

I-516

地震時応急制御システム案

○建設省 正会員 池田 鉄哉
 東京大学 正会員 片山 恒雄
 東京測振 正会員 佐藤 暢彦

1. 研究目的 近年の大都市の重要性の増大および都市型ライフラインの拡張にもかかわらず、都市型ライフラインを対象とした総合地震防災システムは未だ構築されるまでには至っていない。このため、首都圏広域にわたる地震観測網を利用して被害発生地域を迅速かつ正確に把握し、最適かつ最小限のシステム制御を行う地震時応急制御システムの構築が、地震工学の立場からも求められている。本研究では、地震動強度の距離減衰特性、地盤の増幅特性および地震諸元の概略推定に関する研究成果を導入して¹⁾、地震発生から1時間程度で都市型ライフラインネットワークのシステム制御を可能にする地震時応急制御システムの考えを提案し、その課題を考察する。本システムの構築において使用したデータは、図-1に示す38地点の地表面最大加速度観測網および図中の四角枠で示す数地点の地表面・地中の地震波形観測計による記録である。将来、これらの地震観測計は一層多く設置されることが期待できるため、本システムは現在の地震観測記録と共に将来期待できる記録をも取り入れることのできる方法にしている。現在の使用している地震観測記録数および将来拡張可能な記録数は以下のとおりである。

	現在	将来
地表面最大加速度(SI値):	38	→ 300
地表面・地中の地震波形 :	7	→ 10(配置変更)
P波到達時間 :	0	→ 10
液状化センサー :	0	→ 30

ここで液状化センサーとは水位の上昇量や間隙水圧の測定によって液状化の発生を実時間で検知する装置である。

2. 地震時応急制御システム

ライフライン制御

地域としては、図-1の地表面最大加速度記録を用い

て地震諸元の概略推定を行った後、その結果から被害発生が想定される地域を考えている。現在のところライフライン制御に用いる指標としては、次の3つを考えている。

①地震動強度：最大加速度、SI値など ②地盤変状：液状化現象 ③構造被害：埋設管の破損率

既往の研究によれば、指標②、③は①の地震動強度から推定できるため、ここでは主に最大加速度やSI値などの地震動強度に着目した制御を提案している。なお、①のようにSI値を用いた地震発生地域の推定はこれまで報告されておらず、本報告で示す新しい考えの1つである。ライフライン制御の流れを時間経過をおって概説すると以下のI～IIIとなる(図-2)。

I 段階(10分経過程度)：地震発生により地表面最大加速度観測計またはSIセンサー、地表面・地中の地震波形観測計が作動して、それらの記録は高速通信回線によってコントロールセンターに集められる。スーパーミニコンなどを用いて、これらのデータから発生地震諸元を概略推定する。推定方法は現在38地点での地表面最大加速度を用いた方法、数地点の地中SI値を用いた方法の2通りあるが、地震波形観測計によってP波到達時間も同時に観測すれば、それを用いた概略推定も可能である。一方ではこれらの観測計

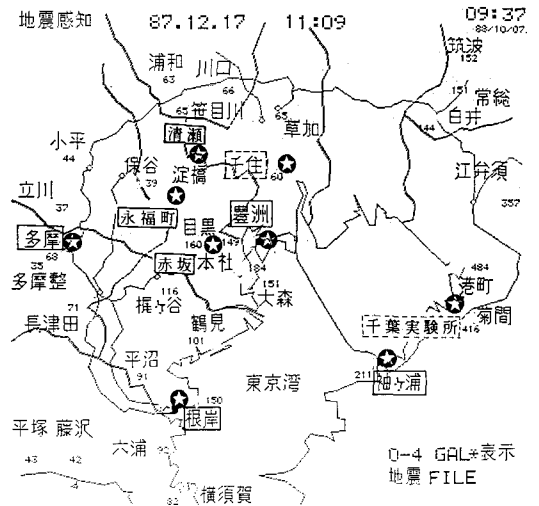


図-1 東京ガス(株) 最大加速度画像出力例
(1987.12.17)

による実記録から被害発生地域の見当が付くため、次段階以降での参考となる。

Ⅱ段階(20分経過程度)：I段階で概略推定された地震諸元から地表面の地震動強度を首都圏全域について推定する。このため、まず概略推定した地震諸元を各種の距離減衰式¹⁾に代入して地中の地震動強度を求める。次に、推定した地中の地震動強度から各地点に固有な地盤増幅率を用いて地表面の値を推定する。さらに観測計による実記録を参考にして地表面最大加速度、S I 値を推定する。

Ⅲ段階(30分経過程度)：Ⅱ段階で推定した地表面の地震動強度、各観測計の実記録などから決定される前述の①～③の各値を指標として最終的なシステム制御を行う。具体的な制御を行うときの条件は以下の通りである。

- ①地震動強度：I、Ⅱ段階で実測または推定された地表面最大加速度(A_{max})あるいはS I 値が、 $A_{max} \geq 400gal$ 、 $SI \geq 30cm/s$ の場合にシステム制御を行う。
- ②地盤変状：首都圏全域についての液状化限界加速度(S I 値)分布図²⁾を予め作成し、Ⅱ段階で推定した地表面の地震動強度を代入することによって液状化の発生が想定される地域に関してシステム制御を行う。また、液状化センサーによる実記録も参考にすると、さらに有効なシステム制御が可能になる。
- ③構造被害：実測または推定した地表面最大加速度値を、 $R_f = 1.7 \times A_{max}^{6.1} \times 10^{-16}$ (R_f :標準被害率(箇所/km))³⁾に代入して推定した埋設管の被害率が高い地域に関してシステム制御を行う。

3. 今後の課題 地震時応急制御システム(図-2)に関する現時点での課題を以下に示す。(1)文献1に示すように距離減衰特性、地盤の増幅特性は極めて扱いの難しいものであり、引き続き検討していかねばならない。(2)地震波形観測地点は図-1に示す配置を一層拡張する必要がある。(3)最大加速度を用いた被害発生地域の推定は誤差が大きく、信頼性が低い。このため最大加速度よりも地震動強度として優れているS I 値の観測を充実させ、それによる液状化発生地域および埋設管被害率の推定をシステムに組み入れる必要がある。以上の課題を克服できれば、このシステム制御案は多様なライフラインネットワークにも適用でき、また微小地震観測ごとに距離減衰式や地盤増幅率などを修正し、精度を高めるエキスパートシステムの要素を備えた総合地震防災システムとなろう。

最後に図-1のデータを快く提供下さった東京ガス(株)に感謝致します。

参考文献

- 1)池田:「都市型ライフラインの地震時応急制御システムの構築」, 東京大学修士論文, 1989.
- 2)片山ら:「埋設管の地震被害危険度からみた東京首都圏の地盤ゾーニングについての研究」, 地震予知総合研究振興会, 1988.
- 3)片山ら:「地下埋設管震害の定量的解析」, 第4回日本地震工学シンポジウム, 1975.

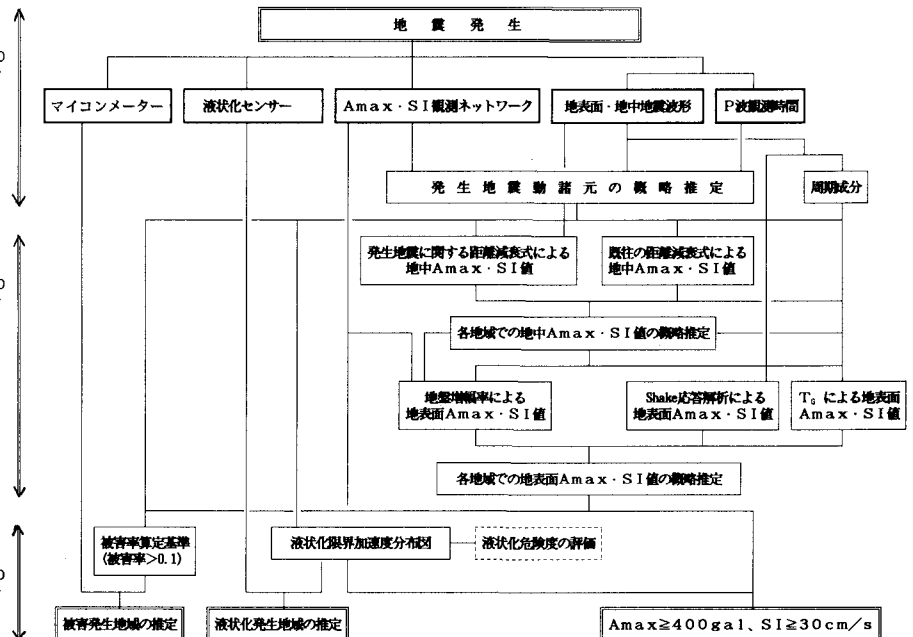


図-2 地震時応急制御システム案