

2004年新潟県中越地震における供給系ライフラインの機能的被害と復旧過程について

岐阜大学大学院 学生員 ○佐藤 慶昇

岐阜大学工学部 正会員 能島 暢呂

岐阜大学流域圏科学研究センター 正会員 杉戸 真太

1. はじめに

2004年10月23日17時56分に発生した新潟県中越地震による供給系ライフラインの機能障害は市民生活、産業活動、医療活動などに大きな影響を与えた。本研究では、2004年新潟県中越地震における供給系ライフラインの機能障害と復旧過程について調査した。また震度と機能停止の状況から機能停止確率をロジスティック関数でモデル化し、兵庫県南部地震の結果と比較した。

2. 供給系ライフラインの機能障害と復旧過程

図1に新潟県中越地震の停電・断水・ガス停止戸数の減少過程を示す。電力の機能停止戸数が一番多く、次いで水道、都市ガスの順となった。機能停止戸数の減少が最も早いのは電力、次いで水道、都市ガスの順となった。また被災規模は異なるが、兵庫県南部地震における機能停止戸数、減少過程と同様な傾向を示した。

2.1 電力

新潟県中越地方を中心とする34市町村において、延べ約301,000戸で停電が発生した。避難指示や通行止めなどにより復旧作業に着手できない地域を除き、約257時間20分後の11月3日11時15分までにおおよその停

電は解消した。図2(a)は停電戸数を分母としたときの、各市町村と新潟県全体における復旧率の推移を示している。なお、各市町村の具体的な停電戸数は10月31日19時以降の情報のみ得られたため、この時点で停電が解消していなかった5市町村のみ示している。最も復旧活動の開始が遅れた山古志村では、一部で電力の供給が開始されたのは地震発生から22日目であった。

2.2 水道

新潟県中越地方を中心に36市町村で約129,750戸が断水の被害を受け、このうち12市町村ではほぼ全域で断水被害を受けた。たび重なる余震で復旧作業は何度も中断され、新たな断水地域も確認された。図2(b)は断水戸数を分母としたときの、各市町村の復旧率と新潟県全体における復旧率の推移を示している。川口町(震度7)の復旧率が50%を超えたのは地震発生から26日目、90%を超えたのは41日目である。一方、見附市(震度5強)では地震発生から2日目の復旧率が約80.1%、堀之内町(震度6弱)では約73.9%を超えた。このように、比較的震度の小さい地域での傾向として、地震発生後において早期から復旧率の上昇が見受けられる。

2.3 都市ガス

小千谷市、見附市、堀之内町、越路町、川口町では全域で供給が停止した。また長岡市では、ガス供給戸数の約30%に当たる約23,000戸で供給が停止した。このため、計約56,000戸でガスの供給が停止した。23日20時10分頃から北陸ガスにより長岡市の被害調査が行われ、二次災害防止のための供給停止が検討された。実際に供給停止されるまでは地震発生から6時間30分かかったものの、この間にガス漏れが原因とみられる火災は確認されていない。最も早く復旧が完了した越路町(震度6弱)での所要期間は1ヵ月であり、道路の崩壊・寸断などで復旧

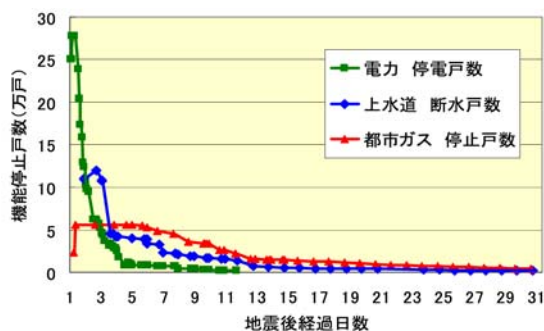


図1 供給系ライフラインの減少過程

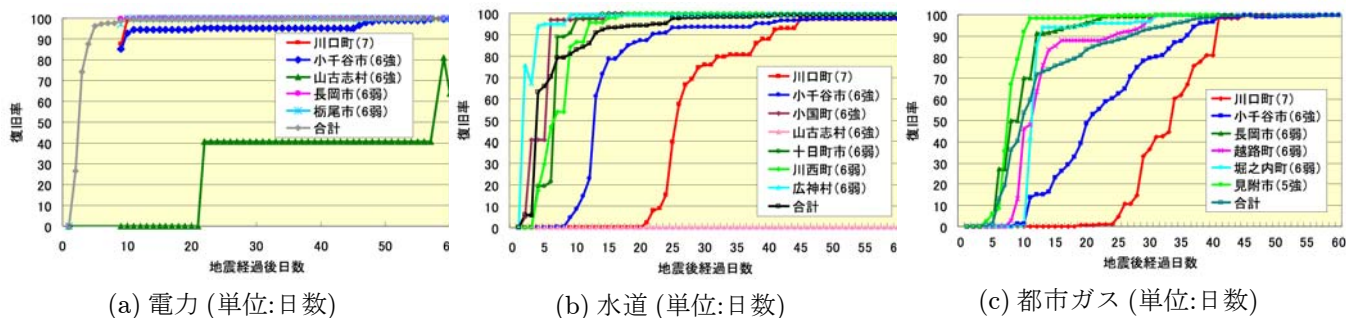


図2 停電・断水・ガス停止の復旧率の推移

2004年新潟県中越地震、供給系ライフライン、震度、機能停止確率

〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 TEL:(058)293-2466 FAX:(058)293-2466

作業の開始が遅れた川口町（震度7）では、1ヵ月経過した11月23日時点で、約40%の復旧にとどまった。

3. 供給系ライフラインの被害予測モデル¹⁾

本研究では、兵庫県南部地震における被災情報と震度分布から構築されたライフライン被害予測モデルの適用とその検証を行う。このモデルは供給系ライフラインの機能障害を震度 I に基づいて、(1) 機能停止確率 $p(I)$ と、(2) 機能停止という条件下での機能停止期間の非超過確率 $F(t|I)$ が二段階で評価されている。これらを組み合わせることにより、震度 I で地震後経過期間 t における供給率曲線 $D(t|I)$ が次式で定義されている。

$$D(t|I) = 1 - p(I) + p(I) \cdot F(t|I) \quad (1)$$

次に、地域 k におけるライフライン機能の普及率 r_k を考慮した震度曝露人口（対象地域において震度 I_k の揺れを受ける人口 $PEX_k(I)$ ）を算出し、震度ごとの供給率曲線 $D(t|I)$ に重み付けすることにより、次式から供給可能人口 $S_k(t)$ が求められている。

$$S_k(t) = \sum_I r_k \cdot PEX_k(I) \cdot D(t|I) \quad (2)$$

これを対象とする地域全域について総計すると、供給可能人口 $S(t)$ が得られる。

4. 被害予測モデルによる予測結果

新潟県中越地震により得られた震度分布に上記の被害予測モデルを適用した。用いるデータは人口分布、電力・水道・都市ガスの普及率を考慮した震度曝露人口である。供給可能人口の予測結果を図3に示す。

4.1 供給可能人口

電力の普及率を考慮した対象地域の人口は約151.8万人で、このうち、供給可能人口が地震発生直後には約94.9万人に減少するという予測結果となった。実際の供給可能人口は約60.1万人であり、初期停止被害を過小評価する結果となったが、復旧過程の後半については傾

向をとらえている。水道の普及率を考慮した対象地域の人口は約149.1万人で、地震発生直後の供給可能人口は約121.9万人と予測されたが、実際には約110.1万人であった。また実際の復旧過程は予測結果より早いペースであった。地中埋設管などの施設被害の絶対量が兵庫県南部地震と比較して少なかったことによると考えられる。都市ガスの普及率を考慮した対象地域の人口は約106.2万人で、このうち、地震発生直後の供給可能人口は約90.5万人に減少すると予測された。実際の供給可能人口は約88.7万人であり、水道と同様に実際の復旧は予測よりかなり早い結果となった。

4.2 地震直後の機能停止確率の再検討

初期被害を過小評価する結果となったことから、機能停止確率と震度の関係を再検討した。図4に各計測震度における実際の機能停止確率のプロット（青色）とそのロジスティックモデル（赤色）を示す。全体的な傾向として、電力・水道・都市ガスともに新潟県中越地震の方が兵庫県南部地震（緑色のロジスティックモデル）よりも同一震度で高い機能停止確率となっている。この要因としては、埋設管などの脆弱性が高かったこと、ライフライン施設のネットワークの冗長性が乏しかったこと、中山間地で多数発生した土砂崩れの影響などが挙げられるが、この点についてはより詳細な分析が必要である。

5. おわりに

中山間地に被害が拡大した新潟県中越地震と都市部を直撃した兵庫県南部地震で背景は異なるものの、機能停止やその減少過程に関して類似点が多く見られ、今後の地震対策・被害軽減策に役立つ有用な情報が得られた。

参考文献

- 1) 能島暢呂・杉戸真太・鈴木康夫・佐藤寛泰:被災事例に基づく供給系ライフラインの地震時機能停止と復旧過程の予測—想定東海・東南海地震を対象として—, 地域安全学会梗概集, No.13, pp.101-104, 2003.11.

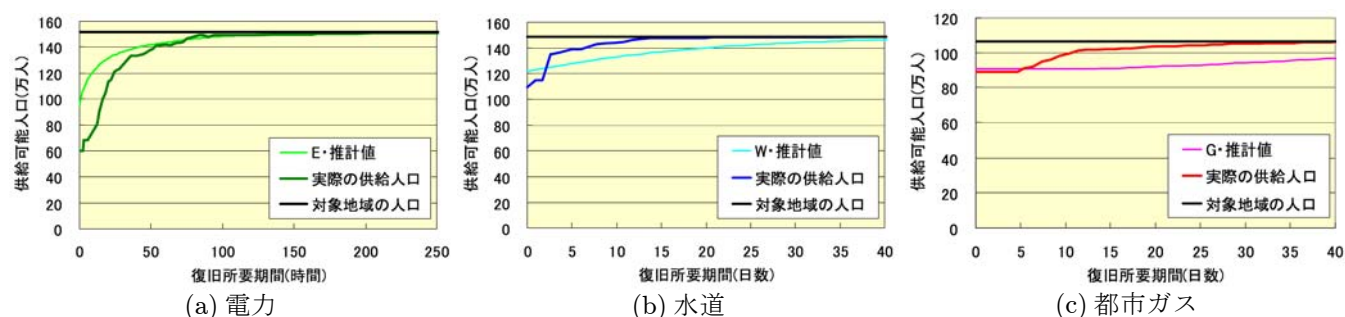


図3 電力・水道・都市ガスの予測された供給可能人口と実際の供給人口

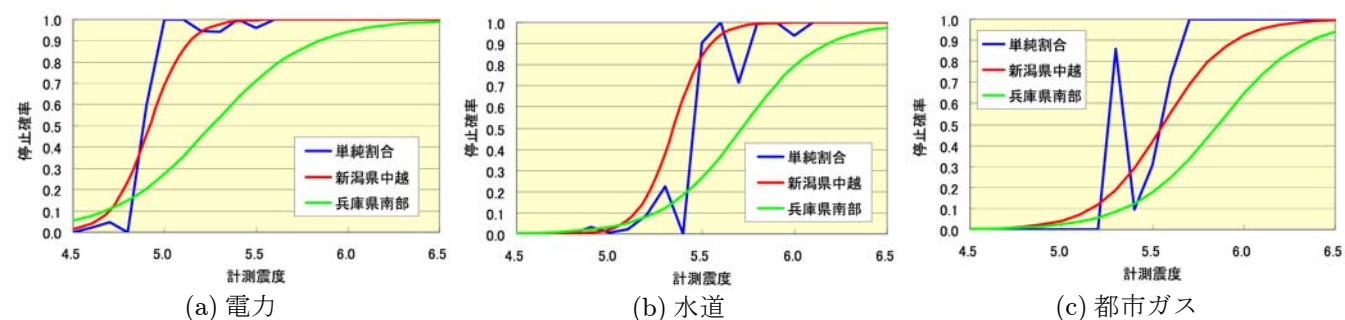


図4 電力・水道・都市ガス停止のロジスティックモデル