

神戸大学工学部 正員 高田 至郎

神戸大学工学部 学生員 ○上野 淳一

1 はじめに：本報告は、直下型地震を受ける都市ライフラインシステムの耐震信頼性について述べたものである。既に報告されている遠地型地震に対するライフラインシステムの、耐震信頼性解析手法をもとに、直下型地震に固有の手法を取り入れて解析を試みた。本手法を用いて現実の都市内エネルギー供給システム(図1)を対象として、その数値計算例を示している。手法およびモデルの詳細については文献(2)を参照されたい。以下では直下型地震に伴う問題点と数値計算結果について述べる。

2 直下型地震と地盤震動：マグニチュードと震央距離を与えてAttenuation式より地震動を推定する際直下型地震においては震央距離の定め方が問題となる。すなわち、遠地型・近地型地震の場合、震央域の広がりや震央距離に対して無視できるオーダーであり、体積的広がりを持つ震源を点とみなすことが可能である。しかし本解析の場合、解析対象であるシステムの広がりや震央域と重なっており、点震源とみなしてAttenuation式を適用することは好ましくない。一般に、震央域では加速度が一定となることが指摘されている。震央域における地震動に関しては資料の収集も十分でなく今後の課題ではあるが本報告では一応上記の仮定を用いて、震央域ではマグニチュードに対応して基盤加速度は一定値とみなすことにする。震度Ⅵを超える場合の加速度一定の部分を円形と仮定し、その半径を影響半径( $r$ )と呼べば、 $\log r = 0.68M - 3.58$ の関係が知られている<sup>(3)</sup>。一方震源の位置は、既往の文献より次の2つの地震を想定した。イ) システム南部を震源とする直下型地震ロ) システム北東部を震源とする近地型地震。そして規模については過去の震害資料を参考にイ)  $M = 6.8$  ロ)  $M = 7.5$ を想定してシステムの信頼度を評価することにした。南部震源想定地震の影響半径は上述の式によると、 $r = 11$  Kmとなり、その地域内では基盤加速度をEsteveのAttenuation式<sup>(5)</sup>によって65galとみなすことにする。

3 システム信頼度に関する数値計算結果：図2、図3に南部震源直下型地震、近地型地震におけるシステムおよび各サブシステムの信頼度を示している。黒塗りの円弧が大きい程、信頼度が低下していることを意味している。直下型地震(図2)については前述の震央域を円で表わしてシステムとの位置関係を明らかにしている。南部にある2本の幹線から図1のステーション⑧⑨に至る連結確率をシステムの信頼度として求めているが、両システムとも同程度の信頼度であるので図2図3中には、システム1の信頼度をPとして示している。同図よりシステムの信頼度の低下をもたらしているサブシステムは2、14であることが知られる。これらのサブシステムは、いずれも南部の軟弱地盤に存在している。一方、堅固な地盤に位置する北部のサブシステムの信頼度は極めて高い。次に問題となっているサブシステム2、14を構成している要素の信頼度に注目する。図4は南部震源直下型地震の際のサブシステム2を構成する建屋と2機の整圧施設の信頼度を示したものである。近地型地震も同様であるが、建屋で信頼度が多少低下しているのが知られる。図5はサブシステム14を構成している要素の信頼度を示したものである。近地型地震についても同様であるが、橋梁添加部で信頼度が低下し、埋設管、専用管橋、巻立管橋では1.0となっている。すなわち軟弱地盤を通過するこのサブシステムの信頼度を低下させているものは、一般道路橋梁であることが明らかである。また各管路が布設されている地点の地盤ひずみ、施設設置地点の地表面加速度を算出している。文献(6)では、別のAttenuation式を用いて対象地域の地盤ひずみと加速度を算出している。これらの値を比較したものが、図6図7である。本解析における地盤ひずみは、平均値を示したものであるが、そのばらつきを考慮すると両手法による推定値はよい一致を示す。以上より、想定した南部直下型地震と近地型地震に対してシステムは、ほぼ同じ信頼度を有するが、過去の地震発生に対する統計的見地から、直下型地震発生の可能性が高いと思われ、システムが埋設されている道路や橋梁の地震対策を合わせて、総合的に検討される必要がある。(参考文献)(1) TRW System Group, Failure Analysis by Statistical Technique (F.A.S.T) 1974

(2) 川村大蔵, モンテカルロ法によるシステムの破壊解析, 神戸大学修士論文, 1980 (3) 宇佐美龍夫, 資料日本被害地震総覧, 東京大学出版会, pp11~45

(4)小沢泉夫,京都市に被害をもたらす地震の想定について 京都市防災会議,1978 (5)N.Newmark,E.Rosenblueth,Fundamentals of EarthquakeEngineering,Prentice Hall,pp233~255 (6)後藤尚男,京都市域における供給管網の地震時挙動と信頼度評価に関する調査研究,1981

