

表 2.74 仙台市の給水管管種別被害率(メーター上流側)

材質	栓数 (概数)	全体に占める 割合	被害 箇所数	被害率 (被害箇所数/千栓数)
铸铁管	1,054	0.3%	1	0.95
鋼管・亜鉛メッキ管	26,230	6.3%	53	2.02
鉛管	53,252	12.8%	249	4.68
ポリエチレン管	312,168	75.1%	97	0.31
ステンレス管	7,914	1.9%	3	0.38
塩化ビニル管	13,088	3.1%	119	9.09
不明	2,150	0.5%	—	—
計	415,856	100%	522	1.26

※栓数は平成23年11月時点の施設管理システムでのデータ

※鉛管栓数(概数)は一部宅地内残置を含む

※铸铁管栓数(概数)は一部宅地内残置を含む

(引用:仙台市資料)

イ) 震度別の被害分析

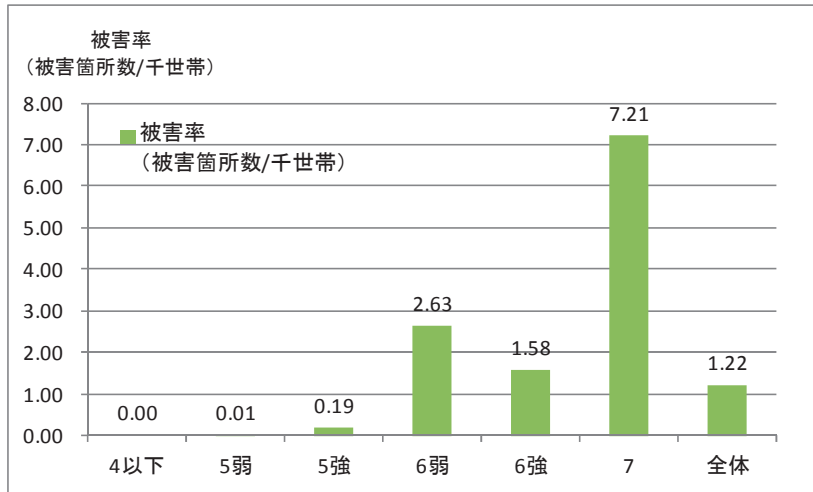
給水管の震度別被害率を算出したものを、表 2.75、図 2.31 に示す。被害率の算出にあたっては、災害査定を受けた116事業者を震度により区分し、この区分毎に平成21年度の水道統計および簡易水道事業年報による行政区域世帯数と災害査定資料による給水管の被害箇所数を各々集計し、被害箇所数を世帯数で除して求めた。

震度別の被害率の傾向は、必ずしも明確ではないが震度6弱を超えると急激に高くなる傾向にある。

表 2.75 給水管の震度別被害率

震度	行政区域内 世帯数 (千世帯)	被害箇所数	被害率 (被害箇所数/千世帯)
4以下	11,904	0	0.00
5弱	123,919	1	0.01
5強	1,978,751	368	0.19
6弱	1,243,359	3,267	2.63
6強	983,504	1,544	1.57
7	17,753	128	7.21
合計	4,359,190	5,308	1.22

注) ※資料: 災害査定資料、平成21年度の水道統計および簡易水道事業年報



注) ※資料：災害査定資料、平成21年度の水道統計および簡易水道事業年報

図 2.31 給水管の震度別被害率

ウ) 液状化地盤別の被害分析

導送配水管と同様に、茨城県鹿嶋市、神栖市、千葉県浦安市並びにこれらと同じ震度であるすべての被災事業者について給水管の被害率を算出し、比較した(表 2.76 参照)。

液状化地域の給水管被害率は、被災事業者全体に比べ、被害傾向は明確ではないものの、高くなっている。

液状化による被害傾向が明確でない理由としては、各事業者において使用している給水管管種や継手方式の違い等が考えられる。

表 2.76 給水管被害率の比較

	給水区域の液状化危険度*1	行政区域世帯数	被害箇所数(箇所)	被害率(箇所/千世帯)	備考
震度5強の被災事業者	—	1,978,751	368	0.19	①
震度6弱の被災事業者	—	1,243,359	3,267	2.63	②
茨城県神栖市(震度5強)	大	35,880	150	4.18	①の22倍
茨城県鹿嶋市(震度6弱)	大、無	25,755	40	1.55	②の0.6倍
千葉県浦安市(震度5強)*2	極めて大	78,000	102	1.31	①の7倍

注) ※震度別の被災事業者の被害率は、災害査定資料をもとに算出した。

*1 極めて大：埋立地等

大：自然堤防、旧河道、砂州等

小：任地、扇状地等

無：台地、丘陵地、山地

※工業地域、田畑を除く。

*2 千葉県水道事業のうち浦安市分を抽出し整理した。

エ) 管種別の被害状況分析

i) 鋼管製給水管（ねじ込み継手）（SP/SGP）

鋼管製給水管（SP/SGP）の被害状況を次表に示す。相対的に継手部の破損が多いが、管体部の破損箇所数も少なくない。

表 2.77 鋼管製給水管の被害構成比率

【SP/SGP】	件数	計	10-20	25-35	40	不明等
件数	157		67	69	21	0
計			43%	44%	13%	0%
管体破損（直管部）	47	30%	16%	10%	4%	0%
管体破損（異形管部）	0	0%	0%	0%	0%	0%
管体破損（不明）	0	0%	0%	0%	0%	0%
継手破損	110	70%	27%	34%	9%	0%
継手離脱	0	0%	0%	0%	0%	0%
接合部（不明）	0	0%	0%	0%	0%	0%
被害内容不明	0	0%	0%	0%	0%	0%

注) ※資料：災害査定資料

ii) 硬質塩化ビニル給水管（TS継手）（VP/HIVP）

硬質塩化ビニル給水管（VP、HIVP）の被害状況を次表に示す。被害箇所数は全分類の中で最も多い。給水管用の口径における接合はTS継手である。継手部の破損・離脱が82%と大部分を占める。

表 2.78 硬質塩化ビニル給水管の被害構成比率

【VP+HIVP(全部)】	件数	計	10-20	25-35	40	不明等
件数	4,202		2,352	1,328	522	0
計			56%	32%	12%	0%
管体破損（直管部）	384	9%	5%	3%	1%	0%
管体破損（異形管部）	4	0%	0%	0%	0%	0%
管体破損（不明）	221	5%	4%	1%	0%	0%
継手破損	2,523	60%	32%	20%	8%	0%
継手離脱	922	22%	13%	7%	3%	0%
接合部（不明）	26	1%	0%	0%	0%	0%
被害内容不明	122	3%	2%	1%	0%	0%

注) ※資料：災害査定資料

次に、VP と HIVP の差異を見る。ただし、本管と同様、種類の判別ができなかったものは VP に分類している。本管と同様、HIVP のほうが管体の破損の割合がやや低いと思われる。

表 2.79 給水管 (VP) の被害構成比率

【VP(全部)】	件数	計	10-20	25-35	40	不明等
件数	2,883		1,633	919	331	0
計			57%	32%	11%	0%
管体破損 (直管部)	284	10%	6%	3%	1%	0%
管体破損 (異形管部)	2	0%	0%	0%	0%	0%
管体破損 (不明)	193	7%	5%	2%	0%	0%
継手破損	1,709	59%	32%	20%	7%	0%
継手離脱	592	21%	12%	6%	2%	0%
接合部 (不明)	22	1%	0%	0%	0%	0%
被害内容不明	81	3%	2%	1%	0%	0%

注) ※資料：災害査定資料

表 2.80 給水管 (HIVP) の被害構成比率

【HIVP(全部)】	件数	計	10-20	25-35	40	不明等
件数	1,319		719	409	191	0
計			55%	31%	14%	0%
管体破損 (直管部)	100	8%	4%	2%	1%	0%
管体破損 (異形管部)	2	0%	0%	0%	0%	0%
管体破損 (不明)	28	2%	2%	0%	0%	0%
継手破損	814	62%	33%	19%	9%	0%
継手離脱	330	25%	13%	9%	4%	0%
接合部 (不明)	4	0%	0%	0%	0%	0%
被害内容不明	41	3%	3%	0%	0%	0%

注) ※資料：災害査定資料

iii) ポリエチレン給水管 (冷間継手) (PEP)

ポリエチレン給水管 (PEP) の被害状況を次表に示す。この口径のポリエチレン管は旧型のもものと新型の二層管が区別できずに含まれている。また、継手は冷間継手である。

継手部に比べて管体部の被害の割合が硬質塩化ビニル管等よりも高く、特にφ20mm 以下の小口径給水管でその傾向が顕著である。

表 2.81 ポリエチレン給水管 (PEP) の被害構成比率

【PEP(冷間継手)】	件数	計	10-20	25-35	40	不明等
件数	379		297	64	18	0
計			78%	17%	5%	0%
管体破損 (直管部)	165	44%	35%	7%	2%	0%
管体破損 (異形管部)	0	0%	0%	0%	0%	0%
管体破損 (不明)	22	6%	6%	0%	0%	0%
継手破損	128	34%	27%	5%	2%	0%
継手離脱	46	12%	8%	3%	1%	0%
接合部 (不明)	14	4%	3%	0%	0%	0%
被害内容不明	4	1%	0%	1%	0%	0%

注) ※資料：災害査定資料

iv) 鉛給水管 (LP)、銅給水管 (CP)

鉛給水管 (LP)、銅給水管 (CP) の被害状況を次表に示す。これらの管は旧来のものがほとんどであり、特に鉛管の残存が多いことが認識された。地震のみが原因で被害を受けたのではなく、給水管の材質等の脆弱さや老朽化が被害の基礎的要因であると推察される。

鉛給水管 (LP) は管体破損の箇所数が多く、管体が完全に割れるなど致命的なものが少ない。

表 2.82 給水管 (LP (鉛管)) の被害構成比

【LP (鉛管)】	件数	計	10-20	25-35	40	不明等
件数	350		303	43	4	0
計			87%	12%	1%	0%
管体破損 (直管部)	174	50%	42%	7%	1%	0%
管体破損 (異形管部)	0	0%	0%	0%	0%	0%
管体破損 (不明)	9	3%	3%	0%	0%	0%
継手破損	145	41%	36%	5%	1%	0%
継手離脱	12	3%	3%	1%	0%	0%
接合部 (不明)	10	3%	3%	0%	0%	0%
被害内容不明	0	0%	0%	0%	0%	0%

注) ※資料：災害査定資料

表 2.83 給水管 (CP (銅管)) の被害構成比率

【CP (銅管)】	件数	計	10-20	25-35	40	不明等
件数	23		19	4	0	0
計			83%	17%	0%	0%
管体破損 (直管部)	10	43%	39%	4%	0%	0%
管体破損 (異形管部)	0	0%	0%	0%	0%	0%
管体破損 (不明)	3	13%	13%	0%	0%	0%
継手破損	6	26%	26%	0%	0%	0%
継手離脱	4	17%	4%	13%	0%	0%
接合部 (不明)	0	0%	0%	0%	0%	0%
被害内容不明	0	0%	0%	0%	0%	0%

注) ※資料：災害査定資料

v) 異種管接合部

本管と同様、給水管においても異種管接合部で被害が確認された。ただし、給水管自体が脆弱なものが多く、全体被害箇所数が多いため、異種管接合部の被害箇所数の比率は高くない。

表 2.84 給水管 (異種接続) の被害構成比率

【異種接続】	件数	計	10-20	25-35	40	不明等
件数	32		13	12	7	0
計			1%	1%	1%	0%
異種接続部：継手破損	23	72%	34%	25%	13%	0%
異種接続部：継手離脱	9	28%	6%	13%	9%	0%

注) ※資料：災害査定資料

オ) 給水管付属設備の被害状況分析

i) 全体

災害査定資料による被害状況の調査結果から、管体部の被害と区別して給水管の付属設備の被害状況を抽出した結果を表 2.85 に示す。サドル分水栓、止水栓、給水メーター回りはそれぞれ 678 箇所、945 箇所、23 箇所の被害が確認された。なお、平成 24 年度災害査定分の 3 箇所は種別不明のため除外している。

表 2.85 給水管の付属設備の被害箇所数（口径・管種別）

単位：被害箇所数

種別	計	10-20	25-35	40
サドル分水栓	678	(本管口径で分類)		
止水栓	945	806	106	33
給水メーター回り	23	23	0	0
計	1,646	829	106	33

注) ※資料：災害査定資料 ※平成 24 年度災害査定分 3 箇所は種別不明のため除外。

ii) サドル分水栓

配水管からの給水管の取り出し部であるサドル分水栓の被害箇所数を以下に示す。

今回の地震では、サドル分水栓部の被害が目立った。本管の種別ごとに被害数を集計したが、サドル分水栓の構造は基本的に同等であり、本管種別による差異は評価しにくい。

給水取り出し部は、構造上、本管と給水管が直角に配置されるため、地震によって別方向に力がかかりやすく、応力的に不利になりやすい部分であるのが被害の多い理由と考えられる。

表 2.86 サドル分水栓の被害構成比率

【サドル分水栓】 本管部管種	件数	計	50	75	100	125- 150	200- 250	300- 500	600-	不明等
件数	678		116	69	146	101	27	10	0	209
計			17%	10%	22%	15%	4%	1%	0%	31%
ダクティル鋳鉄管	171	25%	0%	1%	9%	10%	3%	1%	0%	0%
鋳鉄管	17	3%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
硬質塩化ビニル管	191	28%	11%	6%	9%	2%	0%	0%	0%	1%
耐衝撃性硬質塩化ビニル管	94	14%	4%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	8%
ポリエチレン管	14	2%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
鋼管	4	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
石綿セメント管	16	2%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	0%
不明	171	25%	1%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	22%

注) ※資料：災害査定資料



写真 2.19 サドル分水栓破損状況（茨城県神栖市）

iii) 止水栓

給水管を管理する弁である止水栓については、多くの被害が観察された。止水栓は弁体内部にねじ込みの接合部が含まれているため、弁体と接合部の被害を区分していない。災害査定資料でみる限り、止水栓は水道事業者によって破損状況の差が大きく、給水用のφ13mmの止水栓が大量に壊れている水道事業者があった。

表 2.87 止水栓の被害構成比率

【止水栓】	件数	計	10-20	25-35	40	不明等
件数	945		806	106	33	0
計			85%	11%	3%	0%
弁体破損（硬質塩化ビニル管部）	693	73%	63%	8%	2%	0%
弁体破損（ポリエチレン管部）	125	13%	11%	1%	1%	0%
弁体破損（鋼管部）	10	1%	0%	1%	0%	0%
弁体破損（不明）	117	12%	10%	1%	1%	0%

注) ※資料：災害査定資料

iv) 給水メーター回り

止水栓と関連して、給水メーター回りでの破損等が計 23 箇所確認された。

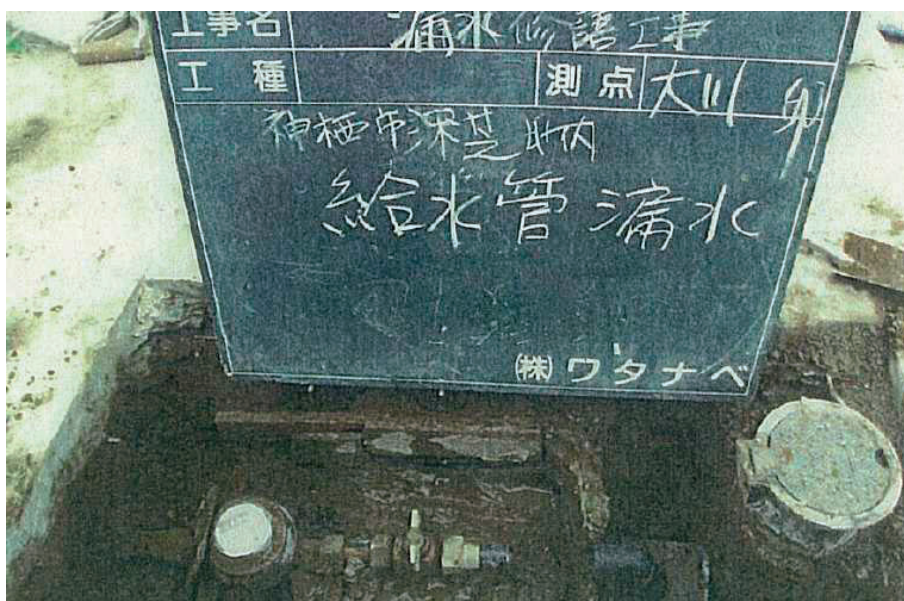


写真 2.20 給水メーター回り破損状況（茨城県神栖市）

(3) 津波による被害

津波により、道路・橋梁そのものの被害を除けば、水管橋、海底送水管に被害。

① 導送配水管

導送配水管の被害については、平成 23 年度の災害査定資料等を基に以下の分析を行った。

今回の震災では、大規模の津波によりこれまでにない広域的かつ大規模の管路被害が生じ、被害のパターンに関する新たな知見が得られた。ただし、津波被災地域については現状では基本的に災害査定は行われていないため、ここではこれまでに収集できた資料を基に被害状況を分析する。災害査定資料により津波によると判断された被害箇所数を次表に示す。

これらは管の被害箇所数ではなく工事箇所数であり、多くは応急復旧により配水する区域と津波被災区域を分離するためのバルブ設置工事や津波被災範囲に布設され使用できなかった管路を復旧地域に送配水するために復旧するための工事である。

表 2.88 津波による被害構成比率

	件数	計	10-20	25-35	40	50	75	100	125-150	200-250	300-500	600-	不明等
件数	406		46	28	7	10	28	51	55	36	5	0	140
計			11%	7%	2%	2%	7%	13%	14%	9%	1%	0%	34%
道路・地盤ごと流出	82	20%	2%	1%	1%	0%	2%	3%	3%	4%	0%	0%	3%
露出部の流出	18	4%	0%	1%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
機能喪失に伴う管理区域設定	118	29%	0%	0%	0%	1%	3%	5%	4%	1%	0%	0%	15%
面的被害、給水復旧	117	29%	9%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	16%
海底配管流出	6	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
被災内容不明	65	16%	0%	1%	0%	1%	1%	3%	5%	3%	1%	0%	1%

注) ※資料：災害査定資料

上記のように津波による管路被害については、被害部分が基本的に特定できないこと、さらに、津波被災地域では住民の多くが避難し、今後、市町村の復興計画に基づき高台移転や土地嵩上げが行われ、既設の管路の大部分は復旧されないことから、被害の詳細を十分把握することは困難な状況にある。このような状況の中、災害査定資料及び現地調査より確認できた事項は以下のとおりである。

津波被災地区における埋設管路は、沿岸部や河川周辺部などの道路や護岸が津波により流出して管路が露出し、被害を受けている。津波被害の特徴は以下のとおりであり、典型的な被害としては海岸道路が道路ごと流出しているケースや、河川敷の堤防内管路が流出しているケースがある。

【沿岸部・河川周辺部】

- I 沿岸部の道路が護岸とともに、崩壊、流出している例が見られる。
- II 引き波が河川のボックスカルバート等を通過する際、ボックス内で流速が早くなり、ボックス出口付近にある管路等に損傷を与えるという現象が起きていた。

【歩道】

歩道においては、津波により舗装、路盤が削り取られ、浅層埋設等の管路が露出し、損傷、破断した例がみられた。なお、管路の露出は地盤沈下による影響の他に、次のような要因も

影響している可能性がある。

I 歩道部は車道に比べ舗装厚が薄いため、歩道部だけが被害を受けた事例が多い。

II 道路が盛土形状になっている箇所は端部の歩道が津波により崩壊していた。

III 管路の埋設部分は、施工時の締固め状況や埋戻し材料の違い等によって津波に対する耐力が弱かった。検証は十分ではないが、深く埋設されたものに比較して浅層埋設の箇所
で被害が多く見られた。

② 水管橋・橋梁添架管

水管橋、橋渠添架管の被害は、津波による流出が 45 箇所、損壊が 54 箇所、全体で 99 箇所である。そのうち橋梁添架管の被害は、設置箇所が橋梁の下流側、上流側のどちら側も同様の被害を受けており、押し波、引き波のどちらも破壊力が大きかったと言える。これまでの洪水対策は、橋梁の下流側に水道管を設置することが多く、今回の事例によって改めてその対策について見直す必要性が浮き彫りとなった。

その一方で、津波で浸水しても被害が軽微であった水管橋もある。津波による被害は水管橋の耐震性能だけでなく、津波によってどの程度の流木やがれき等が流され、水管施設に衝突したかの度合いに左右されるものと考えられる。このためループ管等の対策が施されていない水管橋が流出してしまうと、下流への供給が停止してしまうのは避けられない。



写真 2.21 水管橋(橋梁添架管)の被害状況(宮城県岩沼市)



写真 2.22 水管橋(橋梁添架管)の被害状況(福島県いわき市)