

京都大学工学部 正員 ○伊津野和行
 京都大学工学部 正員 山田善一
 京都大学大学院 学生員 福田正俊

1. はじめに 都市機能が高度化し複雑になるに従い、地震によって被害を受けた交通網の早急な復旧が重要となってきた。本研究では、地震後の復旧過程に関して、被災直後の緊急時における復旧戦略を検討した。その際復旧手順は、あらかじめ全部決めておくのではなく、復旧状況に応じて決定していく手法を用いた。[1] また、個々の道路（リンク）のもつ特徴や、リンクに接続している地域（ノード）の重要性も考慮して考察を行なった。

2. モデル化 モデル化するにあたって、①交通はノードにおいてのみ発生する ②被害はリンクにおいてのみ発生する ③被災したリンクを1本ずつ復旧していく、という3つの仮定を行なった。平常時のOD交通量は重力モデル、フレータ法を用いて仮定し、交通量の配分には分割配分法を用いた。[2] さて、交通網の地震による被害には、斜面の崩壊、橋桁の移動など様々な種類がある。本研究では、それらをまとめて通行止、片側通行、両側通行という3種の状態で各リンクの被害評価を行なった。

次に、地震被災後の緊急時における交通網について検討する。通常交通は必要最低限のものを残して減少し、そのかわりに、避難・復旧関係の交通が増加する。緊急時、この避難・復旧関係の交通は、早急な対策が必要だと判断された地域（以下、重要な地域と呼ぶ）に集中する。そこで、緊急時の交通量として①重要な地域に関するOD交通量は平常時と同じ ②その他の地域に関するものは平常時の1/10と仮定した。

また、復旧に要する時間を決定するにあたって、リンクのもつ特性について検討した。リンクのもつ特徴（例えばトンネルがあるリンク、橋があるリンク）によって、復旧に要する時間は当然異なってくる。これを考慮して、復旧に要する時間を決定することにした。

3. 復旧手順 被災した交通網の、復旧手順を決めるにあたって、次のように考えた。被災した交通網における走行時間は復旧作業に伴い変化する。この変化に注目して復旧過程を表現することが可能である。[1] 本研究では、被災したリンクの状態により走行時間を次式で定義した。

$$T = Q / \alpha Q_0$$

但、 Q ；その時点での交通量 Q_0 ；平常時における交通容量

α ；係数（通行止 $\alpha=0$ 、片側通行 $\alpha=1/2$ 、両側通行 $\alpha=1$ ）

復旧過程における任意の段階での交通網の総走行時間（＝交通量×走行時間）を求め、これを C^* とする。次に、被災したリンク i を復旧したと仮定した時の総走行時間を求め、これを $C(i)$ とする。そして、そのリンクを復旧するのに要する時間を求め、これを $S(i)$ とする。以上より指標を次式で定義する。

$$\text{Index}(i) = (C^* - C(i)) / S(i)$$

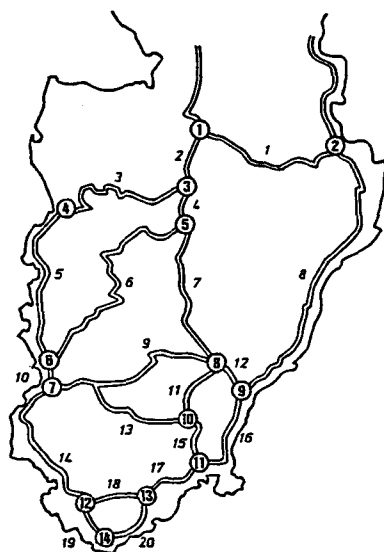


Fig.1 Simplified Traffic Network System of Izu-Peninsula

これをすべての被災リンクに対して求め、最大値を示したりリンクをその段階で復旧する。これは、総走行時間の単位時間あたりの変化量が最も大きいリンクを復旧することが、有効な復旧戦略になるという考えかたに基づく。

4. 計算例および考察 例として、伊豆半島の道路交通網を考えた。まず、Fig.1 のようにモデル化を行なった。リンク特性としては、そのリンクが国道であるか、主要地方道あるいは県道であるかのみを考えた。そして地域の重要性を考慮した時と、考慮しなかった時の2通りを計算した。

乱数によってリンクの被害を与え、前記3.の手法を用いて復旧シミュレーションを行なった。その際、復旧に要する時間はリンクの状態の関数とし、通行止・片側通行・両側通行に対してそれぞれ6日、3日、0日とした。地域の重要性を考慮する場合、ノード11(下田市)をその対象と考えた。

比較的大きな都市であり、また孤立しやすい位置にある。このシミュレーションを100回繰返して、各ステップで復旧されたリンクの統計をとった結果をFig.2に示す。aが地域の重要性を考慮しなかった場合で、bが重要性を考慮した場合である。かなり傾向が違うのがわかる。これらのリンクの地理的位置を示すため、それぞれの場合の1stステップで復旧されたリンクを図示したのがFig.3のa, bである。

Fig.2において上位75%を占めるリンクを黒く塗ってある。Fig.3aにおいて復旧が優先されているのは、半島東岸に沿った交通発生量の多い地域(ノード11の下田市、ノード2の伊東市)に直接接続しているリンクである。被害の程度は乱数で与えてあるのだから、これらのリンクは地理的重要性が大きいリンクだといえる。これに対して、Fig.3bを見ると、復旧が優先されるリンクは、ノード11を中心に放射上につながっている。またリンク8を優先することにより、外部からの交通の流入も可能としている。このように、地域の重要性を考慮に入れた解析が可能になったといえる。緊急時の復旧作業は、その後の作業にも大きな影響を与える。本研究の手法は、交通網のみならず他のライフライン系にも適用が可能であり、その復旧過程のシミュレーションに関する研究に有用だと考えられる。より実的な問題への適用例については当日発表の予定である。

5. 参考文献

- [1] 山田善一・家村浩和・野田茂・伊津野和行：地震により被災した交通網の復旧シミュレーションと要因分析，第21回自然災害科学総合シンポジウム，1984年10月。
- [2] 米谷英二監修：新訂版 交通工学，国民科学社，1977年 5月。

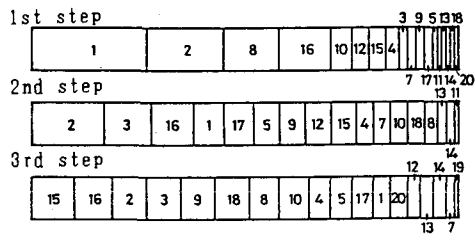


Fig.2 a The Rate of Repaired Links at Each Step

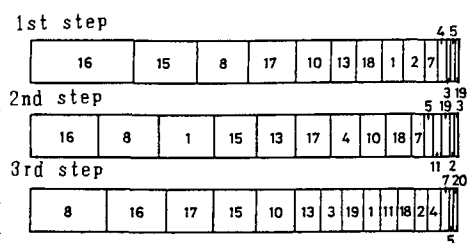


Fig.2 b (Considering the Priority)

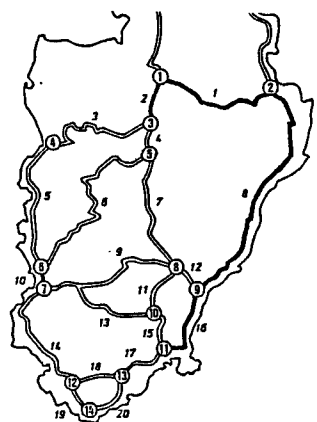


Fig.3 a Links Repaired at 1st Step

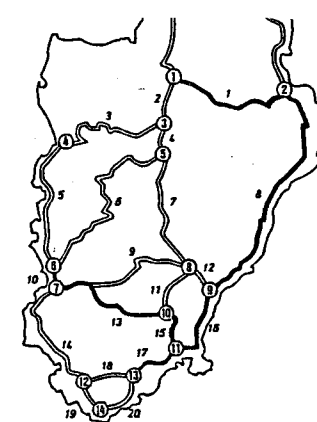


Fig.3 b (Considering the Priority)