

三原市上水道配水管の被害想定と芸予地震による被害との比較検討

福山大学工学部 正員 千葉利晃
福山大学大学院 学生員 ○右佐林篤司

1. はじめに

昨年、2001 年芸予地震により被害を受けた広島県下の上水道配水管の被害率を求め、被害を受けると予測し得た配水管が被害を受けたのか否かの検討を行った¹⁾。今回は、20 箇所に被害を出した三原市水道局管内の配水管の被害想定を行い、被害管路の被害率と被害を受けなかった管路の被害率を比較し、配水管の地震被害予測法の検討を行ったのでここに報告する。

2. 配水管の地震被害予測法

地震被害予測法は、管種、管径、設置年代、地盤および液状化危険度に重み係数を設定し、1 km 当りの被害件数(被害率)を推定する。被害率 R は次式による。

$$R = c \times w_1 \times w_2 \times w_3 \times w_4 \times w_5$$

c : 震度別平均被害率 (被害件数/km)

w_1 : 管種別重み係数 w_2 : 管径別重み係数

w_3 : 年代別重み係数 w_4 : 地盤別重み係数

w_5 : 液状化係数

今回、震度別平均被害率 c は文献 2 を参考に以下の表-1 に示す通りとした。文献 2 には加速度に対する平均被害率が示されているが、震度 1 に対する加速度の中央値 α 、 $\log \alpha = I/2 - 0.35$ (文献 3)、により震度に変更して利用した。また、耐震性評価法の震度階に対する重み係数も、震度階が大きくなるにつれ被害も加速度的に多くなることを考え、表-1 に示すように変更した。その他の重み係数は昨年と同じであり、詳細は文献 1 を参考頂きたい。

表-1 震度別平均被害率 c (被害件数/km)

震度	c	耐震性評価の重み係数
～Ⅳ	0.001	0.001
Ⅴ弱	0.01	0.01
Ⅴ強	0.06	0.4
Ⅵ弱	0.3	1.0
Ⅵ強	1.2	2

3. 被害率および耐震性評価の結果

広島県三原市水道局管内の配水管の内、管種、管径など被害予測に必要なデータの揃っている 6421 管路の被害予測を行った。敷設延長距離は 529,010.45m である。管径別の平均被害率を表-2 に、管種・管径別平均被害率を図-1～6 に示す。図-1～6 には平均被害率の誤差範囲として $\pm 1\sigma$ (標準偏差)、および被害管路(橋への添架管、水道橋を除く 18 管路、図中に No.3 などに表示)の被害率をも示しておいた。また、三原市の全管路の管種別平均被害率と被害管路の被害率を図-7 に示す。

今回の予測結果によると、芸予地震による三原市の配水管の被害件数は 42 件となった。実際に被害を受けた管路数は橋への添架管などを含め 20 件であり、2.1 倍の被害件数があるとの予測となっている。被害予測法の係数は、過去の被害例を統計処理して決めている

ことを考えると、この予測法はほぼ妥当な予測式となっていると考えてよさそうである。

表-2 管径別平均被害率

管径	全管路		敷設距離 (m)	被害率	標準 偏差
	管路数	割合(%)			
20	2	0.0	84.16	0.139	0.140
25	41	0.6	1927.52	0.176	0.129
30	72	1.1	5117.24	0.139	0.098
40	196	3.1	12570.9	0.138	0.101
50	1515	23.6	110611.69	0.174	0.128
65	1	0.0	66.5	0.057	0
75	1835	28.6	145636.19	0.078	0.077
100	1199	18.7	108253.42	0.044	0.049
150	606	9.4	56111.39	0.036	0.044
200	535	8.3	51804.79	0.023	0.021
250	91	1.4	8979.18	0.035	0.035
300	159	2.5	13914.5	0.020	0.019
350	33	0.5	1865.66	0.035	0.045
400	72	1.1	6640.82	0.027	0.026
450	13	0.2	590.7	0.025	0.010
500	33	0.5	2356.54	0.020	0.015
600	7	0.1	1327.54	0.007	0.006
800	11	0.2	1151.71	0.013	0.005
計	6421	100	529010.45		
平均				0.086	0.100

図-1～6 から分かるように、被害を受けた 18 管路中 8 管路の被害率がそれぞれの平均被害率よりも小さな値を示している。これら 8 管路の内 5 管路(No.3, 5, 6, 7, 18)が 1σ 以下という非常に小さな被害率にもかかわらず被害を受けたことを表している。

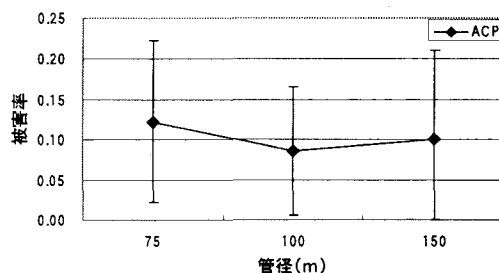


図-1 ACP の平均被害率

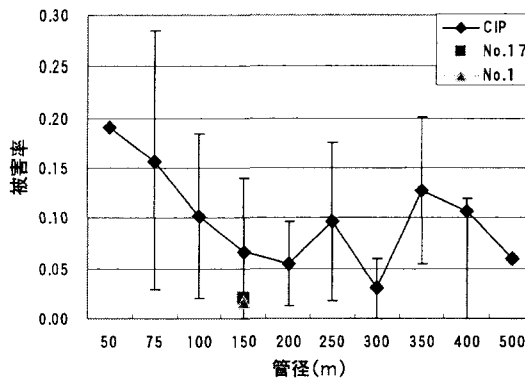


図-2 CIP の平均被害率

図-7 からは、被害を受けた管路の被害率は 0.3 以下であり、被害率としては小さいにもかかわらず被害を受けたことが分かる。このように個々の管路の被害率を見たとき、被害率の高い管路が被害を受け、被害率の小さな管路は安全であるとは言い切れない。

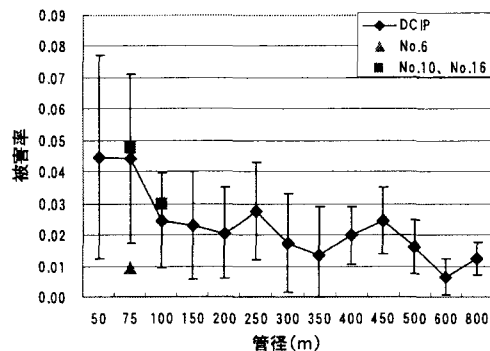


図-3 DCIP の平均被害率

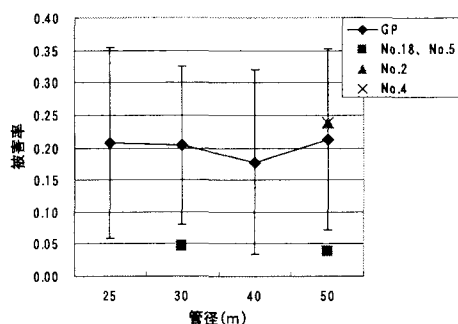


図-4 GP の平均被害率

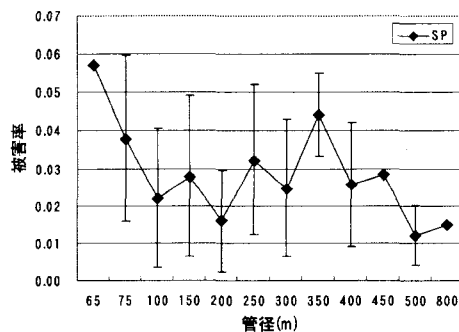


図-5 SP の平均被害率

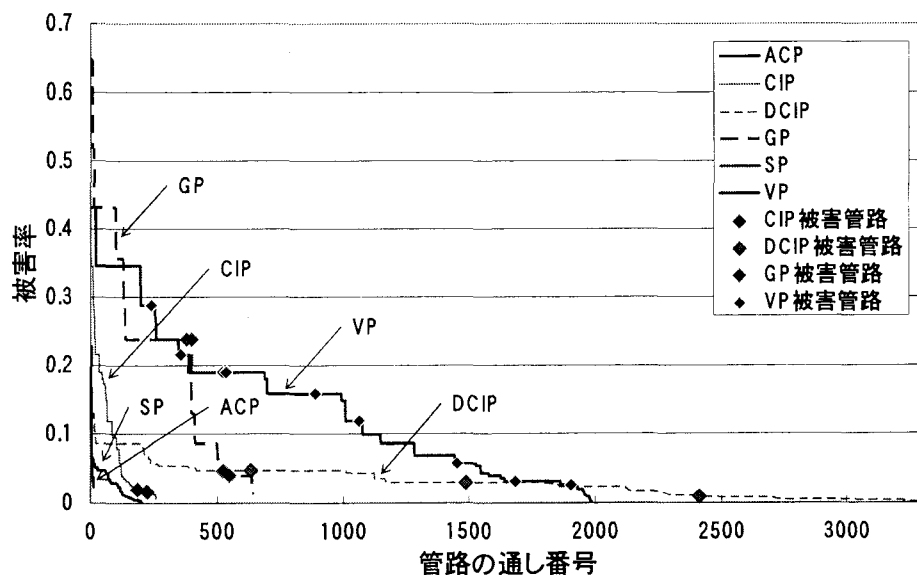


図-7 三原市全管路の管種別平均被害率と被害管路の被害率

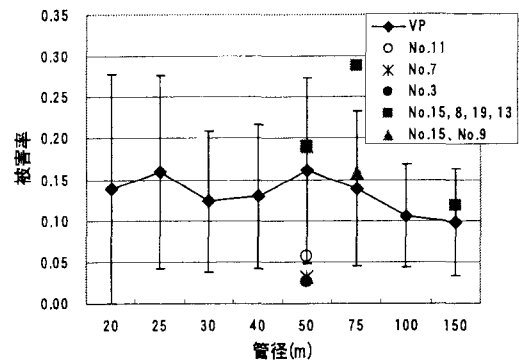


図-6 VP の平均被害率

一方、耐震性評価法は表-3 に見るように、耐震性が低いと評価された管路数は 313 管路(約 5%)である。実際の被害(20 箇所)に比べ約 15.7 倍となっている。実際に使用するには、兵庫県南部地震の際の被害結果を考慮して、重み係数などを大幅に見直す必要がある。

表-3 耐震性評価の結果

評価	管路数	敷設距離	
		割合(%)	(m)
低	313	4.9	26,634.33
中	325	5.1	20,570.96
高	5783	90.1	481,805.16
計	6421	100	529,010.45

4. まとめ

- 地震被害予測法はほぼ妥当な結果を与えると判断してよいが、個々の管路の被害率を用いて耐震化を図る際には、管路の重要度など総合的に判断することが重要である。
- 耐震性評価法は非常に簡便で使いやすいが、重み係数を大幅に見直す必要がある。

参考文献：1)千葉利晃、住田宗輝、土木学会中国支部研究発表会発表概要集、pp.21-22、2003.5、2)磯山龍二 他、水道協会雑誌、第 67 巻第 2 号、pp.25-40、1998.2、3)宇津徳治 総編集、「地震の事典」、朝倉書店、P.306、1987.2
謝辞 三原市水道局には貴重なデータをいただいた。この場を借りて御礼申し上げます。