

IV-4 地震時の車両火災を考慮したシミュレーション・システムの開発

重信町 ○伊賀 丈洋
愛媛大学工学部 フェロー 柏谷 増男

愛媛大学工学部 正会員 二神 透
愛媛大学工学部 和田 修司

1. はじめに

先の淡路・阪神大震災によると、都市の多様化に伴い地震時火災の危険性が多く見られていた。これより、火災を助長する要因が増加している事が分かる。そこで、報告されていた中で車両火災に着目してみた。

従って本研究では、車両火災を考慮した火災延焼シミュレーション・システムの開発を行い、車両火災に伴う市街地火災の拡大や道路の危険性を指摘することを目的とする。

2. 車両火災実験に基づく炎上モデル化

松川実験¹⁾と JAF²⁾の実験により観測された知見やデータを取り出し、これを基にシミュレーション実験に必要な数式などを想定する。

(1) 車両からの輻射熱算定式

$$R = 16025 \times f(x) \quad (2-1)$$

R : 輻射熱量(kcal/m²・h)

f(x) : 距離 x 範囲の形態係数

(2) 車両の受熱量 R と車両が着火してから

最盛期までの時間 T_c との関係式

$$T_c = 23.445 - 4.5646 \times \log(R) \quad (2-2)$$

T_c : 時間(分)

(3) 車両の着火までの時間は JAF の実験より 1 分と仮定する。

3. シミュレーションへの拡張化

従来の火災延焼シミュレーション・システムは、都市構造を主とする可燃メッシュ、耐火建物を主とする耐火造メッシュ、道路・河川・オープンスペースを主とする空地メッシュ、緑地を主とする緑地メッシュの 4 属性として取り扱ってきた。しかし、延焼拡大などの要因となりうる車両火災を考える上で、車両が存在する道路についての考慮が必要である。よって、このような道路を道路メッシュとして空地メッシュとの属性を区別する。また、破損車両や危険車両の存在により延焼状態が異なるが、本研究ではそれらに関する十分な知見を得ていない。そこで車両状態については破損車両、危険車両は無しと仮定する。

次に、アルゴリズムの開発について考えていく。シミュレーション・フローを図 3-1 に示す。

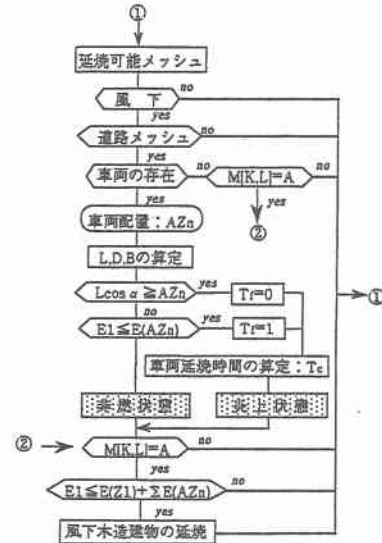


図 3-1 シミュレーション・フロー

表 3-1 パラメーター一覧

パラメータ	内 容
M[K,L]=A	風下二次近傍可燃メッシュ
AZn	n番車両配置 (x,y座標)
L	火炎長さ(m)
D	同時炎上奥行き(m)
B	火炎幅(m)
Lcosα	火炎前面距離(m)
Tf	車両着火時間(min)
Tc	車両延焼時間(min)
E1	車両耐火限界値(Kcal/m ² ・h)
E(AZn)	車両受熱量(Kcal/m ² ・h)
E(AZn')	車両輻射熱量(Kcal/m ² ・h)
D(AZ)	市街地火災からの輻射受熱量(Kcal/m ² ・h)
E2	木造建物の耐火受熱量(Kcal/m ² ・h)

まず、風上建物の風下側に車両の存在の有無を確認し、存在すれば風上建物からの輻射熱が車両の耐火受熱量を超えているかを判断する。また、超えていれば 2. の(2)(3)を用いて車両が最盛期をむかえて炎上するまでの時間を算出する。次に、2. (1)の算定式を用いて炎上している車両からの輻射熱を求め、風上建物からの輻射熱との和が第二列目車両の耐火受熱量を超えていると着火したと判断する。

4. 実験計画法による要因分析と道路機能

道路沿建物から道路の各地点に対しての輻射熱要因の影響を調べるために、表 4-1 に示す要因とその水準で実験計画法を用いてシミュレーション実験を行った。

表 4-1 要因とその水準

要因	水準1	水準2	水準3
風速(m/s)	8	5	2
建ぺい率(%)	80	70	60
幅(m)	20	15	10
奥行き(m)	20	15	10

特性地をとる地点として、第一列目車両 3.5m、道路中央部 10m、風下側歩道 18.5m、風下側建物 20m の4点を取り、寄与率は表 4-2 に示すとおりになった。

表 4-2 各特性値の寄与率
各要因の寄与率 (z=3.5m)

順位	要因	寄与率(%)
1	建ぺい率	67.0
2	風速	18.0
3	火炎幅	8.5
4	火炎奥行き	6.5

各要因の寄与率 (z=10m)

順位	要因	寄与率(%)
1	火炎幅	47.0
2	風速	44.6
3	建ぺい率	7.3
4	火炎奥行き	1.0

各要因の寄与率 (z=18.5m)

順位	要因	寄与率(%)
1	火炎幅	50.0
2	風速	42.0
3	建ぺい率	6.9
4	火炎奥行き	1.1

各要因の寄与率 (z=20m)

順位	要因	寄与率(%)
1	火炎幅	52.3
2	風速	39.0
3	建ぺい率	7.1
4	火炎奥行き	1.6

この結果、道路沿建物から道路の各地点に対しての輻射熱要因は幅と風速が大きく影響していることが見られた。

また、表 4-3 の結果より、例えば緊急車両などが道

表 4-3 実験結果

実験 No.	輻射熱(kcal/m ² ・h)			
	3.5(m)	10.0(m)	18.5(m)	20(m)
1	14,071	13,282	10,111	8,899
2	13,277	12,087	7,195	6,171
3	12,227	8,979	4,968	4,193
4	15,047	12,454	6,952	5,962
5	13,776	9,185	5,118	4,393
6	13,057	12,128	7,880	6,884
7	14,064	6,877	3,500	3,025
8	14,643	9,965	5,759	5,052
9	13,032	7,976	4,016	3,485

路中央部を通行する場合には道路中央部 10m 地点の輻射熱を受けていることになる。この数値は、車両の耐火受熱量 14400kcal/m²・h を超えてはいないが、長時間の通行が必要な場合はかなりの危険性が半う。

次に、人が風下側歩道を避難をするにあたって通行できるかを風下側歩道 18.5m 地点の輻射熱量を見つめる。結果、最低値をみても 3500kcal/m²・h であり人の耐火受熱量 2050kcal/m²・h を超えており避難経路としての使用が不可能である。

5. 適用事例

ここでは、想定したモデルとアルゴリズムを用いて図 5-1 に示すシミュレーション実験を行った。

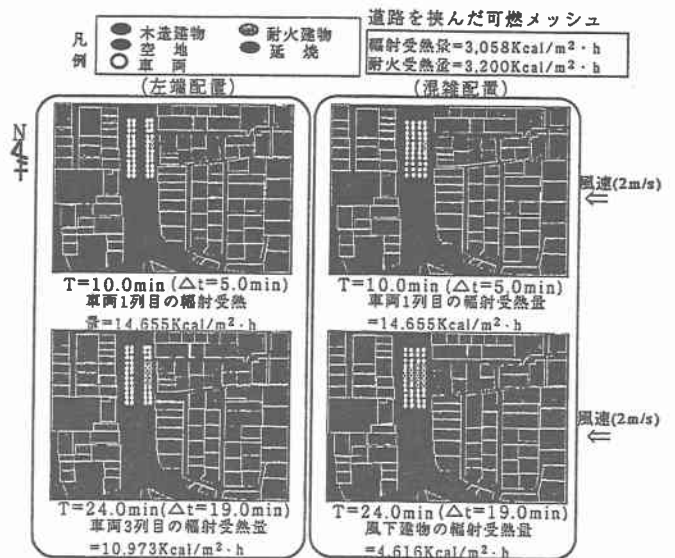


図 5-1 車両火災を考慮したシミュレーション実験

混雑配置の場合は、風上建物から次々に車両が炎上して風下建物に燃え移っているのが確認された。しかし、左端配置の場合は中央に空間が生じるため延焼が阻害されていることが分かった。

6. 結論

地震時での車両火災の危険性として、市街地火災の延焼拡大の助長となる。緊急車両の経路として道路の通行が不可能に近い。道路を人の避難経路としての利用が不可能であった。

このことで車両火災より、地震時の市街地や道路の危険性を指摘することができた。

〈参考文献〉

- 1) 松川 歩：大地震時における路上自動車群の延焼に関する研究(2)，火災，31，pp.11-18，1981。
- 2) JAF ユーザーテスト 84，JAF MATE 社，1984。