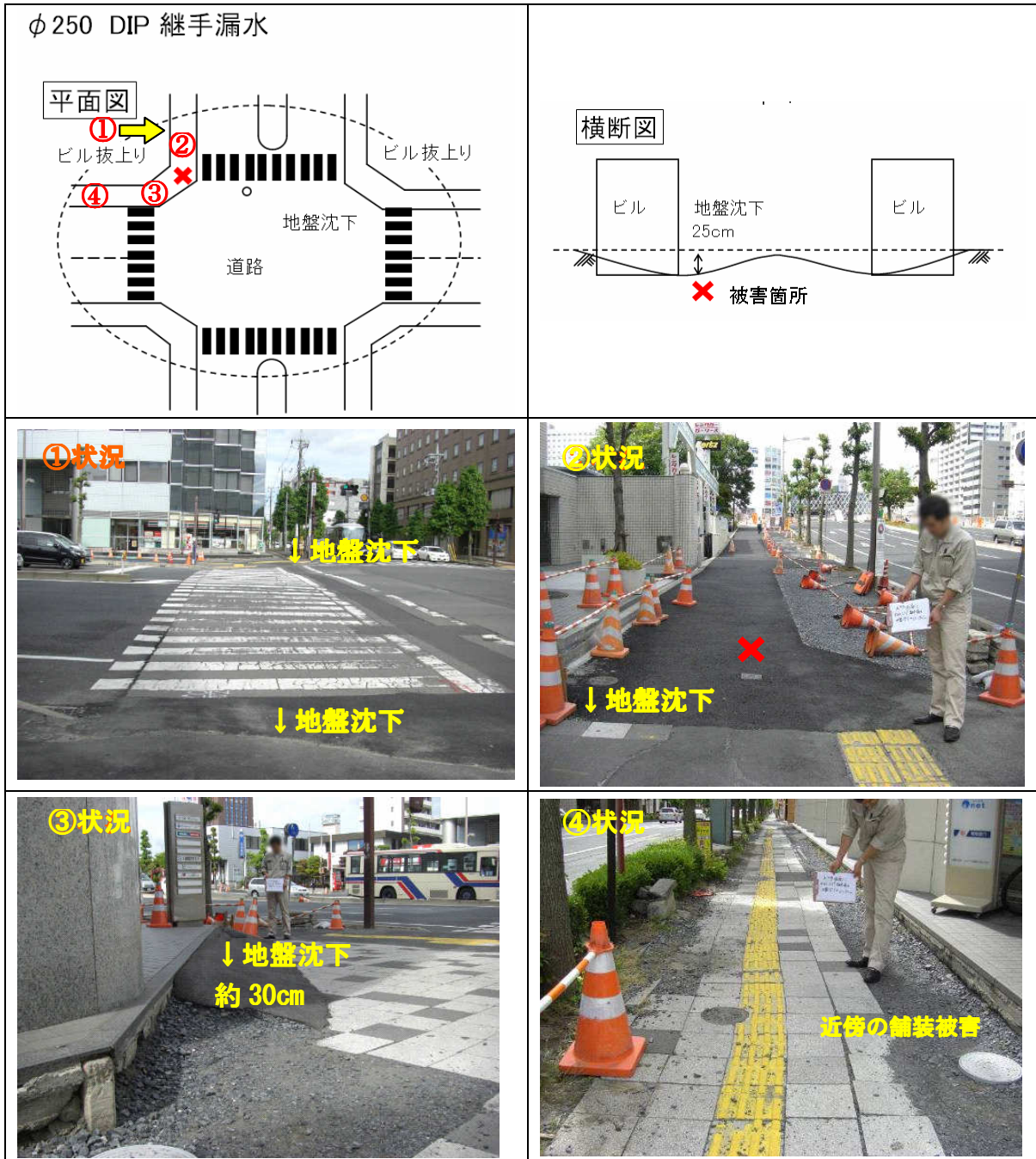


図 2. 1. 37 液状化による被害事例(φ250 DIP 継手漏水：水戸市城南)

② 液状化による被害事例(その2)

被害箇所では、地盤の不等沈下が認められた。また、周辺では液状化による舗装の損傷や墳砂口が認められた (図 2. 1. 38 参照)。

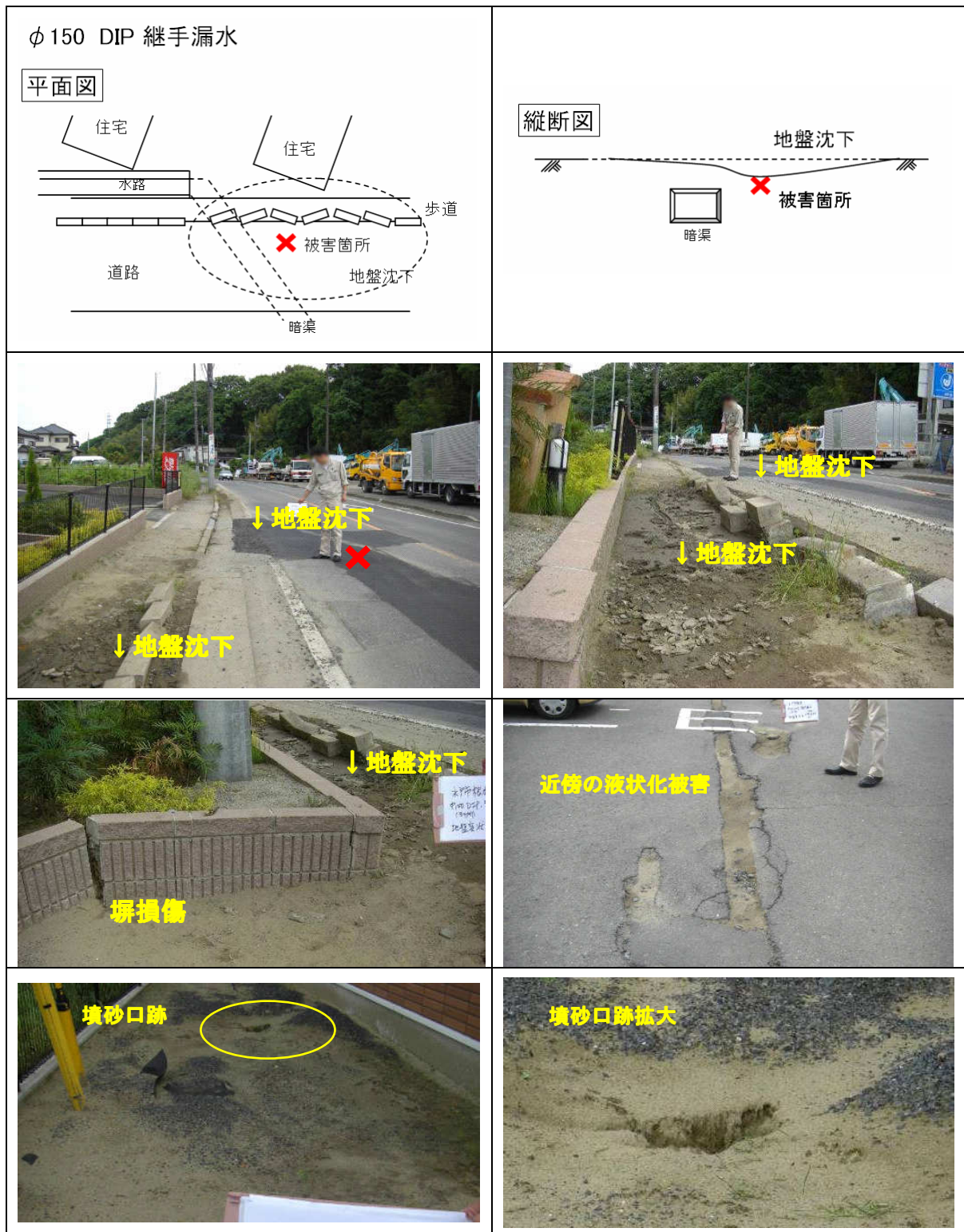


図 2. 1. 38 液状化による被害事例(φ150 DIP 継手漏水：水戸市根本)

③ 道路盛土部の地盤変状の事例

被害箇所は道路盛土であり、盛土部の沈下により広範囲で舗装面損傷などが認められた。該当箇所にはφ100mmのT形ダクトイル鋳鉄管(DIP)に被害が生じた。また、NS形ダクトイル鋳鉄管(DIP)が平行して布設されていたが被害はなかった。(図2.1.39参照)。



図 2.1.39 道路盛土部の地盤変状の事例
(φ100 DIP(T)継手漏水、φ300 DIP(NS) 被害なし：水戸市全隈町内)

④ 鑄鉄管(CIP)の被害事例

被害箇所は商店街の歩道部でタイル舗装道路であったが、地盤変状はほとんどなかった。しかしながら、 $\phi 250$ mmの鑄鉄管(CIP)の継手漏水が発生した。(図 2.1.40 参照)。



図 2.1.40 鑄鉄管の被害事例($\phi 250$ CIP 継手漏水 : 水戸市本町)

2.1.5 千葉県水道局

1) 管路の保有状況

千葉県水道局が保有する導・送・配水本管・配水支管の管種別管路延長を表 2.1.27 に示す。

表 2.1.27 導・送・配水本管・配水支管の管種別管路延長(千葉県水道局)

管種	導水管 (m)	送水管 (m)	配水本管 (m)	配水支管 (m)	合計 (m)	割合 (%)
CIP	799	3,118	11,898	10,251	26,066	0
DIP(耐震)	6,626	16,443	64,615	525,001	612,685	7
DIP(その他)	46,414	113,505	286,547	7,233,688	7,679,154	88
SP(溶接)	18,223	39,979	55,895	15,812	129,909	2
SP(その他)	0	0	0	39,534	39,534	0
VP(RR)	0	0	0	259,374	259,374	3
VP(その他)						
その他	0	0	0	8,339	8,339	0
合計	72,062	172,045	418,955	8,091,999	8,755,061	100

備考) 管路延長は、平成 22 年度版の水道事業年報の値を用いた。

2) 管路の被害状況

千葉県水道局の被害は 461 件であり、被害率は 0.05 件/km であった。管種別にみると CIP、DIP(その他)の継手漏水、VP (RR)の管体破損の被害等が認められた。なお、後述するように、被害の 9 割が埋立地で発生しており、VP はこの地域にほとんど埋設されていなかった(表 2.1.28 を参照)。

表 2.1.28 導・送・配水本管・配水支管の管種別被害形態別の被害状況(千葉県水道局)

管種	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数(件)	被害形態別件数(件)			被害率 (件/km)
			A-① 継手 漏水	A-② 管体 破損	A-③ その他	
CIP	26,066	3	2	1	0	0.12
DIP(耐震)	612,685	0	0	0	0	0
DIP(その他)	7,679,154	448	443	0	5	0.06
SP(溶接)	129,909	1	0	1	0	0.01
SP(その他)	39,534	2	2	0	0	0.05
VP(RR)	259,374	7	3	4	0	0.03
VP(その他)		0	0	0	0	
その他	8,339	0	0	0	0	0
合計	8,755,061	461	450	6	5	0.05

注 1) 管路延長は、平成 22 年度版の水道事業年報の値を用いた。

(1) 導・送・配水本管の被害状況

導・送・配水本管の被害は7件であり、CIP及びDIP(その他)の被害であった。

被害形態については、CIPは継手漏水、管体破損、DIP(その他)は継手漏水であった(表2.1.29参照)。また、被害率ではCIPが0.19件/kmと高い値を示した。個別の被害データは、参考資料を参照。

表 2.1.29 導・送・配水本管の管種別被害形態別の被害状況(千葉県水道局)

管種	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数(件)	被害形態別件数(件)			被害率 (件/km)
			A-① 継手 漏水	A-② 管体 破損	A-③ その他	
CIP	15,815	3	2	1	0	0.19
DIP(耐震)	87,684	0	0	0	0	0
DIP(その他)	445,466	4	3	0	1	0.01
SP(溶接)	114,097	0	0	0	0	0
SP(その他)	-	-	-	-	-	-
VP(RR)	-	-	-	-	-	-
VP(その他)	-	-	-	-	-	-
その他	-	-	-	-	-	-
合計	663,062	7	5	1	1	0.01

注1) 管路延長は、平成22年度版の水道事業年報の値を用いた。

(2) 配水支管の被害状況

配水支管の被害は454件であり、主にDIP(その他)、VP(RR)及びSP(溶接)での被害であった。被害形態については、DIP(その他)では、ほとんどが「継手漏水」であり、少数ながら「管体腐食」などによる被害も見られた。VP(RR)では、「継手漏水」「管体破損」であった(表2.1.30参照)。個別の被害データは、参考資料を参照。

表 2.1.30 配水支管の管種別被害形態別の被害状況(千葉県水道局)

管種	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数 (件)	被害形態別件数(件)			被害率 (件/km)
			A-① 継手 漏水	A-② 管体 破損	A-③ その他	
CIP	10,251	0	0	0	0	0
DIP(耐震)	525,001	0	0	0	0	0
DIP(その他)	7,233,688	444	440	0	4	0.06
SP(溶接)	15,812	1	0	0	1	0.06
SP(その他)	39,534	2	2	0	0	0.05
VP(RR)	259,374	7	3	4	0	0.03
VP(その他)		0	0	0	0	
その他	8,339	0	0	0	0	0
合計	8,091,999	454	445	4	5	0.06

注1) 管路延長は、平成22年度版の水道事業年報の値を用いた。

3) 管路被害地点

千葉県水道局における管路被害地点と震度^{注1)}及び表層地盤分類^{注2)}との関係进行分析した。「管路被害地点と表層地盤分類」を図2.1.41に示し、「管路被害地点と震度分布」を図2.1.42に示す。また、震度別の「表層地盤分類別の管路被害件数」を表2.1.31及び図2.1.43に示す。

表層地盤分類別の被害分析は、管路の位置情報の代替として道路が存在する管路の被害点が含まれる250mメッシュを抽出し、メッシュに含まれる被害点を集計してメッシュ数で除し、「表層地盤分類別のメッシュあたりの被害件数(被害率)」を求めた。

「表層地盤分類別のメッシュ数」を表2.1.32及び図2.1.44に示し、「表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数」を表2.1.33及び図2.1.45に示す。

管路の被害は、震度別にみると震度5強で98%が発生し、地盤別では約89%が「埋立地」で発生していた(表2.1.31参照)。メッシュあたりの被害件数も「埋立地」で高く、「谷底低地」「干拓地」でも被害があった。また、液状化被害が集中した震度5強の範囲でメッシュあたりの被害件数が最も高かった(表2.1.33及び図2.1.45参照)。

注1) 出典：地震動マップ即時推定システム(QuIQuake)，産業技術総合研究所

注2) 出典：250mメッシュ表層地盤 地震ハザードステーション，防災科学技術研究所

備考) 地盤ごとの管種別布設延長が未把握なため、管種別地盤分類別被害評価は行っていない。

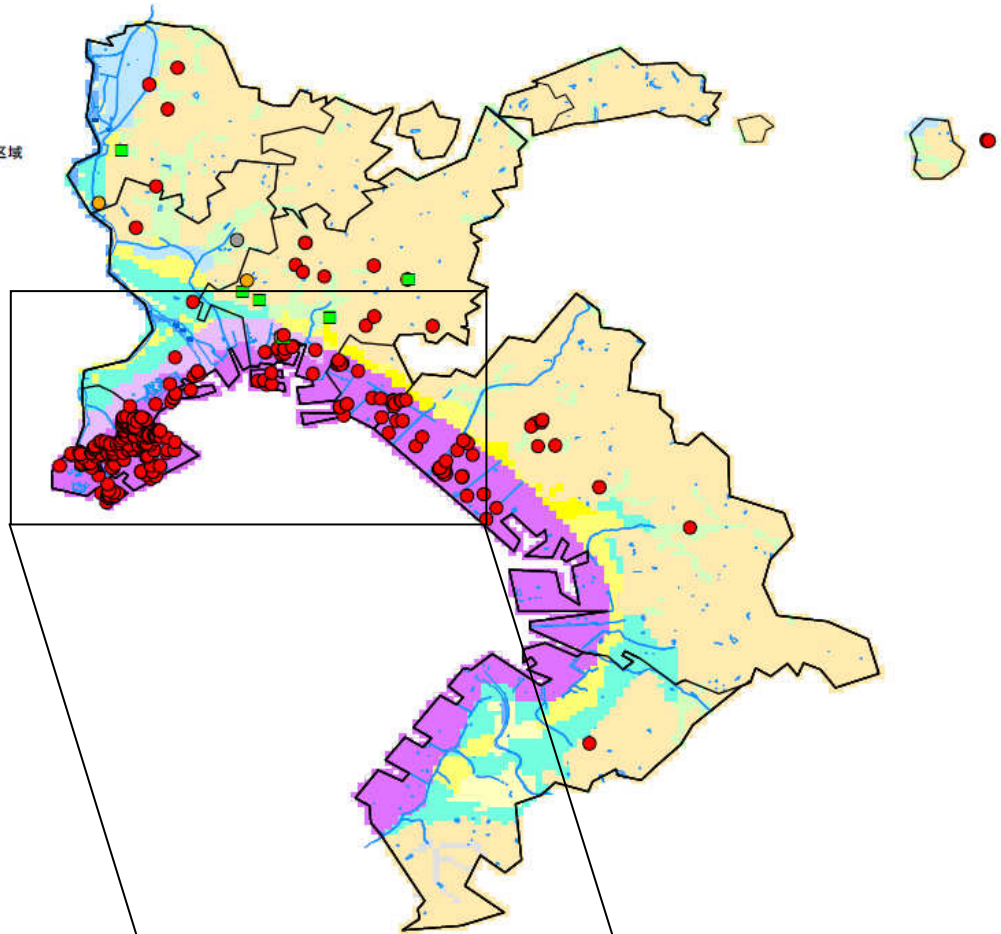
凡例

管種

- CIP
- DIP(その他)
- ▲ SP(溶接)
- VP(RR)
- その他
- 千葉県水道局の給水区域
- 水涯線

表層地盤

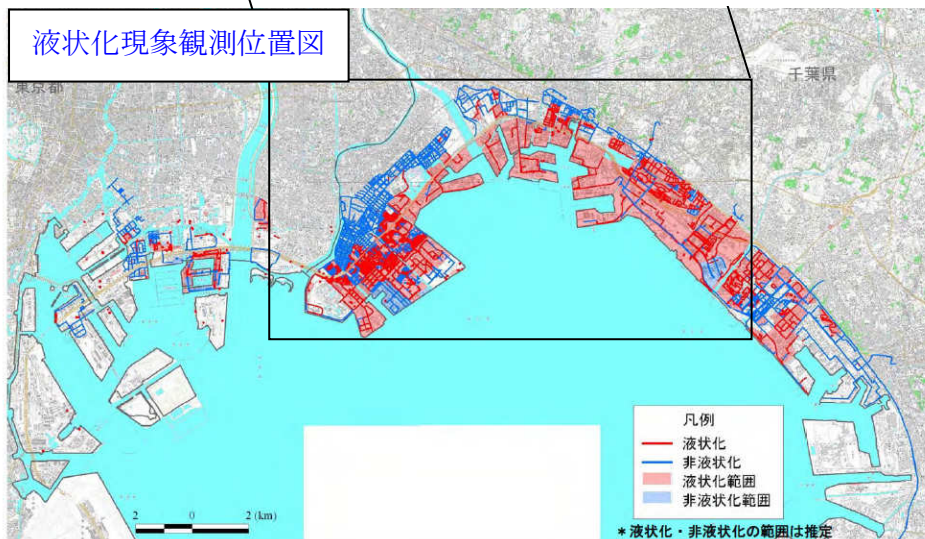
- 山地
- 山麓地
- 丘陵地
- 火山地
- 火山山麓地
- 火山性丘陵地
- 岩石台地
- 砂礫質台地
- ローム台地
- 谷底低地
- 扇状地
- 自然堤防
- 後背湿地
- 三角州・海岸低地
- 砂州・砂礫洲
- 砂丘
- 砂州・砂丘間低地
- 干拓地
- 埋立地
- 礫・岩礫
- 河原
- 旧河道
- 河道
- 湖沼



備考 1) 背景地図の提供：国土地理院発行の基盤地図情報
(縮尺レベル 25000)

備考 2) 表層地盤分類：J-SIS 地震ハザードステーションの表層地盤
250m マッシュデータ (防災科学技術研究所)

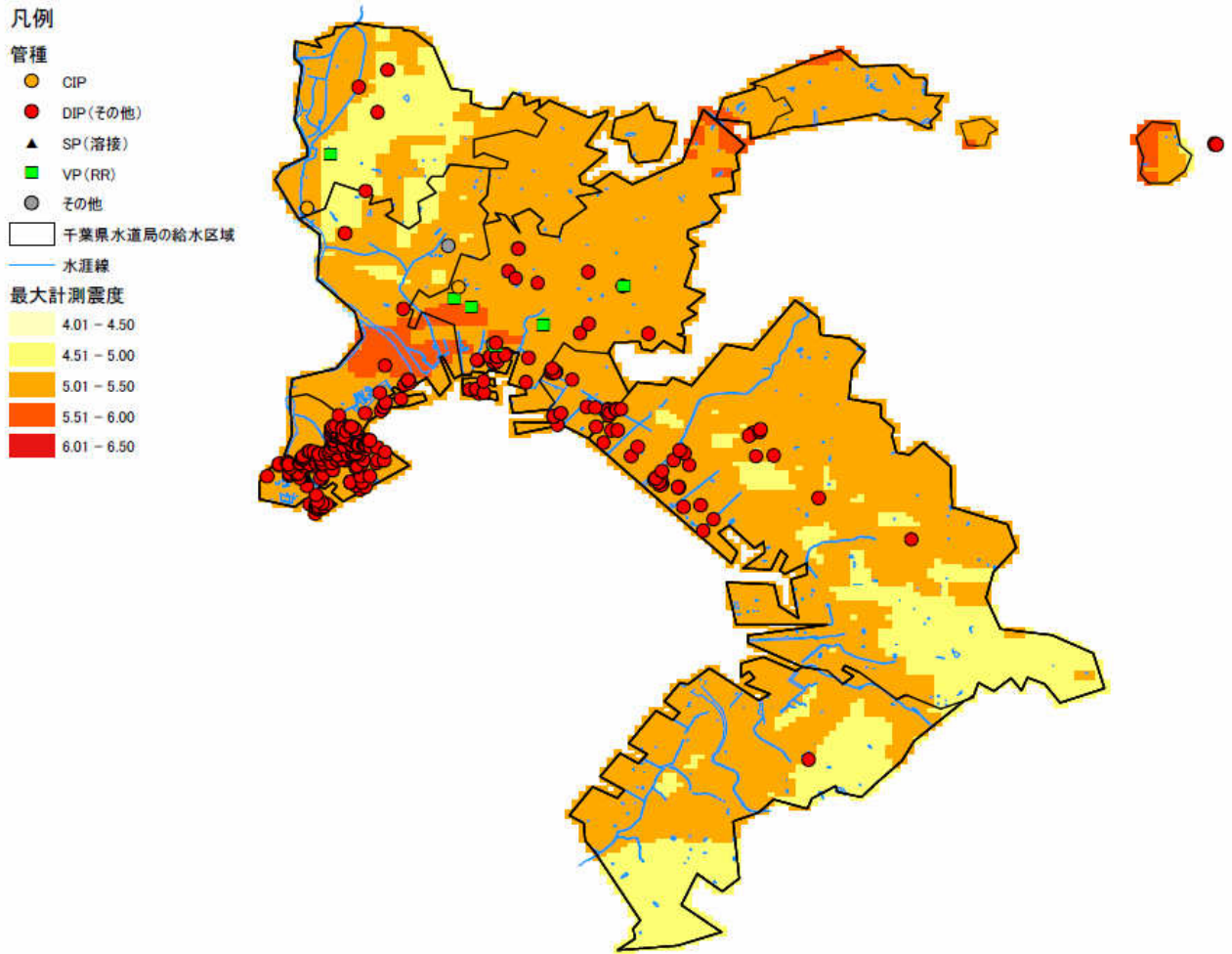
液状化現象観測位置図



参考図 液状化調査範囲位置図

出典：東北地方太平洋沖地震による関東地方の地盤液状化現象の実態解明 (J G S, 関東地整局)

図 2.1.41 管路被害地点と表層地盤分類(千葉県水道局)



備考 1) 背景地図の提供：国土地理院発行の基盤地図情報(縮尺レベル 25000)
 備考 2) 表層地盤分類：J-SIS 地震ハザードステーションの表層地盤 250m メッシュデータ(防災科学技術研究所)
 備考 3) 地震動マップ即時推定システム(QuIQuake)，産業技術総合研究所

図 2.1.42 管路被害地点と震度分布(千葉県水道局)

表 2.1.31 表層地盤分類別の管路被害件数(千葉県水道局)

単位:件

表層地盤分類	震度				総計	割合
	4	5弱	5強	6弱		
砂礫質台地		0			0	0%
ローム台地		5	14	0	19	4%
谷底低地		3	10	0	13	3%
自然堤防			0		0	0%
後背湿地			1	0	1	0%
旧河道			0		0	0%
三角州・海岸低地			2	1	3	1%
砂州・砂礫州		0	0	0	0	0%
砂丘			0		0	0%
干拓地			13	2	15	3%
埋立地			410	0	410	89%
河原		0	0	0	0	0%
総計	0	8	450	3	461	100%
割合	0%	2%	98%	1%	100%	

表 2.1.32 表層地盤分類別のメッシュ数(千葉県水道局)

単位:メッシュ

表層地盤分類	震度				総計	割合
	4	5弱	5強	6弱		
砂礫質台地		31			31	0%
ローム台地		1603	3594	59	5256	58%
谷底低地		48	474	61	583	6%
自然堤防			146		146	2%
後背湿地			214	12	226	2%
旧河道			2		2	0%
三角州・海岸低地			632	73	705	8%
砂州・砂礫州		99	255	23	377	4%
砂丘			83		83	1%
干拓地			141	64	205	2%
埋立地			1466	10	1476	16%
河原		5	37	7	49	1%
総計	0	1786	7044	309	9139	100%

(備考) 管路の代替として、道路と重なるメッシュをカウントした。

表 2.1.33 表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数(千葉県水道局)

単位:件/メッシュ

表層地盤分類	震度				総計
	4	5弱	5強	6弱	
砂礫質台地	-	0	-	-	0
ローム台地	-	0.00	0.00	0	0.00
谷底低地	-	0.06	0.02	0	0.02
自然堤防	-	-	0	-	0
後背湿地	-	-	0.00	0	0.00
旧河道	-	-	0	-	0
三角州・海岸低地	-	-	0.00	0.01	0.00
砂州・砂礫州	-	0	0	0	0
砂丘	-	-	0	-	0
干拓地	-	-	0.09	0.03	0.07
埋立地	-	-	0.28	0	0.28
河原	-	0	0	0	0
総計	0	0.00	0.06	0.01	0.05

(備考) 「-」は該当の表層地盤が存在しない。また、「0」は被害が発生していないことを示す。
 (備考) 「総計」は(被害数の合計)/(メッシュ数の合計)を示す。

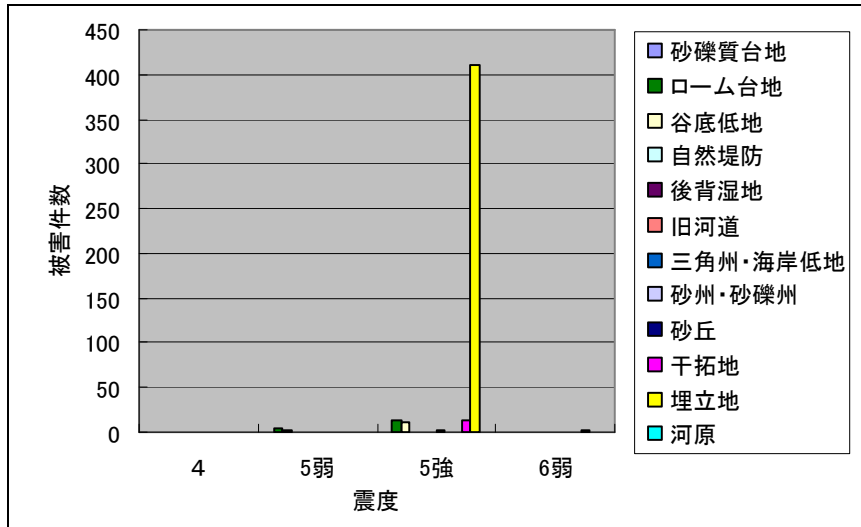


図 2. 1. 43 表層地盤分類別の管路被害件数 (千葉県水道局)

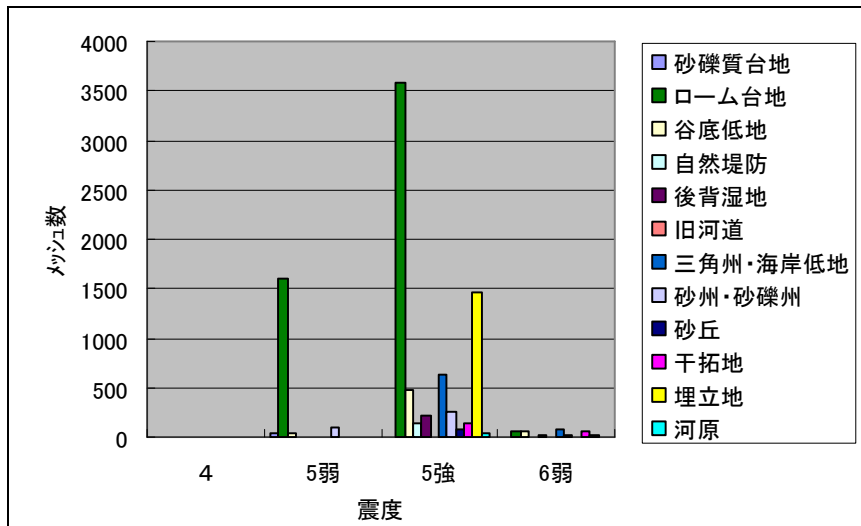


図 2. 1. 44 表層地盤分類別のメッシュ数 (千葉県水道局)

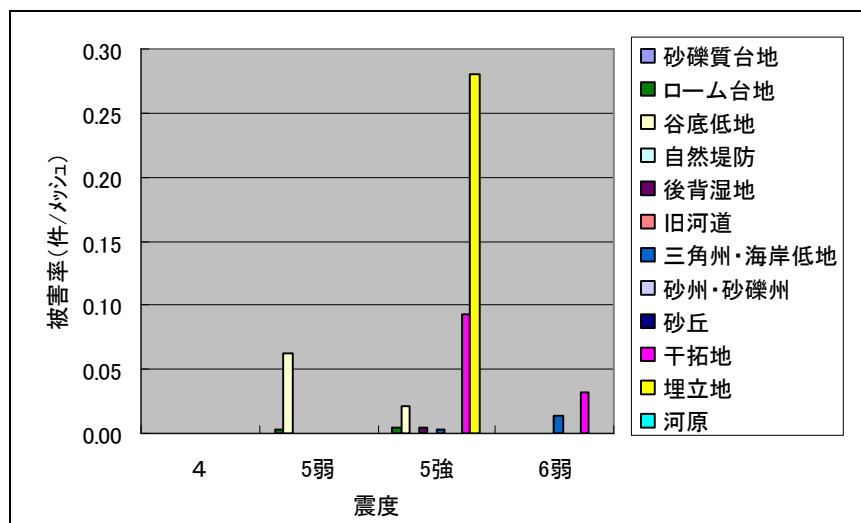


図 2. 1. 45 表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数 (千葉県水道局)

(2) 被害が集中している地域の被害傾向(浦安市の埋立地)

被害の集中している地域の被害傾向をさらに調査するため、浦安市の埋立地の管路の被害率分析を行った。被害状況を図 2.1.46 及び表 2.1.34 に示す。

この結果、被害が集中している埋立地の地域では、被害率は平均 1.64 件/km であり、全体の被害率 0.06 件/km と比較すると非常に高かった。

なお、阪神淡路大震災での神戸市・芦屋市・西宮市では表層地盤別の埋立地の被害率は 1.769 件/km であり、ほぼ同等の被害率であった(参考図を参照)。

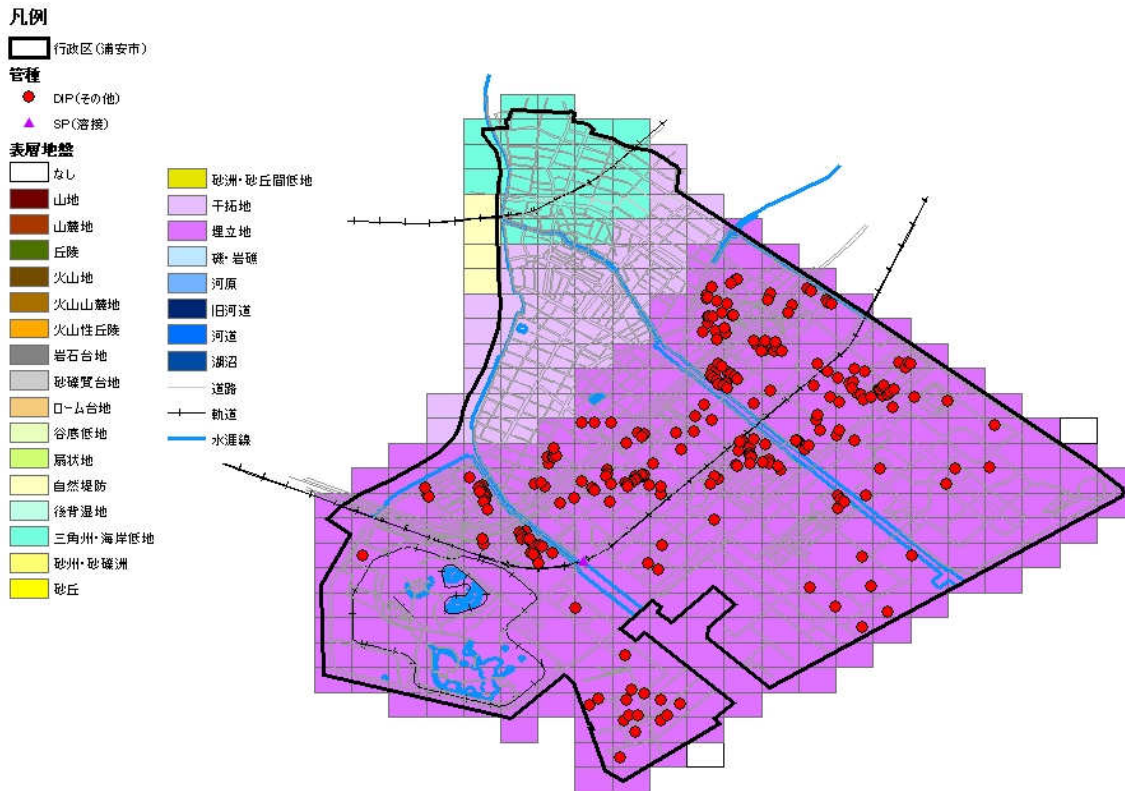
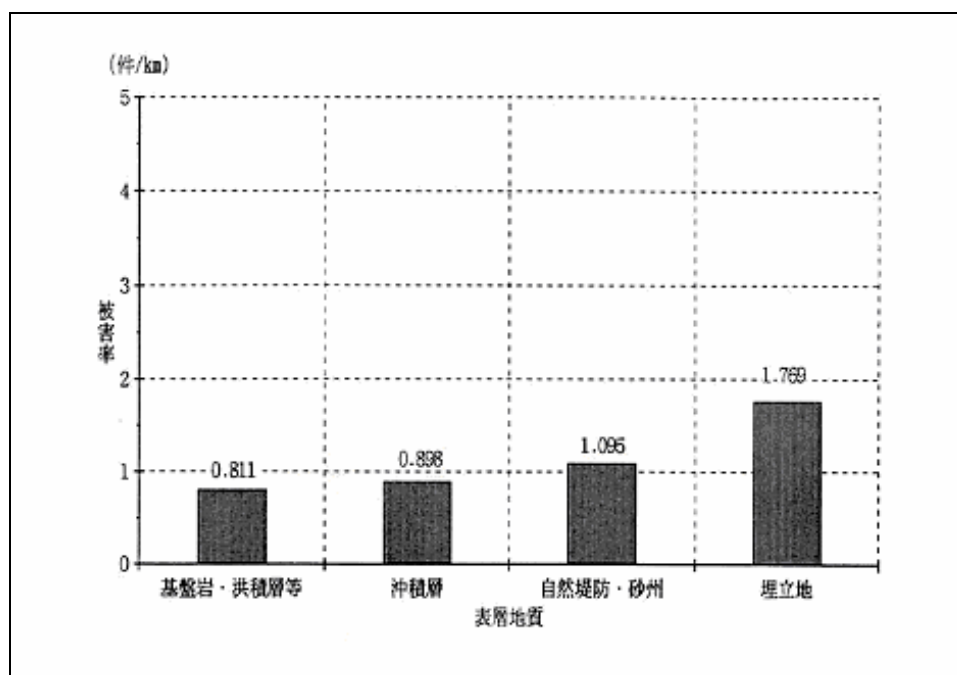


図 2.1.46 浦安市(埋立地区)の管路被害状況

表 2.1.34 浦安市(埋立地区)の管路被害状況

口径 (mm)	管路延長(m)				被害件数(件)				被害率(件/km)			
	DIP (その他)	DIP (耐震)	SP	HIVP	DIP (その他)	DIP (耐震)	SP	HIVP	DIP (その他)	DIP (耐震)	SP	HIVP
φ50	49	0	44	436	0	-	0	0	0	-	0	0
φ75	18,670	1,052	0	-	51	0	-	-	2.73	0	-	-
φ100	40,141	3,698	12	-	89	0	0	-	2.22	0	0	-
φ150	32,692	7,726	12	-	84	0	0	-	2.57	0	0	-
φ200	45,222	5,792	58	-	57	0	1	-	1.26	0	17.24	-
φ300	12,467	1,581	309	-	32	0	0	-	2.57	0	0	-
φ350	367	0	0	-	0	-	-	-	0	-	-	-
φ400	5,573	1,246	423	-	4	0	0	-	0.72	0	0	-
φ500	5,584	499	283	-	2	0	0	-	0.36	0	0	-
φ600	1,304	63	395	-	1	0	0	-	0.77	0	0	-
φ700	2,603	5,678	1,456	-	0	0	0	-	0	0	0	-
計	164,672	27,335	2,992	436	320	0	1	0	1.94	0	0.33	0
	195,435				321				1.64			



参考図 表層地盤別の被害率(神戸市・芦屋市・西宮市)

(出典：1995年兵庫県南部地震による水道管路の被害と分析,平成8年5月,日本水道協会)

(3) 被害箇所の現地調査

① 液状化による被害事例

被害箇所は埋立地であり、液状化による大規模な地盤変状が認められた。

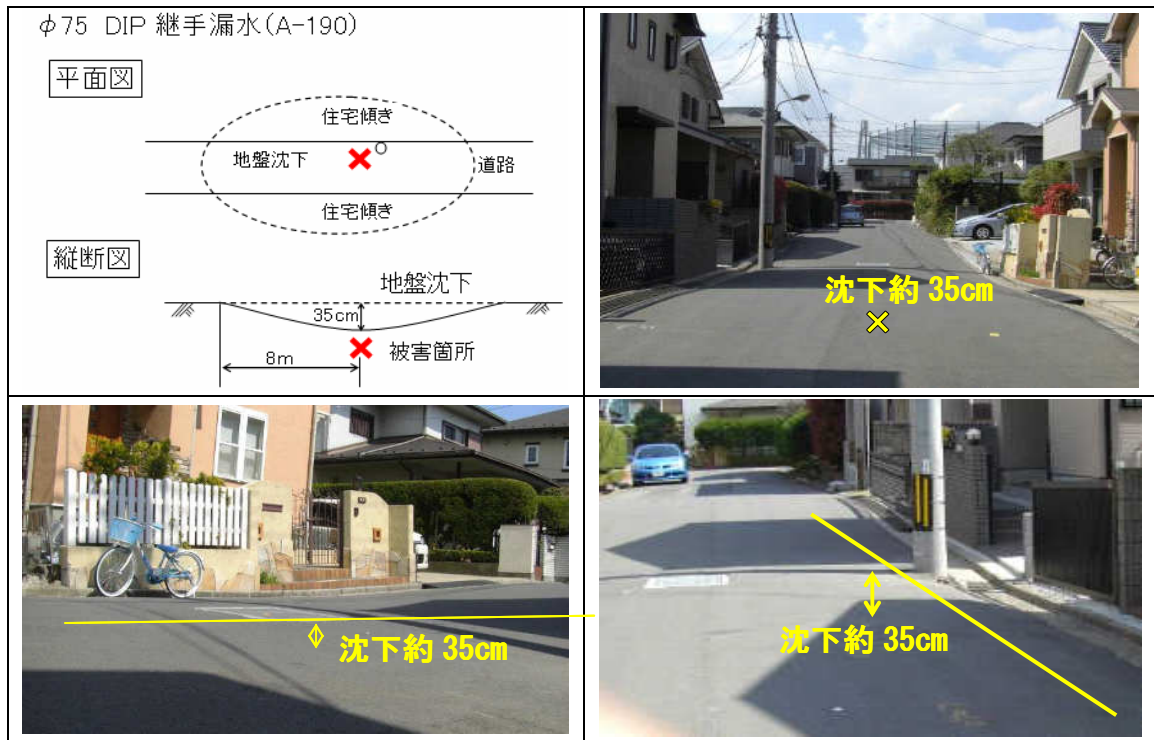
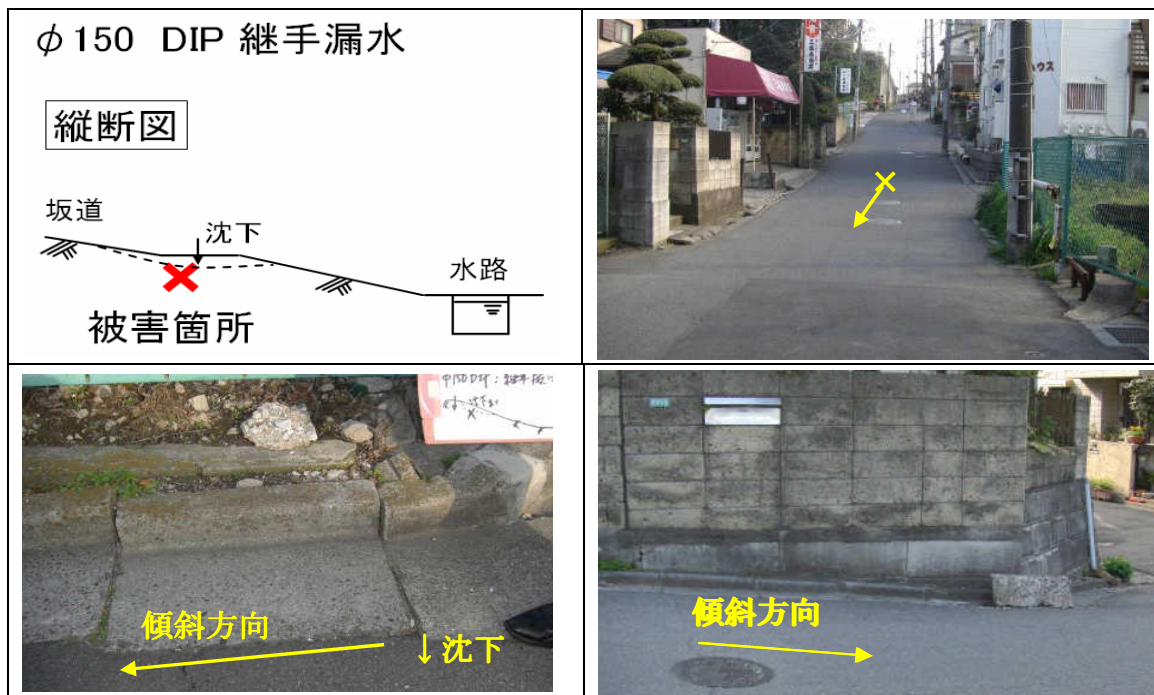


図 2.1.47 液状化による被害事例(φ75 DIP 継手漏水: 浦安市内)

② ローム台地での被害事例

ローム台地での被害箇所は、台地から谷津田^{注1)}(旧水部)に向かう傾斜地で、地盤沈下の痕跡が認められた。(図 2.1.48 参照)。



注 1) 丘陵が浸食されて形成された谷状の地形をいい、都市部では宅地化されている場合が多い。

図 2.1.48 ローム台地での被害事例(φ150 DIP 継手漏水: 船橋市内)

2.2 被害状況(調査Ⅱ)

2.2.1 栗原市上下水道

1) 管路の保有状況

栗原市上下水道部が有する導・送・配水本管・配水支管の管種別管路延長を表 2.2.1 に示す。

表 2.2.1 導・送・配水本管・配水支管の管種別管路延長(栗原市上下水道部)

管種	導水管 (m)	送水管 (m)	配水本管 (m)	配水支管 (m)	合計 (m)	割合 (%)
CIP	8	36	153	12,511	12,708	1.8
DIP(耐震)	6,048	0	963	9,550	16,561	2.4
DIP(その他)	8,606	5,047	2,459	95,757	111,869	16.0
SP(溶接)	843	102	8	14,455	15,408	2.2
SP(その他)						
VP(RR)	0	0	0	54,072	54,072	7.7
VP(その他)	5,372	1,003	0	355,963	362,338	51.9
その他	1,224	3,380	181	120,051	124,836	17.9
合計	22,101	9,568	3,764	662,359	697,792	100.0

備考) 管路延長は、水道統計(平成 21 年度)の値を用いた。

2) 管路の被害状況

栗原市の被害は 164 件であり、被害率は 0.24 件/km であった。管種別にみると、VP(RR, その他)の被害が 75 件と最も多く、铸铁管(CIP, DIP(その他)を含む)の被害が 28 件、その他 32 件(うち ACP の被害が 24 件)、SP(その他)の被害が 7 件であった。被害率では SP(溶接, その他)が 1.17 件/km と高い値を示した(表 2.2.2 参照)。

表 2.2.2 管種別の被害状況(栗原市上下水道部)

管種	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数 (件)	被害率 (件/km)
CIP	12,708	28	0.23
DIP(その他)	111,869		
DIP(耐震)	16,561	0	0
SP(溶接)	15,408	11	1.17
SP(その他)		7	
VP(RR)	54,072	11	0.20
VP(その他)	362,338	75	0.21
その他	124,836	32	0.26
合計	697,792	164	0.24

注1)管路延長は、水道統計(平成21年度)の値を用いた。

3) 管路被害地点

(1) 表層地盤分類別の管路被害

栗原市上下水道における管路被害地点と震度^{注1)}及び表層地盤分類^{注2)}との関係进行分析した。「管路被害地点と表層地盤分類」を図 2.2.1 に示し、「管路被害地点と震度分布」を図 2.2.2 に示す。また、震度別の「表層地盤分類別の管路被害件数」を表 2.2.3 及び図 2.2.3 に示す。

表層地盤分類別の被害分析は、管路の位置情報の代替として道路が存在する管路の被害点が含まれる 250m メッシュを抽出し、メッシュに含まれる被害点を集計してメッシュ数で除し、「表層地盤分類別のメッシュあたりの被害件数(被害率)」を求めた。「表層地盤分類別のメッシュ数」を表 2.2.4 及び図 2.2.4 に示し、「メッシュあたり被害件数」を表 2.2.5 及び図 2.2.5 に示す。

管路の被害は、震度別にみると約 92%が震度 6 弱以上で発生しており、地盤別では「丘陵」「谷底低地」「後背湿地」で約 79%が発生していた(表 2.2.3 及び図 2.2.3 参照)。

メッシュあたりの被害件数は、「自然堤防」でとても高い値を示し、管路被害が発生しやすい傾向が認められた。また、全体でも震度の増加と共にメッシュあたりの被害件数が増加傾向を示した(表 2.2.5 及び図 2.2.5 参照)。

注1)出典：地震動マップ即時推定システム(QuIQuake)，産業技術総合研究所

注2)出典：250mメッシュ表層地盤 地震ハザードステーション，防災科学技術研究所

備考)地盤ごとの管種別布設延長が未把握なため、管種別地盤分類別被害評価は行っていない。

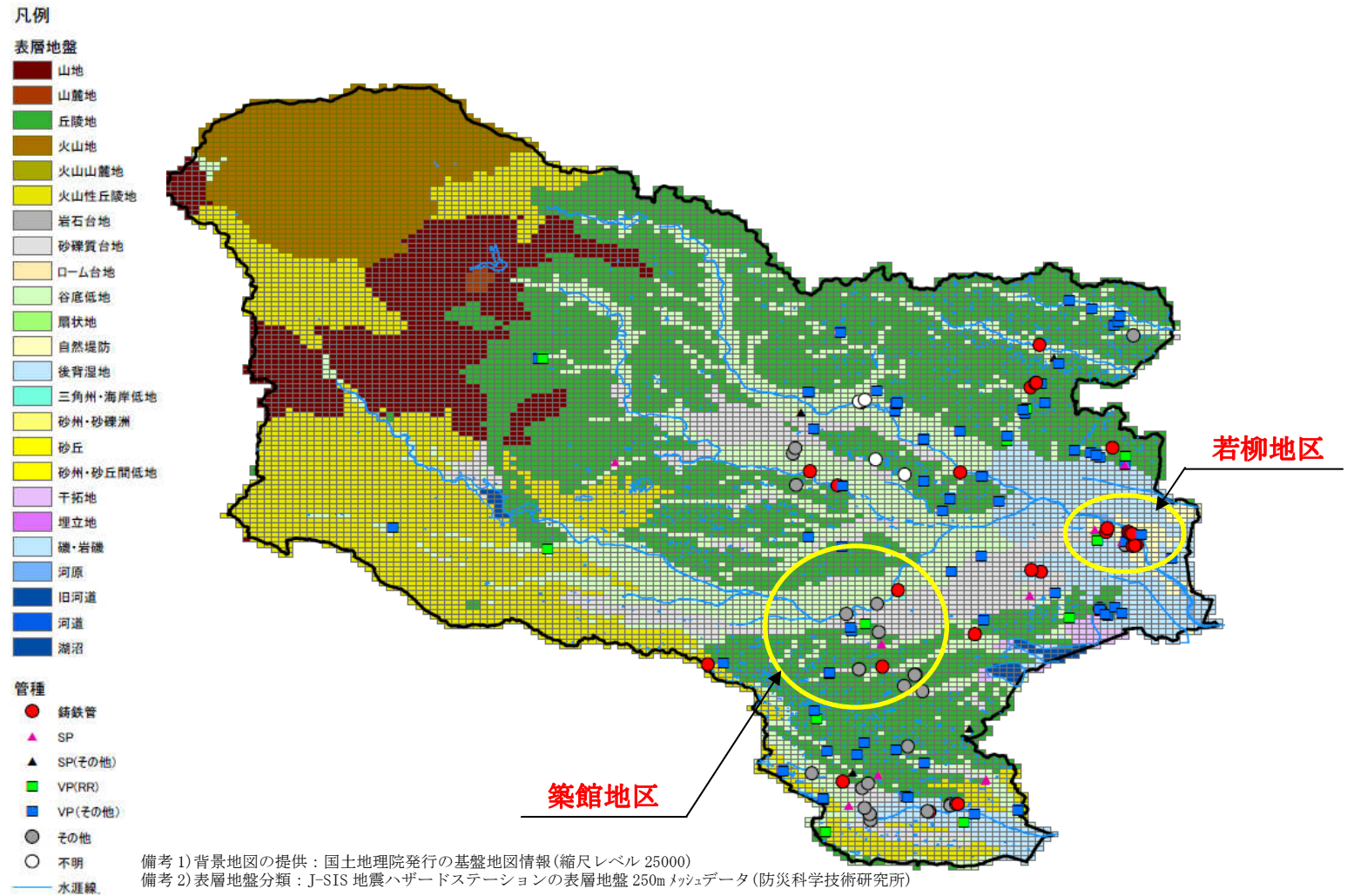


図 2.2.1 管路被害地点と表層地盤分類(栗原市上下水道部)

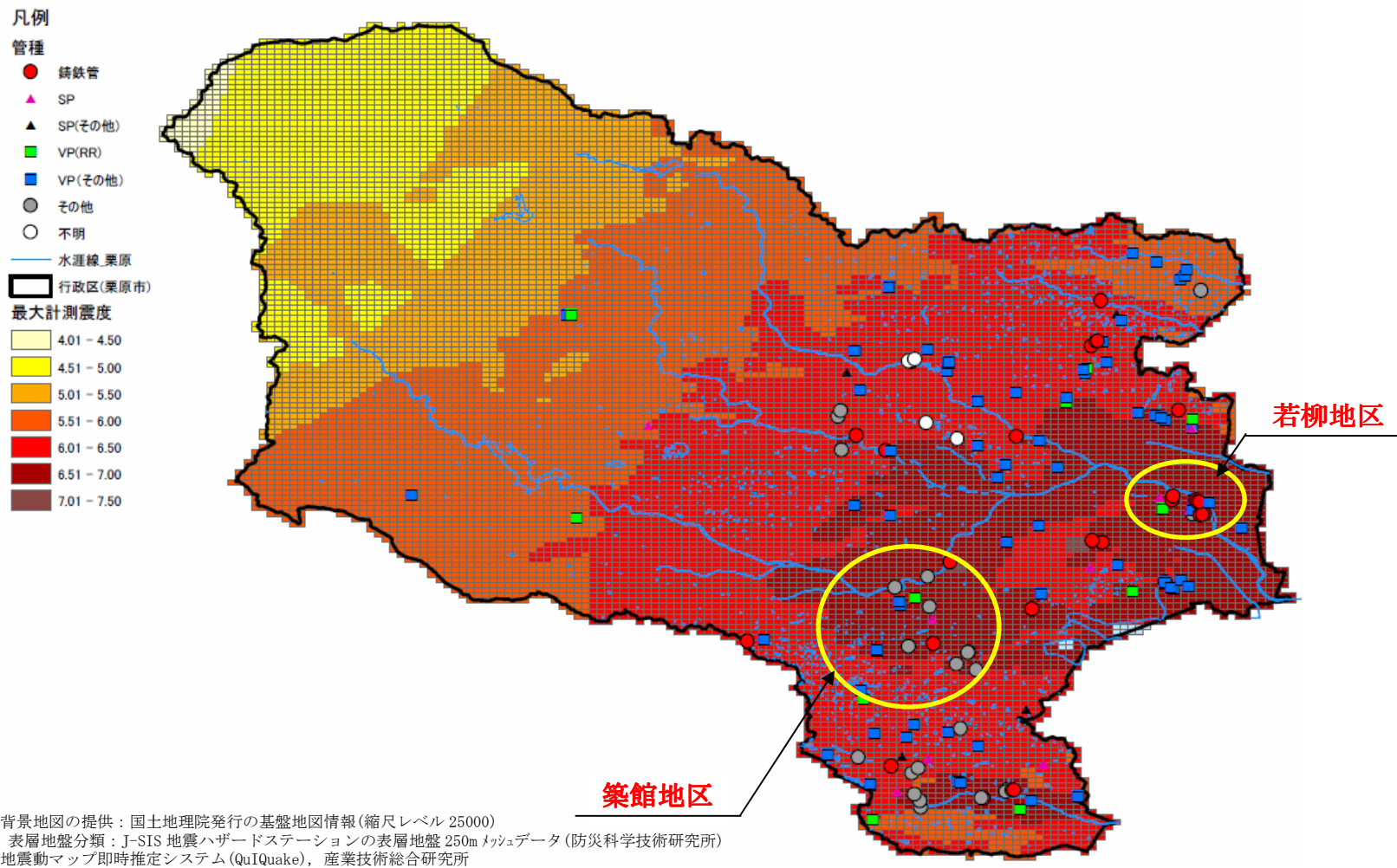


図 2.2.2 管路被害地点と震度分布(栗原市上下水道部)

表 2.2.3 表層地盤分類別の管路被害件数(栗原市上下水道部)

単位:件

表層地盤分類	震度						総計	割合
	4	5弱	5強	6弱	6強	7		
山地		0	0	0			0	0%
山麓地			0				0	0%
丘陵			0	5	24	22	51	32%
火山地		0	0				0	0%
火山性丘陵		0	0	1	5	0	6	4%
砂礫質台地				0	5	7	12	8%
谷底低地	0	0	0	6	36	15	57	36%
自然堤防						15	15	9%
後背湿地					0	18	18	11%
三角州・海岸低地								0%
干拓地					0	0	0	0%
河原						0	0	0%
湖沼				0	0	0	0	0%
総計				12	70	77	159	100%
割合	0%	0%	0%	8%	44%	48%	100%	

備考) 総被害件数は164件であるが、被害場所が特定できなかった5件を分析から除外した。

表 2.2.4 表層地盤分類別のメッシュ数(栗原市上下水道部)

単位:メッシュ

表層地盤分類	震度						総計	割合
	4	5弱	5強	6弱	6強	7		
山地		89	253	47			389	4%
山麓地			6				6	0%
丘陵			153	955	1601	347	3056	34%
火山地		248	46				294	3%
火山性丘陵		68	220	817	282	11	1398	16%
砂礫質台地				98	426	189	713	8%
谷底低地	6	2	23	381	1153	619	2184	24%
自然堤防						94	94	1%
後背湿地					49	757	806	9%
三角州・海岸低地						1	1	0%
干拓地					1	46	47	1%
河原						12	12	0%
湖沼				2	2	5	10	0%
総計	6	407	701	2300	3514	2081	9010	100%

備考) 道路位置を管路位置の代替として用い、道路が含まれるメッシュを集計した。

表 2.2.5 表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数(栗原市上下水道部)

単位:件/メッシュ

表層地盤分類	震度						総計
	4	5弱	5強	6弱	6強	7	
山地	-	0	0	0	-	-	0
山麓地	-	-	0	-	-	-	0
丘陵	-	-	0	0.01	0.01	0.06	0.02
火山地	-	0	0	-	-	-	0
火山性丘陵	-	0	0	0.00	0.02	0	0.00
砂礫質台地	-	-	-	0	0.01	0.04	0.02
谷底低地	0	0	0	0.02	0.03	0.02	0.03
自然堤防	-	-	-	-	-	0.16	0.16
後背湿地	-	-	-	-	0	0.02	0.02
三角州・海岸低地	-	-	-	-	-	0	0
干拓地	-	-	-	-	0	0	0
河原	-	-	-	-	-	0	0
湖沼	-	-	-	0	0	0	0
総計	0	0	0	0.01	0.02	0.04	0.02

備考) 「-」は該当の表層地盤が存在しない。また、「0」は被害が発生していないことを示す。

備考) 「総計」は(被害数の合計)/(メッシュ数の合計)を示す。

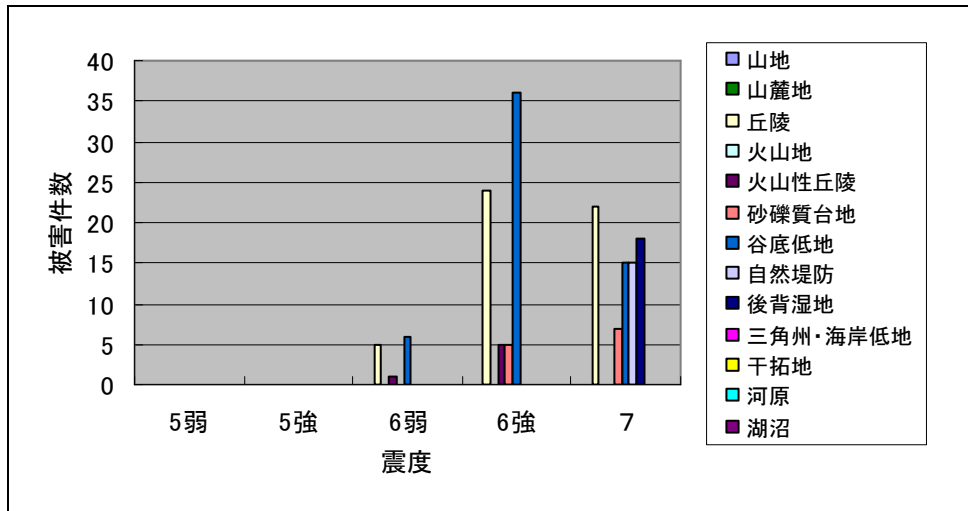


図 2.2.3 表層地盤分類別の管路被害件数 (栗原市上下水道部)

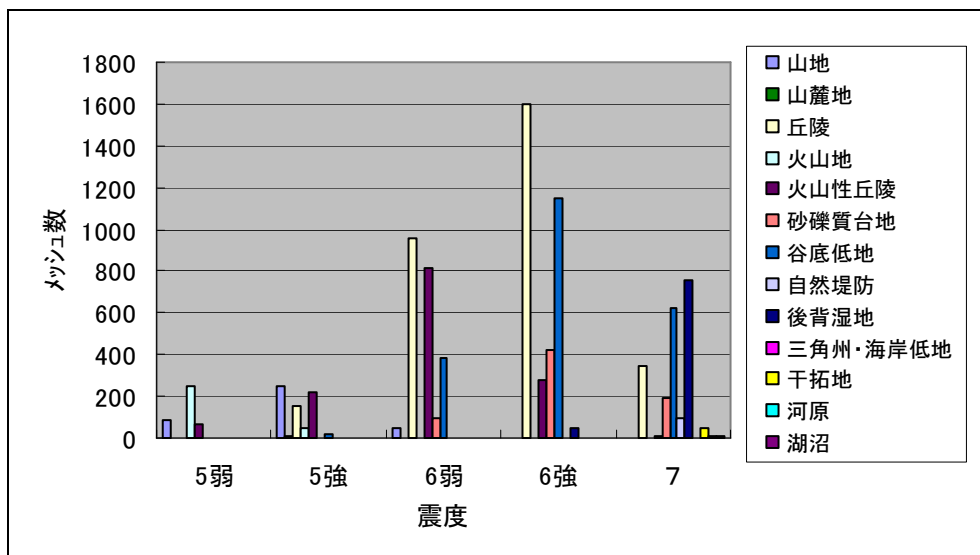


図 2.2.4 表層地盤分類別のメッシュ数 (栗原市上下水道部)

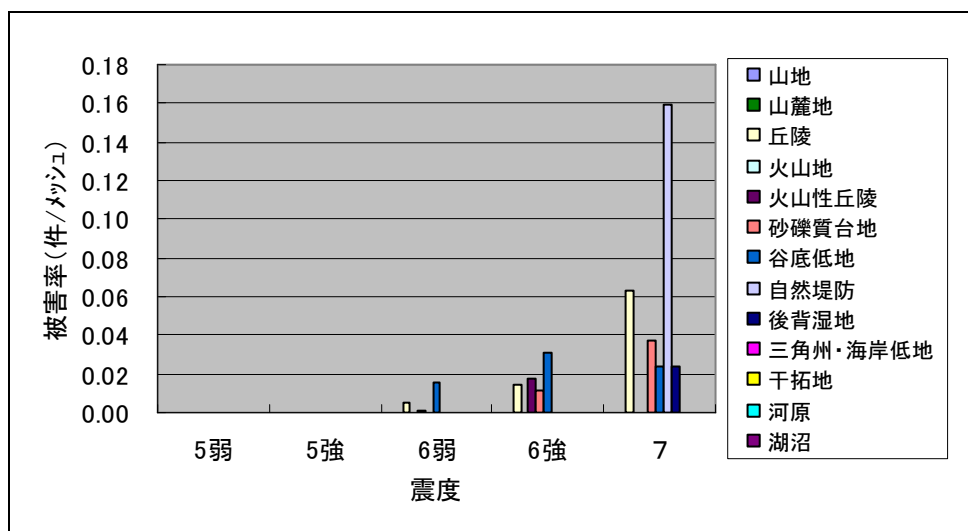
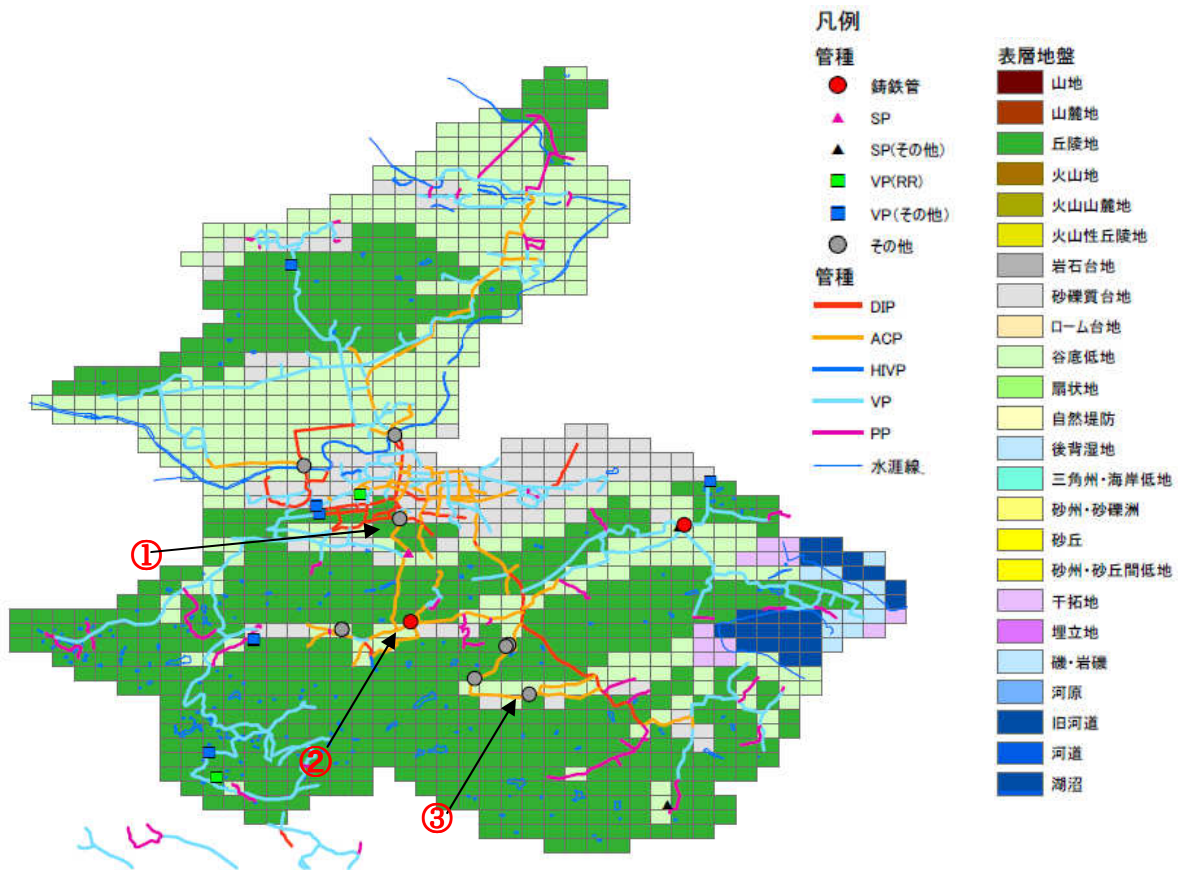


図 2.2.5 表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数 (栗原市上下水道部)

(2) 震度7の地域の管路被害状況(栗原市築館地区)

震度7の観測された栗原市築館地区の被害傾向をさらに調査するため、築館地区の管路被害率分析を行った。被害状況を図2.2.6、図2.2.7、表2.2.6に示す。

この結果、管路の被害は点在して発生しており、盛土部等において局所的な地盤変状による被害事例が多く認められた。



備考1) 背景地図の提供：国土地理院発行の基盤地図情報(縮尺レベル 25000)
 備考2) 表層地盤分類：J-SIS 地震ハザードステーションの表層地盤 250m マッシュデータ(防災科学技術研究所)

図 2.2.6 管路被害地点と表層地盤分類図(栗原市築館地区)



図 2.2.7 栗原市築館地区の道路上の被害状況

表 2.2.6 築館地区の管路の被害状況

管 種		管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数 (件)
CIP		15,603	2
DIP(その他)			0
DIP(耐震)			
VP(RR)		82,072	9
VP(その他)			
SP(溶接)		-	2
SP(その他)			2
その他	ACP	60,676	10
	PP	19,629	0
	PE	0	0
合計		145,960	25

注1) 管路延長は、栗原市上下水道部より提供された管路図を基に集計を行った。

2.2.2 大崎市水道部

1) 管路の保有状況

大崎市水道部が保有する導・送・配水本管・配水支管の管種別管路延長を表 2.2.7 に示す。

表 2.2.7 導・送・配水本管・配水支管の管種別管路延長(大崎市水道部)

管種	導水管 (m)	送水管 (m)	配水本管 (m)	配水支管 (m)	合計 (m)	割合 (%)
CIP	567	22	728	38,665	39,982	3.7
DIP(耐震)	0	33	15	9,991	10,039	0.9
DIP(その他)	3,611	9,708	50,429	295,878	359,626	33.4
SP(溶接)	0	6,033	685	6,368	13,086	1.2
SP(その他)						
VP(RR)	1,935	3,922	0	501,727	507,584	47.1
VP(その他)						
その他	5,841	2,103	301	138,214	146,459	13.6
合計	11,954	21,821	52,158	990,843	1,076,776	100.0

備考) 管路延長は、水道統計(平成 21 年度)の値を用いた。

2) 管路の被害状況

大崎市水道部の被害は 222 件であり、被害率は 0.21 件/km であった。管種別にみると、VP(RR, その他)の被害が 93 件、DIP(その他)の被害が 53 件、CIP の被害が 33 件、SP(溶接, その他)の被害が 21 件、その他の被害が 22 件であった。被害率では、CIP が 0.83 件/km、SP(溶接, その他)が 1.61 件/km と高い値を示した(表 2.2.8 参照)。

表 2.2.8 管種別の被害状況(大崎市水道部)

管種	管路延長 ¹⁾ (m)	被害件数(件)	被害率 (件/km)
CIP	39,982	33	0.83
DIP(耐震)	10,039	0	0
DIP(その他)	359,626	53	0.15
SP(溶接)	13,086	21	1.61
SP(その他)			
VP(RR)	507,584	93	0.18
VP(その他)			
その他	146,459	22	0.15
合計	1,076,776	222	0.21

注 1) 管路延長は、水道統計(平成 21 年度)の値を用いた。

3) 管路被害地点

(1) 表層地盤分類別の管路被害

大崎市水道部における管路被害地点と震度^{注1)}及び表層地盤分類^{注2)}との関係を分析した。

「管路被害地点と表層地盤分類」を図 2.2.8 に示し、「管路被害地点と震度分布」を図 2.2.9 に示す。また、震度別の「表層地盤分類別の管路被害件数」を表 2.2.9 及び図 2.2.10 に示す。

表層地盤分類別の被害分析は、管路の位置情報の代替として道路が存在する管路の被害点が含まれる 250m メッシュを抽出し、メッシュに含まれる被害点を集計してメッシュ数で除し、「表層地盤分類別のメッシュあたりの被害件数(被害率)」を求めた。「表層地盤分類別のメッシュ数」を表 2.2.10 及び図 2.2.11 に示し、「表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数」を表 2.2.11 及び図 2.2.12 に示す。

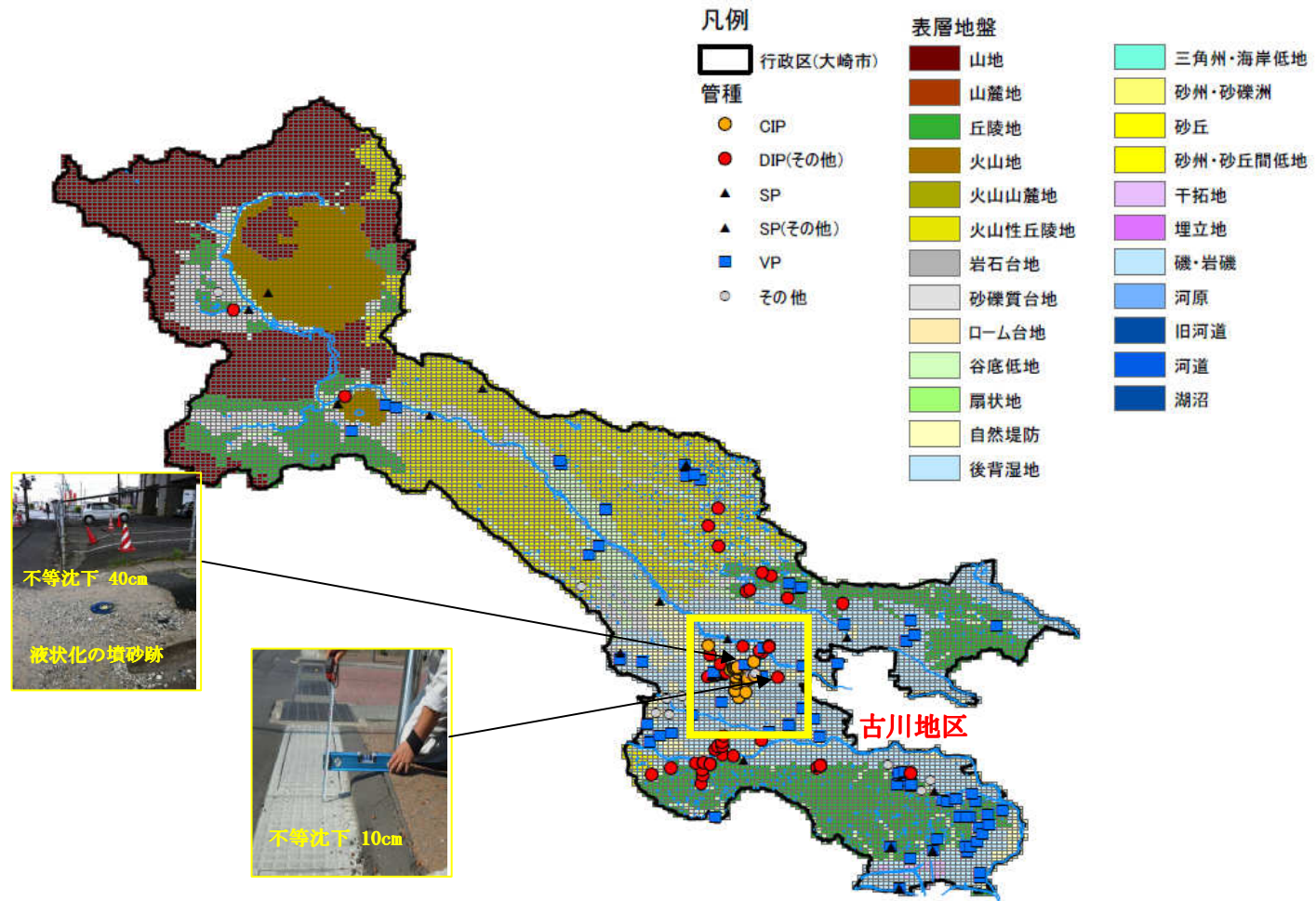
管路の被害は、震度別にみると約 97%が震度 6 弱以上で発生しており、地盤別では「後背湿地」「自然堤防」「谷底低地」「丘陵」の順で高く約 94%以上が発生していた(表 2.2.10 参照)。

メッシュあたりの被害件数では、「自然堤防」、「谷底低地」、「後背湿地」、「丘陵」の順で高い値を示し、管路被害が発生しやすい傾向が認められた。また、全体でも震度の増加と共にメッシュあたりの被害件数が増加傾向を示した(表 2.2.12 及び図 2.2.11 参照)。

注 1) 出典：地震動マップ即時推定システム(QuIQuake)，産業技術総合研究所

注 2) 出典：250m メッシュ表層地盤 地震ハザードステーション，防災科学技術研究所

備考) 地盤ごとの管種別布設延長が未把握なため、管種別地盤分類別被害評価は行っていない。



備考1) 背景地図の提供：基盤地図情報(縮尺レベル25000), 国土地理院
 備考2) 表層地盤分類：J-SIS地震ハザードステーションの表層地盤250mメッシュデータ, 防災科学技術研究所

図 2.2.8 管路被害地点と表層地盤分類(大崎市水道部)

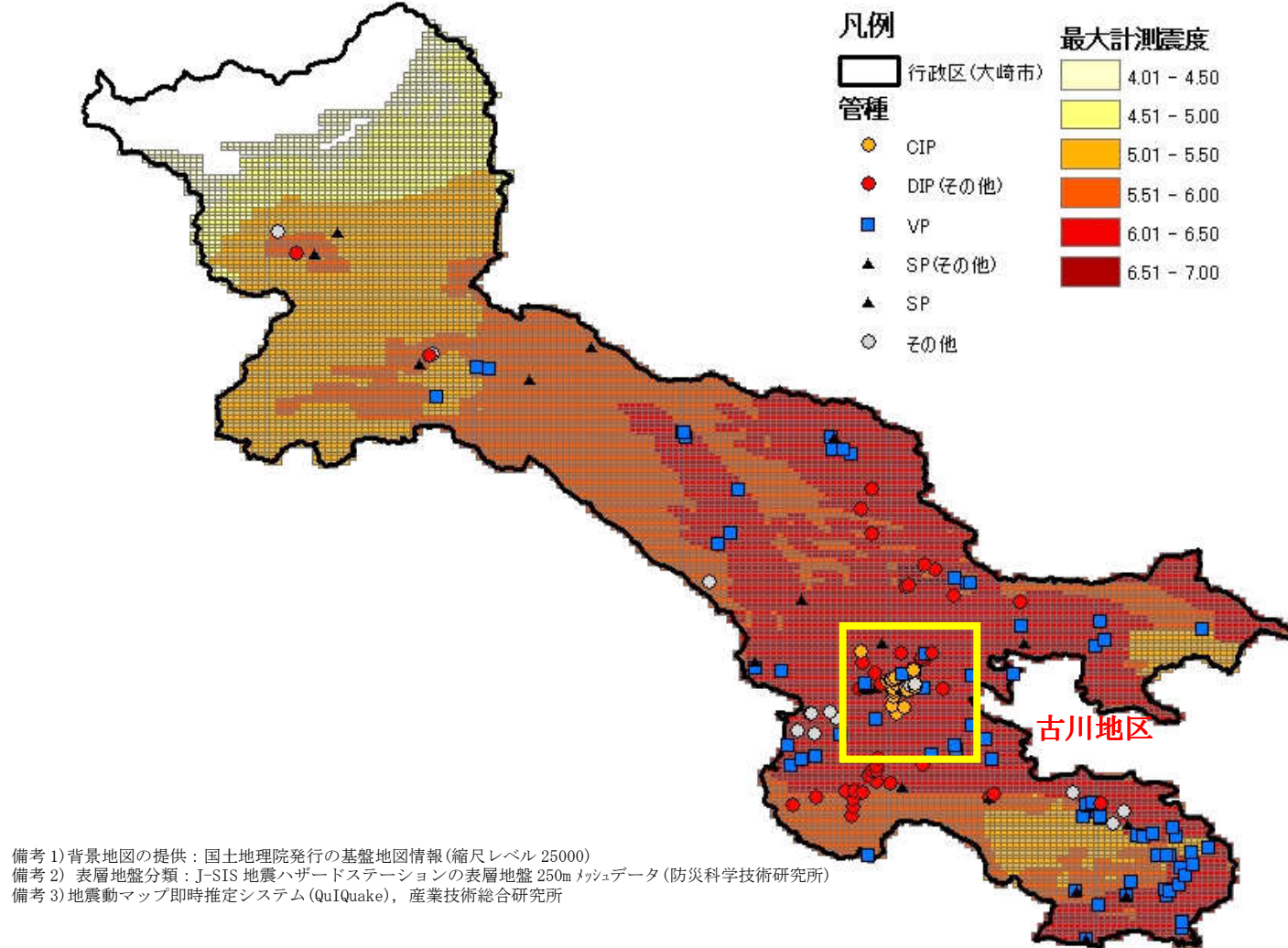


図 2.2.9 管路被害地点と震度分布(大崎市水道部)

表 2.2.9 表層地盤分類別の管路被害件数(大崎市水道部)

単位:件

表層地盤分類	震度						総計	割合
	4	5弱	5強	6弱	6強	7		
山地			0				0	0%
丘陵			3	15	15	0	33	16%
火山地		0	1	0			1	0%
火山性丘陵				2	3		5	2%
砂礫質台地			2	3	1	0	6	3%
谷底低地			0	24	12		36	17%
自然堤防				0	53		53	25%
後背湿地					76	1	77	36%
干拓地					0		0	0%
河原					0		0	0%
総計	0	0	6	44	160	1	211	100%
割合	0%	0%	3%	21%	76%	0%	100%	

備考) 総被害件数は 222 件であるが、被害場所が特定できなかった 11 件を分析から除外した。

表 2.2.10 表層地盤分類別のメッシュ数(大崎市水道部)

単位:メッシュ

表層地盤分類	震度						総計	割合
	4	5弱	5強	6弱	6強	7		
山地			4				4	0%
丘陵			115	338	180	4	637	19%
火山地		1	41	12			54	2%
火山性丘陵				180	120		300	9%
砂礫質台地			75	129	66	1	271	8%
谷底低地			6	227	235		468	14%
自然堤防				1	391		392	12%
後背湿地					1186	3	1189	36%
干拓地					2		2	0%
河原					8		8	0%
総計	0	1	241	887	2188	8	3325	100%

備考) 道路位置を管路位置の代替として用い、道路が含まれるメッシュを集計した。

表 2.2.11 表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数(大崎市水道部)

単位:件/メッシュ

表層地盤分類	震度						総計
	4	5弱	5強	6弱	6強	7	
山地	-	-	0	-	-	-	0
丘陵	-	-	0.03	0.04	0.08	0	0.05
火山地	-	0	0.02	0	-	-	0.02
火山性丘陵	-	-	-	0.01	0.03	-	0.02
砂礫質台地	-	-	0.03	0.02	0.02	0	0.02
谷底低地	-	-	0	0.11	0.05	-	0.08
自然堤防	-	-	-	0	0.14	-	0.14
後背湿地	-	-	-	-	0.06	0.33	0.06
干拓地	-	-	-	-	0	-	0
河原	-	-	-	-	0	-	0
総計	0	0	0.02	0.05	0.07	0.13	0.06

備考) 「-」は該当の表層地盤が存在しない。また、「0」は被害が発生していないことを示す。

備考) 「総計」は(被害数の合計)/(メッシュ数の合計)を示す。

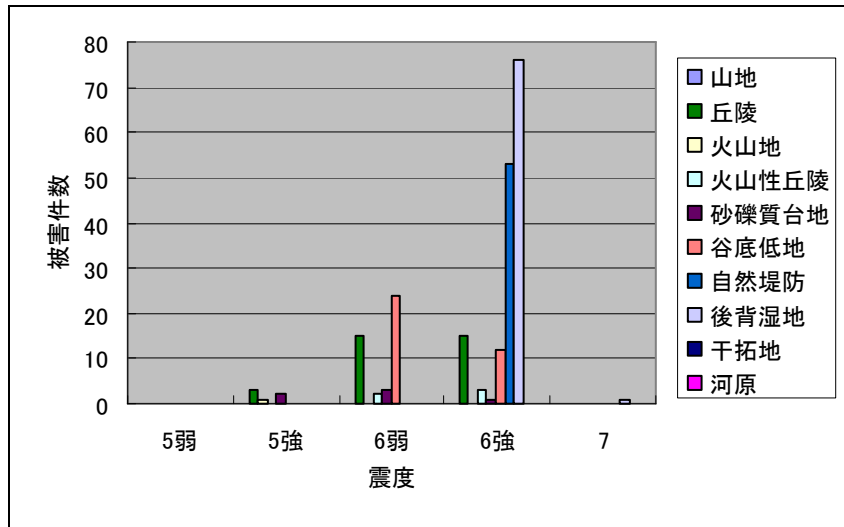


図 2. 2. 10 表層地盤分類別の管路被害件数 (大崎市水道部)

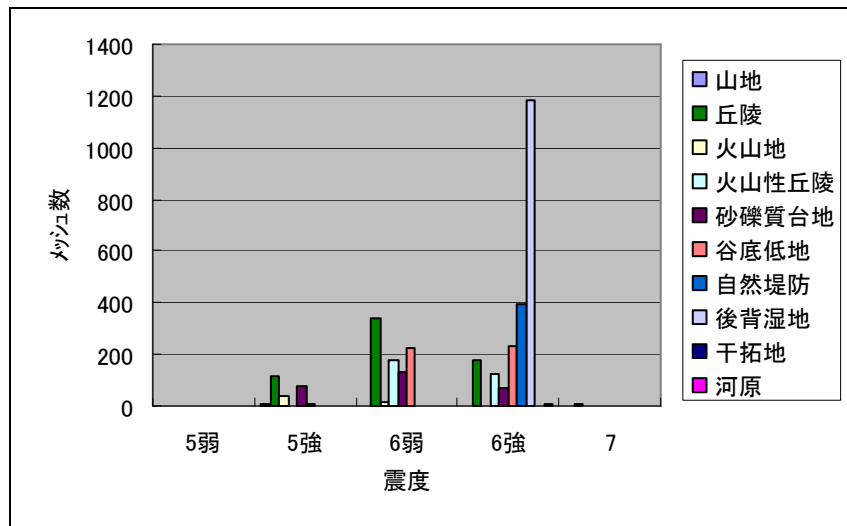


図 2. 2. 11 表層地盤分類別のメッシュ数 (大崎市水道部)

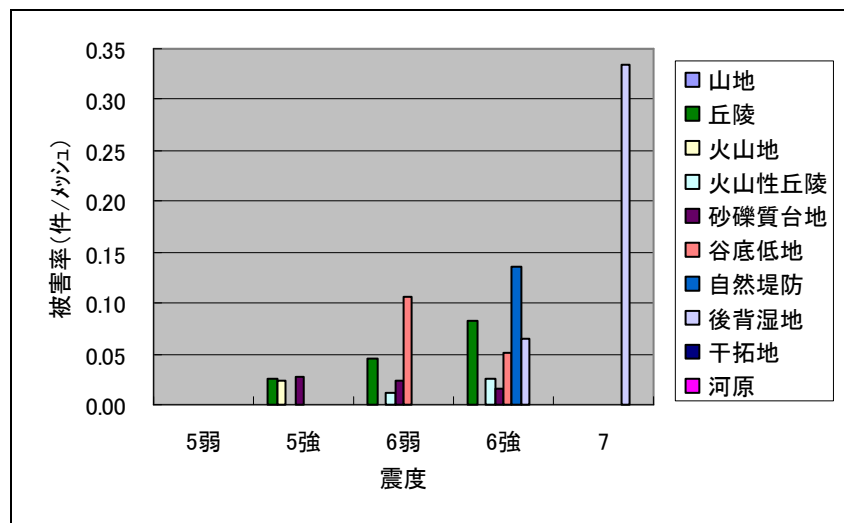
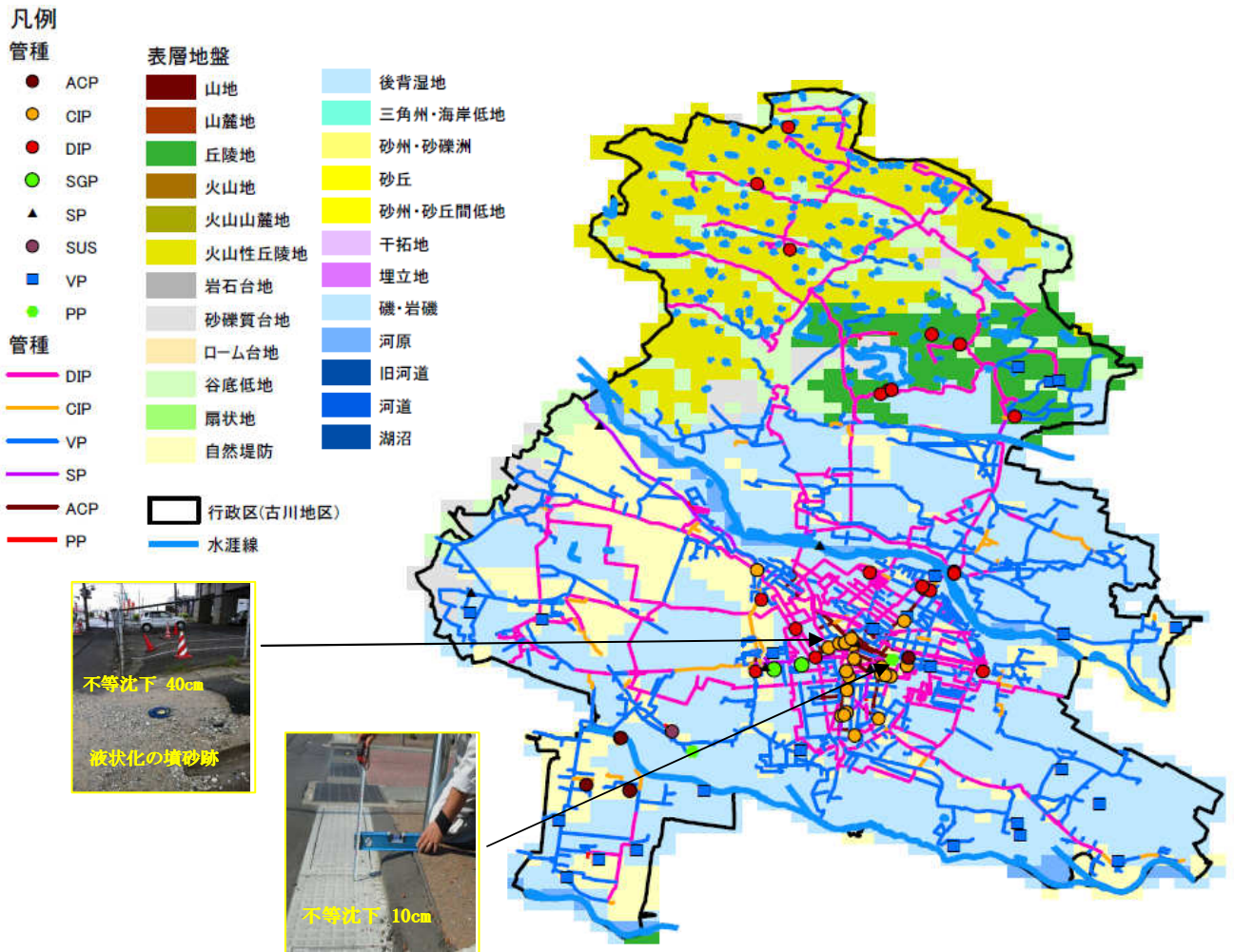


図 2. 2. 12 表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数 (大崎市水道部)

(2) 被害の集中している地域の管路被害状況(大崎市古川地区)

被害が集中している地域の被害傾向をさらに調査するため、大崎市古川地区の管路の被害率分析を行った。被害状況を図 2.2.13 及び表 2.2.12 に示す。

この結果、管路の被害は、CIP、DIP(その他)、VP(RR, その他)、SP(溶接, その他)、ACP、PP で発生しており、多くが古川駅前の自然堤防の地域で発生していた。この地域は、液状化が広範囲で発生し、地盤沈下等の地盤変状が多く認められた。



備考 1) 背景地図の提供：国土地理院発行の基盤地図情報(縮尺レベル 25000)

備考 2) 表層地盤分類：J-SIS 地震ハザードステーションの表層地盤 250m メッシュデータ(防災科学技術研究所)

図 2.2.13 古川地区の管路の被害状況及び現地調査状況

表 2.2.12 古川地区の管路被害状況

管種	大崎市古川地区(自然堤防)		大崎市古川地区(全体)		
	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数 (件)	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数 ^{注2)} (件)	
CIP	7,804	25	12,869	31	
DIP(耐震)	37,919	0	163,500	0	
DIP(その他)		3		21	
VP(RR)	68,664	6	231,703	25	
VP(その他)					
SP(溶接)	6,537	5	10,900	5	
SP(その他)		0		2	
その他	ACP	7,492	8	15,202	8
	PP	370	1	1,448	2
	PE	0	-	0	-
合計	128,786	48	435,622	94	

注1) 管路延長は、大崎市水道部より提供された管路図を基に集計を行った。

注2) 古川地区の被害件数は98件であるが、被害場所が特定できなかった4件を分析から除外した。

2.2.3 登米市水道事業所

1) 管路の保有状況

登米市水道事業所が保有する導・送・配水本管・配水支管の管種別管路延長を表 2.2.13 に示す。

表 2.2.13 導・送・配水本管・配水支管の管種別管路延長(登米市水道事業所)

管種	導水管(m)	送水管(m)	配水本管(m)	配水支管(m)	合計(m)	割合(%)
CIP	0	0	0	4,269	4,269	0.3
DIP(耐震)	536	0	10,794	17,491	28,821	2.1
DIP(その他)	3,646	0	28,760	177,085	209,491	15.3
SP(溶接)	290	0	0	0	290	0.0
SP(その他)	0	0	213	6,682	6,895	0.5
VP(RR)	5	0	0	387,241	387,246	28.3
VP(その他)	0	0	0	414,661	414,661	30.3
その他	0	0	233	318,418	318,651	23.3
合計	4,477	0	40,000	1,325,847	1,370,324	100.0

備考) 管路延長は、水道統計(平成 21 年度)の値を用いた。

2) 管路の被害状況

登米市の管路被害は 211 件であり、被害率は 0.15 件/km であった。管種別にみると、VP(RR, その他)の被害が 150 件、DIP(その他)の被害が 30 件、CIP の被害が 12 件、SP(溶接, その他)の被害が 10 件であった。被害率では CIP が 2.81 件/km、SP が 1.39 件/km と高い値を示した(表 2.2.14 参照)。

表 2.2.14 管種別の被害状況(登米市水道事業所)

管種	管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数(件)	被害率 (件/km)
CIP	4,269	12	2.81
DIP(耐震)	28,821	0	0
DIP(その他)	209,491	30	0.14
SP(溶接)	290	10	1.39
SP(その他)	6,895		
VP(RR)	387,246	150	0.19
VP(その他)	414,661		
その他	318,651	9	0.03
合計	1,370,324	211	0.15

注 1) 管路延長は、水道統計(平成 21 年度)の値を用いた。

3) 管路被害地点

(1) 表層地盤分類別の管路被害

登米市水道事業所における管路被害地点と震度^{注 1)}及び表層地盤分類^{注 2)}との関係进行分析した。

「管路被害地点と表層地盤分類」を図 2.2.14 に示し、「管路被害地点と震度分布」を図 2.2.15 に示す。また、震度別の「表層地盤分類別の管路被害件数」を表 2.2.15 及び図 2.2.16 に示す。

表層地盤分類別の被害分析は、管路の位置情報の代替として道路が存在する管路の被害点が含まれる 250m メッシュを抽出し、メッシュに含まれる被害点を集計してメッシュ数で除し、「表層地盤分類別のメッシュあたりの被害件数(被害率)」を求めた。「表層地盤分類別のメッシュ数」を表 2.2.16 及び図 2.2.17 に示し、「表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数」を表 2.2.17 及び図 2.2.18 に示す。

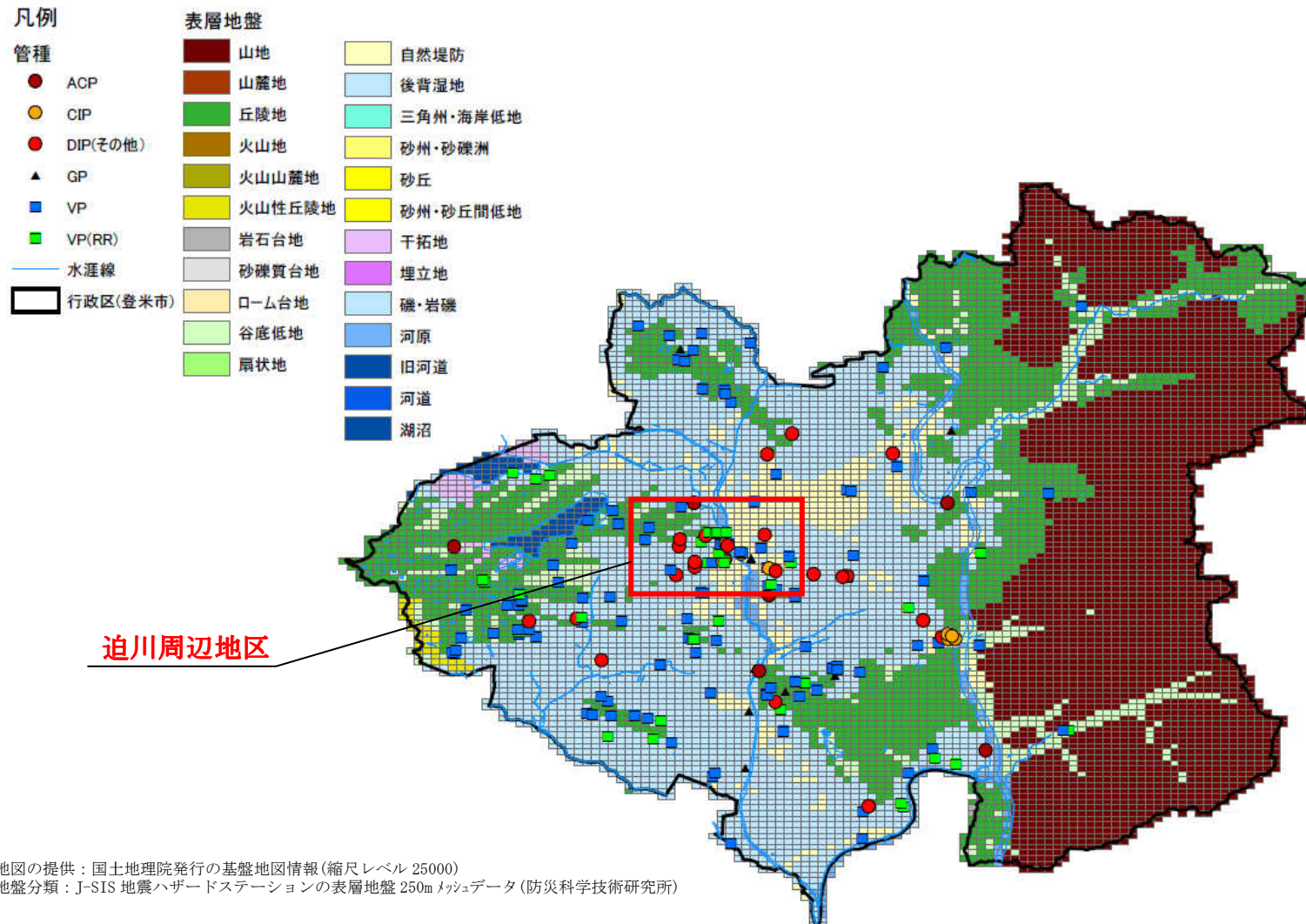
管路の被害は、震度別にみると約 96%の被害が震度 6 弱以上で発生し、地盤別では「後背湿地」「丘陵」「自然堤防」の順で高く約 92%が発生していた(表 2.2.15 参照)。

メッシュあたりの被害件数も「丘陵」、「後背湿地」、「自然堤防」、「谷底低地」で高い値を示し、管路被害が発生しやすい傾向が認められた。また、全体でも震度 6 弱以上でメッシュあたりの被害件数が高い値を示した(表 2.2.17 及び図 2.2.18 参照)。

注 1) 出典：地震動マップ即時推定システム(QuIQuake)，産業技術総合研究所

注 2) 出典：250m メッシュ表層地盤 地震ハザードステーション，防災科学技術研究所

備考) 地盤ごとの管種別布設延長が未把握なため、管種別地盤分類別被害評価は行っていない。



備考 1) 背景地図の提供：国土地理院発行の基盤地図情報(縮尺レベル 25000)

備考 2) 表層地盤分類：J-SIS 地震ハザードステーションの表層地盤 250m メッシュデータ(防災科学技術研究所)

図 2.2.14 管路被害地点と表層地盤分類(登米市水道事業所)

凡例

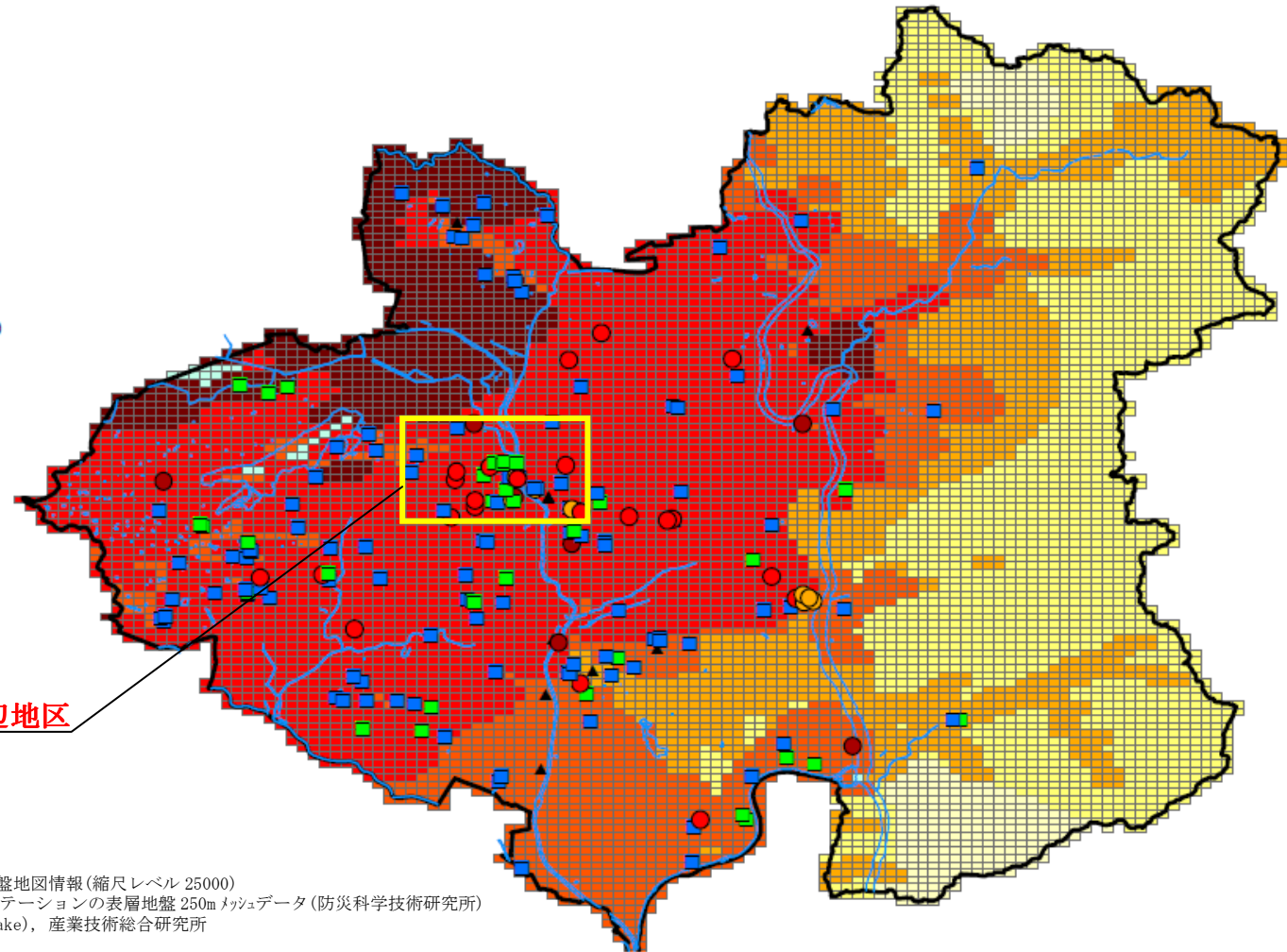
管種

- ACP
- CIP
- DIP(その他)
- ▲ GP
- VP
- VP(RR)
- 水涯線
- ▭ 行政区(登米市)

最大計測震度

- 0.00 - 4.00
- 4.01 - 4.50
- 4.51 - 5.00
- 5.01 - 5.50
- 5.51 - 6.00
- 6.01 - 6.50
- 6.51 - 7.00

迫川周辺地区



備考1) 背景地図の提供：国土地理院発行の基盤地図情報(縮尺レベル 25000)

備考2) 表層地盤分類：J-SIS 地震ハザードステーションの表層地盤 250m メッシュデータ(防災科学技術研究所)

備考3) 地震動マップ即時推定システム(QuIQuake), 産業技術総合研究所

図 2.2.15 管路被害地点と震度分布(登米市水道事業所)

表 2.2.15 表層地盤分類別の管路被害件数(登米市水道事業所)

単位:件

表層地盤分類	震度						総計	割合
	4	5弱	5強	6弱	6強	7		
山地	0	0	0	0	0		0	0%
丘陵		0	4	11	30	6	51	26%
火山性丘陵				0	0		0	0%
岩石台地			0				0	0%
谷底低地		0	5	2	8	0	15	8%
自然堤防			0	8	32	0	40	20%
後背湿地				16	71	5	92	46%
干拓地					0	0	0	0%
河原		0	0	0	0	0	0	0%
湖沼				0	0	0	0	0%
総計	0	0	9	37	141	11	198	100%
割合	0%	0%	5%	19%	71%	6%	100%	

備考) 総被害件数は211件であるが、被害場所が特定できなかった13件を分析から除外した。

表 2.2.16 表層地盤分類別のメッシュ数(登米市水道事業所)

単位:メッシュ

表層地盤分類	震度						総計	割合
	4	5弱	5強	6弱	6強	7		
山地	131	605	175	45	3		959	15%
丘陵		42	396	322	626	84	1470	23%
火山性丘陵				8	17		25	0%
岩石台地			1				1	0%
谷底低地		1	197	99	150	10	457	7%
自然堤防			2	71	377	36	486	8%
後背湿地				576	1853	477	2906	45%
干拓地					18	35	53	1%
河原		6	15	24	29	4	78	1%
湖沼				2	6	5	13	0%
総計	131	654	786	1147	3079	651	6448	100%

備考) 道路位置を管路位置の代替として用い、道路が含まれるメッシュを集計した。

表 2.2.17 表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数(登米市水道事業所)

単位:件/メッシュ

表層地盤分類	震度						総計
	4	5弱	5強	6弱	6強	7	
山地	0	0	0	0	0	-	0
丘陵	-	0	0.01	0.03	0.05	0.07	0.03
火山性丘陵	-	-	-	0	0	-	0
岩石台地	-	-	0	-	-	-	0
谷底低地	-	0	0.03	0.02	0.05	0	0.03
自然堤防	-	-	0	0.11	0.08	0	0.08
後背湿地	-	-	-	0.03	0.04	0.01	0.03
干拓地	-	-	-	-	0	0	0
河原	-	0	0	0	0	0	0
湖沼	-	-	-	0	0	0	0
総計	0	0	0.01	0.03	0.05	0.02	0.03

備考) 「-」は該当の表層地盤が存在しない。また、「0」は被害が発生していないことを示す。

備考) 「総計」は(被害数の合計)/(メッシュ数の合計)を示す。

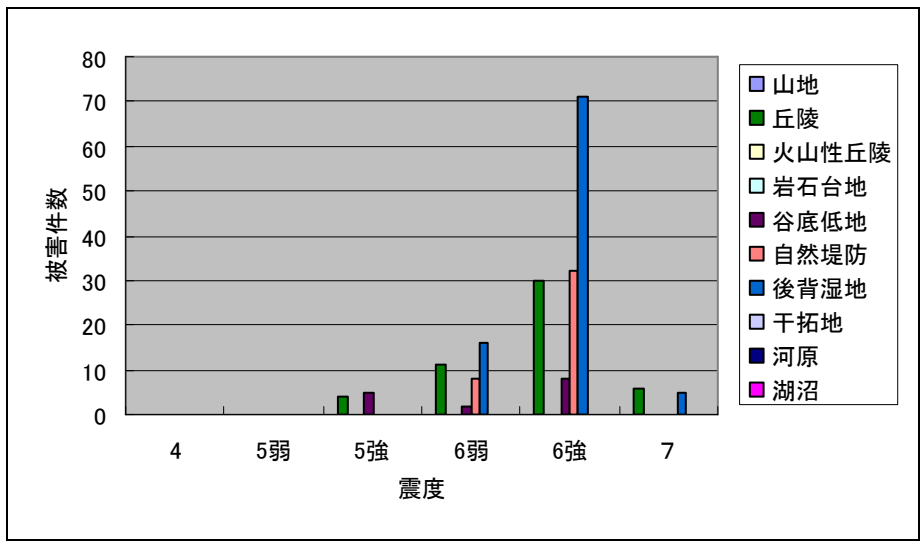


図 2.2.16 表層地盤分類別の管路被害件数(登米市水道事業所)

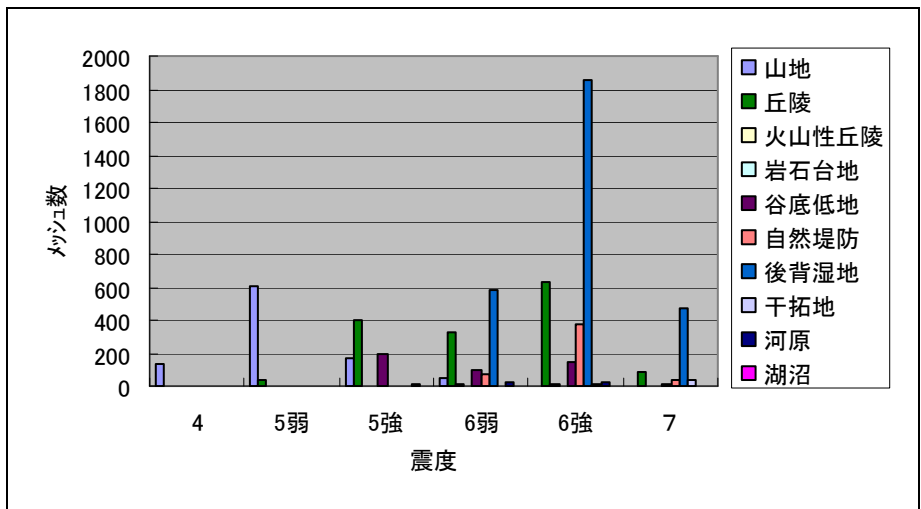


図 2.2.17 表層地盤分類別のメッシュ数(登米市水道事業所)

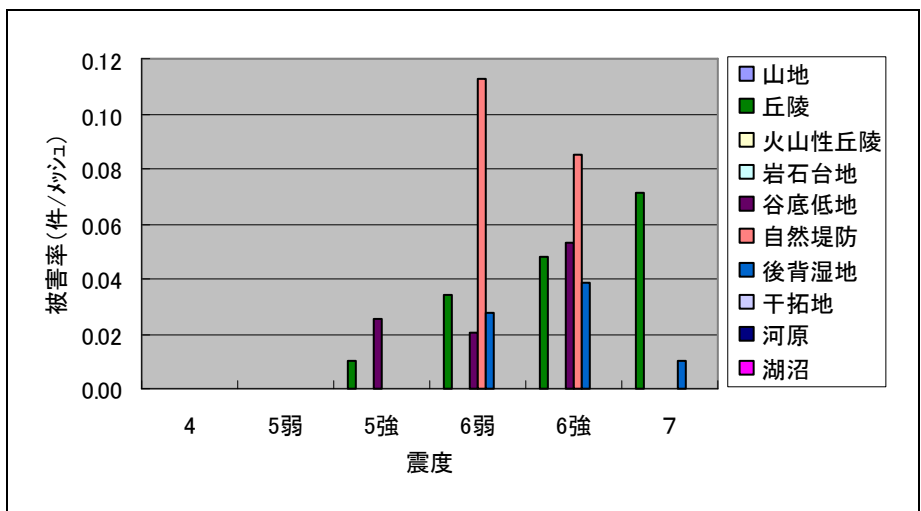
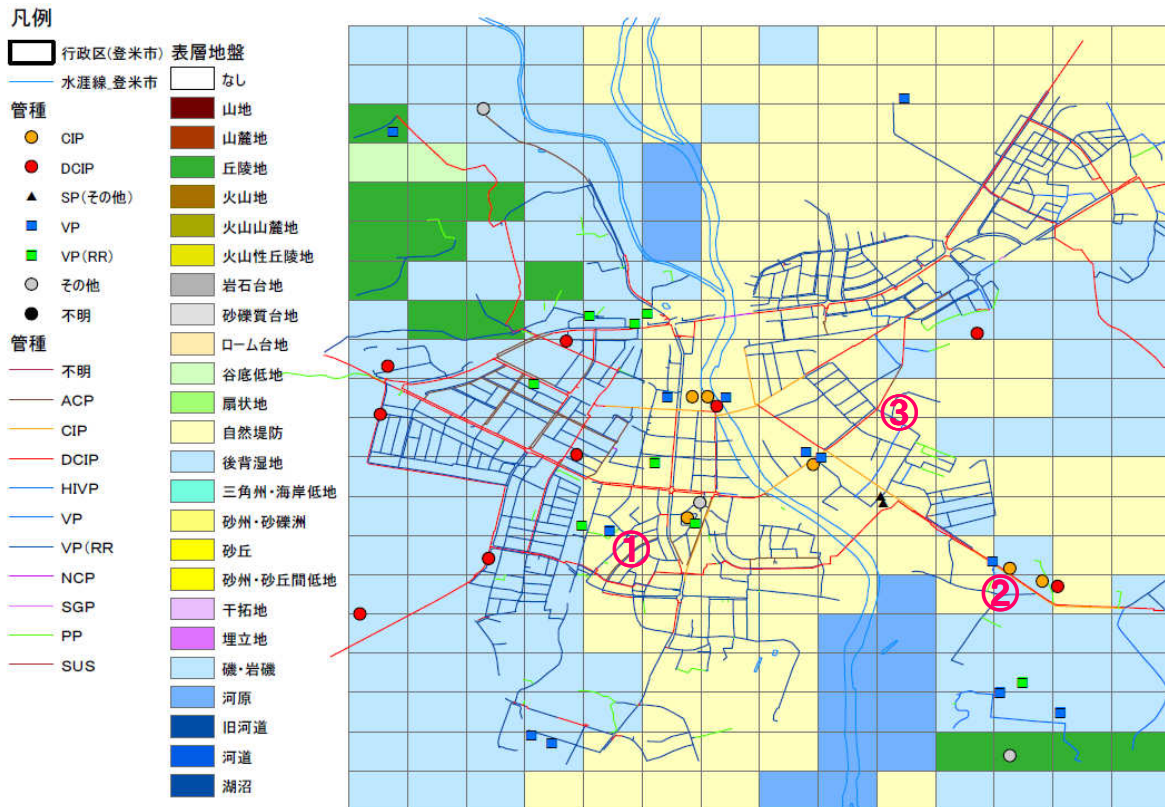


図 2.2.18 表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数(登米市水道事業所)

(2) 被害の集中していた地域の管路被害状況(登米市迫川周辺)

被害が集中している地域の被害傾向をさらに調査するため、登米市迫川周辺の管路の被害分析を行った。被害状況を図 2. 2. 19、図 2. 2. 20 及び表 2. 2. 18 に示す。

この結果、管路の被害は、VP や CIP 等で発生しており、多くが自然堤防の地域で発生していた。この地域では、広範囲に液状化が発生し、地盤沈下等の地盤変状が多く認められた。



備考 1) 背景地図の提供：国土地理院発行の基盤地図情報(縮尺レベル 25000)
 備考 2) 表層地盤分類：J-SIS 地震ハザードステーションの表層地盤 250m メッシュデータ(防災科学技術研究所)

図 2. 2. 19 登米市迫川周辺の管路被害状況



図 2. 2. 20 登米市迫川周辺の道路被害状況

表 2.2.18 登米市迫川周辺の管路の被害状況

管 種	登米市迫川周辺(自然堤防)		登米市迫川周辺(全体)	
	管路延長(m) ^{注1)}	被害件数 (件)	管路延長(m) ^{注1)}	被害件数(件)
CIP	3,513	4	3,843	6
DIP(耐震)	16,173	0	32,358	0
DIP(その他)		2		10
VP(RR)	60,498	5	96,965	11
VP(その他)	3,080	7	6,290	13
SP(溶接)	230	0	260	0
SP(その他)		2		2
その他	SUS	0	60	0
	ACP	2,617	7,473	3
	PP	2,265	5,027	0
	PE	0	0	-
	不明	30	30	0
合計	88,406	21	152,306	45

注1) 管路延長は、登米市水道事業所より提供された管路図を基に集計を行った。

2.2.4 涌谷町建設水道課

1) 管路の保有状況

涌谷町建設水道課が保有する導・送・配水本管・配水支管の管種別管路延長を表 2.2.19 に示す。

表 2.2.19 導・送・配水本管・配水支管の管種別管路延長(涌谷町建設水道課)

管種	導水管 (m)	送水管 (m)	配水本管 (m)	配水支管 (m)	合計 (m)	割合 (%)
CIP	0	0	0	2,307	2,307	1.2
DIP(耐震)	308	314	0	4,330	4,952	2.5
DIP(その他)	251	1,581	0	5,825	7,657	3.9
SP(溶接)	0	0	0	0	0	0.0
SP(その他)	8	35	0	2,113	2,156	1.1
VP(RR)	0	0	0	60,524	60,524	30.9
VP(その他)	0	0	0	63,783	63,783	32.6
その他	0	1,375	0	52,961	54,336	27.8
合計	567	3,305	0	191,843	195,715	100.0

備考) 管路延長は、水道統計(平成 21 年度)の値を用いた。

2) 管路の被害状況

涌谷町建設水道課の被害は 70 件であり、被害率は 0.36 件/km であった。管種別にみると、CIP の被害が 46 件、VP(RR, その他)の被害が 22 件、その他(ACP)の被害が 1 件であった。被害率では、CIP が延長は短いながら 19.9 件/km と最も高い値を示した(表 2.2.20 参照)。

表 2.2.20 管種別の被害状況(涌谷町建設水道課)

管種	管路延長 ¹⁾ (m)	被害件数 (件)	被害率 (件/km)
CIP	2,307	46	19.9
DIP(耐震)	4,952	0	0
DIP(その他)	7,657	1	0.13
SP(溶接)	2,156	0	0
SP(その他)			
VP(RR)	60,524	22	0.18
VP(その他)	63,783		
その他(ACP)	54,336	1	0.02
合計	195,715	70	0.36

注 1) 管路延長は、水道統計(平成 21 年度)の値を用いた。

3) 管路被害地点

(1) 表層地盤分類別の管路被害

涌谷町建設水道課における管路被害地点と震度^{注 1)}及び表層地盤分類^{注 2)}との関係进行分析した。

「管路被害地点と表層地盤分類」を図 2.2.21 に示し、「管路被害地点と震度分布」を図 2.2.22 に示す。また、震度別の「表層地盤分類別の管路被害件数」を表 2.2.21 及び図 2.2.23 に示す。

表層地盤分類別の被害分析は、管路の位置情報の代替として道路が存在する管路の被害点が含まれる 250m メッシュを抽出し、メッシュに含まれる被害点を集計してメッシュ数で除し、「表層地盤分類別のメッシュあたりの被害件数(被害率)」を求めた。「表層地盤分類別のメッシュ数」を表 2.2.22 及び図 2.2.24 に示し、「表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数」を表 2.2.23 及び図 2.2.25 に示す。

管路の被害は、震度別にみるとすべての被害が震度 6 弱以上で発生しており、地盤別では約 72%が「自然堤防」で発生していた(表 2.2.21 参照)。

メッシュあたりの被害件数も「自然堤防」で非常に高い値を示し、管路被害が発生しやすい傾向が認められた。これは、CIP の被害が「自然堤防」で集中的に発生したためである。(表 2.2.23 及び図 2.2.25 参照)。

注 1) 出典：地震動マップ即時推定システム(QuIQuake)，産業技術総合研究所

注 2) 出典：250m メッシュ表層地盤 地震ハザードステーション，防災科学技術研究所

備考) 地盤ごとの管種別布設延長が未把握なため、管種別地盤分類別被害評価は行っていない。

凡例

表層地盤

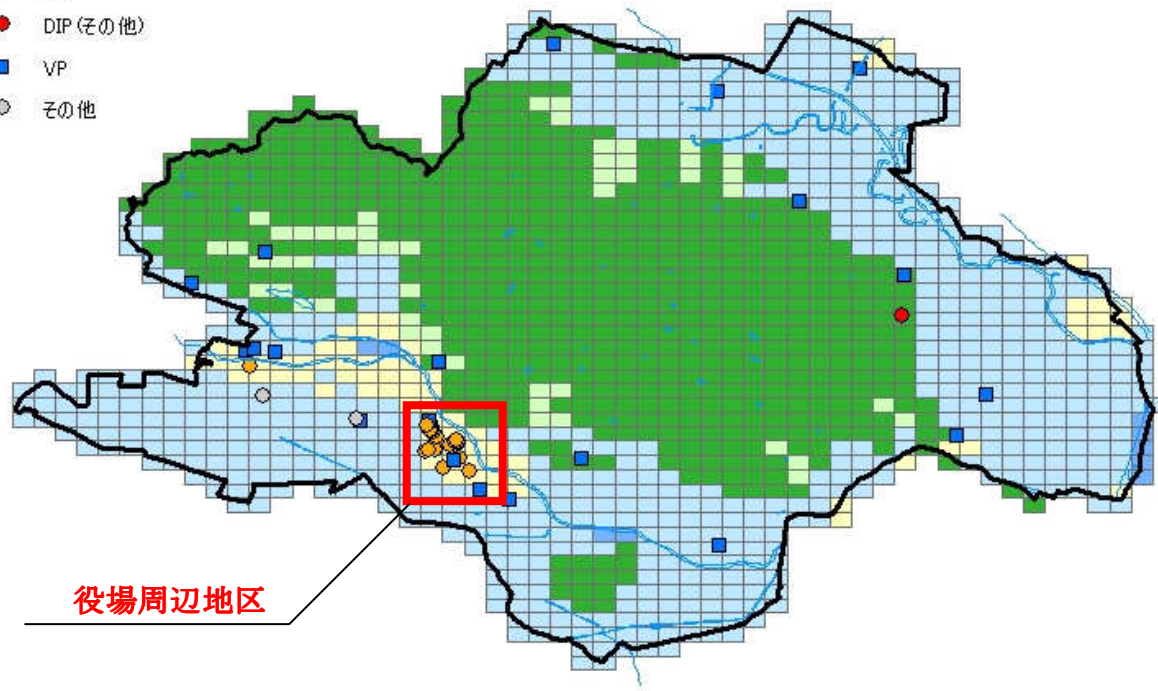
- 山地
- 山麓地
- 丘陵地
- 火山地
- 火山山麓地
- 火山性丘陵地
- 岩石台地
- 砂礫質台地
- ローム台地
- 谷底低地
- 扇状地
- 自然堤防
- 後背湿地
- 三角洲・海岸低地
- 砂州・砂礫洲
- 砂丘
- 砂州・砂丘間低地
- 干拓地
- 埋立地
- 礫・岩礫
- 河原
- 旧河道
- 河道
- 湖沼

行政区(涌谷町)

水涯線

管種

- CIP
- DIP(その他)
- VP
- その他



備考1) 背景地図の提供：国土地理院発行の基盤地図情報(縮尺レベル 25000)
 備考2) 表層地盤分類：J-SIS 地震ハザードステーションの表層地盤 250mメッシュデータ(防災科学技術研究所)

図 2.2.21 管路被害地点と表層地盤分類(涌谷町建設水道課)

凡例

行政区(涌谷町)

水涯線

管種

CIP

DIP(その他)

VP

その他

最大計測震度

0.00 - 4.00

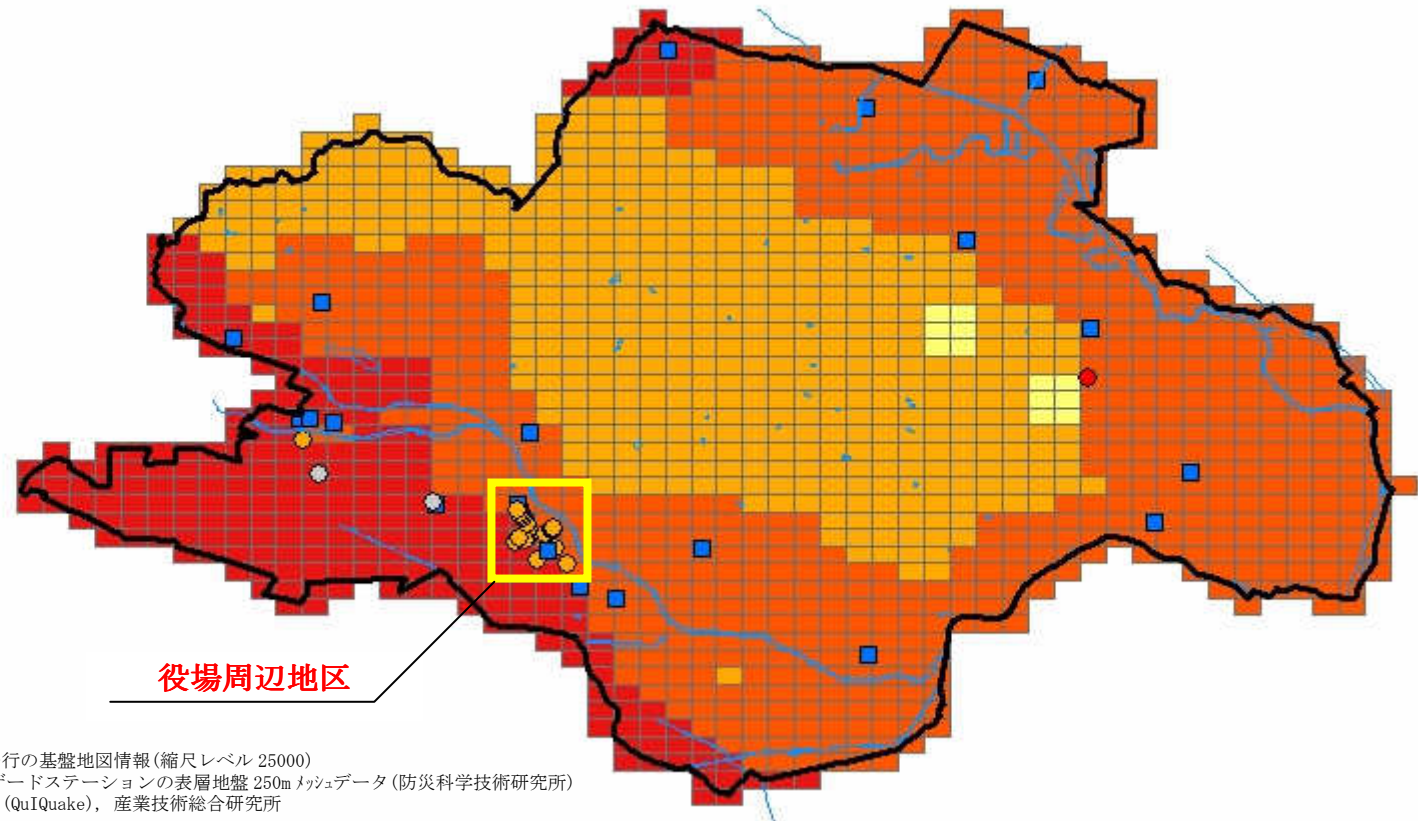
4.01 - 4.50

4.51 - 5.00

5.01 - 5.50

5.51 - 6.00

6.01 - 6.50



備考1) 背景地図の提供：国土地理院発行の基盤地図情報(縮尺レベル 25000)
 備考2) 表層地盤分類：J-SIS 地震ハザードステーションの表層地盤 250mメッシュデータ(防災科学技術研究所)
 備考3) 地震動マップ即時推定システム(QuIQuake), 産業技術総合研究所

図 2.2.22 管路被害地点と震度分布(涌谷町建設水道課)

表 2.2.21 表層地盤分類別の管路被害件数(涌谷町建設水道課)

単位:件

表層地盤分類	震度					総計	割合
	4	5弱	5強	6弱	6強		
丘陵		0	0	7	1	8	12%
谷底低地			0	0		0	0%
自然堤防				17	33	50	72%
後背湿地				4	7	11	16%
総計	0	0	0	28	41	69	100%
割合	0%	0%	0%	41%	59%	100%	

備考)総被害件数は70件であるが、被害場所が特定できなかった1件を分析から除外した。

表 2.2.22 表層地盤分類別のメッシュ数(涌谷町建設水道課)

単位:メッシュ

表層地盤分類	震度					総計	割合
	4	5弱	5強	6弱	6強		
丘陵		5	119	78	11	213	37%
谷底低地			8	28		36	6%
自然堤防				39	15	54	9%
後背湿地				202	77	279	48%
総計	0	5	127	347	103	582	100%

備考)道路位置を管路位置の代替として用い、道路が含まれるメッシュを集計した。

表 2.2.23 表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数(涌谷町建設水道課)

単位:件/メッシュ

表層地盤分類	震度					総計
	4	5弱	5強	6弱	6強	
丘陵	-	0	0	0.09	0.09	0.04
谷底低地	-	-	0	0	-	0
自然堤防	-	-	-	0.44	2.20	0.93
後背湿地	-	-	-	0.02	0.09	0.04
総計	0	0	0	0.08	0.40	0.12

備考)「-」は該当の表層地盤が存在しない。また、「0」は被害が発生していないことを示す。

備考)「総計」は(被害数の合計)/(メッシュ数の合計)を示す。

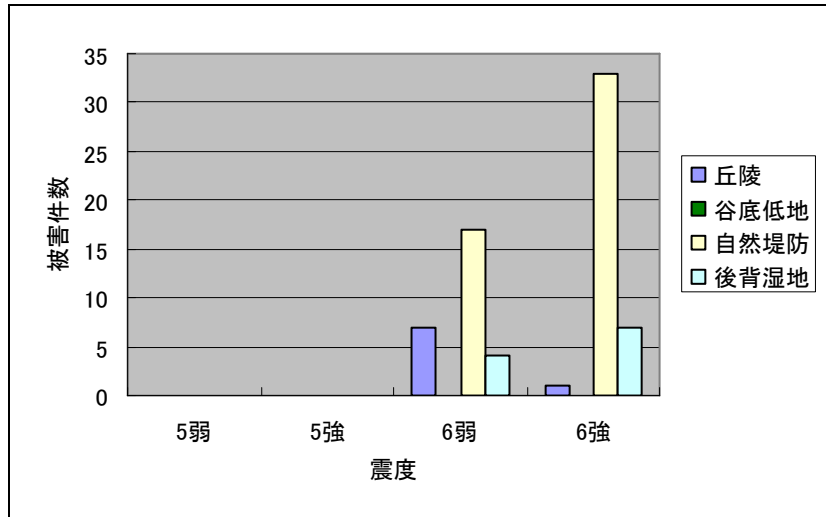


図 2. 2. 23 表層地盤分類別の管路被害件数 (涌谷町建設水道課)

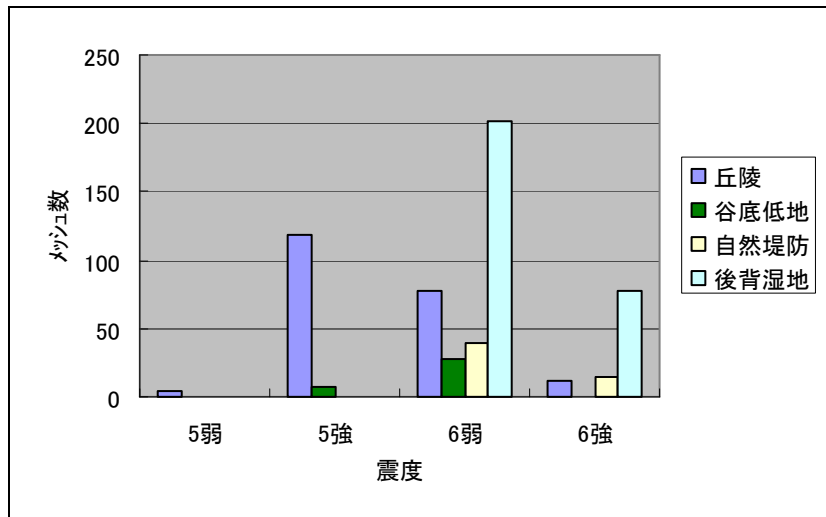


図 2. 2. 24 表層地盤分類別のメッシュ数 (涌谷町建設水道課)

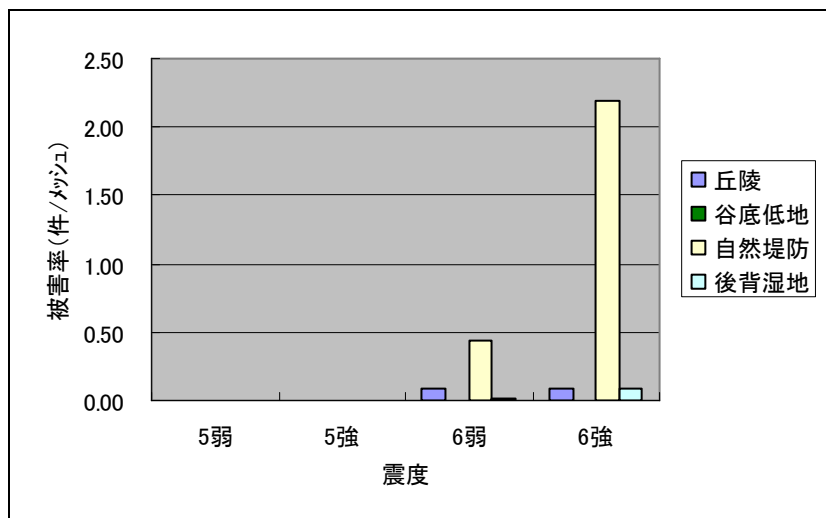
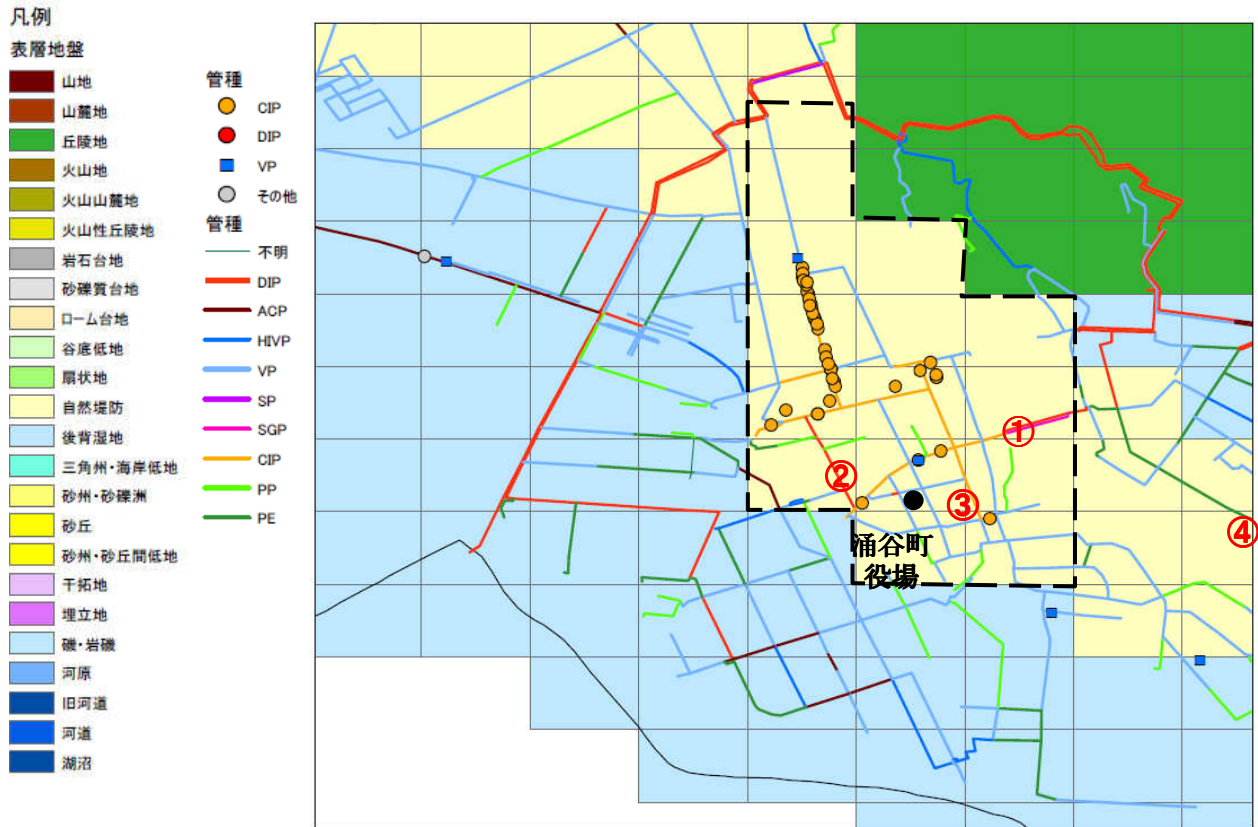


図 2. 2. 25 表層地盤分類別のメッシュあたり被害件数 (涌谷町建設水道課)

(2) 被害の集中している地域の管路被害状況 (涌谷町役場周辺)

被害が集中している地域の被害傾向をさらに調査するため、涌谷町役場周辺の管路の被害分析を行った。被害状況を図 2.2.26、図 2.2.27 及び表 2.2.24 に示す。

この結果、管路の被害は、CIP で集中して発生しており、その他の管種に被害は認められなかった。この地域は、液状化による地盤沈下などが部分的に発生しているが、痕跡としては舗装に軽微な亀裂を生じる程度であった。



備考 1) 背景地図の提供：国土地理院発行の基盤地図情報(縮尺レベル 25000)
 備考 2) 表層地盤分類：J-SIS 地震ハザードステーションの表層地盤 250m メッシュデータ (防災科学技術研究所)

図 2.2.26 涌谷町役場周辺の管路被害地点と表層地盤分類



図 2.2.27 涌谷町役場周辺の道路上の被害状況

表 2.2.24 役場周辺地区の管路の被害状況（図 2.2.26 の□□内）

管 種		管路延長 ^{注1)} (m)	被害件数 (件)
CIP		2,113	44
DIP(耐震)		516	0
DIP(その他)			
VP(RR)		4,684	2
VP(その他)			
SP(溶接)		176	0
SP(その他)			
その他	ACP	174	0
	PP	807	0
	PE	109	0
合 計		8,579	46

注1) 管路延長は、涌谷町建設水道課より提供された管路図をもとに集計を行った。

2.3 管路被害のまとめ

2.3.1 管路被害率

1) 事業体別の管路被害率

本調査による埋設管の管路被害率と過去の震災における管路被害率一覧を表 2.3.1 及び図 2.3.1 に示す。

管路被害率は、調査 I の仙台市水道局、宮城県企業局、石巻地方広域水道企業団、水戸市水道部、千葉県水道局(全域)で 0.05~0.15 件/km であり、過去の大地震と比較すると管路被害は小さかった。しかし、被害率は小さいものの、宮城県企業局仙南・仙塩広域水道事務所の用水供給管路での被害により、断水影響が大きい基幹管路の被害が発生した。また、液状化による集中的な管路被害により、広域で長期にわたる断水被害が発生した。

一方で、強震地区を対象とした調査 II の栗原市上下水道部、大崎市水道部、登米市水道事業所、涌谷町建設水道課の管路被害率は、0.15~0.36 件/km と調査 I の地区よりやや高い値を示した。

表 2.3.1 東日本大震災及び過去の震災における管路被害率一覧

地震名	名称		被害件数 (件)	管路延長 (km)	被害率 (件/km)	最大震度	
2011 年 東日本大震災	調査 I	仙台市水道局	276	3,732	0.07	6 強	
		宮城県 企業局 ^{注1)}	大崎広域 水道事務所	20	131	0.15	6 強
			仙南・仙塩 広域水道事務所	12	201	0.06	6 強
		石巻地方広域水道企業団	212	1,561	0.14	6 強	
		水戸市水道部	130	1,717	0.08	6 弱	
		千葉県水道局	461	8,755	0.05	6 弱	
		(浦安市の埋立地)	(321)	(195.4)	(1.64)	(5 強)	
	調査 II	栗原市上下水道部	164	698	0.24	7	
		大崎市水道部	222	1,077	0.21	6 強	
		登米市水道事業所	211	1,370	0.15	6 強	
涌谷町建設水道課		70	196	0.36	6 強		
1995 年 阪神・淡路 大震災	神戸市	1,264	4,002	0.32	7		
	芦屋市	297	185	1.61	7		
	西宮市	697	966	0.72	7		
	神戸市、芦屋市、西宮市の埋立地	505	285	1.77	7		
2004 年 新潟中越地震	長岡市	328	1,080	0.30	6 弱		
2007 年 能登半島地震	門前町	56	175	0.32	6 強		
2007 年 新潟中越沖地震	柏崎市	518	949	0.55	6 強		

備考1) 引用

- ・神戸市、芦屋市、西宮市：1995年兵庫県南部地震による水道管路の被害と分析, p14, 平成8年5月, (社)日本水道協会
- ・長岡市：新潟県中越地震水道被害調査報告書, 平成17年2月, 厚生労働省健康局水道課
- ・門前町：平成19年(2007年)能登半島地震被害水道施設被害等調査報告書, 平成19年8月, 厚生労働省健康局水道課
- ・柏崎市：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20年3月, 厚生労働省健康局水道課

備考2) 被害件数には付属施設の被害を含んでいない。なお、柏崎市の被害率は上記引用文献を参照し、

付属施設の被害を除いて算出した値である。

備考3) 津波地区の管路被害については、通水された一部の管路を除いて含まれていない。

注1) 宮城県企業局は導送水管の被害率を示す。

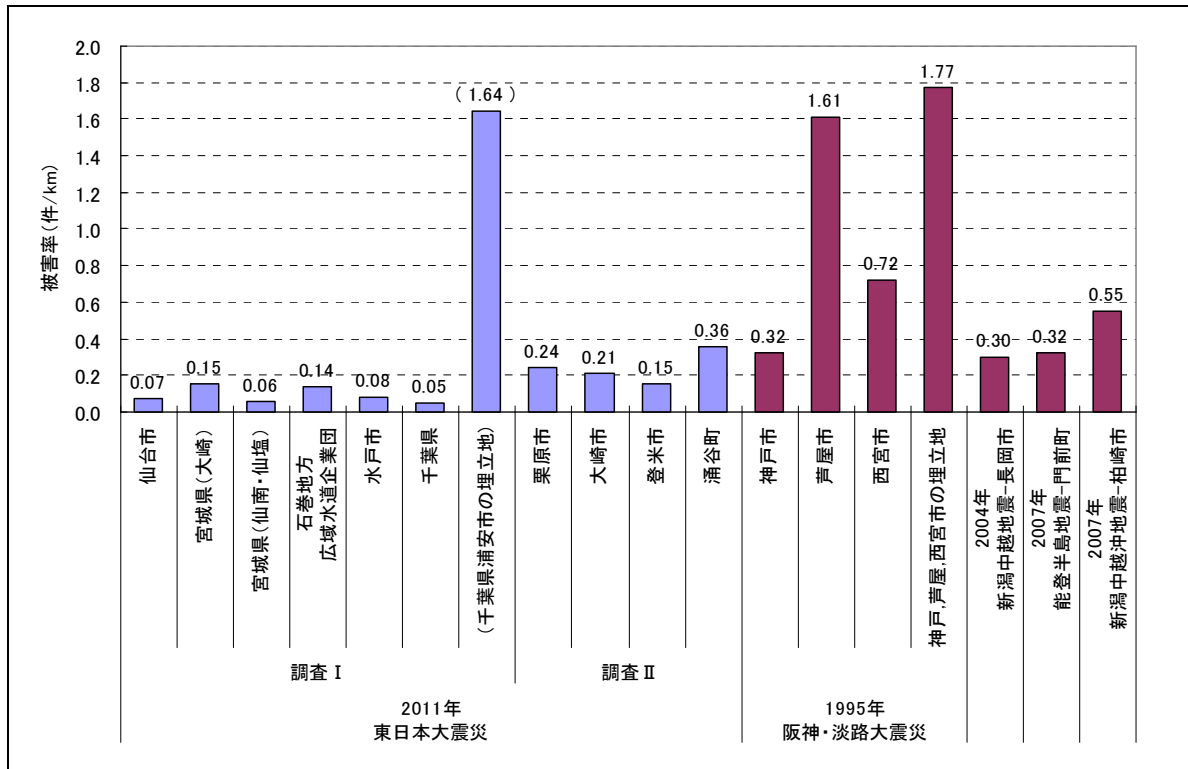


図 2.3.1 東日本大震災と過去の震災における管路被害率の比較

2) 管種別の被害率

管種別被害率と過去の震災の管種別被害率一覧を表 2.3.2 及び図 2.3.2 に示す。

なお、それぞれの比較は、埋設延長が 10km 以下と他と比べて著しく短く管路被害 1 件あたりの変動影響が大きい SP(その他)等の区分などを除いた(図 2.3.2 参照)。

- ・管種別被害率は、いずれの管種においても阪神・淡路大震災と比較して小さい。
- ・強震地区では CIP の一部に集中した被害が発生し著しく被害率が高い。
- ・DIP(耐震)の被害はなかった。

表 2.3.2 東日本大震災及び過去の震災における管種別被害率一覧

地震名	分類	事業体名	CIP	DIP (耐震)	DIP (その他)	SP (溶接)	SP (その他)	VP (RR)	VP (その他)	その他	全管種	
東日本 大震災	調査 I	仙台市水道局	0.08 1 (12.2)	0 0 (872.3)	0.06 117 (1842.0)	0.07 9 (126.0)	0 0 (0.2)	0.06 23 (405.0)	0.27 126 (463.9)	0 0 (11.0)	0.07 276 (3732.6)	
		宮城県 企業局	大崎広域 水道事務所	-	-	0.19 20 (107.8)	0 0 (23.8)	-	-	-	-	0.15 20 (131.6)
			仙南・仙塩 広域水道事務所	-	0 0 (56.0)	0.08 7 (92.5)	0.09 5 ^{注3)} (52.8)	-	-	-	-	0.06 12 (201.3)
		石巻地方 広域水道企業団	0.48 20 (41.9)	0 0 (143.9)	0.07 55 (739.0)	0.20 5 (24.8)	2.00 6 (3.0)	0.21 106 (515.6)	0.21 20 (93.1)	0.14 212 (1561.3)		
		水戸市水道部	1.40 10 (7.1)	0 0 (34.7)	0.03 36 (1140.3)	0.11 3 (27.8)	13.5 11 (0.81)	0.13 61 (484.7)	0.42 9 (21.2)	0.08 130 (1716.6)		
		千葉県水道局	0.12 3 (26.1)	0 0 (612.7)	0.06 448 (7679.2)	0.01 1 (129.9)	0.05 2 (39.5)	0.03 7 (259.4)	0.00 0 (8.3)	0.05 461 (8755.1)		
		調査 II	栗原市上下水道部	0.23 28 (12.7)	0 0 (16.6)	- CIPに含む (111.9)	1.17 11 (15.4) ^{注4)}	7 7 (54.1)	0.20 11 (362.3)	0.21 75 (124.8)	0.26 32 (124.8)	0.24 164 (697.8)
	大崎市水道部		0.83 33 (40.0)	0 0 (10.0)	0.15 53 (359.6)	-	1.61 21 (13.1)	0.18 93 (507.6)	0.15 22 (146.5)	0.21 222 (1076.8)		
	登米市水道事業所		2.81 12 (4.3)	0 0 (28.8)	0.14 30 (209.5)	-	1.39 10 (7.2)	0.19 150 (801.9)	0.03 9 (318.6)	0.15 211 (1370.3)		
	涌谷町建設水道課		19.9 46 (2.3)	0 0 (5.0)	0.13 1 (7.7)	-	0 0 (2.2)	0.18 22 (124.3)	0.02 1 (54.3)	0.36 70 (195.8)		
		合計	1.04 153 (146.6)	0 0 (1780.0)	0.06 767 (12289.5)	0.06 23 (385.1)	0.76 50 (66.0)	0.17 674 (3978.8)	0.12 93 (777.8)	0.09 1,778 (19439.2)		
	【参考】 阪神・淡路大震災	神戸市、芦屋市、西宮市 ^{注1)} (被害分析の範囲)	1.51 611 (405.1)	0 0 (270.0)	0.49 915 (1604.0)	0.47 14 (29.6)	5.48 6 (1.1)	0.63 331 (231.5)	0.31 ^{注2)} 43 (139.2)	0.72 1,920 (2680.5)		

備考 1) 上段：被害率(件/km)、中段：被害件数(件)、下段()内：管路延長(km)を示す。

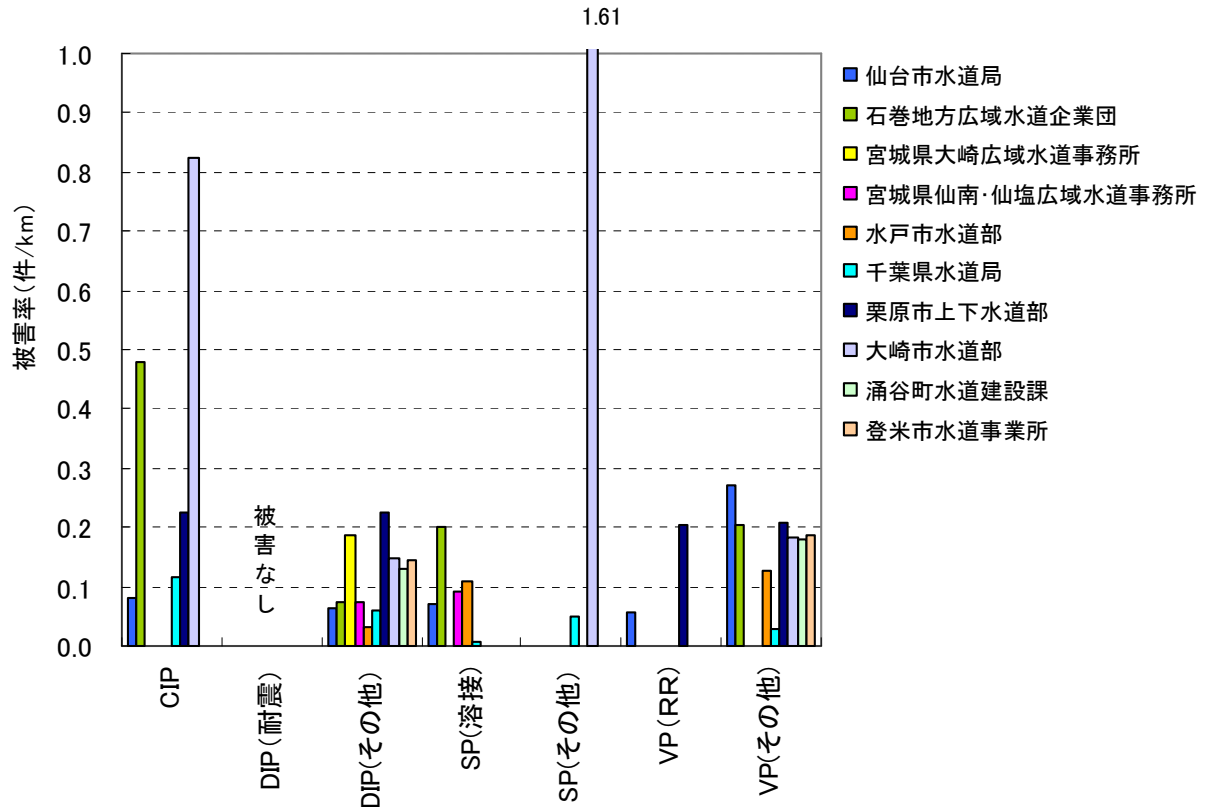
備考 2) 石巻地方広域水道企業団の被害件数は平成 24 年 1 月末時点の集計値である。

注 1) 1995 年兵庫県南部地震による水道管路の被害と分析,平成 8 年 5 月,(社)日本水道協会, p75
表 4-2-4 の一部集計値, p183 の記述より DIP(耐震)の延長を考慮した。

注 2) (その他)の内で ACP の被害率は 1.78 である。

注 3) 宮城県企業局(仙南・仙塩広域水道事務所)の SP(溶接)の被害 5 件は、すべて可撓管の被害である。

注 4) 栗原市上下水道部の SP(溶接・その他)は、管路延長が(溶接)と(その他)に区分されていないため、管種別の合計には含めていない。



備考 1) 管路延長が 10km 未満の区分は、1 件で 0.1 件/km 以上の被害率の変動があるため除外した。
 備考 2) 仙台市水道局、栗原市上下水道部を除く VP(RR) の被害は VP(その他) に含む。

図 2.3.2 東日本大震災における管種別被害率の比較

3) 口径別被害率

管の口径と被害率の関係について分析を行った。分析は、液状化による被害など口径と関連しない特徴的な被害を含まず、管種別口径別の延長情報が得られた仙台市水道局及び石巻地方広域水道企業団を対象とした。

口径別の管路延長、被害件数及び被害率の調査結果を表 2.3.3、表 2.3.4 及び図 2.3.3～図 2.3.6 に示す。なお、本分析では震度や地盤との関係が考慮されていないため、口径の影響を正確に論じるためにはより詳細な分析が必要であるが、参考として比較を行った。

仙台市水道局では、φ150 以下では VP が約 1/2 を占め、小口径ほど被害率が高い傾向が認められた。一方で、石巻地方広域水道企業団では φ150 以下では VP、φ200～450 では DIP(その他)、φ500～900 では CIP の割合が高く、管種別の被害率の差が大きいことから口径的な被害率の傾向が認められなかった。

表 2.3.3 配水管の口径別被害率(仙台市水道局)

口径 (mm)	配水管延長 (m)	被害件数 (件)	被害率 (件/km)
75	433,242	93	0.21
100-150	2,236,104	154	0.07
200-250	444,302	15	0.03
300-450	402,137	6	0.01
500-900	161,335	3	0.02
>1000	55,514	0	0
総計	3,732,633	271	0.07

備考)口径別管路延長は、仙台市水道局の平成22年度末マッピングデータの値を採用した。

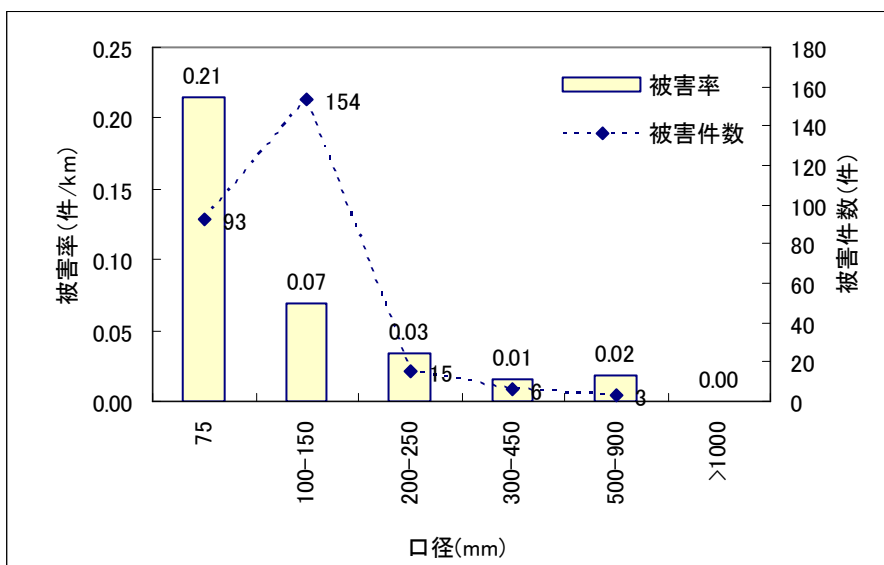


図 2.3.3 口径別被害率と被害件数(仙台市水道局)

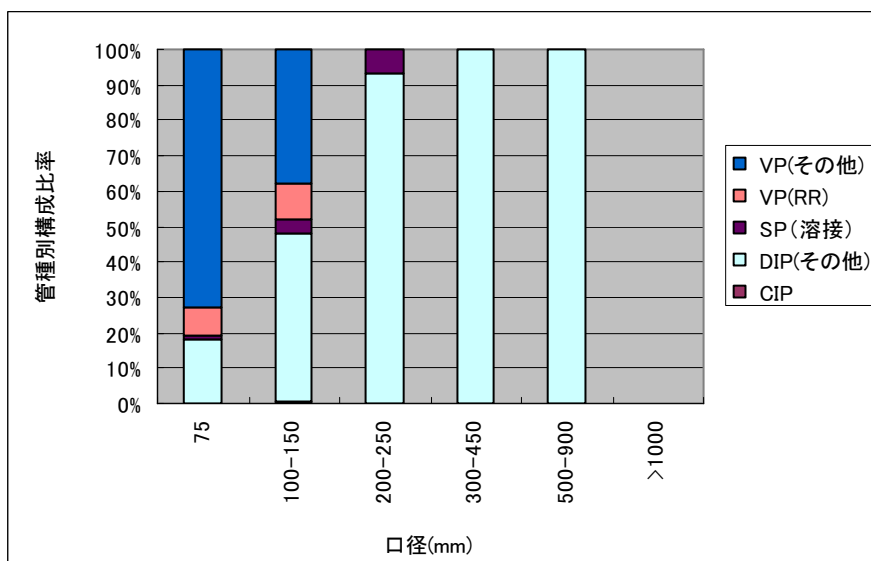


図 2.3.4 管路被害の管種別構成比率(仙台市水道局)

表 2.3.4 配水管の口径別被害率(石巻地方広域水道企業団)

口径(mm)	配水管延長(m)	被害件数(件)	被害率(件/km)
<50	195,396	63	0.32
75-150	1,078,649	94	0.09
200-250	227,849	22	0.10
300-450	128,136	14	0.11
500-900	54,210	19	0.35
総計	1,684,240	212	0.13

備考)口径別管路延長は、石巻地方広域水道企業団の提供資料(水道事業年報)から算出した。

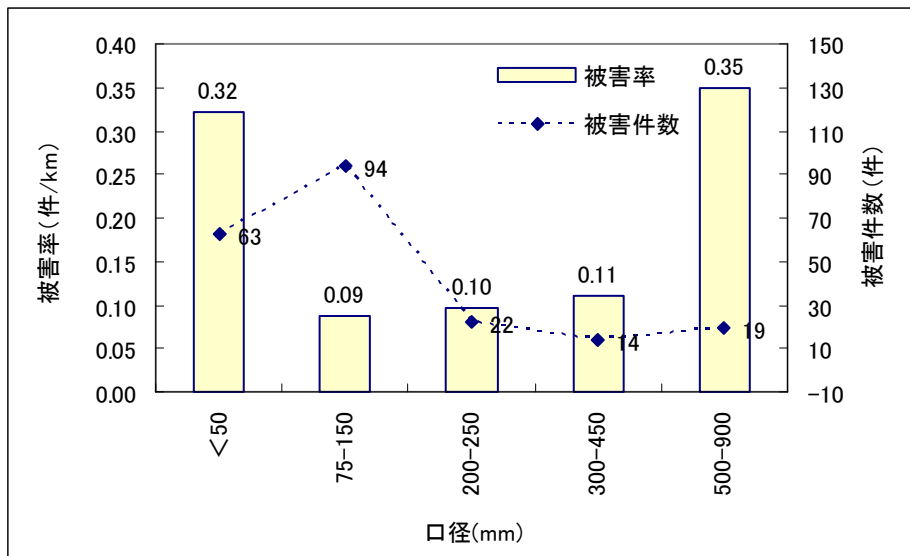


図 2.3.5 口径別被害率と被害件数(石巻地方広域水道企業団)

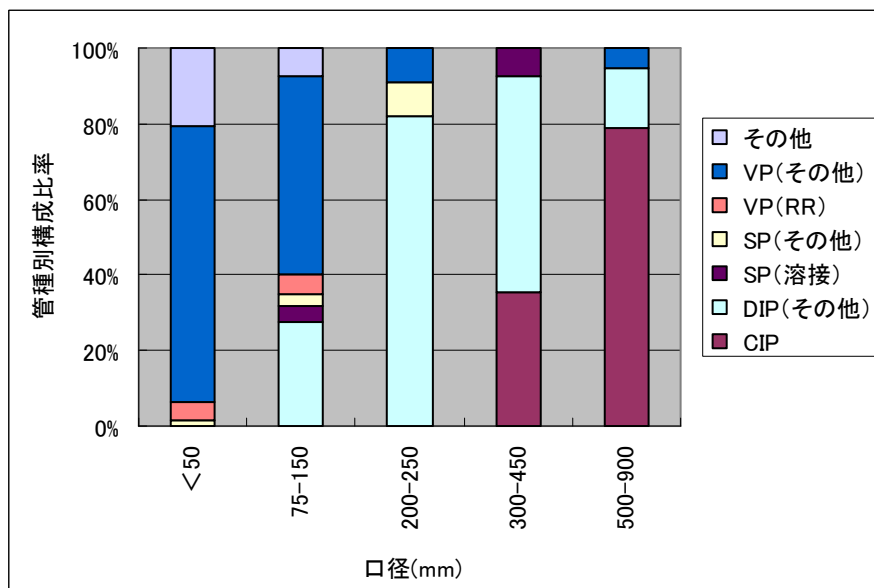


図 2.3.6 管路被害の管種別構成比率(石巻地方広域水道企業団)

4) 管種別の被害形態

調査Ⅰで実施した管種別の被害形態の調査結果から、管種別の主な被害形態と過去の震災との比較を表2.3.5に示す。

- ・DIP(耐震)は被害がなく、DIP(その他)は継手の抜け、CIPは継手の抜けと管体破損、SP(溶接)は可撓管の抜け、腐食部からの漏水、SP(その他)では管体破損や継手の抜け、VP(RR)、VP(その他)はいずれも管体破損や継手の抜けであった。なお、CIPについては、地盤変状が小さくても被害が生じていた。
- ・これらの管種ごとの被害形態は、阪神・淡路大震災、新潟県中越地震など、過去の地震と同じ傾向であった。

表2.3.5 東日本大震災の主な管種別の被害形態と過去の震災との比較(調査Ⅰ)

管種	継手分類	主な被害形態		
		東北地方 太平洋沖地震	新潟県 中越地震 ^{注1)}	阪神・淡路 大震災 ^{注2)}
ダクタイル鋳鉄管 DIP	DIP(耐震)	被害なし	被害なし	被害なし
	DIP(その他)	継手の抜け ^{注3)}	継手の抜け	継手の抜け
鋳鉄管 CIP	印籠継手	継手の抜け 管体破損	継手の緩み・抜け 管体破損	継手の緩み・抜け 管体破損
鋼管	SP	腐食部の漏水 可撓管の抜け	被害なし	溶接部の破損
	SGP	管体破損 継手の抜け	管体破損 継手の抜け・破損	管体破損 継手の抜け・破損
硬質塩化ビニル管 VP	VP(RR)	管体破損 継手の抜け・破損	管体破損 継手の抜け・破損	— ^{注4)}
	VP(その他)		管体破損 継手の抜け	管体破損 継手の抜け・破損

注1) 出典：厚生労働省「平成17年(2004年)新潟県中越地震水道施設被害等調査報告書」、平成17年2月

注2) 出典：(社)日本水道協会「1995年兵庫県南部地震による水道管路の被害と分析」、平成8年5月

注3) 本調査の分類である「継手漏水」を過去の震災のとりまとめに準じて「継手の抜け」に読み替えた。

注4) 該当の分析に関して報告がないため詳細は未確認である。

備考) 本分析では調査Ⅰのみで実施した管種別の被害形態調査結果を用いた。調査Ⅱでは管種別の被害形態の分類は実施しなかった。

2.3.2 管路被害と地盤との関係

1) 表層地盤分類別の被害分析

「管路被害地点と表層地盤分類」^{注1)}との関係及び震度^{注2)}との関係を分析した。「表層地盤分類別事業体別の管路被害件数」を表 2.3.6 及び図 2.3.7 に示し、「震度別表層地盤分類別の管路被害件数」を表 2.3.7、表 2.3.8 及び図 2.3.8、図 2.3.9 に示す。

また、表層地盤分類別の被害分析は、管路の位置情報の代替として道路が存在する管路の被害点が含まれる 250m メッシュを抽出し、メッシュに含まれる被害点を集計してメッシュ数で除し、「表層地盤分類別のメッシュあたりの被害件数(被害率)」を求めた。「表層地盤分類別のメッシュあたり管路被害件数」を表 2.3.9～表 2.3.11 及び図 2.3.10～図 2.3.12 に示す。

注 1) J-SIS 地震ハザードステーションの表層地盤 250m メッシュデータ(防災科学技術研究所)を用いた。

注 2) 産業技術総合研究所 地震動マップ即時推定システム(QuIQuake), 2011.3.11 14:46 東日本大震災本震

- ・ 表層地盤分類別の被害件数は、「埋立地」、「後背湿地」、「丘陵」などに多かった。特に、千葉県では、被害の約 9 割が「埋立地」に集中して発生しており、その他の地域で被害はほとんどなかった。(表 2.3.6、表 2.3.7 及び図 2.3.7、図 2.3.8、図 2.3.11 参照)
- ・ 表層地盤分類別のメッシュあたりの被害件数は、地域毎に特徴が異なるが、「埋立地」、「後背湿地」、「自然堤防」、「谷底低地」、「三角州・海岸低地」、「砂州・砂礫洲」で高く、過去の地震などから軟弱地盤や悪い地盤として評価された地盤^{注 3)}での被害が発生しやすいことが再確認された。一方で、良い地盤とされてきた「丘陵」では宅地造成の盛土部での被害が多く「ローム台地」でも谷津や傾斜部の盛土での被害が多かった。(表 2.3.9～表 2.3.11 及び図 2.3.10～図 2.3.12 参照)
- ・ 震度 7 の観測された栗原市及び周辺の大崎市、登米市、涌谷町における管路被害も、震度 6 弱以上となる「自然堤防」やその近傍に集中する傾向にあり、その他の地域では被害は少なかった。(表 2.3.11、図 2.3.12 参照)
- ・ 管路被害は、地盤別の構成割合や事業体ごとの耐震化率の違いなどによるが、震度 6 弱を超えると、被害件数が多くなる傾向が見られた。(表 2.3.9、表 2.3.11 参照)

注 3) 「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」,(財)水道技術研究センター, p4-3

参考表 レベル 2 地震動における地盤表層の液状化可能性

液状化の程度		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、旧河川、旧沼地、砂泥質の河原、人工海浜、砂丘間低地、堤間
大きい	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
小さい	液状化の可能性は小さい	扇状地、砂礫質の河原、砂礫州、砂丘、海浜、扇状地型谷底平野
無	液状化の可能性は無し	台地、丘陵地、山地

出典) 「平成 10 年度版 液状化ゾーニングマニュアル」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, 国土庁防災局

表 2.3.6 表層地盤分類別の管路被害件数(調査Ⅰ、調査Ⅱ)

単位:件

表層地盤分類	調査Ⅰ						調査Ⅱ					合計
	仙台市水道局	宮城県企業局	石巻地方広域水道企業団	水戸市水道部	千葉県水道局	計	大崎市水道部	涌谷町建設水道課	登米市水道事業所	栗原市上下水道部	計	
山地	0		16			16	0		0	0	0	16
山麓地			0			0			0	0	0	0
丘陵	178	8	57	5		248	33	8	51	51	143	391
火山地	0					0	1			0	1	1
火山山麓地	0					0					0	0
火山性丘陵	0	2				2	5		0	6	11	13
岩石台地			0			0			0		0	0
砂礫質台地	38	6			0	44	6			12	18	62
ローム台地				49	19	68						68
谷底低地	2	2	41	5	13	63	36	0	15	57	108	171
自然堤防	4	1	6	25	0	36	53	50	40	15	158	194
後背湿地	51	13	39	35	1	139	77	11	92	18	198	337
旧河道				0	0	0						0
三角州・海岸低地	3		31		3	37				0	0	37
砂州・砂礫州	0		17		0	17						17
砂丘					0	0						0
干拓地	0		2	0	15	17	0		0	0	0	17
埋立地	0		0	6	410	416						416
河原	0		1	5	0	6	0		0	0	0	6
湖沼	0		0	0		0			0	0	0	0
合計	276	32	210	130	461	1109	211	69	198	159	637	1746

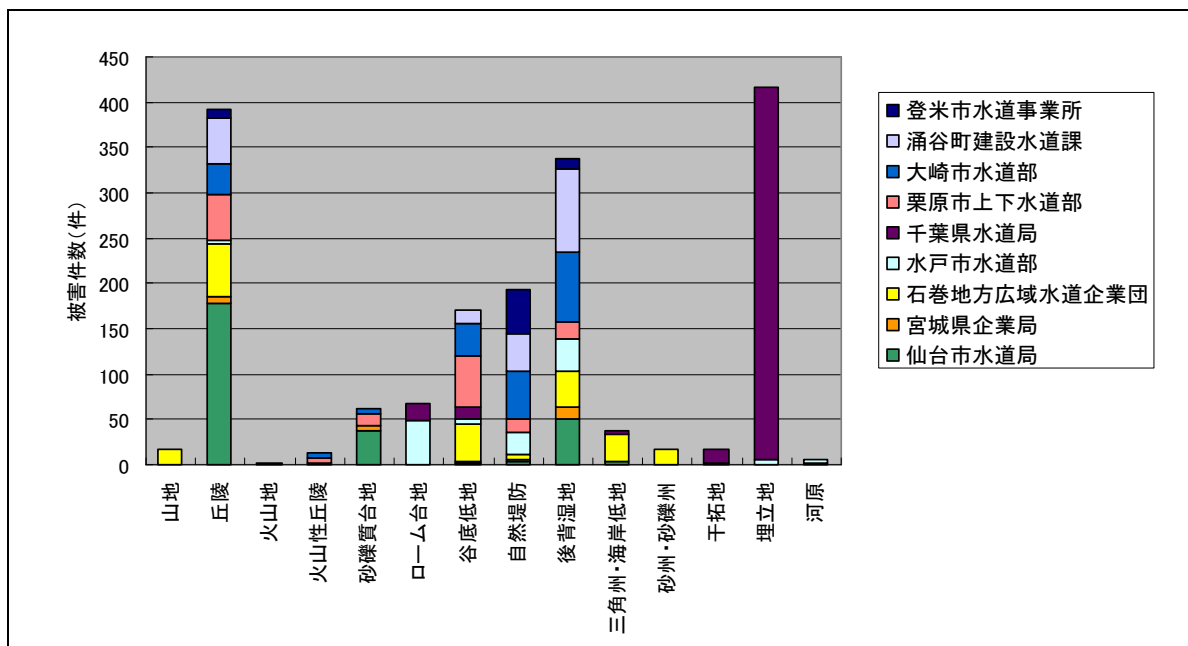


図 2.3.7 表層地盤分類別の管路被害件数(調査Ⅰ、調査Ⅱ)

表 2.3.7 震度別表層地盤分類別の管路被害件数
 (調査 I : 仙台市水道局、石巻地方広域水道企業団、宮城県企業局、水戸市水道部)
 単位:件

表層地盤分類	震度						総計	割合
	4	5弱	5強	6弱	6強	7		
山地	0	4	6	6	0		16	2%
山麓地			0	0			0	0%
丘陵		3	24	201	20		248	38%
火山地							0	0%
火山山麓地							0	0%
火山性丘陵				1	1		2	0%
岩石台地			0	0			0	0%
砂礫質台地			25	18	1		44	7%
ローム台地			0	47	2		49	8%
谷底低地			10	31	9		50	8%
自然堤防				22	14		36	6%
後背湿地				28	110		138	21%
旧河道				0	0		0	0%
三角州・海岸低地				4	30		34	5%
砂州・砂礫州			0	13	4		17	3%
干拓地				0	2		2	0%
埋立地				6	0		6	1%
河原		0	0	0	6		6	1%
湖沼		0	0	0			0	0%
総計	0	7	65	377	199		648	100%
割合	0%	1%	10%	58%	31%	0%	100%	

備考) 震度と地盤の関係进行分析するため宮城県企業局と液状化被害が著しい千葉県水道局を対象から除いた。

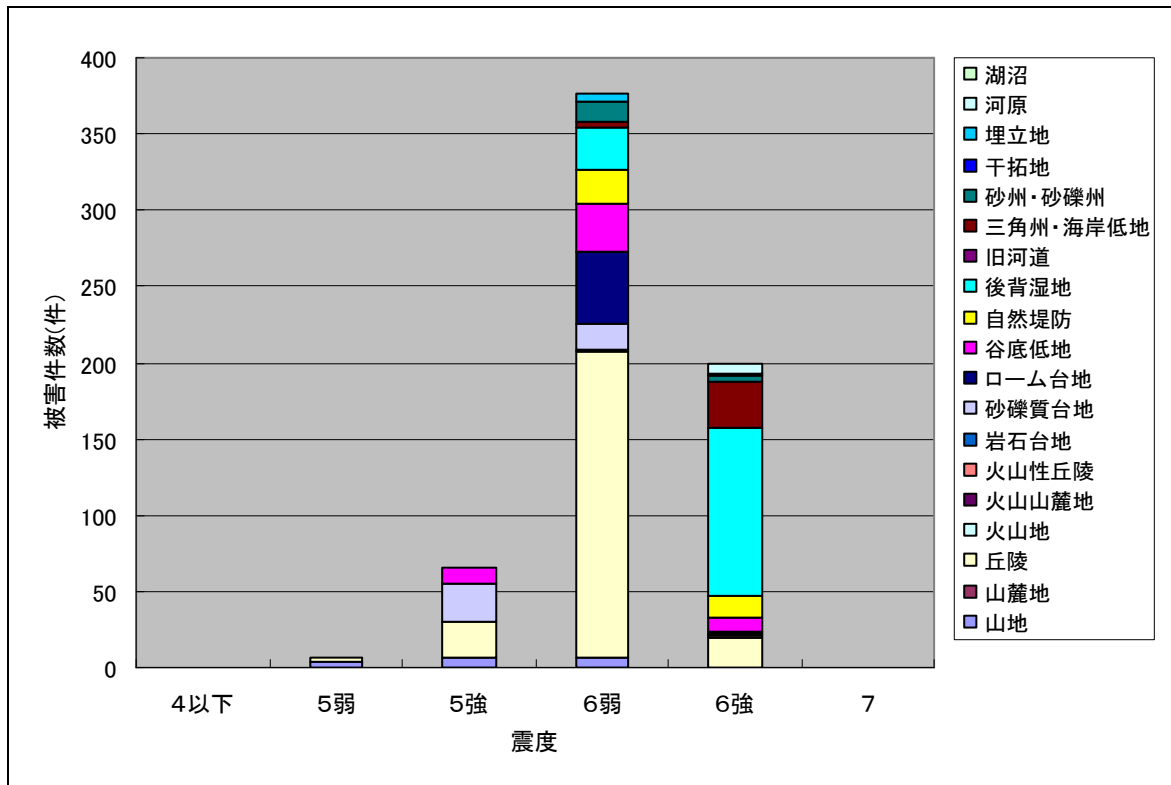


図 2.3.8 震度別表層地盤分類別の管路被害件数
 (調査 I : 仙台市水道局、石巻地方広域水道企業団、宮城県企業局、水戸市水道部)

表 2.3.8 震度別表層地盤分類別の管路被害件数

(調査Ⅱ：栗原市上下水道部、大崎市水道部、登米市水道事務所、涌谷町建設水道課)
 単位:件

表層地盤分類	震度						総計	割合
	4	5弱	5強	6弱	6強	7		
山地	0	0	0	0	0		0	0%
山麓地			0				0	0%
丘陵		0	7	38	70	28	143	22%
火山地		0	1	0			1	0%
火山性丘陵		0	0	3	8	0	11	2%
岩石台地			0				0	0%
砂礫質台地			2	3	6	7	18	3%
谷底低地	0	0	5	32	56	15	108	17%
自然堤防			0	25	118	15	158	25%
後背湿地				20	154	24	198	31%
三角洲・海岸低地							0	0%
干拓地					0	0	0	0%
河原		0	0	0	0	0	0	0%
湖沼				0	0	0	0	0%
総計	0	0	15	121	412	89	637	100%
割合	0%	0%	2%	19%	65%	14%	100%	

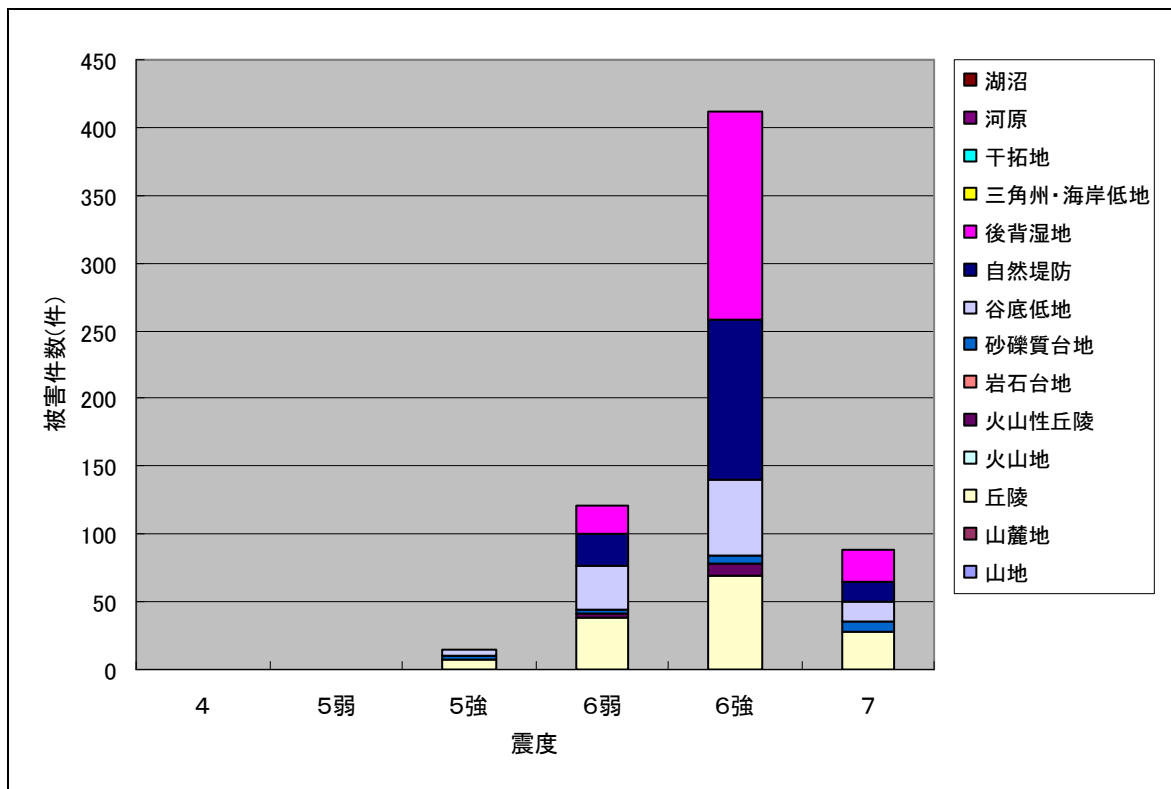


図 2.3.9 震度別表層地盤分類別の管路被害件数

(調査Ⅱ：栗原市上下水道部、大崎市水道部、登米市水道事務所、涌谷町建設水道課)

表 2.3.9 地盤分類別のメッシュあたりの管路被害件数

(調査 I : 仙台市水道局、石巻地方広域水道企業団、水戸市水道部) 単位 : 件/メッシュ

表層地盤分類	震度						総計
	4	5弱	5強	6弱	6強	7	
山地	0	0.00	0.01	0.07	0	-	0.007
丘陵	-	0.03	0.01	0.07	0.08	-	0.043
砂礫質台地	-	0	0.02	0.03	0.02	-	0.019
ローム台地	-	-	0	0.03	0.04	-	0.026
谷底低地	-	-	0.04	0.04	0.20	-	0.044
自然堤防	-	-	-	0.08	0.02	-	0.042
後背湿地	-	-	-	0.03	0.05	-	0.042
三角州・海岸低地	-	-	-	0.06	0.03	-	0.028
砂州・砂礫州	-	-	0	0.04	0.02	-	0.028
干拓地	-	-	-	0	0.03	-	0.010
埋立地	-	-	-	0.24	0	-	0.058
河原	0	0	0	0	0.07	-	0.029
総計	0	0.00	0.01	0.05	0.04	0	0.032

備考) 「-」は該当の表層地盤が存在しない。また、「0」は被害が発生していないことを示す。
備考) 「総計」は(被害数の合計)/(メッシュ数の合計)を示す。

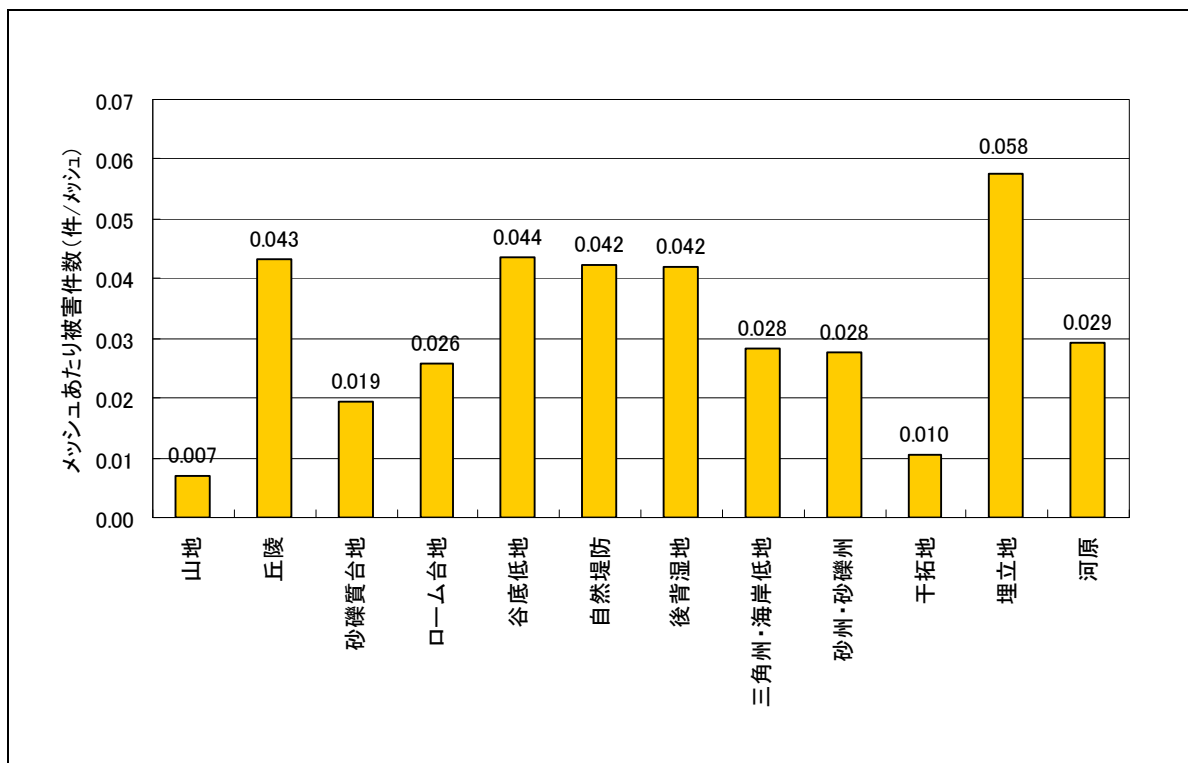


図 2.3.10 地盤分類別のメッシュあたりの管路被害件数

(調査 I : 仙台市水道局、石巻地方広域水道企業団、水戸市水道部)

表 2.3.10 地盤分類別のメッシュあたりの管路被害件数（調査Ⅰ：千葉県水道局）

単位：件/メッシュ

表層地盤分類	震度				総計
	4	5弱	5強	6弱	
ローム台地	-	0.00	0.00	0	0.004
谷底低地	-	0.06	0.02	0	0.022
後背湿地	-	-	0.00	0	0.004
三角州・海岸低地	-	-	0.00	0.01	0.004
干拓地	-	-	0.09	0.03	0.073
埋立地	-	-	0.28	0	0.278
総計	-	0.00	0.06	0.01	0.050

備考)「-」は該当の表層地盤が存在しない。また、「0」は被害が発生していないことを示す。
備考)「総計」は(被害数の合計)/(メッシュ数の合計)を示す。

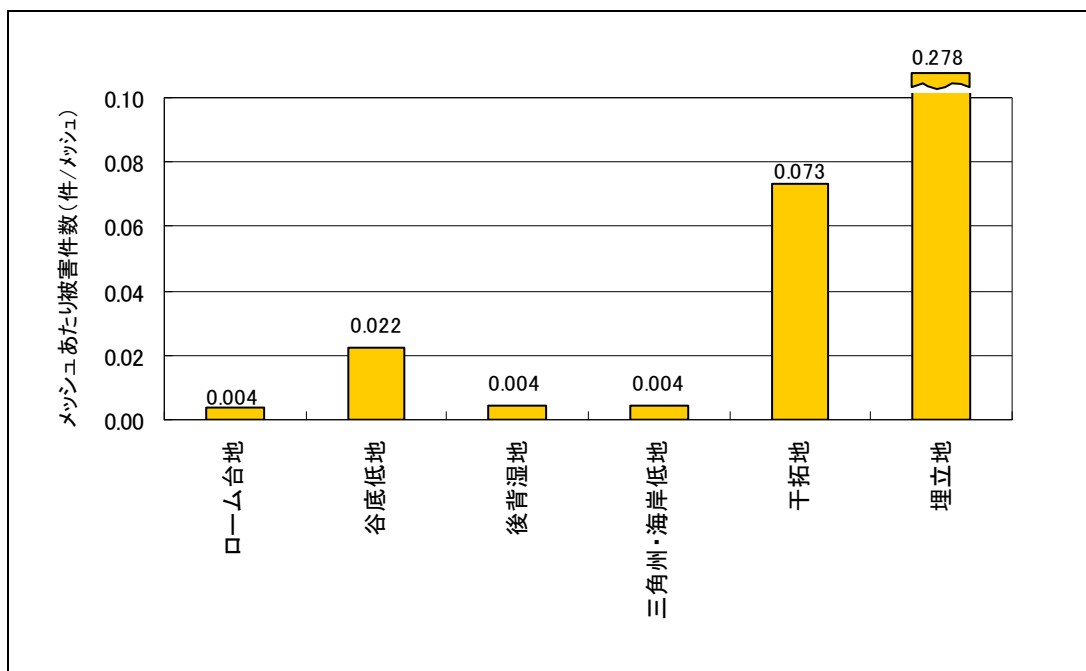


図 2.3.11 地盤分類別のメッシュあたりの管路被害件数（調査Ⅰ：千葉県水道局）

表 2.3.11 地盤分類別のメッシュあたりの管路被害件数

(調査Ⅱ：栗原市上下水道部、大崎市水道部、登米市水道事務所) 単位：件/メッシュ

表層地盤分類	震度						総計
	4	5弱	5強	6弱	6強	7	
山地	0	0	0	0	0	-	0
丘陵	-	0	0.01	0.02	0.03	0.06	0.026
火山地	-	0	0.01	0	-	-	0.003
火山性丘陵	-	0	0	0.00	0.02	0	0.006
砂礫質台地	-	-	0.03	0.01	0.01	0.04	0.018
谷底低地	0	0	0.02	0.05	0.04	0.02	0.035
自然堤防	-	-	0	0.11	0.11	0.12	0.111
後背湿地	-	-	-	0.03	0.05	0.02	0.038
総計	0	0	0.01	0.02	0.04	0.03	0.031

備考1 「-」は該当の表層地盤が存在しない。また、「0」は被害が発生していないことを示す。

備考2 「総計」は(被害数の合計)÷(メッシュ数の合計)を示す。

備考3 CIPの被害が著しく集中して発生した涌谷町は集計対象から除いた。

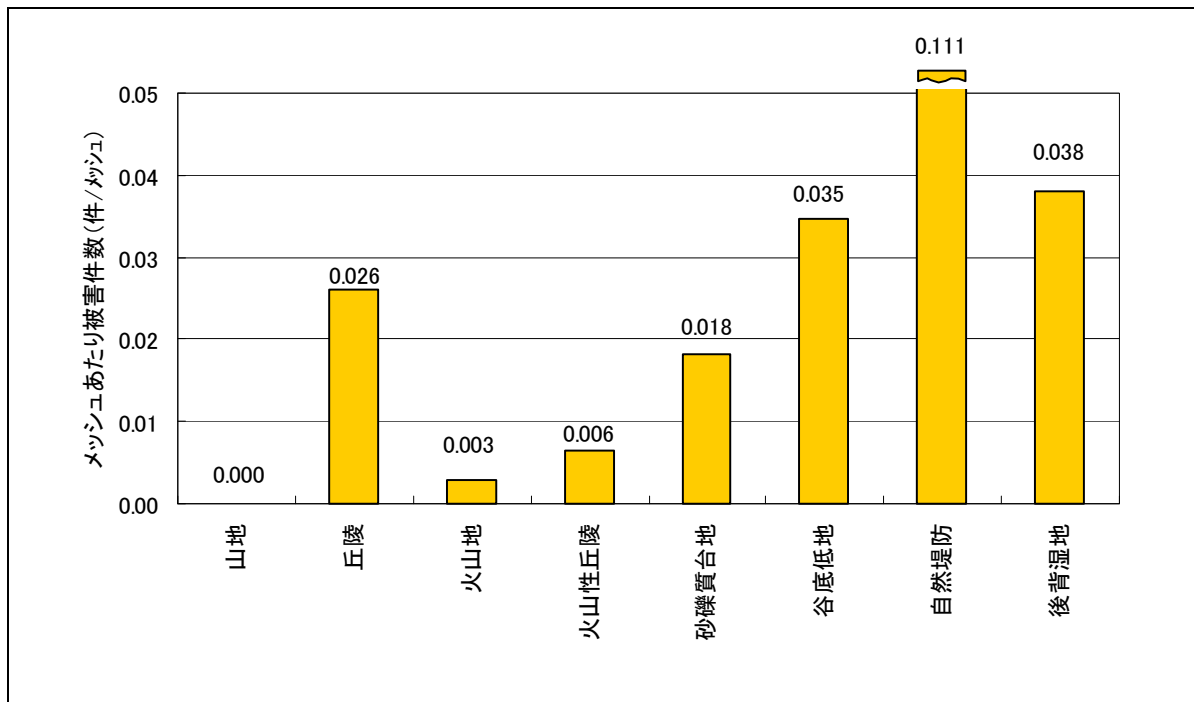


図 2.3.12 地盤分類別のメッシュあたりの管路被害件数

(調査Ⅱ：栗原市上下水道部、大崎市水道部、登米市水道事務所)

2) 各地盤別の被害事例

調査Ⅰ及び調査Ⅱを通じて、「表層地盤分類別のメッシュあたりの被害件数」が高かった地盤分類については、現地調査により被害状況を現認した。主な被害事例を以下に示す。

なお、(1)の液状化地盤や(2)の宅地造成地の盛土部、(4)の道路盛土部に埋設されたDIP(耐震)には被害が認められなかった。

(1) 埋立地、自然堤防

- ・埋立地や自然堤防では液状化により被害が集中した。千葉県浦安市の埋立地での被害率は1.64件/kmであり、阪神・淡路大震災の液状化地区を含む埋立地の被害率1.77件/kmと同等の高い値を示した。
- ・液状化が発生した埋立地では、地盤沈下や地盤の移動が発生し、K形などのDIP(その他)の継手漏水、VPなどの継手漏水や管体破損が発生した。

(2) 丘陵

- ・管路被害は「丘陵」に含まれる「宅地造成地の盛土」において、地盤沈下や地滑りが発生し、DIP(その他)の継手漏水、CIPやVP、SP(その他)などの継手漏水や管体破損が発生していた。

(3) ローム台地

- ・「ローム台地」に含まれる谷津などの「旧水部」や「傾斜部の盛土」などにおいて、地盤沈下が発生し、DIP(その他)の継手漏水、CIPやVP、SP(その他)などの継手漏水や管体破損が発生していた。

(4) その他(道路盛土等)

- ・道路盛土では、地盤の種別を問わず道路盛土の不等沈下やはらみ出しが発生し、DIP(その他)の継手漏水、VP、SP(その他)などの継手漏水や管体破損が発生していた。

2.3.3 本調査から得られた教訓と今後の対策

「平成 23 年(2011 年)東日本大震災水道施設被害等現地調査団報告書」と同じように、本調査において全体としては過去の大震災に比べて被害率は小さかった。これは、管路被害が発生した地盤変状の範囲が限定的であるためと考えられる。

一方、基幹管路での被害が発生し断水が長期間継続したことも特徴的である。

このことから、今回の地震において被害率が小さいが、以下の 1)～3)に着目した管路更新の優先順位を明確にし、更新の効果が早期に発揮できるような着実な耐震化を図ることが重要である。

1) 管種別被害と対策

- CIP や ACP、VP(その他)などの管種では被害率が高く、地盤変状が小さくても被害が生じていた。よって、これらの管種はより早期の更新が望ましい。
- DIP(その他)や SP(溶接)では、継手の抜けや腐食による被害が多数認められた。これらの管種については、腐食の状態など管路の状態監視を行うとともに、腐食の可能性の高い場所については、防食対策の施された耐震管へと優先的に耐震化を図ることが望ましい。
- SP 管路に用いられた可撓管において、設計を超える変位により離脱する被害が発生した。宮城県企業局での基幹管路の可撓管被害は 5 件と多くはなかったが、断水の影響は大きかった。可撓管については、圧密などの常時の変位に加え地震時も想定した適切な変位量を設定する。また、沈下量の現状把握と維持管理を充実すると共に、最終段階で離脱防止機能を有する構造が望まれる。

2) 地盤別被害と対策

- 軟弱地盤や人工改変地盤は、自然の強固な地盤より揺れが大きくなりやすく^{注 1)}、液状化現象などと合わせるとより被害が拡大する傾向にある。管路被害は今までと同様に、下記に示すような箇所が発生していたこと、また、震度 6 弱以上になると被害率が高くなる傾向にあることにも留意して、下記の地盤・部位については優先的に耐震化を図ることが望ましい。
 - ①埋立地や自然堤防などの液状化地域
 - ②谷底低地や後背湿地などの軟弱地盤
 - ③宅地造成地の盛土(人工改変地)及び切盛境界部、傾斜地
 - ④道路盛土などの人工改変地
 - ⑤旧水部などに該当する部位
- なお、③の宅地造成地や④の道路盛土、⑤の旧水部などは、250m メッシュ上の表層地分類では、良い地盤とされる「丘陵」や「台地」等に含まれる場合がある。耐震化の優先順位計画を策定する場合は、人工改変の履歴を示す切土盛土図や古地図などを用いて、地歴を含んだ地盤情報を考慮する必要がある。
- 液状化地域については、震源から遠く地震動が大きい千葉県などの地域にお

いても、液状化により甚大な被害生じたことを勘案して、液状化が予測される場所では液状化に耐えうる管への更新による対策などの重要性が再認識された。

3) 断水影響の規模・重要度

基幹管路における被害を受けやすい管路については、断水の影響度や重要度を考慮して、断水時のバックアップによる被害の軽減、管路の点検、管路更新時の供給機能の代替にも有効なバックアップ管路を確保しておくことが望ましい。

なお、今後は将来を踏まえたアセットマネジメントを実施し、耐震性が高いだけでなく、衛生性、安全性、長期耐久性などライフサイクルコストも考慮した管路を慎重に検討することにより、一層の水道の安定供給を図る管路更新の推進が望まれる。

注1) 出典：土地条件図の数値データを使用した簡便な災害危険性評価手法、国土地理院、H19. 3、p48-51