

IV-53

地震時火災を考慮した消防計画

近畿大学工学部 正 員 難波 義郎

同 上 正 員 保野健治郎

近畿大学大学院 学生員 西谷 忠彦

日本上下水道設計 正 員 松岡 秀男

1. はじめに

阪神・淡路大震災では、同時多発による非常に多くの火災被害を受けた。震災直後には、初動体制、危機管理あるいはヘリコプターによる消火の可否等の話題がマスコミ等で取り上げられたが、1年以上経過した時点ではあまり議論がされなくなってきたように思われる。ハイテク消防機器・特殊車両、航空機などのハードの開発や有効利用およびCUBEやFEMAのような初動体制を中心とした危機管理のシステムの構築などについては緊急の課題ではあるが、すぐに解決されるような問題でもない。そこで、本研究では阪神・淡路大震災をふまえ、現行の消防力でいかに地震時火災に対応すべきか、またどのような計画目標をたてればよいかなどについて考察した。

2. 平常時の消防力の基準について

自治省消防庁の定める「消防力の基準」では、単発の平常時火災を対象とし、「平均的な建蔽率（安全性を加味した）の市街地において、年間平均風速に近い風速時に、平均的な構造および規模の建築物から発生した火災を1棟独立火災か風下隣家再使用可能な状態で消火すること」をコンセプトとしている。そして、そのためには消防署所と消防水利の配置密度をどうすればよいかということを考慮して消防水利基準を決定している。この場合のモデル値を表1に示し、このモデル値を浜田の延焼速度式で計算したものを図1および表2に示す。筆者らは、消防力の基準が設定された

時代と現在の都市の条件が変化してきたことを考慮して、すでに表3のような新しい基準を提案している¹⁾。延べ焼損面積を約120㎡程度にするためには、風速が大きいほど焼損面積は大きくなるので放水時焼損面積を90㎡の場合を風速3m/s程度、110㎡の場合には風速5m/s程度と考えれば風速Ⅰ(3m/s)の場合には、約12～13分以内、風速Ⅱ(5m/s)の場合には約11～12分以内に放水を開始しなければならない。水利点間隔(L:m)は、Nを所要水利点数とすれば、 $L = (40,000/N)^{1/2}$ で求まる。延べ焼損面積を120㎡とした場合の所要水利点数および水利点間隔については、注水筒先1本当たり平均担当正面巾 β が10mの場合は約3個、水利点間隔は約120mとなる。

3. 地震時の消防力の基準について

前述の「消防力の基準」は、単発の平常時の火災を対象としたもので、地震時への対応を示したものは現在のところ、まだ示されていない。ここでは、兵庫県南部地震の神戸市の焼損面積10,000～120,000㎡を例にして、所要消防力を算出する。焼損面積Aと火面周長Sの関係は、別稿²⁾で示すように、 $S = 1.11A^{0.655}$ となる。また、消防ポンプ自動車台数Pwと放水口数Pnの関係は1台あたりノズルは2口として、 $Pn = 1.45Pw$ となる。地震時には、消防ポンプ自動車が不足がちであるから、最小限の消防ポンプ自動車で火災に対応しなければならない。そこで、注水筒先1本あたりの平均正面幅 $\beta = 10, 12, 15, 18m$ として、所要消

表1 消防水利決定のモデル値
(自治省消防庁)

モデル	風速Ⅰ	風速Ⅱ
条件	年間平均風速が4m/s未満のもの	年間平均風速が4m/s以上のもの
建蔽率	50%	
建築物の構造	普通木造	
建築物の規模	8m×8m=64㎡	
風速	3m/s	5m/s

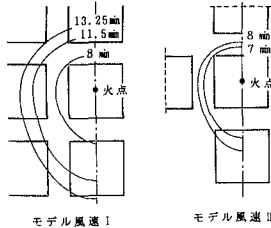


図1 モデル値の延焼速度

表2 モデル値による各時間

風速	構造	通報	出動	走行	放水準備	計
風速Ⅰ	普通木造	2.0～2.5	0.5	3.5	1.5～2.0	8
風速Ⅱ	普通木造	2.0～2.5	0.5	3.0	1.0～1.5	7

表3 現行水利基準と筆者らの基準との比較

項目	延べ焼損面積(㎡)	放水開始迄の時間(分)	水利点数(個)	水利点間隔(m)
現行の基準	64	7～8	2～3	198～113
本研究の基準	120	11.5～12.5	3～4	120～110

防力を計算すると、焼損面積Aに対応した火面周長Sおよび放水台数Pwの関係は、表4のようになる。この地震時の結果と平常時と比較すると、神戸市の平常時の大規模建物火災（ $1,000\text{m}^2 < A < 6,500\text{m}^2$ ）については、放水台数Pwと焼損面積Aの関係は、1台あたりノズル平均1.45口として、 $Pw = 2.63 \times 10^{-3} A + 8.99$ である。この式に焼損面積A=10,000 m^2 を代入すると、 $Pw \approx 36$ 台となる。表4は $Pn = 2Pw$ としているため、比較するには、 $1.45 / 2 = 0.725$ を $Pw = 36$ に乘ずる必要がある。その結果は、 $Pw = 0.725 \times 36 \approx 26$ 台となり、表4のPw（ $\beta = 10$ ） ≈ 24 台 とほぼ等しい結果を示している。この場合、 β の最大値を10mとしているので、表4のPw（ $\beta = 10$ ）の数値は適当な値を示していることがわかる。したがって、表4に示すように、地震時建物火災の所要消防力については、消防ポンプ自動車不足がちであるので、 $\beta = 10 \sim 15$ mのときの放水台数Pwを目標にすべきであろう。また、最悪でも $\beta = 15 \sim 18$ mのときの放水台数Pw程度の所要消防力が必要であることを示している。また、筆者らは地震時に消火栓が使用不可能となることを考えて、耐震性の防火水槽を整備する必要があるが、地震時のリスク分析により、250m $\times$ 250mにつき100 tの水槽1基を整備すべきであることを示している^{3), 4)}。

次に、消防計画の目標設定について述べる⁵⁾。都市の防火対策には「消防的対策」ばかりではなく、その他に都市を構成している建物に関する「建築的対策」と道路や都市施設全般の配置などに関する「都市計画的対策」とが、互いに長短相補って「都市の防火」という1つの目的達成のために協力連携すべきものである。従って、平常時の強風や地震時の火災対策は当然これら3種類の対策の組合せによる合理的な対策がとられるべきであろう。この各種防火対策の有効性と組合せは図2のようである^{6), 7)}。この図からわかるように、これら3種類の対策の適用範囲は、焼損面積で表した火災の規模によって位置づけられており、それぞれ「消防的対策：100 m^2 」、建築材料などから考えた耐火的建築物などの「建築的対策：1,000 m^2 」および防災的道路、公園などの「都市計画的対策：1 km^2 」が表示されている。また、今回の地震時火災の対応状態から考えて、次の「3つの対策」を提案し検討することにする。それは、地震発生直後（約5分以内の初期消火）であって、「市民の自主消火対策：3.3 m^2 以

表4 焼損面積に対応した放水台数

焼損面積A (m^2)	火面周長S (m)	放水台数Pw(台)			
		$\beta = 10$	$\beta = 12$	$\beta = 15$	$\beta = 18$
10000	462.7	24	20	16	13
20000	728.6	37	31	25	21
30000	950.3	48	40	32	27
40000	1147.3	58	48	39	32
50000	1327.8	67	56	45	37
60000	1496.3	75	63	50	42
70000	1655.2	83	69	56	46
80000	1806.5	91	76	61	51
90000	1951.4	98	82	66	55
100000	2090.9	105	88	70	59
110000	2225.5	112	93	75	62
120000	2356.1	118	99	79	66

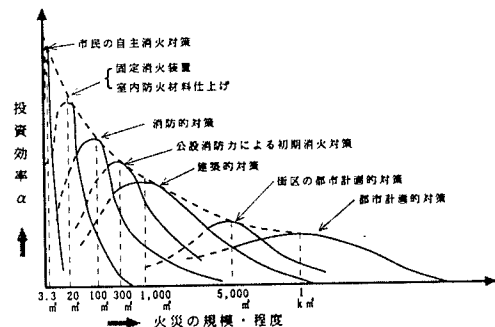


図2 各種防火対策の有効限界と組み合わせ

内」と地震発生後約15～20分以内の「公設消防力による初期消火対策：300～500 m^2 」および地震時火災を100m $\times$ 40～50m程度の1街区で防止しようとする「街区の都市計画的対策：4000～5000 m^2 」である。

4. まとめ

地震時に対応する国の消防力の基準は示されていないが、本稿では現状の消防力でいかに対応するかについて考え方を考察した。さらに具体的な消防計画を練って来るべき地震に備えるべきと考える。

参考文献 1) 保野健治郎ほか：市街地の建物火災に対応した消防水利計画に関する基礎的研究，土木学会論文集，No. 425/IV-14，P145～153，1991 2) 西谷忠彦ほか：兵庫県南部地震における市街地建物火災の延焼速度に関する基礎的研究，平成8年度土木学会概要集，1996 3) 難波義郎：火災の延焼機構とその都市防災施設および土地利用への適用に関する研究，京大学学位論文，P. 89～91，1983 4) KATSUHIKO KURODA et al. : DECISION THEORETIC APPROACH TO PLANNING OF ASEISMIC FIRE CISTERNS (決定理論による耐震防火水槽計画)，土木学会論文集，No. 353/-2，P119～129，1985 5) 堀内三郎：都市の消防施設に関する研究，京大学学位論文，P. 41～48，1961 6) 保野健治郎：水道を中心とした都市防火施設に関する研究，京大学学位論文，P. 68～70，1968 7) 神戸市消防局編：阪神・淡路大震災における消防活動の記録（神戸市域），P113，P149～161，（財）神戸市防災安全公社／東京法令出版株式会社，1995