

日本海中部地震における埋設管の被害についての考察

東北大学工学部 学生員 ○橋本 広
同 正員 佐武 正雄

1. まえがき

1983年5月の日本海中部地震においては、秋田県、青森県でガス、水道の埋設管の被害が発生し、特に、秋田県能代市、男鹿市、若美町では、長くは、約1ヶ月を完全復旧に要する大きな被害を受けた。本文は、その中、被害の程度の大きい能代市のガス、水道の埋設管被害の特徴を明らかにしようとしたものである。

2. 埋設管の破壊形態

能代市のガス、水道管の被害分布を液状化分布と比較する事により、埋設管の被害が液状化と深い関係にあると、わかった。そこで、表1,2に、水道、ガス管の破壊形態別被害件数、及び液状化の有無に対する被害率を示す。なお、表中で、ガスの塩ビ管の被害は、総入替のため、被害件数に含めていない。

鋼管の被害には、ネジ継手部の折損が多い。鍍鉄管は、小口径のものがガス管に、大口径のものが水道管に用いられているが、破壊形態としては、継手部のゆるみ、抜出しが大部分で、直管部の折損はまれである。石綿セメント管は、水道管の大半を占めるもので、直管部、継手部に同程度の被害が発生しており、破壊の状態も多様である。すなわち、例えば、「抜出し」や

「折損-離れ、段差」にしても、図1-(a)や(d)の様に、管軸がそのまま被災前と変わらないものから、(b)や(c)の様に、管軸方向は変わらないが、段差になったもの、さらに(e)や(f)の様に管軸方向が大きく曲がってしまったものなど、様々な形態を呈する。表3によれば、抜出し、折損の内、管

軸方向の曲がったものは、液状化地域に多発している。これより、破壊の際に、管の変位には、液状化が関与している事がわかる。なお、新潟地震の時には、φ150以上の被害は抜出しが多く、φ50~100は管体の折損が多かったが、この能代市の場合も同様の傾向が見られる。

塩化ビニル管の被害は、継手のソケットの破壊がほとんどを占めている。ソケット部が、他の部分に比べ、力学的に弱いためであろう。

以上から、埋設管の被害に影響する大きな要因として、管種(材質上、構造上の特質)、及び地盤が考えられる。

表-1 水道配水管管種別被害件数 及び被害率

管種	管径(mm)	総延長(km)	直管部折損			継手部折損			計	被害率	
			折損	ゆるみ	抜出し	折損	ゆるみ	抜出し		非液状化地域	液状化地域
塩化ビニル管	100	8.82	0	7	7	1	42	57	2.1%	14.8%	
	75	13.19	4	20	27	1	60	112	2.1%	26.4%	
石綿セメント管	50	12.48	7	11	3	1	35	57	1.7%	10.0%	
	150	21.47	18	5	34			57	0.8%	6.0%	
鍍鉄管	100	29.38	48	16	34			98	0.8%	11.7%	
	75	16.45	18	13	35			66	1.0%	15.4%	
鋼管	450	2.83	0	0	14			14	—	—	
	250	3.08	0	0	2			2	—	—	
	200	6.06	1	0	1			2	—	—	
鍍鉄管	150	7.00	0	0	2			2	—	—	

表-2 ガス本支管管種別被害件数 及び被害率

管種	管径(mm)	総延長(km)	折損			抜出し			ゆるみ			計	被害率			
			非液状化地域	液状化地域	全地域	非液状化地域	液状化地域	全地域	非液状化地域	液状化地域	全地域		非液状化地域	液状化地域		
鋼管	100	2.47	5	4	9	6	2	8	1	2	12	8	20	—	—	
	75	2.25	0	1	1	0	4	4	0	0	0	5	5	—	—	
	50	24.97	49	75	124	11	17	28	5	6	11	65	98	163	36	22.3
鍍鉄管	38	9.06	15	22	37	7	2	3	8	11	19	24	35	59	36	26.9
	32	0.52	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	—	—	
	150	6.62	0	0	0	0	5	5	0	20	20	0	25	25	0	125.0
計	100	2.18	1	2	3	2	1	3	0	89	89	3	92	95	0.7	153.3
計			70	104	174	20	31	51	15	128	143	105	263	368		

表-3 液状化、非液状化の地盤区分による破壊形態別被害件数 (件)

管種	管径(mm)	破壊形態区分	ゆるみ	抜出し			曲がる			折損			計
				そのままで	平行移動	管軸方向	そのままで	管軸方向	管軸方向	そのままで	管軸方向		
石綿セメント管	150	非液状化地域	4	0	1	4	3	0	0	0	0	0	0
		液状化地域	0	1	0	6	7	2	1	1	3	0	3
セメント管	100	非液状化地域	2	1	1	1	5	1	1	1	1	1	7
		液状化地域	9	1	3	7	22	5	3	4	6	0	6
塩化ビニル管	75	非液状化地域	6	0	0	3	2	1	1	0	0	0	0
		液状化地域	5	5	0	7	4	4	3	3	3	3	3

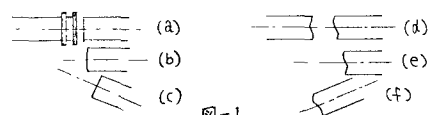


図-1

3. 地盤と被害率

能代市市街の地盤は、ほぼ全域にわたり砂層から成り立ち、液状化現象は、市街西部から南部にかけての田や沼を埋め立てて形成された地域を中心に、かなり広範囲にわたって発生している。液状化分布を精度よく求めるのは困難と思われるが、被害の特徴を把握するため、能代市で調査した液状化分布図を基に、各管種の液状化、非液状化地域での延長距離を求め、それより算出した埋設管被害率を表1,2に示した。これによると、各管種とも液状化地域における被害率は、非液状化地域のそれに比べ4倍~10倍と大きい。又、非液状化地域では、口径による被害率の差は、各管種とも小さいが、液状化地域では、かなりのばらつきが見られる。特に、石綿セメント管においては、口径が小さくなるに従って、被害率は大きくなっている。

次に、地盤の特性を表わすN値と、被害率の関係について調べる。能代市のボーリング資料を基にN値分布を求め、深度1.15~1.45mのN値と被害率の関係を図2,3,4に示す。この深度におけるN値を用いたのは、管の布設されている深さを1.0~1.5mとし、それと同程度の深度でのN値が適当と考えたからである。N値分布図によれば、液状化現象がN値の比較的低い地域に多く発生している事がわかる。さて、被害率とN値との関係であるが、多少のばらつきはあるものの、N値の増加に伴って被害率が減少するという特徴が見られる。特に、 $N=8$ を境に、被害率は、急激に小さくなっている。

なお、新潟地震による埋設管路の被害率とN値の関係、福井地震による送配水管の被害率とN値の関係を図5,6に示す。これによれば、個々の被害率の値そのものには、差異があるものの、能代市と同様、N値の増加に伴い被害率が減少する傾向が示されている。

4. あとがき

以上、液状化による埋設管の被害の実情が明らかでない現在、地盤に関する資料が未だ不十分ではあるものの、液状化が直接間接影響したと思われる埋設管の破壊形態を示す事が出来たのは、意義ある事と思われる。

5. 謝辞

本文を作製するにあたり、多くの資料を能代市ガス水道局の方々から提供していただきました。関係諸氏に、御礼申し上げます。

参考文献；松尾純、堀内孝英；小口径管の破壊確率，水道協会誌，57，576号
P 9~11

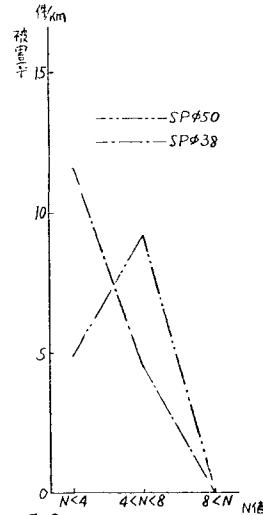


図-2 鋼管の被害率とN値の関係

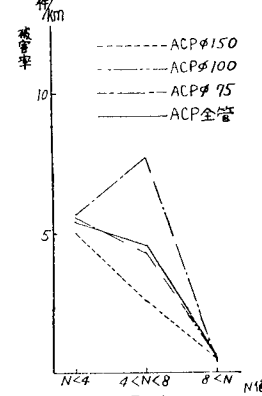


図-4 石綿セメント管の被害率とN値の関係

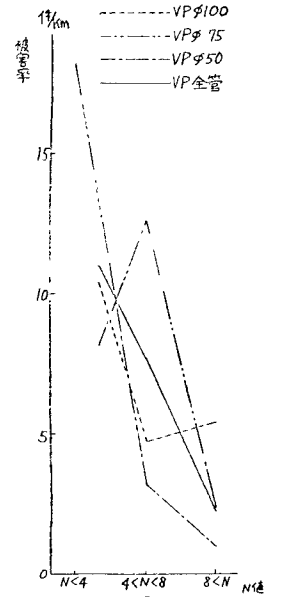


図-3 水道塩化ビニル管の被害率とN値の関係

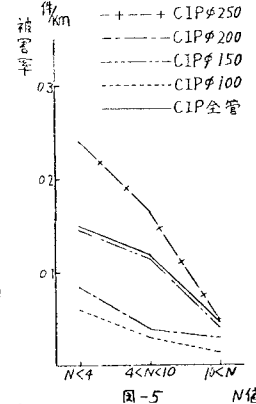


図-5 新潟地震による埋設管路の被害率とN値の関係

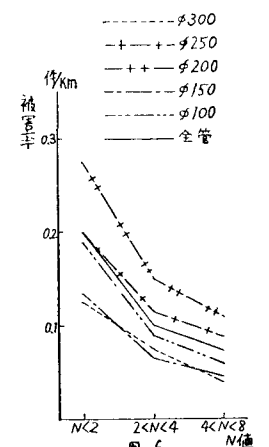


図-6 福井地震による送配水管の被害率とN値の関係