

2007年新潟県中越沖地震における水道管被害率と地震動強さの関係

千葉大学大学院 学生会員 ○君島 康太
 千葉大学大学院 正会員 丸山 喜久
 千葉大学大学院 正会員 山崎 文雄

1. はじめに

地震被害想定調査において、上水道の被害想定には、磯山ら¹⁾によって構築された被害予測式、もしくは、その変形式²⁾³⁾が多く用いられている。また、東京ガス(株)の地震防災システムでは、地震直後の供給停止判断に三津谷ら⁴⁾が構築した被害予測式などが用いられている。水道管、ガス低圧導管ともに、被害予測式は兵庫県南部地震の被害実績をもとに構築されている。兵庫県南部地震以降、新潟県中越地震、新潟県中越沖地震、能登半島地震など、埋設管に被害が生じている地震が複数発生している。そのため、それらの地震での被害データを既往式に組み入れ、普遍性を高めることが望ましいと考えられる。そこで本研究では、新潟県中越沖地震における水道管被害と地震動分布の関係を整理し、既往式と比較することを目的とする。

2. 既往式

磯山らの被害予測式は、下記のように、標準被害率曲線項及び、補正係数項により構成されている。ここで、 R_m は被害率、 R は標準被害率、 C_p は管種係数、 C_d は管径係数、 C_g は地形・地盤係数、 C_l は液状化係数、 v は地動最大速度(PGV)である。標準被害率曲線は、沖積平野における地震動記録と観測地点周辺2km四方の領域内の铸铁管(CIP)被害率のデータより、回帰分析により構築されている。ダクトイル铸铁管(DIP)についても別途回帰分析が行われ、被害率曲線が構築されている。本研究はこの標準被害率曲線と新潟県中越沖地震における実被害率を比較する。併せて、山崎による東京都式²⁾、高田らの式³⁾、丸山・山崎式⁵⁾とも比較する。比較するに当たり、CIPは柏崎市における埋設延長が短いこと、また、磯山らの式の管種係数において、VP(塩化ビニル管)はCIPと同じ1.0が設定されていることから、VPもCIP標準被害率曲線との比較対象としている。

水道管被害予測式

$$R_m(v) = C_p C_d C_g C_l R(v)$$

$$CIP: R(v) = 3.11 \times 10^{-3} (PGV - 15)^{1.30}$$

$$DIP: R(v) = 2.03 \times 10^{-5} (PGV - 15)^{2.19}$$

3. 対象地震計と被害率算出領域

対象地震計は柏崎市、刈羽村内設置されている14ヶ所とした。被害率算出領域は、既往式の構築条件を参考に、観測地点から半径2kmをとした。対象とした14地震計及び、被害率算出領域を図1に示す。被害率算出に当たっては、領域内の沖積平野に該当する被害、管路長を抽出し、被害率(件/km)=被害件数/管路長とした。対象地震計における、PGV、被害件数、埋設管路長、被害率を表1に示す。

4. 実被害率と既往式

実被害率と既往式を比較するに当たり、埋設管路長が短い観測点では、被害率が特異的に高くなっている懸念がある。そのため、被害率算出領域の半径2kmを勘案して、埋設管路長が2km未満の観測点は比較対象から除外した。また、CIPは3観測点とも同じ被害件数、管路長、被害率を示している。これは、被害率の算出領域がオーバーラップしており、そのオーバーラップしている部分

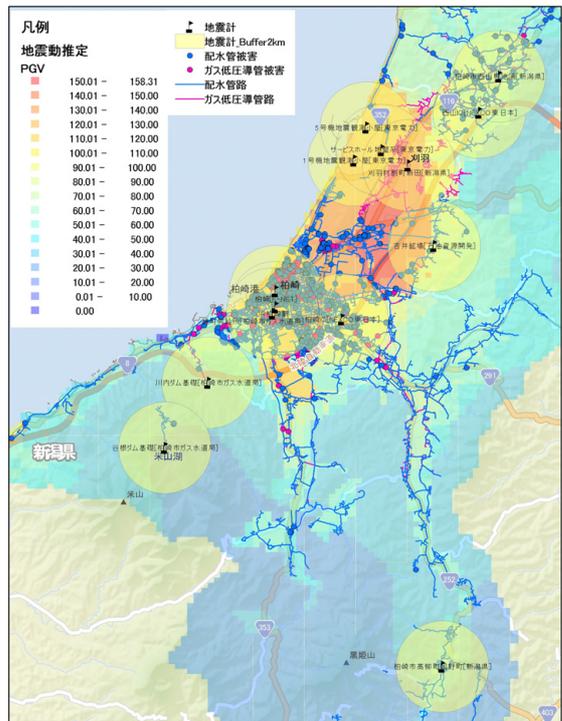


図1 対象地震計と被害率算出対象エリア

キーワード 新潟県中越沖地震, 埋設管被害, GIS, 地震動分布, 被害予測式

連絡先 〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33 千葉大学大学院工学研究科 建築・都市科学専攻

表 1 対象地震計と対象領域内被害率

観測点名称	観測団体	PGV (cm/s)	鑄鉄管(CIP)			塩化ビニル管(VP)			タタイル鑄鉄管(DIP)		
			件数	管路長 (km)	被害率 (件/km)	件数	管路長 (km)	被害率 (件/km)	件数	管路長 (km)	被害率 (件/km)
1号機地震観測小屋	東京電力	140.15	0	0.00	-	0	1.51	0.00	3	6.48	0.46
5号機地震観測小屋	東京電力	97.58	0	0.00	-	0	0.44	0.00	2	3.42	0.59
サービスホール地盤系	東京電力	125.84	0	0.00	-	0	0.05	0.00	2	3.39	0.59
JR柏崎駅	JR東日本	95.05	13	3.22	4.04	68	44.08	1.54	60	105.05	0.57
西山IC	NEXCO東日本	75.05	0	0.00	-	1	6.41	0.16	7	16.21	0.43
柏崎IC	NEXCO東日本	91.98	0	0.00	-	31	31.27	0.99	48	75.47	0.64
K-NET柏崎	防災科学技術研究所	126.06	13	3.22	4.04	93	45.56	2.04	78	104.18	0.75
刈羽村割町新田	新潟県	156.15	0	0.00	-	1	0.40	2.50	1	2.17	0.46
柏崎市高柳町岡野町	新潟県	53.78	0	0.00	-	0	2.44	0.00	0	1.05	0.00
柏崎市西山町池浦	新潟県	83.53	0	0.00	-	8	5.21	1.53	7	13.04	0.54
吉井鉢場	石油資源開発	83.20	0	0.00	-	2	6.77	0.30	1	14.25	0.07
鏡町供給所	柏崎市ガス水道局	113.71	13	3.22	4.04	83	47.53	1.75	72	107.47	0.67
川内ダム基礎	柏崎市ガス水道局	31.77	0	0.00	-	0	0.61	0.00	0	1.71	0.00
谷根ダム基礎	柏崎市ガス水道局	28.55	0	0.00	-	0	2.02	0.00	0	1.74	0.00

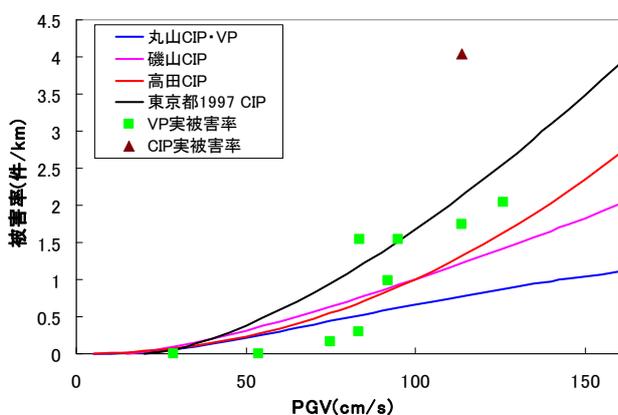


図 2 CIP・VP 実被害率と既往式

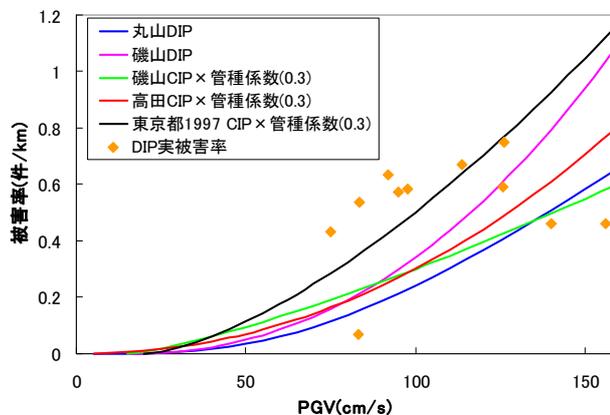


図 3 DIP 実被害率と既往式

内のみにCIPが埋設されているためである。そのため、3観測点のうちPGVの中間値を観測している鏡町供給所の値のみを比較対象としている。実被害率と既往式をプロットしたものを図2, 3に示す。なお、礪山DIP式、丸山DIP式以外のDIPの標準被害率曲線は、CIPに関するものに管種係数0.3を乗じたものである。

CIP・VPでは、PGVが80cm/s程度以上の範囲で東京都式以外の3式よりも高い被害率を示している。DIPでは、被害率が既往式よりも高い傾向を見ることが出来た。また、実被害率と既往式とのあてはまり具合を見るために、各点における実被害率と予測式被害率の差の二乗に管路延長で重み付けをし、合算した。結果を表2に示す。CIP・VP、DIPとも東京都式が最もあてはまりが良いことが分かった。

表 2 実被害率と既往式の差

	CIP・VP	DIP
礪山CIP	80.1	43.3
礪山DIP	-	28.2
高田	65.2	39.3
東京都1997	47.5	9.2
丸山	189.3	57.1

5. まとめ

本研究では、新潟県中越沖地震における水道管の実被害率と既往の水道管被害予測式との比較を行った。今後は本研究の結果を踏まえ、既往式の改良を試みたいと考えている。

参考文献

- 1) 礪山龍二, 石田栄介, 湯根清二, 白水暢: 水道管路の地震被害予測に関する研究, 水道協会雑誌第 761 号, 25-40, 1999.
- 2) 東京都: 東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書, 1997.
- 3) 高田至郎, 藤原正弘, 宮島昌克, 鈴木康博, 依田幹雄, 戸島敏雄: 直下型地震災害特性に基づく管路被害予測手法の研究, 水道協会雑誌, Vol. 70, No. 3, pp. 21-37, 2001.
- 4) 三津谷維基, 坂上貴士, 細川直行: 兵庫県南部地震の被害実績に基づく低圧ガス導管網の被害予測, 第 12 回日本地震工学シンポジウム論文集, pp. 1250-1253, 2006.
- 5) 丸山喜久, 山崎文雄: 近年の地震被害データを加味したマクロな配水管被害予測式の改良, 土木学会地震工学論文集第 30 巻, pp. 565-574, 2009.

謝辞: 本研究で使用した配水管の被害, 管路データは, 柏崎市ガス水道局がまとめたものを使用した。記して感謝申し上げます。