

近畿大学 正員 ○ 難 波 義 郎 京都大学 正員 長 尾 義 三

近畿大学 正員 保 野 健 治 郎 京都大学 正員 黒 田 勝 彦

1. 序

大震時には上水道をはじめとする都市供給施設、いわゆるライフラインは至るところで寸断し、その機能は充分に発揮できなくなる。このような状況の下で大震時に発生する火災の対策の1つとして、耐震防火水槽を各所に設置しておく施策は効果的であるものと考えられる。一方、恒久的な対策としては、上水道のバイブラインの耐震性を向上させて、消火用水および生活用水を確保する対策も必要であると思われる。しかし、これを達成するには、莫大な費用と時間を必要とし、また、バイブラインの信頼性を100%にすることは難しい。したがって、防火水槽の整備対策と平行して進めていくべきものと考えられるが、どの程度の数量の防火水槽をどのように配置すればよいかについては、被害予測の難しさもあって、あまり研究されていない。そこで、本論文では地震時の火災危険度等の概念を用いて、最適な防火水槽数の算定方法を提示し、ケーススタディを通して防火水槽の整備による地震被害の軽減に関する知見を得ることを目的とする。

2. 決定理論による耐震防火計画の定式化

2.1 地震火災を考えた決定樹木

図1は、ある地域において木造建物の総棟数を N 、土地利用を L 、消防体制のレベルを n としたときの1年間における建物火災の被害の関係を示した決定樹木である。偶然手番①から地震事象 E 、その余事象（平常） $\bar{E}$ に分岐する。ここでは、地震動を表わす変数として、地盤の加速度応答スペクトル s を用い、この s がある基準 s_c より大きいときを地震事象 E とみなす。つぎに、偶然手番②からは、建物の倒壊事象 D および $\bar{D}$ を表わす分枝が出ている。この場合、建物の倒壊棟数を N_d で表わしている。偶然手番③、④、⑤および⑥において火災の発生事象 F および $\bar{F}$ の分枝が出ている。この場合、火災の発生数を N_f で表わしている。図1では、建物の倒壊の状態を、 $N_d = 0$ 、 $0 < N_d < N$ および $N_d = N$ の3通りとし、火災の状態を、 $N_f = 0$ 、 $0 < N_f < N$ および $N_f = N$ の3通り、または $N_{fo} = 0$ 、 $0 < N_{fo} < N$ および $N_{fo} = N$ の3通り（平常時の火災の発生数を N_{fo} と表わす）にまとめて示している。

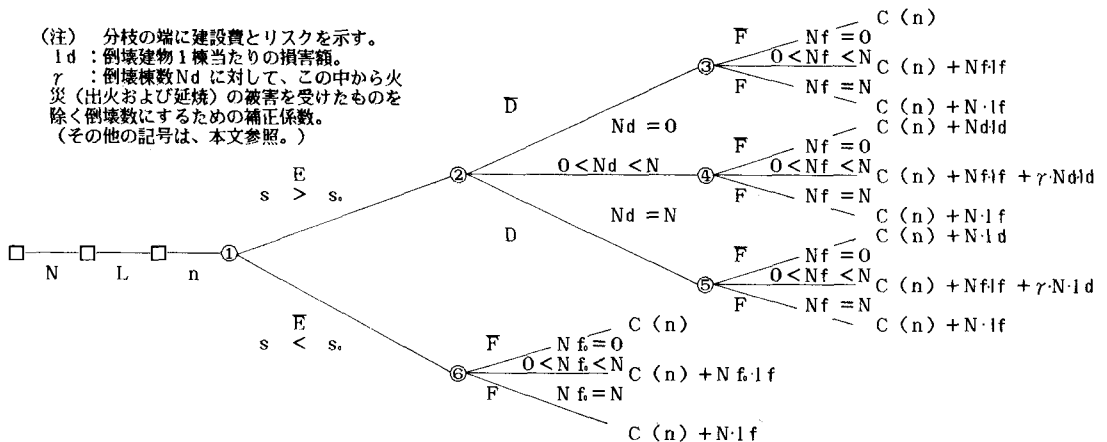


図1 地震時火災を考えた決定樹木

2. 2 防火水槽数算定モデル

図1の各事象の確率がわかれば、リスクを計算することができるのであるが、実際にこのような事象すべての確率は判明していない。しかし、地震時の出火率等の統計的な分析は過去に行われており、例えば、偶然手番③でのリスクを予測することは可能である。ところで、防火水槽は、地震時の火災によるリスクを軽減させるものである。そこで、防火水槽は、地震時の火災によるリスクおよび建物の倒壊によるリスクを省いた、ある地域において木造建物の総数 N 、土地利用 L および消防体制のレベルを n にしたときの設備投資額と火災被害額の合計すなわちトータルリスクは次式で表される。

$$R(N, L, n) = C(n) + \int \int l f(s, v | N, L, n) \times N f(s) \xi(s) \eta(v) ds dv \quad (1)$$

ここに、 $C(n)$ ：設備投資額 (n の関数)、 $N(s)$ ：ある s のときの地震時火災の出火件数、 $l f(s, v | N, L, n)$ ：ある s, v のときの火災一件当たりの被害額。地震時火災においては地震の規模（ここでは、加速度応答スペクトル s ）が出火件数に、延焼拡大に風速 v が影響する。したがって、加速度応答スペクトル s の確率密度関数を $\xi(s)$ 、風速 v の確率密度関数を $\eta(v)$ としている。これらは、対象とする地域において統計分析を行うことによって求めることができる。

ここで、防災施設を整備するための評価基準としてトータルリスクを最小とすることを考えるならば

$$\min \{R(N, L, n)\}$$

とする計画を実施すればよいことになる。この式においては、 N, L および n がトータルリスクに関係しているが、本研究では与えられた N および L のもとで、どの程度の数量の防火水槽数 n を設置すればよいかという問題を考えるものとする。トータルリスクを最小とする防火水槽数は経済的な観点から最適なものと考えられる。

3. 最適防火水槽数の算定

本研究の防火水槽数の算定方法のフローチャートを図2に示す。この図のように、対象地域をまず、ゾーニングし、社会経済的および自然条件を考慮して地震時火災の焼失面積を推定し、年間の地震時火災のリスクと耐震防火水槽の建設費との合計すなわち、地域全体のトータルリスクの現在価値を最小とするものを最適防火水槽数とする。このフローチャートに従って、大阪市の500mメッシュの地域に適用すれば、1メッシュ当たりに必要な100m²防火水槽の最適配置数は、約4基となる

ことがわかった。この数値は、東京

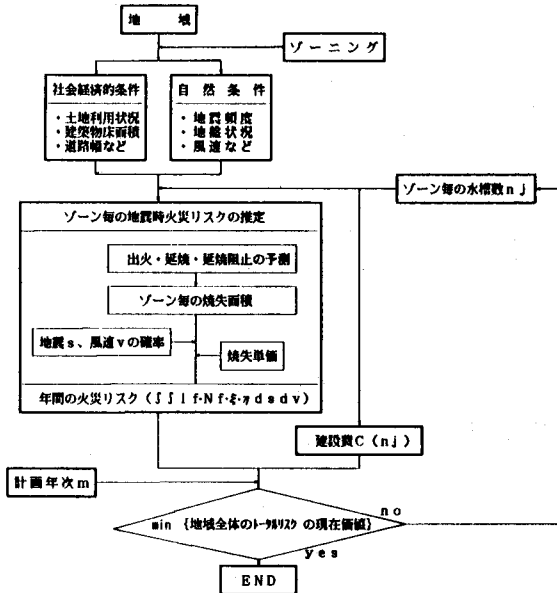


図2 耐震防火水槽数の算定方法

都が進めている独自の整備規準と結果的にほぼ同じとなった。

参考文献

- 1) 片山恒雄：宮城県沖地震にみる都市型震災の特徴、土木学会誌Annual'79, PP.5~7、1979
- 2) 水野映正、池田春雄：防火水槽整備の現況と問題、PP.63~73、空気調和・衛生工学Vol.55 No.9、1981
- 3) C.Scauthorンほか：都市による地震火災危険度の予測に関する基礎的研究、日本建築学会論文報告集NO.313、PP.138~144、1982
- 4) 堀内三郎、水野弘之：地震時の出火件数の予測に関する研究、日本建築学会論文報告集、NO.250、1976
- 5) 保野健治郎、高井広行、難波義郎：建物火災の延焼に関する基礎的研究、日本火災学会論文報告集VOL.32NO.1、PP.23~32、1982
- 6) 同上：0.5フィク曲線による建物火災の延焼速度式に関する基礎的研究、日本建築学会論文報告集NO.311、PP.137~144、1982
- 7) 同上：定差図法による建物火災の延焼速度式に関する基礎的研究、日本建築学会論文報告集NO.325、PP.155~164、1983
- 8) 同上：建物火災の放水による延焼阻止効果に関する基礎的研究、日本火災学会論文報告集VOL.32NO.2、PP.15~23、1982
- 9) 黒田勝彦：耐震防災計画と設計の基礎、「都市の耐震防災」（昭和55年度土木学会関西支部講習会資料）、PP.111~126、1980
- 10) 東京消防庁防災部：消防水利の対策と実務、東京連合防火協会、1979