

東急建設(株)	正	員○赤田義宏
京都大学工学部	正	員 亀田弘行
京都大学工学部	正	員 杉戸真太

1. はじめに 本研究は1983年日本海中部地震によって被害を受けたライフライン系のうち、資料の整っている能代市上水道システムについて、現地踏査により配水管被害の特徴を探り、被害形態について要因分析し、また配水管の破壊率と地震動強度、噴砂現象の有無との関係を検討したものである。

2. 配水管被害の特徴 配水管の被害は6月末現在で計467箇所となっているが、このうち地点の確定できる448箇所を図-1に×印で示した。また同図には噴砂現象の分布域²⁾も示した。図からもわかるように噴砂のあった地域に被害が集中していることがわかる。図-2には被害のひどかった大須賀団地付近の管路網と被害状況を示した。この地区では、図中のAよりBの方に配水管、他の構造物ともに被害が集中しており、これらは噴砂の認められた地域によく一致する。これは南部の土地利用の違いや局地的な地形、地盤条件によったものと考えられる。また図-3には景林町付近の管路網と被害状況を示した。この地区では、ほぼ全域に

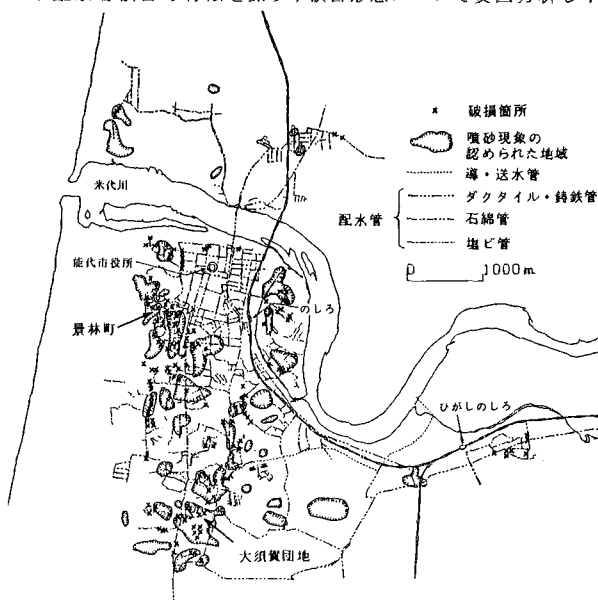


図-1 配水管の被害地点と噴砂分布図

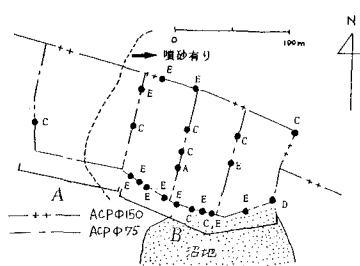


図-2 大須賀団地付近の被害状況

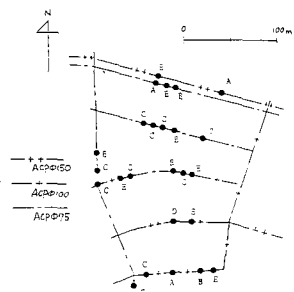


図-3 胃林町付近の被害状況

✓ おいて噴砂現象が認められており、被害が東西方向にのみ集中していることは興味深い。なお図中には各破壊形態を図-4に従って示した。

3. 破壊形態の要因分析

上述の448箇所のデータについて、表-1

に示した①～⑦のような要因についてクロス集計表を作成した。ここで、⑥破壊形態は図-3に対応している。

また地盤パラメータ S_n とは地盤の軟弱さを表すパラメータ²⁾で、 $S_n = -0.6 \sim -0.2$ はよく締った地盤、 $-0.2 \sim 0.6$ は通常の地盤、 $0.6 \sim 1.0$ は軟弱地盤と分類される。この S_n 値は各破壊地点ごとに算出することは無理なので次節で表したようにサブメッシュごとの値を用いた。この表によると、破壊形態は管種、管路形状によって差異が

表-1 各要因間のクロス集計表

資 因	カテゴリー	ADP	＊6 時	DCIP	A.B	＊6 C	D	E	Gal
資 材	配反(石積等) 管(管等)	228	0	0	0	27	98	6	98
	管(管等)	0	192	0	0	8	1	175	8
資 材	DCIP(ダクト)	0	6	25	0	0	2	25	0
		0	0	0	3	0	0	0	3
資 材	～50 (mm)	6	43	0	0	2	1	36	3
	75～100 (mm)	171	18	0	1	28	78	145	107
	150～250 (mm)	57	0	5	1	4	23	6	36
	300～ (mm)	0	0	29	1	0	0	0	21
＊管形状	直 径	124	32	2	0	32	101	24	1
	厚 度	2	15	0	0	0	1	18	0
	材 質	89	104	25	3	1	6	190	126
	仕 工	1	35	0	0	0	8	5	38
＊地形状	平 地	165	31	23	3	25	85	88	108
	傾 斜	27	31	0	0	0	7	83	7
＊地盤条件	硬 弱	6	10	2	0	2	5	10	1
	切 削 部 土 層	287	163	25	2	32	82	154	119
＊地盤パラ メータ等	～0.6～0.2	6	17	0	0	0	0	17	6
	0.2～0.6	107	27	9	0	14	54	24	51
＊環 砂	有 効	171	68	29	1	20	85	87	284
	無 効	57	75	2	1	14	17	62	37
＊環 砂	有 効	8	50	0	1	1	0	52	1
	無 効								
合 計		228	192	25	3	35	102	181	138

みられることがわかる。特に管種では石綿管は直管部での破壊、継手部での抜け出し押し込み、塩ビ管は分岐、継手部での割れ、铸铁管は印ろう継手の抜け、ダクタイル铸铁管はメカニカル継手の抜けというように破壊形態に明確な特徴がみられる。

4. 破壊率と地盤の軟弱さ、噴砂の有無との関係 破壊率の算出には管路網を一辺が250mのメッシュに分割し、メッシュごと管種ごとに破壊箇所数を管路長で割って求めた。

$$\text{破壊率 } r = \frac{\text{メッシュ内の破壊箇所数}}{\text{メッシュ内の管路長(km)}} \quad (\text{箇所/km})$$

ただし、このメッシュ内の管路長が100m未満のものについてはデータから削除した。また地盤の軟弱さとして上記の S_n を用いるが、メッシュの中心までの震央距離は100km前後で大差はないので、地盤が破壊しなかった地点では、 S_n は地震動の強度を表す指標にもなる。 S_n 値は当該メッシュ内のボーリング資料を抽出して求めたが、ボーリング資料がないときには隣接する8個のメッシュ内のボーリング資料から求めた S_n の平均値を用いた。噴砂現象の有無については、メッシュ内の破壊点の大半が噴砂の分布域に含まれるか否かで判断した。これらの関係を表したのが図-4(a)(b)である。これに

よると石綿管は噴砂の有無によって破壊率の大小が決まると言えるし、塩ビ管は石綿管ほどではないが同じような傾向がありそうである。地盤パラメータ S_n と破壊率の関係については、噴砂がないメッシュのデータだけを見ると右上がりの傾向があるように感じられる。

また、破壊地点ごとの要因の単純集計である表-1をみると、 S_n 値、噴砂の有無の影響は管種によって顕著な差異がみられる。 S_n 値では、(⑥、⑨)塩ビ管で値が大きくなるほど破壊件数が増えているのに対し、石綿管でこの傾向が逆転している。噴砂の有無では(⑦、⑩)、石綿管で噴砂有りの場合の方が無しの場合よりも破壊件数が多いが、塩ビ管で同等ぐらいになっている。

以上のことから、石綿管の被害はおもに地盤の液状化によるものであり、塩ビ管では地盤振動、液状化の両者によってほぼ同等の被害を受けたといえるようである。

謝辞 本研究のデータ収集の際にお世話になった能代市ガス水道局、秋田県鉱務課の各位に深謝の意を表する。

参考文献 1)伊藤 駿：1983年日本海中部地震による能代市の噴砂分布図、(私信)。
2)Kameda,Goto,Sugito, 3rd Int.Microz.Conf., Vol.3, 1982.

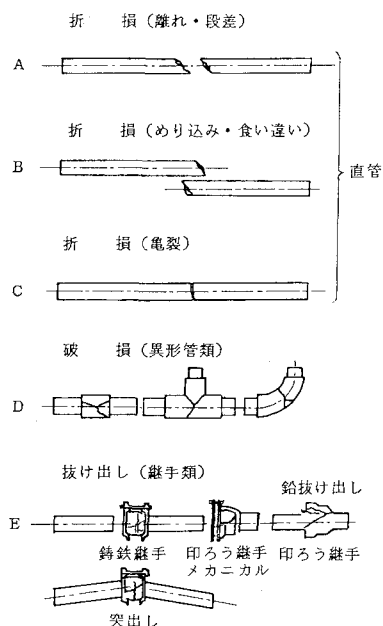


図-4 破壊形態の概念図
(能代市水道局による)

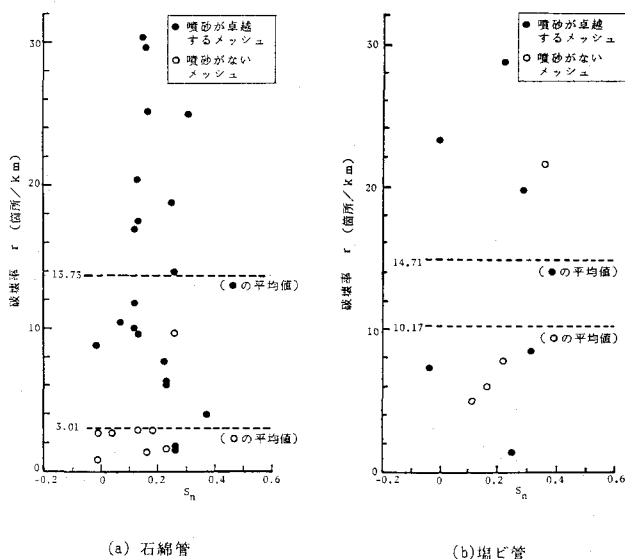


図-5 メッシュ破壊率と S_n 、噴砂現象の有無との関係