

神戸大学工学部 学生員 ○原山絵巳子
 神戸大学工学部 フェロー 高田 至郎
 大阪ガス 正会員 小川 安雄

1. はじめに

兵庫県南部地震の際には、86 万戸もの需要家にガスが供給停止され、復旧には長期を要することとなった。本研究では、ガス供給システムを対象として、復旧日数に主眼を置き、兵庫県南部地震をモデルケースに、地震時のガス復旧にどのような要因がどの程度影響したのか、統計的な分析を試みる。また、復旧日数予測式を提案し、水供給機能復旧との比較を行う。

2. 復旧の概要

兵庫県南部地震においては、ガス製造設備・高圧導管ともに被害はなかった。中圧導管の被害は 106 件であったが被害は軽微でいずれも 2 月 11 日までに完全復旧している。大阪ガスは日本ガス協会に 4 回に渡って応援を要請している。全国のガス事業者の応援により最大 155 事業者 3,712 名延べ約 9700 人救援体制で復旧にあたっている。

ガスの復旧作業は大きく修繕作業と開栓作業の二つに分けられる。中圧導管が復旧した後、顧客 3,000～4,000 戸を目的地に復旧作業の単位(復旧セクターという)を構成し、復旧作業地区と未復旧地区を分離する。

復旧セクターを確立すると、セクター単位に本支管を検査し、漏れ箇所がある場合には修繕を行う(これを本研究では修繕作業と呼ぶ)。本支管の修理が終わると、係員が顧客一戸一戸を訪問し、顧客の立会いの下で、建物内のガス管の漏れの有無、ならびに風呂、給湯器等の給排気設備を検査する。そして、設備に異常がなければメーターガス栓を開き、ガス供給を再開する(同様に開栓作業と呼ぶ)。各復旧セクター単位にこの作業を繰り返し、復旧を進めてゆく。

3. 復旧に関わる要因分析

復旧作業は、比較的より多くの顧客に一日でも早くガスを供給するために、供給継続地域と隣接し、被害の少なかった神戸第 4 ブロック、大阪北第 7 ブロックから始められ、その後それに隣接する神戸第 2 ブロック、神戸第 3 ブロック、最後に神戸第 2 ブロックと続いている。一般的には復旧人員を多数投入すれば復旧作業が早く進むが、今回の復旧戦略においては応援により十分な人員がいて、これ以上多くの人員を投入されても動けない状況にあったと思われる。つまり、復旧人員が十分足りていたという状況の下での進捗である。

様々なパラメータを用いて分析を行った結果、震度と復旧完了までの日数にある程度の相関があることが知られた。震度が大きくなると家屋被害も大きくなることより、倒壊率と復旧完了までの日数にも相関があった。低圧導管の復旧は中圧導管の復旧が完了してから着手することを考慮すると、次式が導ける(図-1)。

$$t = 2.70a + 15.0 \quad (R^2 = 0.8276) \quad \text{式(1)}$$

a = 家屋倒壊率(%)

t = 2月11日からの復旧日数

また、修繕作業に要する日数は図-2 より、

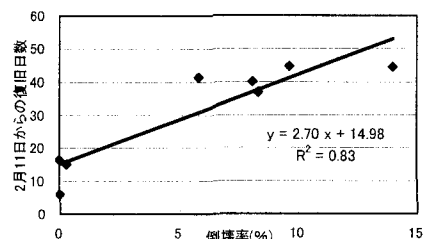


図-1 家屋倒壊率と 2 月 11 日から復旧完了までの日数

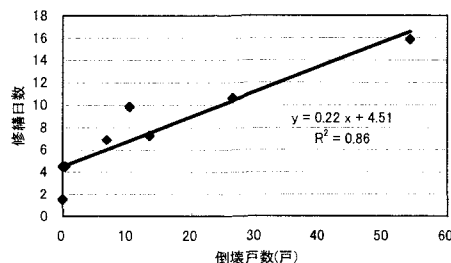


図-2 倒壊戸数と修繕日数の関係

$$x = 0.233b + 4.53 \quad (R^2 = 0.8598) \quad \text{式(2)}$$

x = 修繕日数

b = 倒壊戸数(戸)

開栓作業に要する日数と復旧作業に要する日数との関係に相関があることより(図-3),復旧作業における修繕作業に要する日数は小さいものであることがわかり,復旧作業に要する日数は,

$$z = x + y = 1.10y + 5.22 \quad (R^2 = 0.8526) \quad \text{式(3)}$$

z : 復旧作業に要する日数

x : 修繕作業に要する日数

y : 開栓作業に要する日数

これより

$$y = 9.49x - 49.5 \quad \text{式(4)}$$

が導ける. 不在顧客の多い地域は開栓作業にも日数を要したことがわかる.

4. 水供給機能復旧との比較とまとめ

水供給機能回復予測式には配水管 1km あたりの給水戸数という顧客密度を考慮したパラメータが用いられた¹⁾が,ガス復旧においては復旧を最も妨げたのは家屋倒壊であり,復旧日数を説明することができた. 図-4 で神戸市の区ごとの工事待ち日数,工事期間を比較する. ガスの工事待ち日数は水道を 20 日ほど上回り,地域的傾向は同様である. これはガスの中圧導管が復旧するのに 20 日強要したためであると推測される. 一方,工事期間もガスと水道でほぼ同じ傾向を示すが,水道の工事期間がガスを上回っている. これは復旧過程の違いによるものである. 図-5 に水道の東部センターに対応する地域のガスの復旧までの日数(工事待ち日数)と復旧に要する日数(工事期間)との関係を示す. ガスのカテゴリ(ii)は,工事日数自体は短期間で終了したものの,工事開始までの日数が長かった領域である. 家屋被害の少なく導管被害も少なかった地域である. 領域(iii)は,復旧作業に関わる人員数にも関係しており,工事待ち日数が大きいほど工事期間は小さい. 主に激震地区を含んでいる. 領域領域(iv)は,すぐに復旧に取りかかれたが比較的工事期間が長かった地域である. 工事待ち日数 28 日に集中しているのは,中圧導管が復旧されてから低圧導管の復旧作業にかかったためと思われる. 水道(図-6)と同じような傾向を示すことから東部センターにおいては水道と同じような復旧戦略が取られていることがわかる.

【参考文献】1) 今西立彦: 兵庫県南部地震における水供給復旧過程の空間的分析と機能回復日数予測手法に関する研究, 修士論文, 神戸大学大学院自然科学研究科博士課程前期課程建設学専攻, 2002.2

2) 日本ガス協会: 阪神・淡路大震災と都市ガス, 1997.1

3) 大阪ガス株式会社 総合企画部 震災復興推進部: 阪神淡路大震災 被害・復旧記録, 1996.3

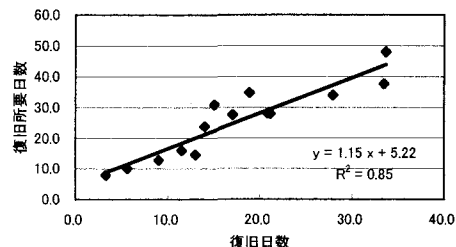


図-3 開栓作業に要する日数と復旧作業に要する日数

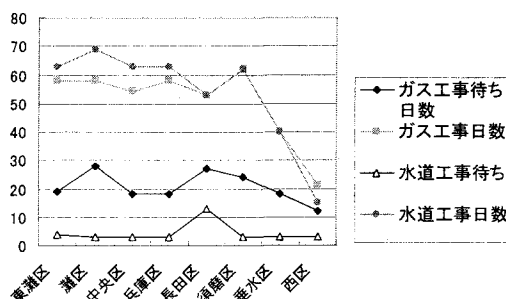


図-4 工事待ち日数と工事期間

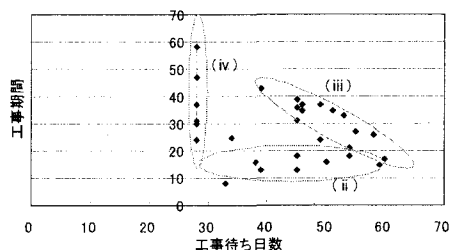


図-5 ガスの工事待ち日数と工事期間の関係

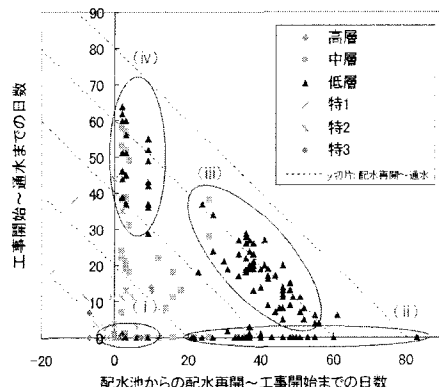


図-6 水道の工事待ち日数と工事期間の関係