

### ③ 海底送水管

海底送水管の津波による被害箇所は7箇所(災害査定資料6箇所、資料確認1箇所)であった。海底送水管は島しょ部に浄水を送水するものであり、島しょ部の水需要に応じて口径はφ75～φ150と比較的小さく、延長は布設区間にもよるが、400mから1km前後が多く、最も長いものは女川町の出島・江島間の9.1kmである。管種は鋼管やポリエチレン管が多く使用されている。

被害原因については、座礁船や瓦礫の衝突、津波自体の力の作用が考えられる。気仙沼市の2か所の海底送水管の被害については、座礁船等が原因であるとヒアリングにより確認した。

表 2.89 海底送水管の被害概要

事業者名	口径・管種	概要	備考
塩釜市	φ75(SP)	朴島と野々島の接続海底配管 (復旧時L=1161.0m)	
塩釜市	φ100(SP)	野々島と寒風沢の接続海底配管 (復旧時L=423.5m)	
塩釜市	φ125(SP)	桂島石浜と野々島の接続海底配管 (復旧時L=1161.0m)	
松島町	φ100(管種不明)	継手破損	
気仙沼市	φ150(PE)	大島への海底配管。座礁船、瓦礫等の障害あり。 漏水箇所修繕。	
気仙沼市	φ100(PE)	大島への海底配管。座礁船、瓦礫等の障害あり。 L=420m	
女川町	φ100(SP)	出島と江島の接続海底配管 (L=9,100m)	*1

注) \*1 今回調査した災害査定資料には含まれない。

#### ④ 給水管

給水管についても導送配水管と同様に、津波による被害を詳細に把握することは困難であるが、沿岸部や河川周辺部および歩道等における被害が多い。なお、広範囲に津波の被害を受けた地域では、給水先の家屋等が流出したため、配水管の通水を行う場合、給水栓の位置と使用可否の確認作業を1栓ずつ行う必要があった。これは、復旧した配水管の水が給水栓を通じて漏出してしまふことを防ぐためである。津波被災地域は管路のみならず家屋があった場所が広範囲にがれきに埋まっているため、この確認作業は困難を極めた。



写真 2.23、2.24 家屋流出後の給水栓閉止作業（岩手県大槌町）

#### (4) 管路被害の総括

管路における被害の概要を表 2.90 に示す。前述したとおり、耐震性が高いとされる管はそうでない管に比べて被害が顕著に少なかったが、埋設場所や今回の地震による大きな地盤変状への対応性など不明な点も多く、今後さらなる詳細な検証が必要である。

表 2.90 管路の被害概要

	主たる要因			
	地震動	地盤崩落	液状化	津波
導送配水管 (埋設部)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 継手部離脱・破損、管体破損等</li> <li>▶ T字部、曲管部、コンクリート防護部、ドレン管部等の破損</li> <li>▶ 伸縮可とう管の抜け・破損（許容値を超える変位等による発生による）</li> <li>▶ バルブ破損、空気弁破損等</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 沿岸部、河川周辺部の道路等の損壊による管路被害（特に歩道部）</li> </ul>
橋梁添架管 水管橋・	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 水管橋：管体破損、伸縮管の抜け、空気弁の破損、下部工の破損、傾斜等</li> <li>▶ 橋梁添架管：上記に加え、継手部、橋台の取合部、埋設部の被害等</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 津波や漂流物による破損・流出</li> </ul>
送水管 海底				<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 津波や漂流物による破損</li> </ul>
給水管	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 継手部破損・離脱、給水管破損等</li> <li>▶ サドル分水栓、止水栓等破損</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 沿岸部、河川周辺部の道路等の損壊による給水管被害（特に歩道）</li> </ul>



態であり、このような状態を回避することが耐震化の第一義的な目標である。このためには、影響範囲が広く復旧に時間がかかりやすい、主要幹線や制御弁類等が地震後においても通水機能や開閉機能を維持していることが重要である。

これに対して、上表のレベル2や3は、ある程度の漏水があっても通水能力が残っているため、水道システム全体として見れば、水の供給が一応は可能な状態である。漏水を長期的に放置することは許されないが、特に非常時においては、末端まで水を供給できる機能が残っていることは極めて大きな意味をもっている。

逆に、被害がレベル2で微小の場合は被害の検出が難しく、発見のためには音聴調査等の漏水探知が必要となる。応急復旧段階では被災として認識されない可能性が高いが、中長期的には漏水等により水道システムの機能を低下させるため、地震被害の範囲には含まれるべきである。今回の震災では、ごく一部の事業者でレベル2程度の被害に対して検知活動を行っているが、被害として認識されているのは基本的にはレベル3～5である。したがって、地上で発見できないレベル1～2のような軽微な漏水については、災害査定資料には基本的に含まれておらず、被害状況を把握することはできない。

また路線単位で管路を更新しているものもあるが、これらについては被害箇所が特定されていないため被害状況を把握することは困難である。

このような更新区間については、地震のみが被害の原因ではなく、管路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考えられる。

### 3. 災害査定資料を利用した調査の特徴と限界

災害査定資料は個別の災害例を把握する上では現場に近い極めて優れた資料である。しかし、同資料は基本的に修繕に要した費用の補助を申請するためのものであるため、修繕方法については掲載されているものの、被害状況等の情報（破損状況、破損位置、修繕前の管の正確な種別等）は必ずしも示されていない。さらに、掲載内容は水道事業者によって相当のレベル差があり、品質の差が大きい。

そこで、本調査では、被害内容の判定を、災害査定資料における被害状況説明、災害現場写真、設計書、管路図のほか、当該事業者の一般的な使用材料の類推も合わせて行い、なるべく「不明」に該当する分類を削減するように努めている。

しかしながら、以下のようなケースでは被害内容を詳細に把握することはできていない。したがって被害状況を一定のレベルで把握するための資料としては限界がある。

①道路崩壊など広い範囲の被害のケースでは管の被害箇所を特定できない場合がある。このような場合は路線単位で被害を抽出しているが、管体や付属設備の被害分析にデータを反映させていない。被災箇所数の把握にあたっては留意する必要がある。

②津波被害地区については、がれきに埋まっていて、管の復旧が行われておらず、被害状況を把握できない場合がある。このような場合は、被害の存在を把握するため、通水区間拡大のための管理用のバルブ設置工事であっても被害箇所として抽出し集計を行っている。

③上記のような場合でなくても、長いスパンの路線単位で管路が破損した場合に破損内容を特定せず全面更新をしている例がある。この場合は被害箇所情報は正確には記載されていない。特に既設管が ACP 等の老朽管の場合、効果的な修繕の方法が基本的にないために全面更新になっている場合がある。

④ボックスカルバートの下部に布設されている管路等、漏水箇所の特定や復旧工事が困難な箇所については、管の被害の内容を把握できない場合がある。

⑤仕切弁や空気弁等の被害については、分解清掃点検のみを行なっていて、その場合本管口径等の数値が災害査定資料に示されていないケースが多かった。これについては図面などから調べて可能な限り本管口径を記載した。

⑥災害査定の申請を行わず自己負担で修繕している場合は災害査定資料に掲載されていない。

⑦写真を含む各種資料を多面的に見て被害状況を判断するように努めた。工事記録において、既設管種等の誤記（例えば CIP を DCIP と記載する等）が写真により確認できた場合、それを修正した。一方で、写真がなかったり不鮮明などにより写真では被害内容の判断が困難な場合は工事記録の記述を尊重した。

#### 4. 地震被害の要因

地震による管路の被害は、地震という外的要因と、管の状況という内的要因の双方でま

る。地震に起因する外的要因には、地震動のほか地震動による道路崩壊、液状化、津波による道路崩壊などがあり、さらにこれらは複合に影響を与えることもある。さらに、今回の地震による空気弁の破損状況（フロート弁体の破損、異物の挟み等）は、管内水圧の急変が要因になっていると考えられる。管路は水道施設のなかでも特に面的に広がりをもっており、被害は管路位置における地震動、液状化等の状況に大きな影響を受ける。

また、地震被害を決定づける内的要因は、管の材質、継手形式、部位等といった管自体の要因だけでなく、埋設条件、施工方法、施工精度等、管の施工要因もあると考えられる。

## 【補足資料2】 導送配水管の被災について（作業者総括）

災害査定資料から、導送配水管が受ける典型的な被害のパターンを整理し、弱点になりやすい部位とそれぞれの被害の特徴について検討する。

### ア) 管路全般

導送配水管のどのような部位が被害を受けやすいのかについて、災害査定資料に掲載された典型的な被害箇所を整理し、イラストに示した。

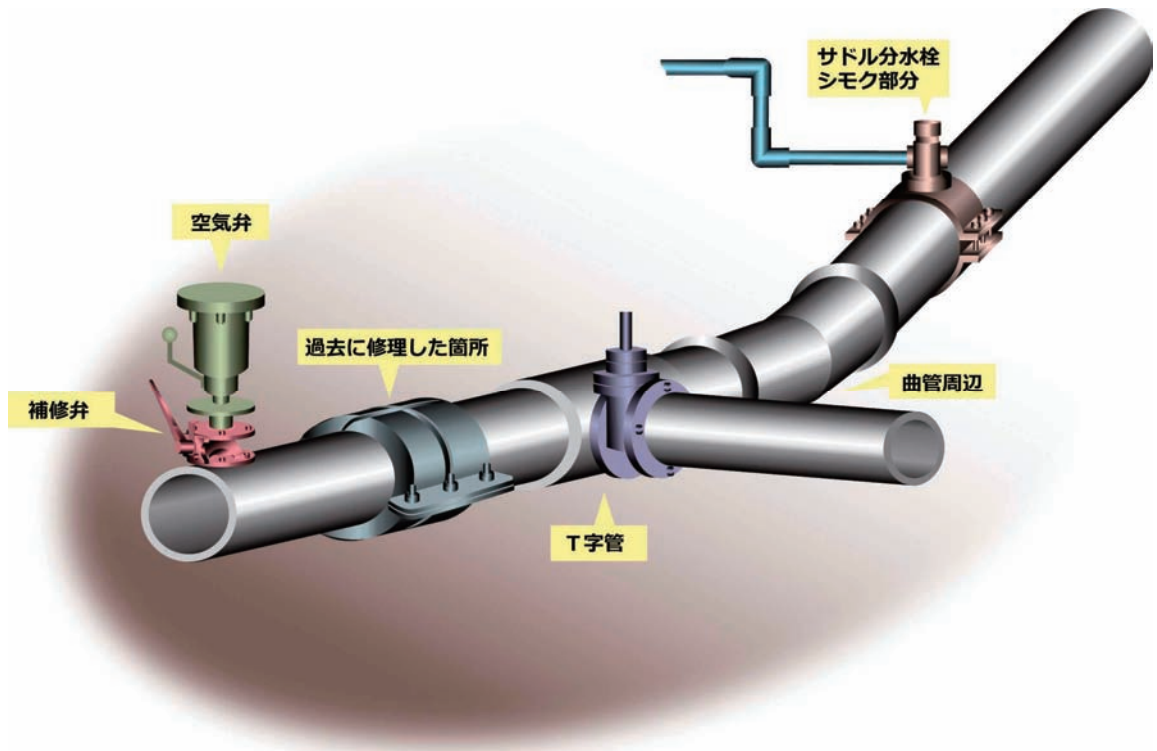


図 2.32 導送配水管の典型的な被害箇所

本管の大部分は直管で構成されており、継手部の被害が多いが管種によっては直管部の折損などの被害もみられる。特に T 字部の分岐下流の管路において仕切弁よりも本管側で被害が発生した場合は、本管の仕切弁も使用して復旧時に管理断水を行う必要があるため、復旧に大きな支障が生ずる。また、仕切弁のほか、空気弁やサドル分水栓部、過去の補修箇所などは、被害を受けやすい箇所であると考えられる。

管の部位ごとの被害状況について、次に整理する。

## イ) 部位別

### 【本管部 直管】

管種によっては直管部が被害を受けたケースが顕著にあった。この被害の多くは、老朽化や腐食などによる管の劣化した部分等が地盤変状に追従あるいは抵抗できずに、破損や継手離脱が生じていた。

### 【曲管・分岐管】

管路は、分岐部や曲がり部の異形部で地震による応力を集中的に受ける場合があり、破損がみられた。同様に、管路と構造物やブロックの取合部は、地震による挙動が異なるので歪みが集中してしまい、管路が破損するケースがみられた。また、T字管の分岐部から下流の仕切弁までの支管の区間の破損がみられたが、復旧にあたっては本管側もバルブを閉止して通水を停止する必要があるため、工事も大がかりになり、管路網の通水機能に対する影響が極めて大きかった。

### 【伏越や防護工、ドレン管部、離脱防止金具、伸縮可とう管】

コンクリート防護工は水圧による不平均力により管が移動して抜けが生じるのを防ぐためや、浅層埋設時等に管を保護するために行うが、そのコンクリート防護工が管路を固定し、管体自体が地震による応力を受け破損する事態が散見された。また、コンクリート防護工は国道横断部のように本来施工が難しく仮設も難しい場所等で行われており、コンクリート防護により破損箇所が特定しにくく、補修の妨げになる場合もみられた。

ドレン管については、バルブ以降の立ち上がり配管部に力が作用して弁本体、あるいは継手部が破損したケースが多くみられた。

また、離脱防止金具等を使う管種においては、その離脱防止金具を用いていない箇所で地盤の変位が発生し、漏水に至るケースが多くみられた。

可とう管、伸縮管の抜けは水管橋や浄水場内等で目立った。これらはもとより管が変位して被害を受けやすい場所に設置されていることを考慮すべきであるが、想定を超える地盤変状による変位や伸縮により被害を受けているケースは少なくなく、可とう管の設計偏芯量を十分に確保することの重要性が明確になった。

### 【異種管接続部・補修部】

異種管接続用のジョイント部（AC ジョイントやSV ジョイント等一連の材料）での離脱が観察された。これまでの耐震化の検討は主として管種別に行われているが、管種が変化する地点は地震時には弱点となっていた。

また、袋ジョイント等で補修した部分の破損も観察された。これは、補修部分が、地震発生以前に破損していた弱点箇所であり、地震の際に再度破壊されたものと考えられる。また、袋ジョイントは基本的には応急復旧材料であり、必ずしも耐震性を有することを求められていない。この種の被害は災害査定資料では明確に記入されていないケースがほとんどであり、正確な状況の把握は困難であり、本調査では写真等で明らかに異種管接合部であるケースを中心に抽出したが、写真等では把握できず、抽出できなかった箇所もあると考えられる。



### 【補足資料3】給水管の被災について（作業者総括）

災害査定資料から、給水管が受ける典型的な被害のパターンを整理し、弱点になりやすい部位とそれぞれの被害の特徴について検討する。

#### ア) 給水管全般

給水管のどのような部位が被害を受けやすいのかについて、災害査定資料に掲載された典型的な被害箇所を整理し、イラストに示した。

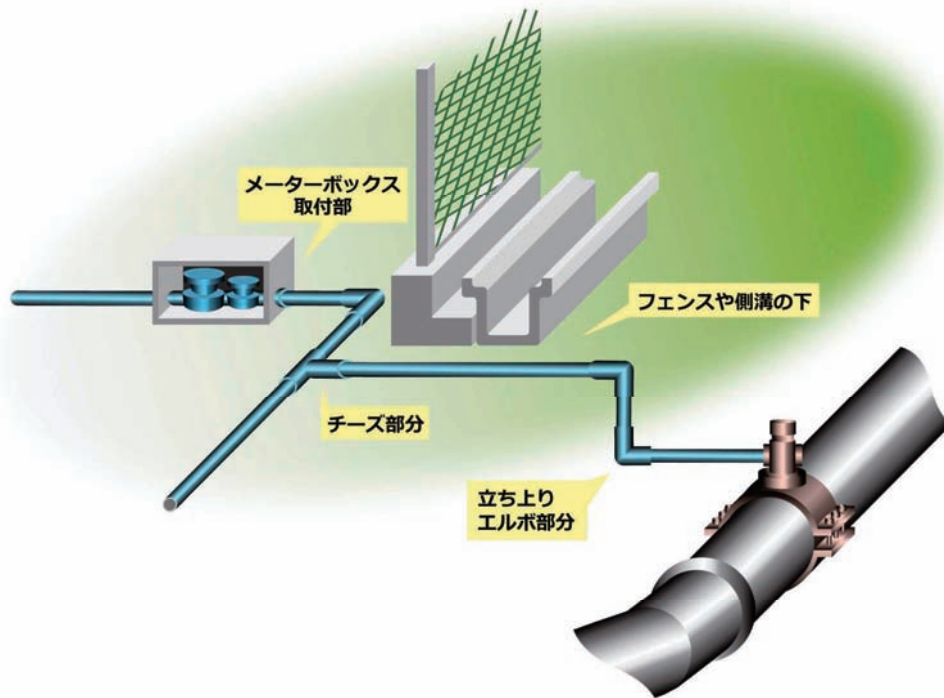


図 2.33 給水管の典型的な被害箇所

給水管は、本管からサドル分水栓で取り出す場合が多いが、その取り出し部の被害が比較的多い。分岐からメーターまでの配管は、下水道等の他企業管、側溝、水路などが障害物となり、それらを避けて曲部の多い配管を行うため、この部分が被害を受けやすく、多くの被害が発生している。また、止水栓、メーター周りの給水管はボックスとの接触や接合部が多いためこの部分の被害も多い。

管の部位ごとの被害状況について、以下に整理する。

#### イ) 部位別

##### 【配水管と給水管の被害】

配水管は更新して耐震化しながら、給水管は今回の地震で被害の多かった管種が残存しているような例が散見された。

**【マンホールや給水分岐取り回し部】**

給水管の施工現場では、下水道の管きょやマンホール、側溝、その他の埋設構造物等を避けて配管しなければならない事例が多い。また、給水管の分岐部等では位置や角度の調整のための取回し（施工上の都合により立体的に管と管が接続できるように、エルボ、チーズ等多数用いて管の位置を調整する作業）が必要となる。これらの部分は、地震に対して構造上脆弱であり、破損が顕著であった。