

鳥取大学工学部 学生員 大村康弘
 鳥取大学工学部 正会員 細井由彦
 鳥取大学工学部 正会員 城戸由能

1. はじめに

地震による水道やガスなどのライフラインの長期にわたる機能の低下は、市民生活に大きな支障を与えるため、損失した機能をできるだけ早期にかつ合理的に復旧するための手段を開発することが重要である。本研究では、被災した都市の配水管網を想定し、種々の復旧方法が断水の解消にどのように影響するかの検討を行う。

2. 研究方法

被災によって多数漏水が発生した都市を、種々の方法で復旧し、それによって得られる通水率曲線の評価を行う。

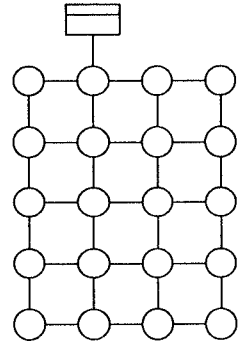
1) 配水管網モデルと被害

図1に示すような1配水池、20節点、32管路を有する配水管網を考えた。各節点の需要水量は $0.001 m^3/s$ 、管路はすべて延長は $1000 m$ 、管径は $300 mm$ とした。各節点からは、配水管よりも管径の小さな配水支管、給水管が伸びているものとする。管網内に配水管に31箇所、配水支管に31箇所、給水管に124箇所合計186箇所の破損を発生させた。破損箇所からの漏水量 Q_i は次式で与えた。

$$Q_i = c_i s_i A_i \sqrt{E_i - G_i}$$

s_i : 破損度(0~1) A_i : 破損箇所における管の断面積
 c_i : 流量係数 E_i : エネルギー位 G_i : パイプ高さ

図1

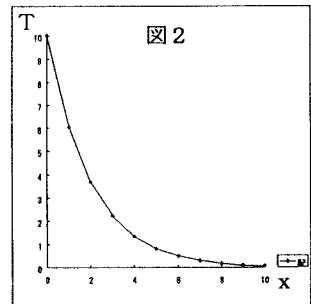


2) 修繕条件

漏水箇所の発見・作業、作業人員の移動を1つの修繕プロセスとする。発見+作業+移動に要する時間をその破損箇所の修繕時間とする。

漏水量が少ないほど発見には時間がかかるので、図2のように発見時間は漏水量に反比例すると仮定し、今回の阪神大震災におけるT市の水道被害復旧業務データを参考にして破損箇所の発見時間関数を作成した。

配水管 } 配水支管 } 給水管	$T = 10 \times \exp(-0.5x)$	T : 発見時間
	$T = 2.5 \times \exp(-10.4x)$	x : 漏水量



作業時間は破損には関係なく一律に配水管、配水支管は3時間、給水管は1時間とした。移動時間はひとまず計算を簡単にするため0とした。

修繕作業は1日12時間行うとし、通水率の経日変化がわかりやすいように修繕班数は1班とした。

3) 復旧方法

以下の6ケースを考えた。現実的でないケースもあるが、復旧方法が断水解消に及ぼす影響をより明確にするために想定したものである。

ケース1：配水管、配水支管の修繕を行い、その後給水管を修繕する。

ケース2：給水管を修繕した後に配水管、配水支管を修繕する。

ケース3：配水区域内の全ての給水管の止水栓を締め漏水を止める。その間に配水管、配水支管の破損をすべて修繕し、その後給水管の止水栓を開き、全戸に通水させながら給水管を修繕する。

ケース4：ケース3と同様に漏水および需要をストップさせ配水管、配水支管を修繕し、次に給水管を修繕するが、この操作を上流より各ブロックごとに分けて行っていく。よって上流に近く修繕し終えたブロックから通水可能になる。

ケース5：ケース1と同様の方法であるが最初配水区域の下流側40%の区域で水を止めて、上流側の水圧を上げて、配水管、配水支管の修繕を行い、その後下流側の断水を解除して修繕を続けた。

ケース6：ケース2と同様の方法であるがケース5と同様に最初配水区域の下流側40%の水を止めて、給水管の修繕を行い、その後下流側の断水を解除して修繕を続けた。

3. 結果および考察

図一3に通水率の変化、図一4に総配水量の変化を示す。

ケース1では復旧開始より40日まででほぼ配水管、配水支管の修繕が終わった状態である。給水管の破

損を残すのみとなり、給水管の破損を修繕すればそのまま需要水量につながるため、その時点からは通水率の上がり方が早かった。ケース2では先に給水管を修繕した分だけその後に行う配水管の発見時間の短縮につながった。このことによって急激な通水率の上昇が生じた。しかし通水率が100%に到達した後も漏水率が50%以上になっている。

ケース3ではケース1とほぼ方法は同じであり、配水区域内の全ての給水管の止水栓を締め漏水を止めていた分、配水管、配水支管の破損を見つけやすく発見時間が早かった。しかし、止水栓を締めて修繕し、また配水管、配水支管の修繕にかなりの時間を要したため、全配水区域で長期にわたって断水状態が継続した。ケース4は同様な方法であるが、配水区域をいくつかの小さなブロックに分けることにより修繕し終えた上流のブロックから順に給水を行なっていった。そのブロックの修繕が全て終わり新しいつぎのブロックに移った直後は、そのブロックの破損にはまだ何も手がつけられてないため漏水が激しい。よってそのブロックの漏水のために、上流の修繕し終えたブロックの通水率が若干低下する現象が起きた。しかし、ケース1のように何も操作せずに配水管、配水支管、給水管と修繕していくよりもケース3のように全配水区域の止水栓を締めて修繕していった方が、さらにケース4のように配水区域をブロック別に分け修繕終了ブロックから順に給水可能状態にしていった方が通水率の回復は早くなっている。漏水量から見た場合にはケース3や4が優れている。

ケース5、ケース6では配水区域の60%の部分を通水区間にして残りを断水区間にして修繕していったためにケース1、2よりも通水区域内の各節点のエネルギーが高く、その通水区域内の通水率も修繕するに従ってより高い値を示した。しかし断水解除の際、断水区域であった部分の漏水量がかなり多いため解除後の数日間は通水率の低下が生じた。

参考文献

- 1) 高桑哲男：配水管網の解析と設計，森北出版，1978

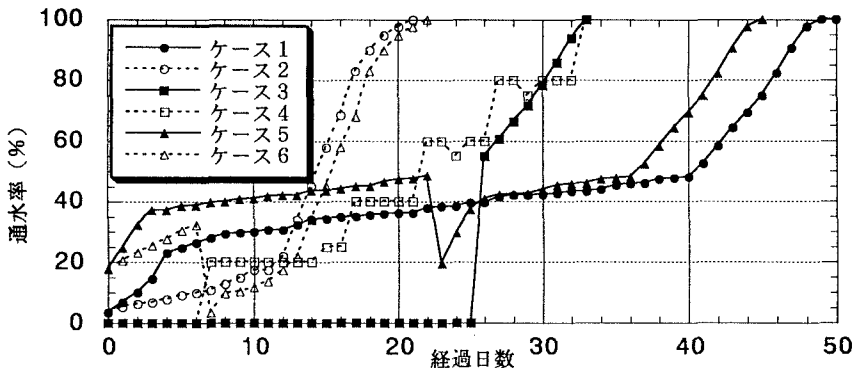


図-3 通水率の変化

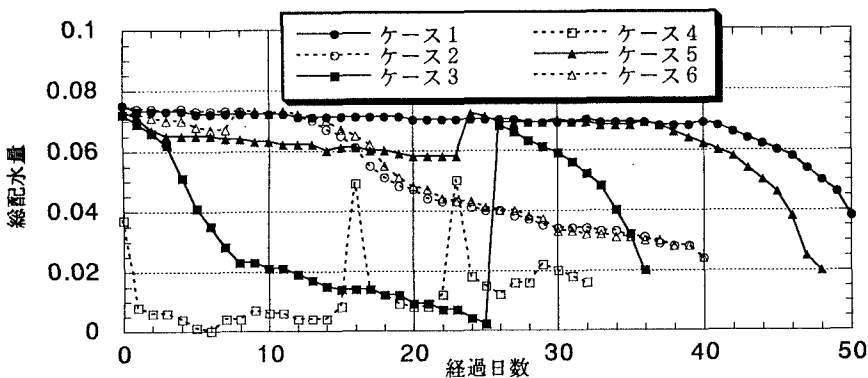


図-4 総配水量の変化