

I-576

地震災害のシナリオ型予測について

東京大学大学院 学生員 長谷川 朋弘
 東京大学生産技術研究所 正員 片山 恒雄

(1) はじめに

大規模地震時における二次災害の被害評価は、現代の複雑な社会では計算によって一義的な解が得られるというほど単純ではない。つまり、分析対象が社会の広範な分野にわたる場合、その全てを定量化することは難しく、残念ながら定量分析は問題の一部の要素にしか対処できないのが現状である。たとえば、火災被害のシュミレーションにおいて、仮にかなり真実に近い結果が得られたとしても、その分析結果が、火災を消すために消防車が現場に到達できるのかとか、消火栓が機能するのかといった問題を含めて、住民あるいは各方面の防災担当者に何らかの対策を与えてくれるわけではない。

現在、このような問題に対処する1つの方法として考えられているのが、専門家の経験と判断をもとにした問題の分析方法であり、いわゆるシナリオ型被害予測である。シナリオ型地震被害予測はすでに日本やアメリカで行われた例があるが、本研究ではシナリオ型被害予測のうち、震災後の対応を含め広範に検討を行っている「EARTHQUAKE PLANNING SCENARIO for a Magnitude 7.5 Earthquake of the Hayward Fault in the San Francisco Bay Area, California Department of Conservation, Division of Mines and Geology, 1987.」の概略と、ロマリエタ震災との比較について報告する。

(2) シナリオ型被害予測の内容及び仮定

シナリオは、(1)仮定の記述、(2)その条件下において客観的論理（数値計算等を含む）によって導かれる状況記述、(3)主観的な推論によって得られる判断や評価の記述、をなるべく明確に区分する必要がある。上記のシナリオ型被害予測では基本的な仮定について誤解のないように、以下の内容の注意書きが複数挿入されている。すなわち、1)特定の地震断層が破壊（サンフランシスコ湾東岸のHayward断層のSan Pablo BayからSan Joseの東までの100キロが破壊し、マグニチュード7.5の地震となる）する。2)それぞれの地点で異なる揺れや地盤破壊（永久変形、液状化、斜面崩壊）が起こる。3)それにより、重要施設の一部が被災する。4)構造物や施設が地震時にどう振舞うかはあくまでも簡単な仮説に基づいており、個々の地点、個々の構造物を考えた工学的解析による評価の結果ではない。ここでは、明かに構造的に弱い構造物は被害を受けその他は受けけないとする、ということなどが述べられている。

(3) シナリオ型被害予測の作成手順

分析対象によってシナリオの内容、スタイルがそれぞれ異なるため、シナリオの作成手順を一般化するのはむずかしい。今回調査したシナリオは、おおよそ以下の手順で作成されているものと考えられる。

(a) 分析の対象とする地域を設定し、対象地域の被害予測を行なうことによって、防災担当者に被害波及を含めた大局的な見方を示すとともに、復旧にむけての計画を示すことを目的とする。

(b) 震源を仮定する。（Hayward断層の破壊）

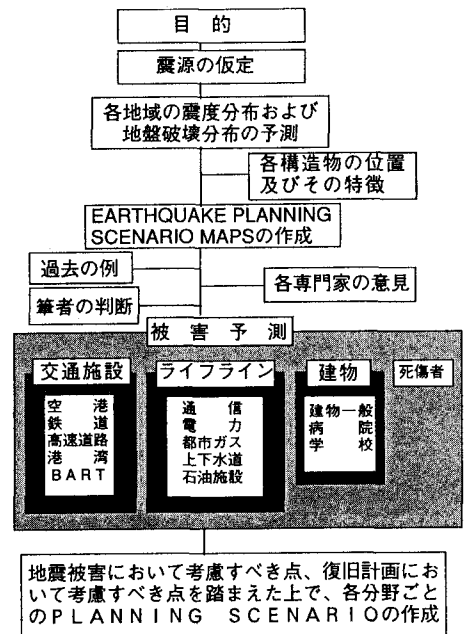


図1 シナリオ型被害予測作成手順

- (c) 対象地域内の震度分布および地盤破壊分布を仮定し、地図を作る。
 - (d) (c)の地図上に、各構造物と特長を記入し、EARTHQUAKE PLANNING SCENARIO MAPSを作成する。
 - (e) (d)の地図をもとに被害予測を行なう。このためには、経験的な判断による場合、専門家の意見を求める場合など必要に応じて様々な方法を試みる。具体的には、ある被害により発生する被害連鎖を明らかにし、次に、シナリオの核となる主な連鎖を見だし記述する筋書きをつくる。
 - (f) 各分野(鉄道、電力、学校など)ごとにシナリオを書く。この際、被害の連鎖はなるべく影響の大きい幹となる連鎖にしたがって記述し、枝葉の部分は必要に応じて取捨選択する。
- なお、シナリオ型被害予測の作成手順のフローチャートを図1に示す。

(4) シナリオ型被害予測結果と実際の地震被害との比較

電話システムの被害と道路の被害について、シナリオ型被害予測結果と1989年ロマブリエタ地震被害との比較検討を行なった。ここで取り上げたシナリオ型被害予測結果は、Hayward 断層の破壊を仮定条件としているのに対し、ロマブリエタ地震はSan Andreas 断層の破壊によるものである。しかしながら、液状化および斜面崩壊といった地盤破壊の分布がおおよそ一致しているため、シナリオ型の予測結果とロマブリエタ地震被害が一致している点も少なくない。たとえば、電話システムの被害において、実際の主な被害が、サンフランシスコ湾岸地帯における異常輻輳による機能被害、及び4つの電話交換局において非常用発電機の故障等により震後最大約6時間交換機能が停止するという被害であったのに対し、シナリオ型被害予測では、1) 地下ケーブルが地盤破壊によって被害を受けるものの、別系統への切り替えが必要となるような広範囲にわたる被害ではない、2) 電話会社のバックアップ電源は、一部が機能しないもののほとんどの電源は機能する、3) サンフランシスコ湾岸地帯の回線は、輻輳をきたす、4) 電話交換局の施設そのものは破壊されずに残る、5) 震後まもなく比較的軽い被害が多発するが、この被害により電話のネットワークが不能になるのは6時間程度である、と予測している。仮定した地震断層が異なるとはいえ、この予測結果は、実際の被害の大まかな傾向を捉えているといえる。次に、道路の被害においてシナリオ型被害予測の結果とロマブリエタ地震で報告されている被害を地図上に書き出して比較してみると、サンフランシスコ湾沿岸地帯において液状化の起こった地域に被害が集中している点、さらに、ロマブリエタ地震の被害として有名なサンフランシスコベイブリッジの落橋に関して、同橋にアクセスする橋が構造破壊によって通行止めと予測されている点が主な一致点である。道路被害の予測結果は、ロマブリエタ地震の被害と比較してその被害箇所は若干異なるものの、構造的に問題ありと指摘された箇所が破壊している点で大まかな被害を予測し得ているといえる。

(5) シナリオ型分析の得失と注意事項

シナリオによる分析の得失と注意事項をまとめると以下ようになる。

- (a) 震後の様々な被害を一緒に取り上げて分析するため、複数の被害を総合して考察するのに適している。
- (b) シナリオは、時には発生する様々な被害を極端に単純化して問題点をきわだたせることができる。
- (c) そのため将来に起りうる予期せぬ重大な被害について、説得力をもって注意を喚起するのに役立つ。
- (d) また、シナリオは読む人にとって理解しやすく、市民レベルの防災あるいは防災教育等に役立つ。
- (e) 対象とした問題に関する予測にはきわめて有益であるが、仮定条件の異なる対象以外の問題の予測については役に立たない場合もある(この意味では、ロマブリエタ震災との比較は難しい)。
- (f) シナリオ型分析方法は、現実との遊離や偏見の入り込む危険性をはらんでいる。そのため、作成者は現在の科学技術の成果を十分活用しなければならない。
- (g) 具体的には、都市ガス、電力、高速道路等に関して、まず各分野の専門家が現時点での研究結果や経験に基づいてシナリオを作成し、それを同じ分野の他の専門家が検討する。場合によっては、数理モデルを適用したり、実験を行って検討することが望ましい。