

京都大学防災研究所 正会員 河田恵昭  
 京都大学防災研究所 正会員 林 春男  
 京都大学防災研究所 正会員 田中 聡  
 中央復建コンサルタンツ 正会員 ○左近嘉正

1. はじめに

1995年に発生した阪神・淡路大震災では、震災直後、兵庫県下9市5町の全世帯の約85%にあたる1,130,000戸が断水し、復旧までに1ヶ月以上を要し、その間、市民は不便な生活を強いられることになった。本研究では、上水道の Serviceability の評価として、「地震時に自分の家に水道がくるのか。」「断水の場合、いつ水道が復旧するのか。」ということについての検討を行う。具体的には、阪神・淡路大震災における西宮市南部地域(図-1)の上水道の被害から、地震時における上水道給水装置の被害に着目し、給水装置の被害の分析と被害の定量化を行い、さらに、上水道の復旧に関わる要因として、給水装置被害、配水管被害、浄水場・配水所といった給水拠点からの距離をとりあげ、それらを説明変数、上水道の復旧までに要する日数を被説明変数として、重回帰分析を行った。

2. 給水装置の被害について

給水装置は、給水管部分、止水栓、配管において方向転換、分岐、管の接続、先端の閉鎖の目的に用いる継手部分等から構成される。給水装置の被害は、継手部分に集中している(図-2)。なお、ここで考えている給水装置の被害とは、配水管と給水管の分岐点から、各家庭に設置されている止水栓までの範囲とする。給水管部、継手部の被害モードとしては、「折れ」、「亀裂」、「割れ」、「抜け」等があり、給水管部は割れ、折れといった被害が多く発生し、継手部では、直部継手には、抜け被害が多く、T字管や曲部管といった異形管には、折れ、割れといった被害が多く発生した。これらの被害モードの内、折れ、亀裂、割れの被害を「折れ」被害としてまとめて考え、給水管部の被害については、「折れ」被害、継手部の被害を「折れ」、「抜け」被害に分けて、地盤タイプ別(A.台地・段丘層、B.沖積層、C.臨海部軟弱地盤、図-3)にそれぞれの被害曲線を求めた。被害曲線は、地震強さ(水平最大速度)に対し、給水装置の被害発生確率が対数正規分布に従うものとして仮定し



図-1 西宮市南部地域

図-3 地盤タイプ

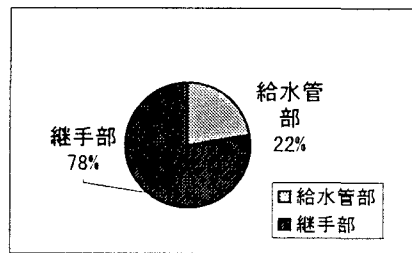


図-2 給水管部と継手部の被害の割合

最尤法を用いて、対数正規分布のパラメータを算出して、被害曲線を求めた。こうして求めた被害曲線に対し、給水管部被害率  $P_1$ 、継手折れ被害率  $P_2$ 、継手抜け被害率  $P_3$  を求め、次に乱数を発生させて、モンテカルロ法を用いて給水装置の被害率の算出を行った。

### 3. 上水道の復旧に関わる要因について

上水道の復旧に及ぼす要因として、本研究では、給水装置被害、配水管被害、建物被害、浄水場や配水所等の給水拠点からの距離をとりあげた。これらの要因と上水道の復旧までの日数の関係は図-4から図-7に示すとおりである。これらの要因を説明変数として、上水道の復旧までにかかる日数を被説明変数として、重回帰分析を行った結果、以下のような式が得られた。

$$y = 39.67x_1 + 2.41x_2 + 100x_3 + 0.0064x_4$$

y: 復旧までの日数

$x_1$ : 給水装置被害率( $0 \leq x_1 \leq 1$ )

$x_2$ : 配水管被害率(箇所/km)

$x_3$ : 建物被害(全壊率)( $0 \leq x_3 \leq 1$ )

$x_4$ : 給水拠点からの距離(m)

### 4. おわりに

給水装置の被害推定に関しては、地盤タイプに分類して被害曲線を求め、モンテカルロ法を用いて、被害推定を行った。地盤タイプ別にみれば、B、沖積層に関しては、水平最大速度と被害率の間に相関性がみられたが、台地・段丘層に関しては、相関性が得られなかった。これは、段丘層付近が近年の宅地造成による切土・盛土といった地形の改変が影響していると考えられる。

また、上水道の復旧に関わる要因から復旧までの日数を被説明変数とした重回帰分析を行った結果、建物被害が上水道の復旧に与える影響が大きくなるという結果が得られた。

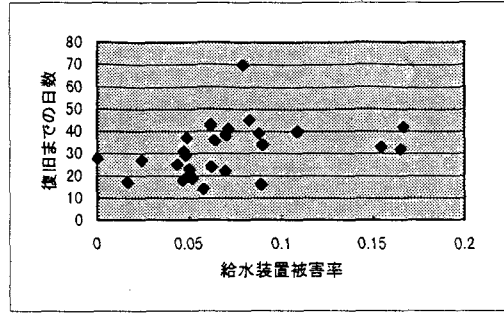


図-4 給水装置被害率と復旧までの日数との関係

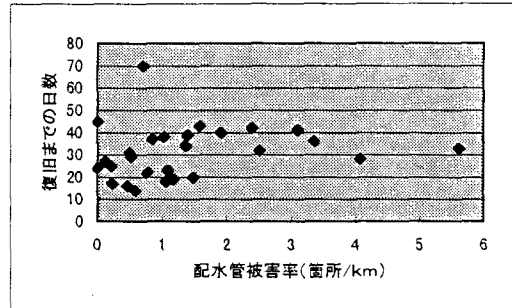


図-5 配水管被害率と復旧までの日数との関係

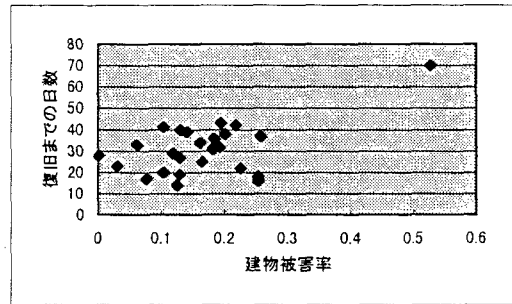


図-6 建物被害率と復旧までの日数との関係

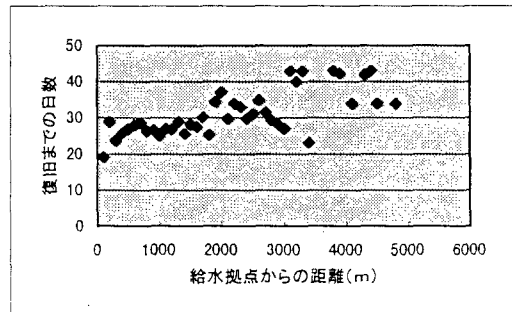


図-7 給水拠点からの距離と復旧までの日数との関係