

神戸大学工学部 学生会員 ○中西 陽一
神戸大学大学院 正会員 鋤田 泰子

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震により大規模な津波が発生し、震源域に近い東北地方から関東地方にかけて太平洋沿岸では津波被害が発生した。上下水道の管路は主に埋設構造物であるが、水管橋や橋梁の添架管は地上にあるため津波遡上時に脆弱な構造物になる。しかし、本津波による水管橋・添架管の被害は、埋設管に比べて詳細な被害調査が行われておらず、その被害実態は明らかになっていない。そこで、本稿では津波の浸水・流出被害を受けた岩手県宮古市から宮城県名取市までの太平洋沿岸域にある水道の水管橋・添架管の被害状況を調査し、被害要因について分析を行った。

2. 水管橋・添架管の津波被害について

岩手県から宮城県までの 8 水道事業体に津波による水道管路の被害についてヒアリングを行い、現地調査ならびに提供資料から場所・被害形態が明らかな計 29 橋の水道管路を表-1 に示す。なお、3 橋以外は全て橋梁の添架管であった。浸水深については、津波高は東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ¹⁾による津波高を用い、数値地図の 50m メッシュの標高^{2), 3)}などから算出した。

浸水被害を受けた管路の敷設状況について、調査を行った 8 事業体では管路の口径が φ100 から φ200 までの小口径の添架管が多く、管路の位置について 6 割

が川下側に敷設されていることが分かった。また、管路が浸水すれば、約半分が流出し、8 割以上が通水不可能となった。事例が 5 件のみと少ないが、通水可能な管路は主に小口径で、大部分の管路は川幅が 40m 以下の地点に敷設されていた。添架管については、水道管は通水不可や流出に至っているが、橋梁への被害は主に防護柵の破損程度で流出している事例は少なかった。

3. 津波(外力)と水管橋・添架管の被害との考察

表-1 の内、管路の浸水深が影響していると考え浸水深で検討したが、浸水深が高い場所でも破損や流出せず通水可能な添架管が存在し、水管橋・添架管の被害状況は浸水深だけでは評価できなかった。図-1 は、浸水深と海岸からの水平直線距離との関係における管路の被害状況を示す。管路の被害状況は、事業体の報告により、外装材破損・支持金具破損のみで通水可能な「通水可能」、管路が破損し通水が不可能な管路を「通水不可能」、管路自体が流出し通水不可能な管路を「管路流出」の 3 つの被害形態に分けている。図-1 より海岸までの距離が短いと

表-1 被害実態が明らかな計 29 橋

No.	場所	管口径	浸水深 (m)	河床までの浸水深 (m)	管位置	海岸距離 (m)	川幅 (m)	管路被害状態	道路橋被害状態
1	仙台市 蒲生処理場	φ100	3.7	5.7	川下	576	17	管流出	ガードレール破損
2	" 蒲生処理場	φ100	3.7	5.7	川下	576	36	管流出	ガードレール破損
3	" ふかめま橋	φ100	2.5	5.5	川上	448	24	通水可	被害なし
4	南三陸町 曙橋	φ150	16	18	川下	113	19	通水可	被害なし
5	" 本浜橋	φ100	15	17	川下	168	19	通水不可	ガードレール破損
6	" 港橋	φ100	11	13.5	川下	107	43	通水可	ガードレール破損
7	" 志中大橋	φ150	6.3	9.3	川下	1401	15	通水不可	ガードレール破損
8	" 熊田橋	φ100	2	5	川下	2514	10	通水不可	ガードレール破損
9	" 水尻橋	φ200	9.2	11.2	川下	116	62	管流出	橋流出
10	" 伊里前橋	φ100	2.2	5.2	川下	482	20	管流出	ガードレール破損
11	" 名称不明	φ150	3.8	5.8	川下	176	4	通水不可	ガードレール破損
12	" 名称不明	φ100	2.8	5.3	川下	217	4	通水可	ガードレール破損
13	" 清水橋	φ100	4.1	6.1	川上	138	12	通水可	ガードレール破損
14	" ウタちゃん橋	φ150	7.5	10.5	川下	141	28	通水不可	ガードレール破損
15	" 名称不明	φ100	9.2	11.2	川上	81.5	6	通水不可	ガードレール破損
16	" 名称不明	φ200	0.7	2.7		623	10	通水不可	
17	" 港地区河川	φ150	7.4	8.9	川下	83	7	通水不可	桁破損
18	陸前高田市 45号線上	φ200	11.7	14.2	川上	401	26	管流出	ガードレール破損
19	" 名称不明		11	13		90	10	管流出	
20	気仙沼市 岩井橋	φ150	6.4	8.4	川上	10.4	21	管流出	橋流出
21	名取市 名称不明		8.9	14.9	川下	527	118	通水不可	ガードレール破損
22	" ひより橋		5.1	8.1	橋下	1053	30	管流出	ガードレール破損
23	" みやした橋	φ150	5.7	8.7	川上	632	26	管流出	ガードレール破損
24	石巻市 万石橋	φ200	3.3	8.3	両側	66	182	管流出	被害なし
25	釜石市 片岸橋	φ150	14.3	16.3	川上	166	26	管流出	ガードレール破損
26	" 君ヶ洞橋	φ75	0.7	3.2	川下	336	10	通水不可	ガードレール破損
27	" 矢の浦	φ700	5.8	11.8		1050	98	管流出	
28	宮古市 みなと橋	φ200	5.2	7.2	川上	48.6	31.2	管流出	橋流出
29	大船渡市 盛運橋	φ200	5.1	7.1	川下	779	15	管流出	ガードレール破損

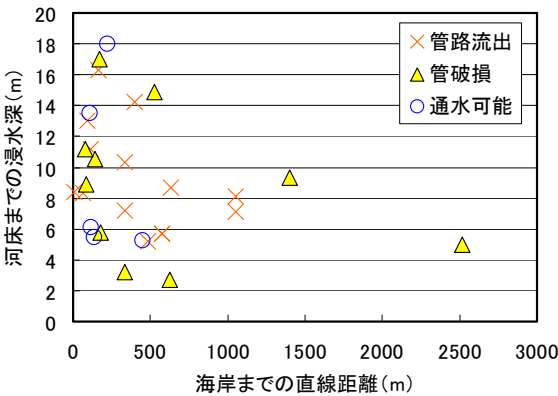


図-1 浸水深と海岸からの直線距離との関係

ここで、数多くの管路が浸水している。海岸から 150m 以内の場所で通水可能な管路が存在する一方で、海岸から最大 2.5km も離れている場所でも津波の河川遡上によって管路に被害が見られた。これらの被害状況を踏まえると、沿岸の方が、津波が遡上する際に流出家屋やがれきを含んでおらず、津波波圧のみが管路に作用するが、遠方になるにつれて流出家屋が含まれるようになり、単純な津波ではなく流出物の管路への衝突が考えられる。

4. 空中写真による管路周辺のがれき堆積物との関係

前述の分析から、管路の破損パターンは津波自体によるものと、流出したがれきの衝突によるものの大きく二つに分けられると考えられる。そこで管路被害とがれきとの関係を考察するため、国土地理院⁴⁾が公開している津波直後(2011/3/12,13 撮影)の被災地域の空中写真と Google Earth の空中写真を用いて管路周辺のがれき漂流物との関係について整理した。管路の周囲100mの範囲において、河川ならびに周辺道路に散乱するがれき堆積物の面積から、定性的ではあるががれき堆積物の多い、少ないの二つに分類した。図-2はがれき堆積物の量と海岸からの距離による管路被害状況を示している。

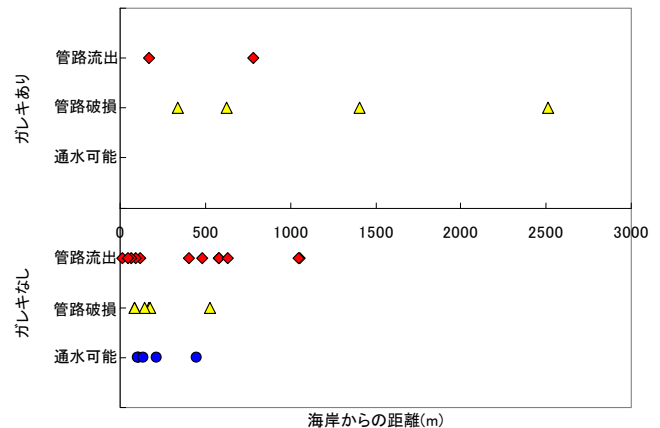


図-2 海岸からの距離とがれき堆積状態との関係

している。海岸から500m以内にある19地点の管路の内、2地点を除いてがれきが管路周辺にはほとんど見られず、周辺の住宅等も基礎だけが残ったまま流出しており、更地になっていた。津波から1,2日後の空中写真ではがれき撤去作業は行われていない。がれきが散乱していた地点については、遠方になるにつれがれき堆積量が増加し、海岸までの距離が2.5kmの地点では管路敷設位置の河川部にがれきが堆積していた。

以上の分析より、沿岸部においては、海からのがれき漂流物は少なく、内陸にがれきが堆積していることから、引き波の際にも多くの漂流物を含んでいなかったと考えられる。沿岸部については、海岸からのがれきは少なく、管路敷設位置に比べ浸水深が高いため作用する波圧が小さくなり、敷設位置により通水可能な管路が存在した。一方、遠方においては、浸水深が低く津波による波圧は小さくなるが、沿岸部に存在する住宅等が流出しそれらが管路に衝突することにより被害が発生していた。つまり、津波の波圧によって被害を受けていたものと、津波が住家を倒壊・流出し、がれきを含みながら河川を遡上することにより、漂流物が衝突するなどして橋梁に添架されている管路が被害を受けたものが考えられる。

5. まとめ

東北地方太平洋沖地震の津波による水管橋・橋梁の添架管の被害について、岩手県宮古市から宮城県名取市までの沿岸で調査・分析を行った。本研究は以下の通りまとめられる。

- ・ 水道管については、大口径の単独水管橋に津波被害は見られず、被害の多くは橋梁の添架管であった
- ・ 海岸からの距離・がれき堆積量と管路被害状況から、管路の被害パターンとしては津波の遡上時に破損する場合と、がれき等の漂流物の衝突により破損する場合の2つの場合が考えられた。

【謝辞】

水管橋・添架管の被害状況等を調査するにあたり、宮古市、釜石市、大船渡市、陸前高田市、気仙沼市、南三陸町、石巻地方広域水道企業団、仙台市に資料を頂きました。ここに記して謝意を示します。

【参考文献】

- 1) 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ, URL: <http://www.coastal.jp/tjt/>
- 2) 国土地理院：数値地図 25000(空間データ基盤), 岩手県, 平成 15 年
- 3) 国土地理院：数値地図 25000(空間データ基盤), 宮城県, 平成 15 年
- 4) 国土地理院：平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震による被災地の空中写真 http://saigai.gsi.go.jp/h23taiheiyo-ok/photo/photo_dj/index.html (2013.2 閲覧)