

(株)クボタ 正員 片桐 信
 神戸大学工学部 フェロー 高田至郎
 神戸大学大学院 学生員 鎌田泰子
 神戸大学大学院 学生員 上田智宏

1.はじめに

地震時の埋設管被害分析としては、被害件数などの統計的データを用いた方法が一般的で、管種や口径による被害率(箇所/km)の比較などが行われている。一方、個々の被害に関する分析からも、今後の耐震設計に関する有益な知見を得ることができる。筆者らはこうした観点から台湾 921 集集地震での震源域に近い集集鎮での配水管路被害について調査し、個々の被害原因について検討した。特に、アンケート震度調査から管路に沿った最大速度分布を求め、被害位置との対応について考察した。

2.台湾における配水管の特徴と被害の概要

図-1 は、台湾と阪神淡路大震災・被害都市との配水管路・管種構成を比較している。台湾では、PVC(硬質塩化ビニル管)が全管路の約 83%を占めているのが特徴的である。今回調査を行った集集鎮は図中の水里営運所管内である。

図-2 は、管種別の被害率を比較している。芦屋市において SP の被害率が高いのは、その布設延長が 0.3km と極めて短いためである。また、PVC の被害率が高いのは接着接合小口径管(75 程度)の占める割合が高いためである。

一方、台湾の配水管では、PVC の布設割合が高いにも関わらず必ずしもその被害率は高くない。これは、近年ゴム輪接合の管が使用されており、また比較的大口径の管(150~400)も多く使用されているためであると考えられる。

3.水里配水管路の被害分析

図-2 に示すように、台湾においては PVC の被害率は必ずしも高くなく、今回調査を行った集集鎮を含む水里営運所管内ではむしろ DIP の被害率が高いなど、阪神淡路大震災での被害傾向とは異なる特徴を示している。しかし、水里営運所管内の被害と被害場所の関係について検討すると、DIP の被害は地上配管への山崩れ、山間部の道路被害、橋台裏部の沈下等の局所的な地盤変形の影響を大きく受けているものと考えられる。一方、PVC については、図-3 に示すように地盤変状が生じていない町の中心域に被害が見られる。水里営運所内ではすべて接着接合管であり、地盤震動による被害であると考えられるが、図中に示す LINE1, LINE2 には被害が生じている一方で、口径の小さな LINE3 では被害が生じていないなどの特色がある。そこで、筆者らが集集鎮中心部で行ったアンケート震度調査結果から算出される気象庁震度階換算値(I_{JMA})をもとに、町の中心域でのローカルな地震動分布を算出し、管路被害との関係について検討を行った。

図-4 は、 I_{JMA} から (1) 式に示す村松の式により算出した最大速度と管路被害との対応を示している。

$$\log(V) = I / 2 - 1.4 \quad (1)$$

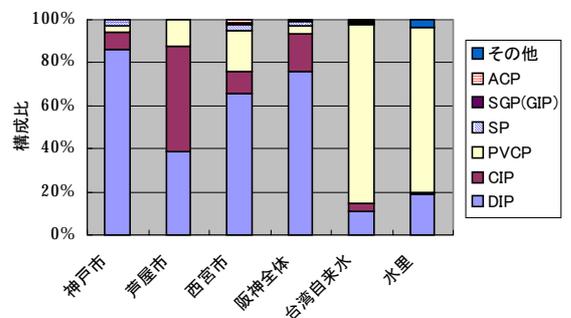


図-1.配水管路管種構成比較

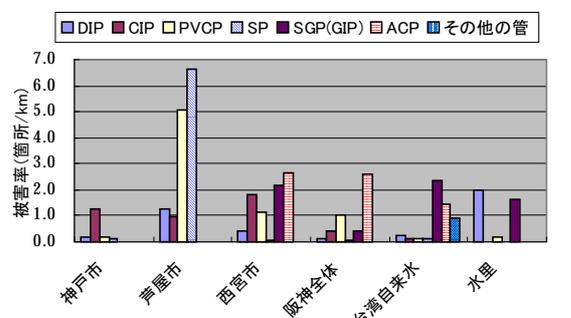


図-2.管種別被害率の比較

ここで、 I ：震度、 V ：最大地盤速度(kine)である。

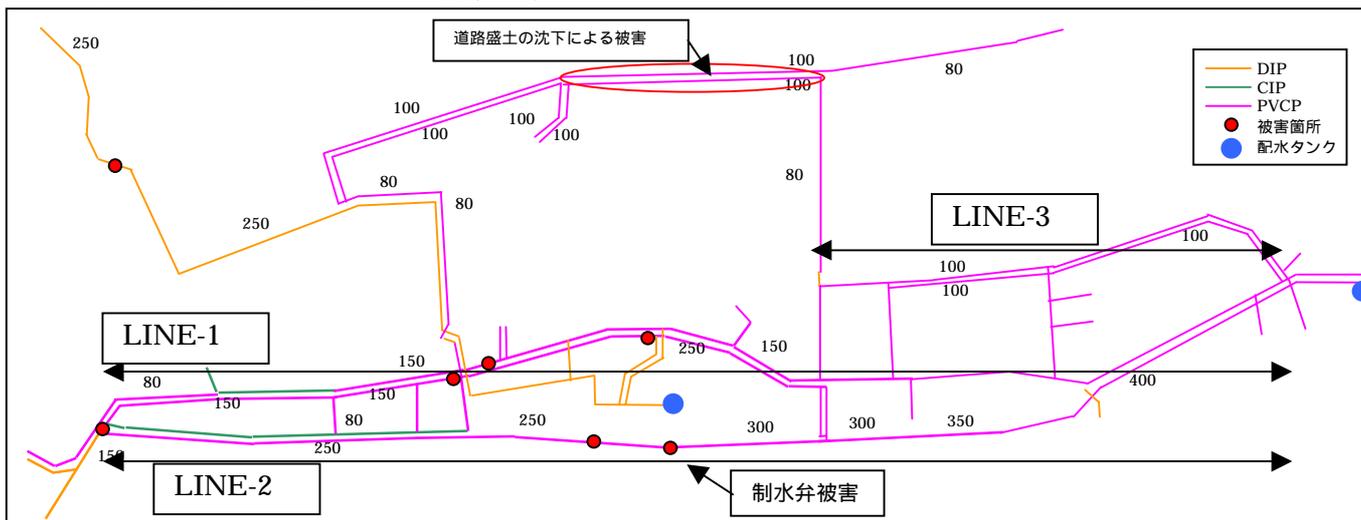


図-3.集集鎮中心域の配水管被害箇所

LINE-1 では、南側の管路で 2 箇所被害が生じているが、図-3 に示すように、いずれも耐震上の弱点箇所である分岐部近傍の被害である。北側の管路では 150mm の直管部で被害が生じている。これらの被害箇所では最大地盤速度の変化が激しい事が読みとれる。常時微動計測の結果、町中心域での地盤卓越周期はほぼ 0.2 秒の一定値であるため、最大速度の分布は地盤変位振幅の差を表していると考えて良い。したがって、最大地盤速度の変化が大きい領域では、動的な地盤ひずみが集中し管路に被害をもたらしていると推察される。

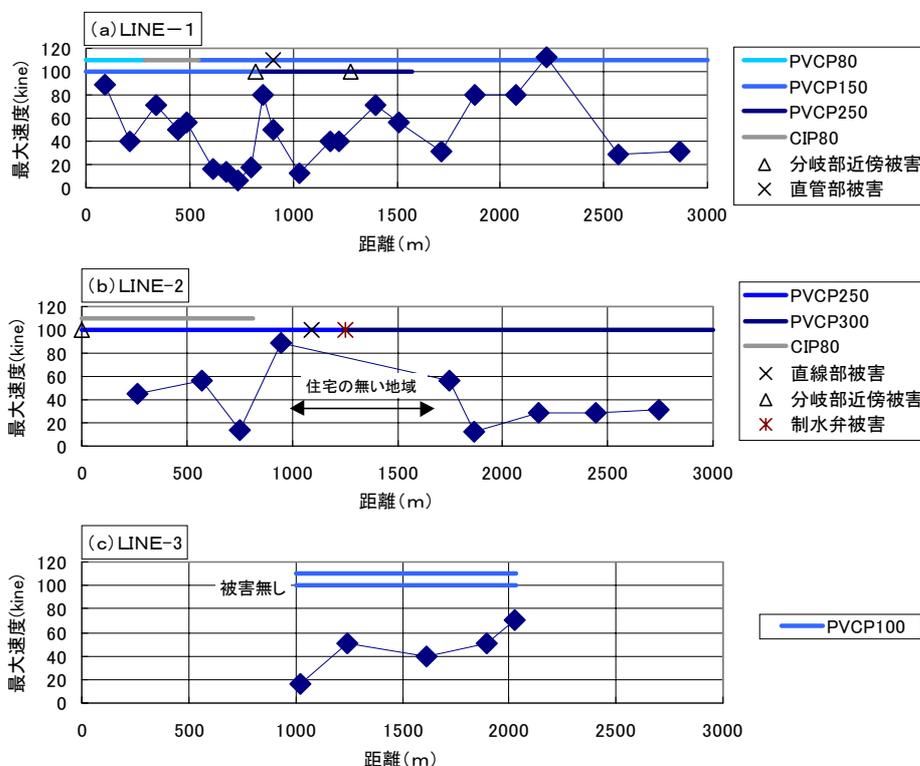


図-4.最大地盤速度の推定値と管路被害の関係

また、LINE-2 に関しては道路沿いに住宅のない地域があり詳細な震度データは得られていないが、被害域は LINE-1 での被害域と概ね良い対応を示している。

一方、管口径が小さいにも関わらず被害の無かった LINE-3 では、地盤最大速度自体は他の LINE と大きく変わらないものの、その変化が比較的緩やかである。また、集集の地震動観測結果によれば、NS 成分よりも EW 成分の方が大きいですが、LINE-3 の東側部分では南北方向にその向きを変えており、他の南北方向の管路に全く被害が無いことなどからも、地震動の影響を受けにくかったものと推察される。

4.おわりに

現状の耐震設計で考慮している地震波動に加え、今後は地盤の局所的な動的特性の差についても検討する必要があるものと考えられる。本研究で用いた被害データは、台湾自来水公司から提供していただいたものである。多大なご協力頂いた同会社の皆様に感謝の意を表す次第である。