

自動車火災に関する研究

根 村 栄*
 松 川 渉**
 佐々木 軍 司***
 赤 荻 勇***
 斉 藤 安 正***
 八 尾 和 人***

1. は し が き

最近、ロスアンゼルスおよびマナグアと世界各地で大きな地震が発生し、そのたびに悲惨な被害状況が新聞、テレビ等で報じられているが、東京のような過密化した大都市で大地震が発生した場合、都市構造、道路状況等から非常に大きな被害が予想され、一般市民の間にも地震に対する関心が高まっており、国および地方公共団体においては、これらにかんがみ被害軽減のため研究や対策が積極的に進められているところであるが、東京消防庁においても昭和45年度に「大地震火災時における路上自動車の延焼に関する研究」を行っており、今回の研究も震災対策の一環として昭和45年度の研究に引き続いて行われたものである。

2. 研究の目的と方法

この研究は地震発生時に多数の自動車が市街地火災に遭遇したときに、どのような性状をあらわすか、また自動車群が火災となった場合、風下にある家屋等などの程度の延焼危険性を示すかを重点に解明し、震災対策のうち消防対策および避難対策などの基礎資料を得ることを主目的とするものである。

研究の方法として、この研究に伴う実験は実大規模で行うこととし、その経費は多額に上るため、繰り返して実験を行うことは困難である。そこで本実験の中で十分な解明が困難と思われる事項については、予備実験や補足実験を行って解明に努め、また学識経験者などにより構成された自動車火災実験委員会を開き、これらの研究に関する討議を行い、研究結果の補完に努めた。

3. 予 備 実 験

(1) 予備実験における研究事項

市街地建物火災から自動車に延焼する性状を詳細に

観測、計測して本実験で把握し得ない点を究明するとともに、その結果を本実験に反映させることを目的とする。

(2) 予備実験の実施日時、場所および気象

日時 昭和48年12月7日 午後3時30分～同4時
 場所 江東区新木場地先14号埋立地その3
 気象 天候 曇り、気温 10°C、湿度 20%
 風位 西北西、風速 7m/s

(3) 予備実験モデルの設定

実験場所に第1図のように廃材約3tを10mの間隔をもってA、B2個所に積み上げ、廃材の上に一般家庭における一戸当りの平均保有量(50ℓ)に相当する灯油2.5ℓ/m²計100ℓを撒布し、助燃剤および点火剤としてオイルパン1枚当り灯油10ℓ、ガソリン5ℓを入れ、廃材の風上側に20枚並べ、自動車はA、B各々3台使用し、Aグループはエンジンが温まった状態とし、Bグループは冷却状態とした。またその中に各々1台のL・P・G自動車を加え配列した。

(4) 予備実験の観測および計測事項

ア、気象観測
 イ、写真観測
 ウ、目視観測
 エ、温度測定
 オ、L・P・Gボンベ圧力測定

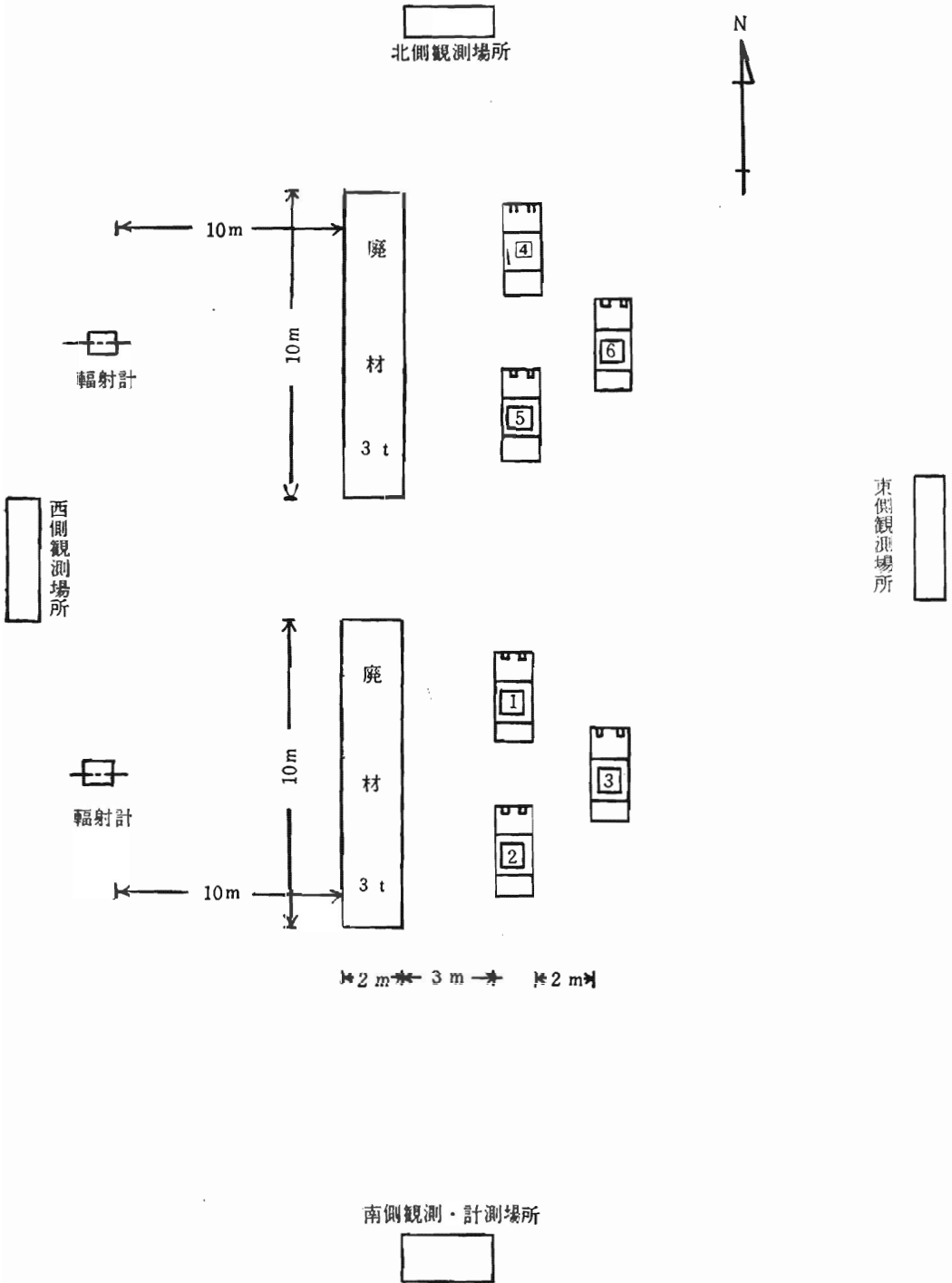
(5) 予備実験の経過

第1表 予備実験の経過

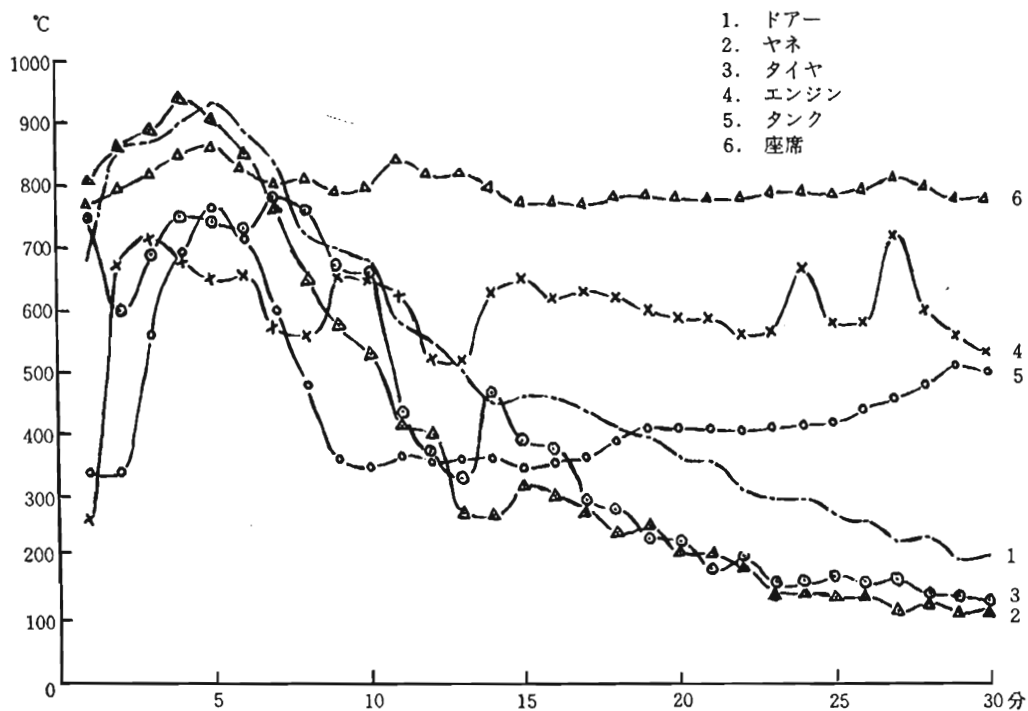
時間	観 測 内 容
15時30分	点火
10秒	集積木材に着火する
1分00秒	5号車の屋根に着火する
1分20秒	6号車の右側タイヤに着火する
1分30秒	3号車外面塗料に着火する
1分40秒	1号車のタイヤに着火する
1分50秒	5、6号車の窓枠に着火する
3分00秒	5、6号車の車内炎上する

* 第一研究室長 ** 研究所付 *** 第一研究室

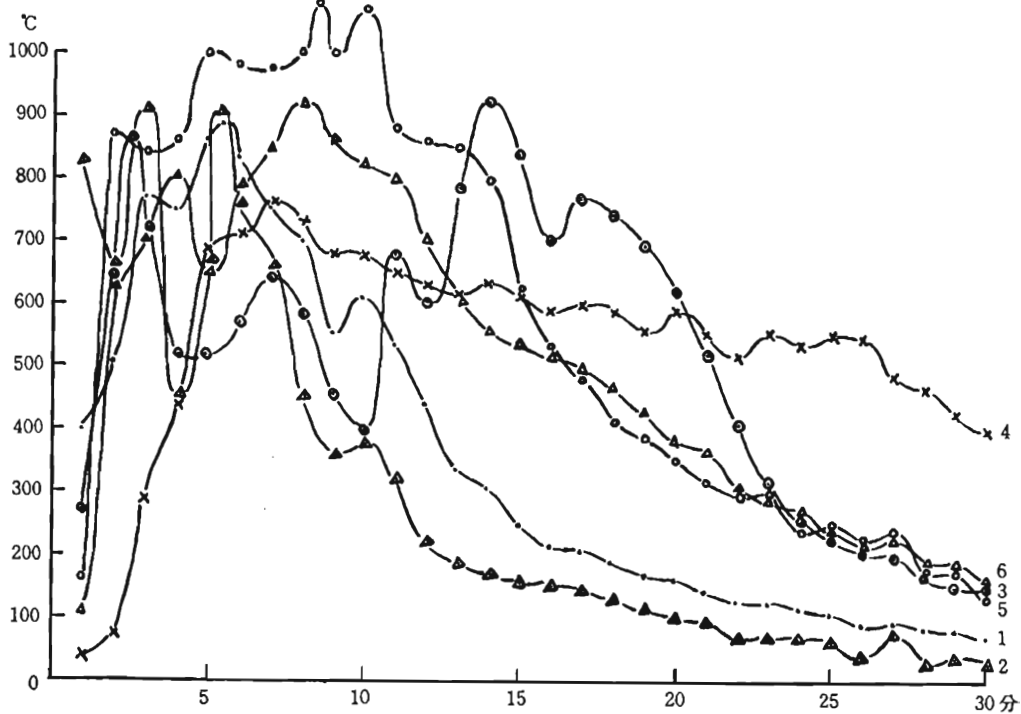
第1図



第2図



第3図



3分40秒	3号車の左側タイヤ炎上する
4分30秒	5号車の右側タイヤ着火する
7分20秒	1号車のトランク激しく炎上中
12分00秒	3号車のトランク激しく炎上中
14分10秒	6号車のL・P・Gボンベ安全弁吹く
23分00秒	L・P・Gボンベの火炎小さくなる
30分00秒	実験終了

(6) 予備実験の結果

ア、自動車の温度測定結果は第2図、第3図に示すとおりであるが、窓の開閉条件の違いによる室内温度については、窓が開の自動車については第2図のように車内温度が最初から770℃に上昇して最後までこの状態が継続されたが、閉の自動車の車内温度の上昇は最初100℃程度で、窓の開いた自動車と同じ温度になるには3分程遅くなっており、明らかにガラスによる遮熱効果が認められる。

イ、自動車の燃焼状況を見ると、エンジンの冷暖による着火時間の違い、および燃焼状況の違いはほとんど見られず、暖気運転による温度の上昇程度では火源の強さからみて無視される程度の効果しかないものと思われる。自動車各部の着火順位は(5)の予備実験の経過に記したとおりであるが、着火順位はおおむね外面塗料、タイヤ、窓枠ゴム、車内、トランクルームの順であった。ガソリン自動車とL・P・G自動車の燃焼状況の違いはほとんど見られなかった。

ウ、L・P・Gボンベの挙動については、加熱によりボンベ温度および圧力が高まり、圧力が26.7kg/cm²になり安全弁が作動し火炎が噴出した。その時間は点火後15分で、圧力が0 kg/cm²になるまでこの状態が続いた。

4. 本 実 験

(1) 本実験の研究事項

研究の目的は前記したとおりであるが、本実験の研究事項を列記すると次のとおりである。

ア、道路周辺の密集市街地が大地震により大火災に発展した場合、道路上に渋滞する自動車群に延焼する性状を把握する。

イ、道路上で燃焼する自動車が他の自動車に延焼拡大する性状を把握する。

ウ、道路中央部に空地帯がある場合に、これを挟む自動車列間の延焼性状を把握する。

エ、道路上の自動車群の燃焼が風下道路沿建物に及ぼす熱影響を把握する。

オ、建物ならびに自動車の燃焼に伴ない発生する有害ガスの濃度分布状況を把握する。

カ、L・P・G自動車の火災熱に対する危険性状を把握する。

(2) 本実験の実施日時、場所、気象

日時 昭和48年12月12日 午前10時～同11時

場所 江東区新木場地先14号埋立地その3

気象 天候 晴、温度 7.5℃、湿度 45%

風位 北々西、風速 6.5m/s

(3) 本実験モデルの設定

本実験モデルの形成にあたっては、市街地の建物、構造、開口状況等を実態に近づけるため、江東区、墨田区内の幹線道路沿い街区を実地調査し、第4図のように実験場中央に幅員20m(歩道6mを含む)の道路を東西に通し、風上道路沿いにプレハブ造2階建5棟、その北側に建物代用集積木材を配置し、道路風下側に2棟のプレハブ造2階建の建物と、その横道路沿いに建物外壁代用塀を設け、道路中央2車線は緊急車が通行出来るように明け、両側4車線に29台の自動車を配列した。なお個々の設定条件は次の通りである。

ア、実験用家屋

実験用家屋はプレハブ造2階建で1棟当りの建築面積は19.9m²、延べ面積39.8m²である。建物外壁は防火構造に近くするため延焼受熱面(北側)をスレート張りとし、他の面はトタン張りとした。開口部は昼間の状態を想定し、ガラス窓ならびにガラス戸を閉めた状態とした。また道路に面する1階部分は店舗として開放状態とした。建物内には一般家屋の可燃物量に相当する木材を1棟当り2t挿入し、この他に風上建物55棟内に総量700kgのビニール屑を加えた。

イ、集積木材(木造家屋代用)

木造密集市街地の形成のため、8箇所(集積面積、総計264.5m²)に1m²当り160kg、総計42.3tの木材を1.5mの高さに積み、北側のNo.1～No.3の木材に家庭の平均保有量である灯油を1m²当り2.5ℓ散布し、各山には繊維屑300kgを加え、その他助燃剤として灯油560ℓ、点火剤としてガソリン280ℓを使用した。

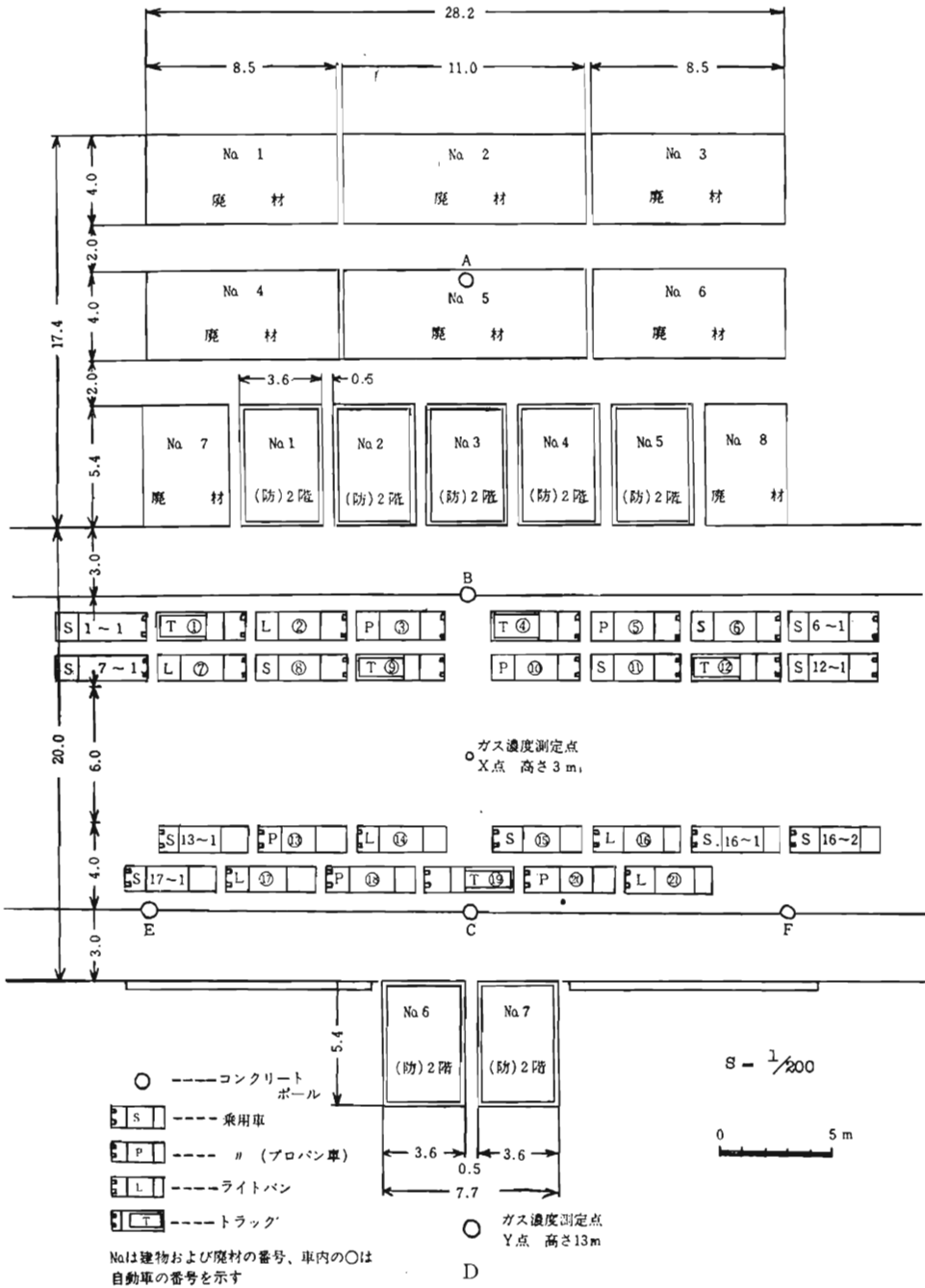
ウ、実験用自動車

使用した自動車はトラック5台(2t積み)、ライトバン6台、乗用車18台(L・P・G自動車6台を含む)合計29台で、トラックの荷台には木片入りダンボール箱1,000kgを、ライトバンにはダンボール箱を30kg程度積載し、自動車の燃料タンクには0、10ℓ、20ℓ、40ℓと4段階に別けてガソリンを注入した。

(4) 本実験に使用した測定、観測器具

ア、輻射計	4組
イ、熱流計	3組
ウ、多点記録式温度計	1台
エ、記録計	8台

第4図



オ, 赤外線式ガス分析計	2台
カ, 気象観測用測定器	1式
キ, 35mmカメラ	5台
ク, 16mmカメラ	2台
ケ, 長尺撮影カメラ	1台
コ, VTRカメラ	1組

(5) 本実験の計測および観測事項

ア, 気象	気温, 湿度, 風位, 風速
イ, 温度	熱気流, 建物, 自動車
ウ, 受熱量	火災両側, 建物, 自動車
エ, ガス濃度	CO ₂ , CO, O ₂
オ, 圧力	L・P・Gボンベ圧力
カ, 目視観測	4箇所(東, 西, 南, 北)
キ, 写真観測	16mm, 35mm, VTR, 長尺カメラ

(6) 実験経過

本実験は、東京都における震災時における被害予測に用いる風向、風速の条件に近い状態で行われ、その経過は第2表のとおりである。

東京都における震災時の被害予測条件

ア, 震度	マグニチュード7.9
イ, 発生時間	冬の夕食時(17時~20時)
ウ, 風位, 風速	北々西の風8m/s

第2表 本実験の経過

時間	観測内容
10時00分	点火
10秒	オイルパンから第1列目集積木材に延焼する
30秒	第2列目集積木材に延焼する
2分30秒	北側建物に延焼する
3分30秒	北側建物東側8号集積木材に延焼する
4分30秒	北側建物から火炎が道路に吹き出す
5分30秒	第1列目自動車のトラック積荷に着火炎上する。火炎は約40度の角度で上昇する
6分00秒	第2列目自動車のトラック積荷に着火炎上する
6分30秒	北側建物西側7号集積木材に延焼する 第1, 2列目自動車は6~9分頃火勢盛んとなる
7分00秒	第4列目自動車トラック積荷に着火する
8分00秒	第3列目自動車に着火する
10分30秒	第1列目自動車群の最高温度は2号車で1010度を示す。プロパン自動車(3号車)のボンベ温度は972度を示す
11分00秒	北側建物5棟倒壊する
13分30秒	3号車のL・P・Gボンベの内圧力が最高値の22.0kg/cm ² を示し、安全弁からL・P・Gが噴出し始める

24分~	第2列目自動車の一部からガソリンが流出し、道路上で燃焼する。黒煙道路中央部に充満する
28分	
31分30秒	19号車(トラック)付近で強い爆発音があり、火柱が上がる
60分00秒	実験終了

(7) 本実験の結果

ア, 温度について

温度は熱気流, 自動車, 建物の3項目について測定し, 検温部は熱電対を用いた。測定点の設定は熱気流については, 第4図のように実験場に建植したコンクリートポール6本に各々2点から4点, 計23点, 自動車は21台の自動車の受熱面中央に各1点と, L・P・Gボンベに2点, 計23点, 建物は1, 2階の部屋中央部天井下30cmの位置に各1点, および風下建物受熱壁面の1, 2階に各1点, 計18点を設け測定した。その結果は第5図, 第6図に示すが, 熱気流, 自動車, 建物とも, ほぼ同じ傾向を示し, 点火後急上昇しているが風上建物の倒壊した11分頃から下降している。ただし第4列目自動車は異なった傾向を示しており, これは第3列目自動車によって火災主流からの放射熱が一部さえ切られたためと思われる。またEポールとFポールにおける温度の差は風向が変化したためと思われる。

なお市街地火災の全体の燃焼状況変化を把握するために設けた放射熱測定結果, および自動車, 風上建物の受熱量の測定結果は第7図, 第8図, 第9図に示す。

イ, ガス濃度について

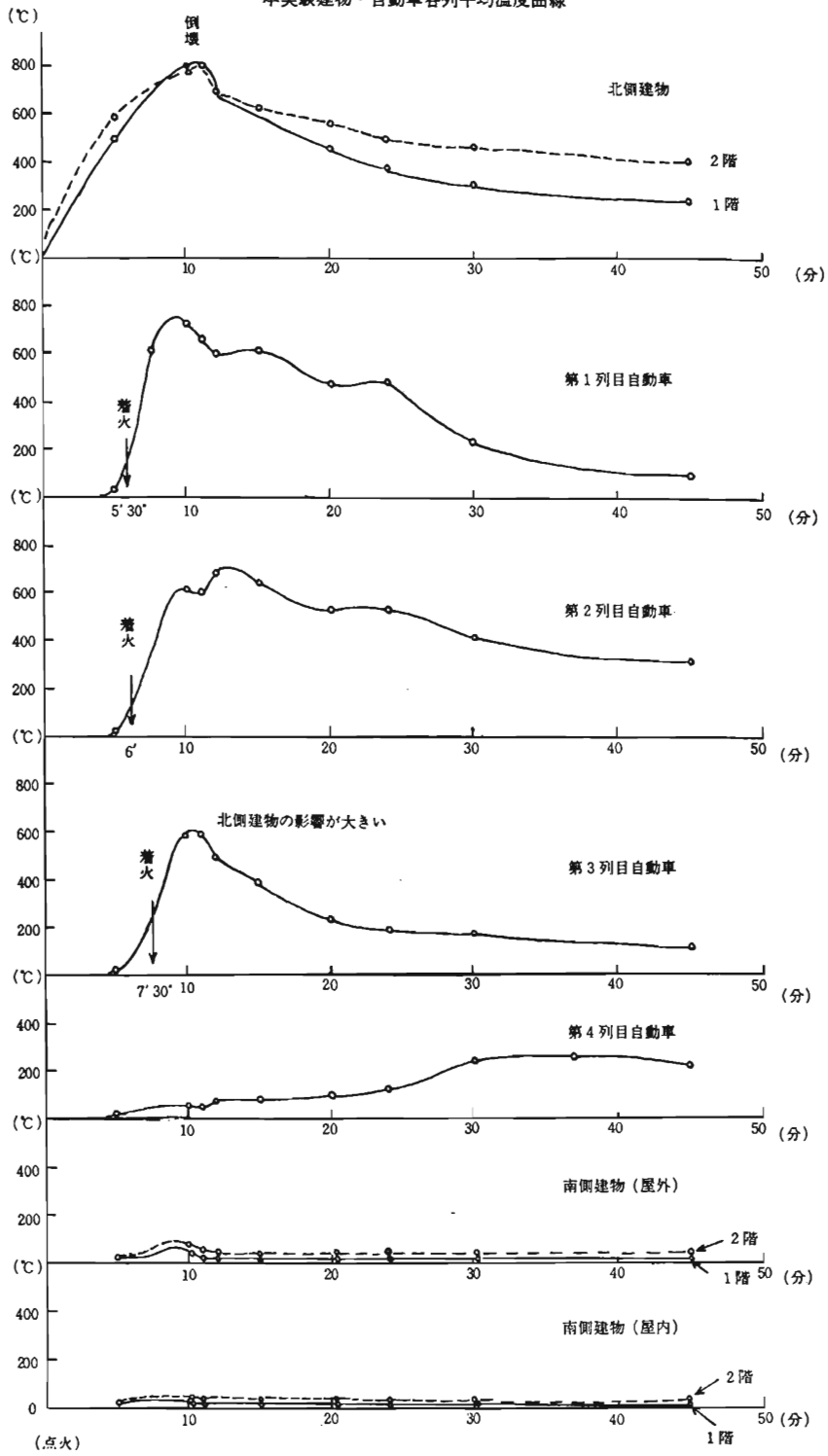
ガス濃度の測定結果は第10図に示すとおりで, 道路中央部高さ3mの点(X測定点)におけるCO₂濃度は, 点火5分後から急上昇を始め, 7分後には1.6%の濃度を示し, 建物の燃焼が最盛期となった10分過ぎには3.2%の最高値を示した。建物倒壊後は0.5%から1.5%の間を上下している。CO濃度は北側建物倒壊までは高い値を示さなかったが, その後徐々に増加し始め, 50分過ぎには0.5%の最高値を示した。O₂濃度は建物の火勢が強まる5分頃から低下しはじめ, 建物倒壊時に急激に低下し19.7%の最低値を示したが, その後は20%から20.6%の間を上下している。道路中央から南側17m, 高さ13mの測定点(Y測定点)におけるCO₂, O₂の濃度は, ほとんど常態と変化がなく, これは燃焼による上昇気流および風により, ガスのほとんどが大気中に拡散されてしまったためと思われる。

ウ, プロパン自動車について

L・P・Gボンベ圧力と温度の経時変化は第11図に示

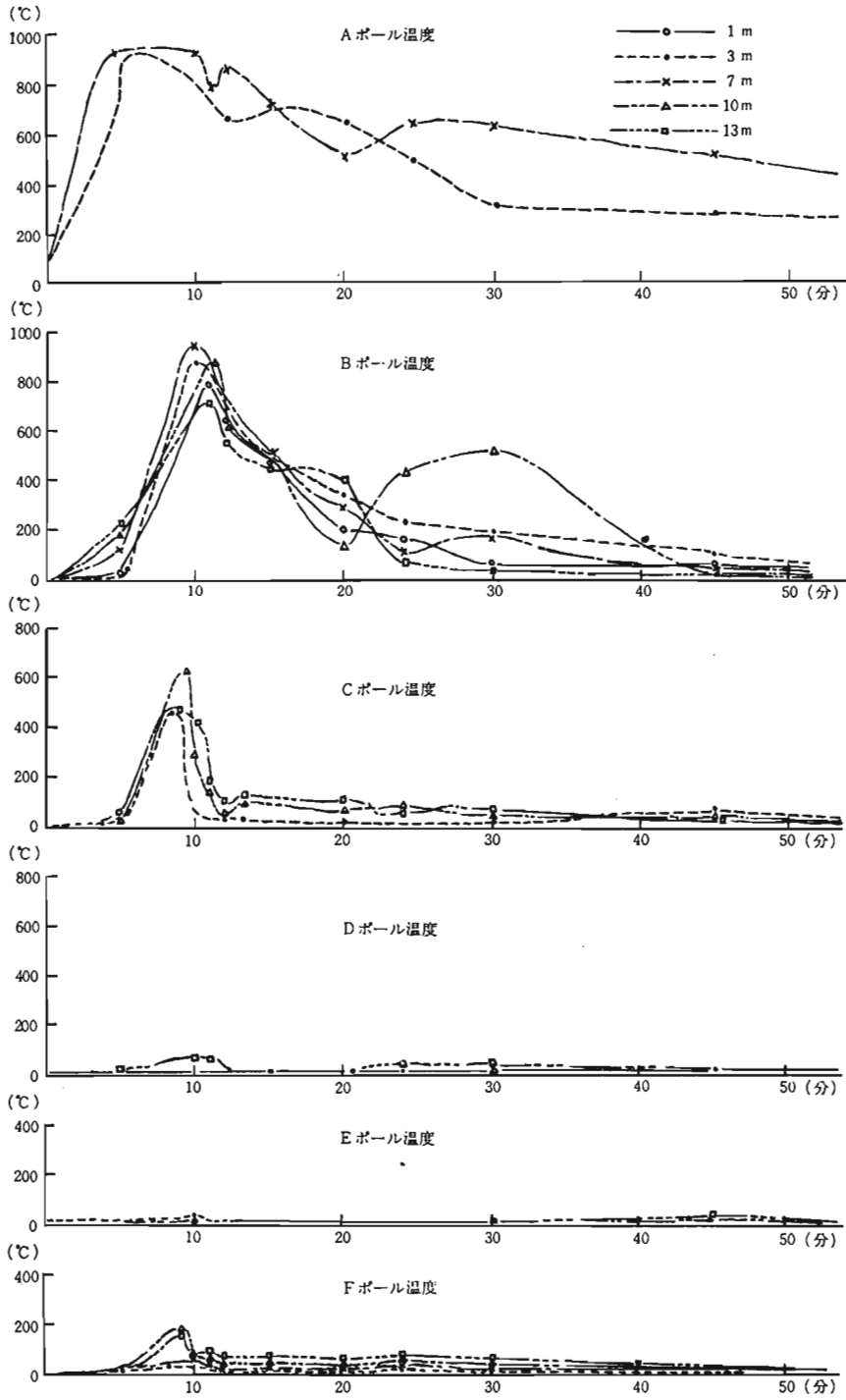
第5図

本実験建物・自動車各列平均温度曲線



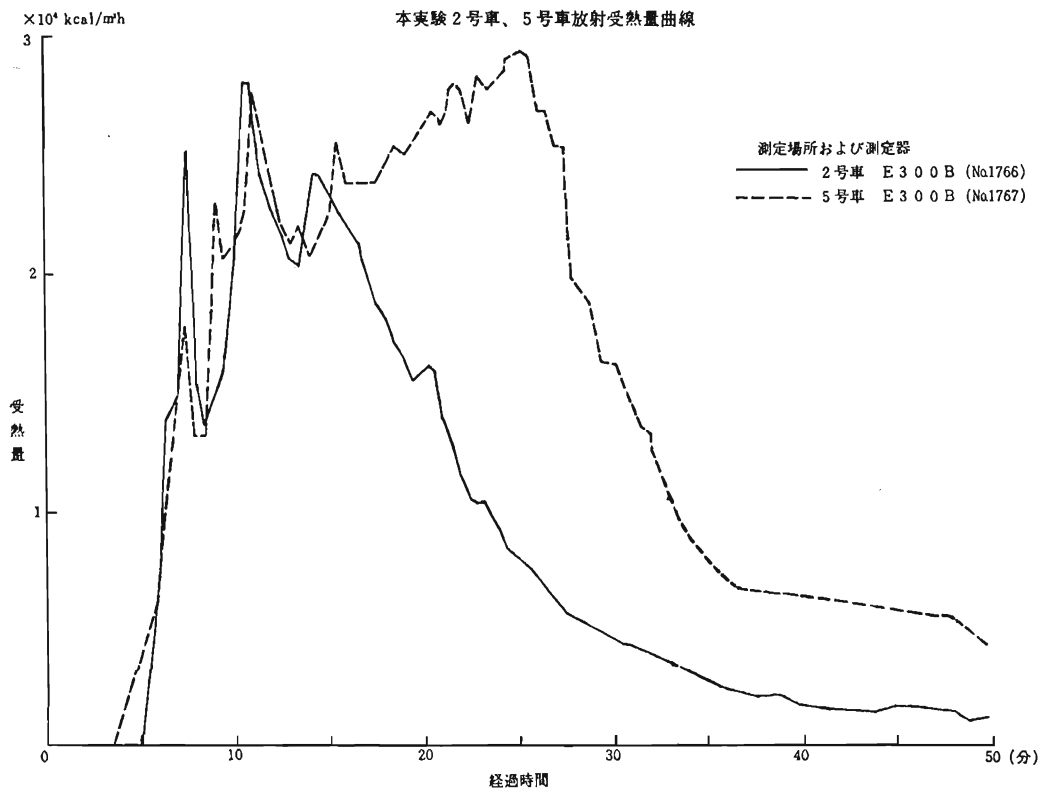
第6図

本実験各ボール温度曲線



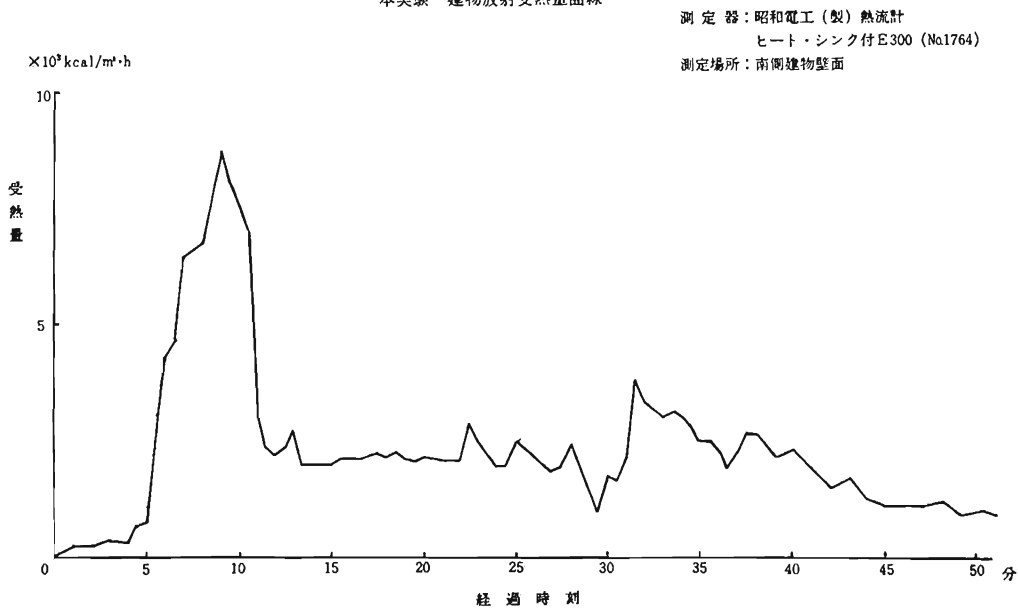
第7図

本実験2号車、5号車放射受熱量曲線

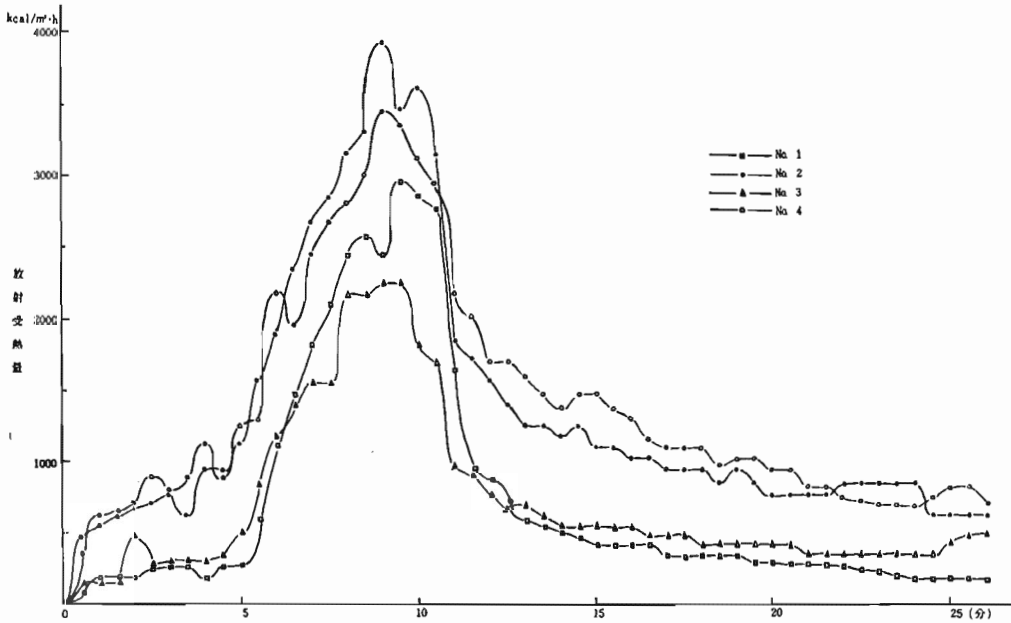


第8図

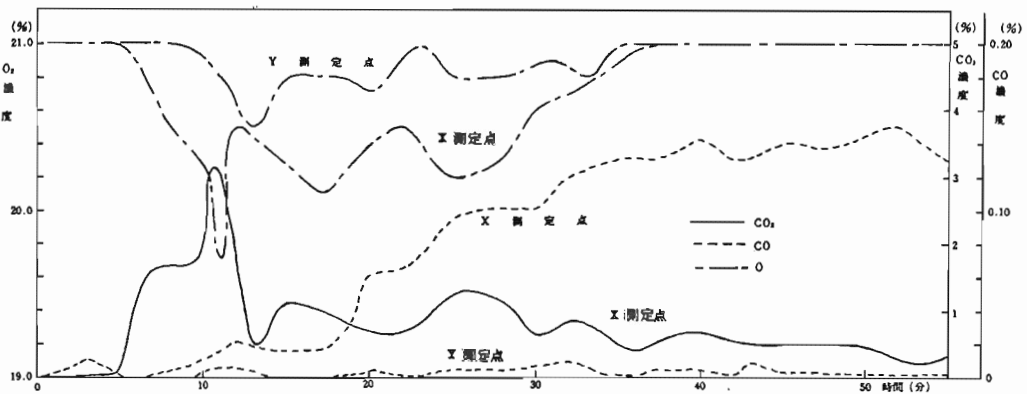
本実験 建物放射受熱量曲線



第9図



第10図



すが、火災によりボンベが加熱されると、ボンベ温度は900~1,000度にも達し、この数分後にボンベ圧力は22~26kg/cm²になり、安全弁が作動してガスが激しく噴出する。噴出したL・Pガスは引火し火炎を2~3mの高さにまで吹き上げながら、10~20分ほど燃焼を継続し、ボンベ圧力の降下に伴って火災がおさまる現象がみられた。

エ、焼損状況について

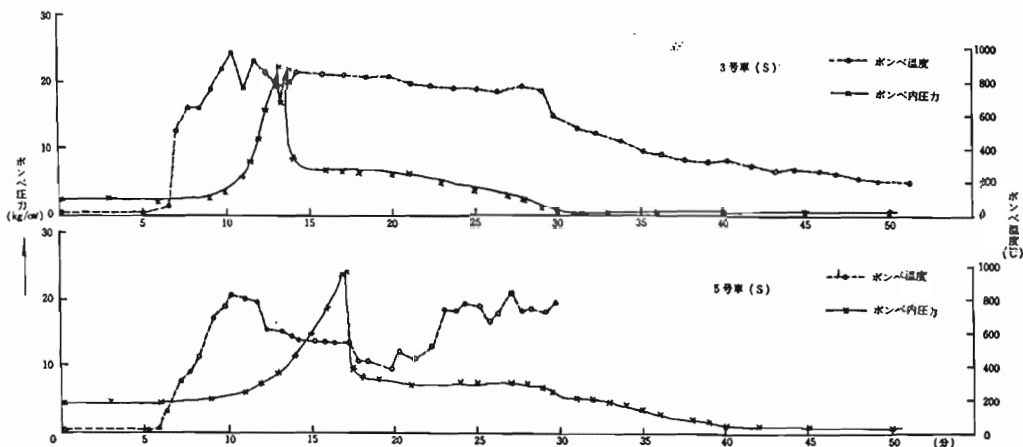
建物は風下建物を残して全焼し鉄骨を残すのみである。風下建物は窓ガラス、外壁スレートが変形し、挿入木材の黒焦などがあったが着火焼損はしなかった。

自動車は29台のうち17台が全焼、10台が半焼またはぼやで、焼損しないものは西側の1-1号車および7-1号車の2台にすぎなかった。この2台は実験中に風向が変り、側面からの風による冷却作用が大きかったものと思われる。

以上のことから本実験の研究項目の各々について結果を記載すると下記のとおりとなる。

ア、風上市街地建物火災が道路に渋滞した自動車に及ぼす影響については、この程度の火災規模であっても、燃焼建物から17m程度の範囲にある自動車は延焼する可能性がある。

第11図



イ、道路に渋滞した自動車相互間の延焼性は、大量の可燃物を積載したトラックまたは危険物輸送車両（タンクローリー等）の火災、あるいはトンネル内などの熱放散の悪い場所での火災のほかは、延焼性は少ないものと考えられる。一般に2000ccクラスの乗用車における可燃物量は200kg程度で、単位面積当りの可燃物量は木造建物の10～15%にすぎず、また乗用車においてはこれら可燃物の大部分が鉄板の車室内に収められていることも、自動車相互の延焼力が小さい理由である。しかし自動車の燃料はガソリンやL・Pガスなどの危険物であり、これらの特殊な燃焼性状を無視することはできず、この実験において燃料タンクが加熱され燃料が道路上に吹きこぼれたりする現象が見られたが、これらの燃料道路（今回は未舗装であった。）に流出、拡大することにより生ずる延焼危険は大きいものと思われる。

ウ、道路に渋滞する自動車群に火災が発生した場合、道路沿いの風下建物に対する延焼危険は、建物が防火的な構造であれば比較的少ないものと考えられる。しかし前述したように大量の可燃物を積載したトラックまたは危険物輸送車両が路端で燃焼したときについては、建物へ延焼する危険性は大きいものと考えられる。

エ、有害ガスの発生にともなう人体に与える危険性に

ついては、CO、CO₂、O₂とも人体の危険限界には致っていないが、道路上には濃煙が充満しており、また温度も火災中期で200度、最盛期で800度を示しており、このままの状態では避難道路としての使用は不可能と思われる。

オ、燃料タンクおよびL・P・Gボンベなどの危険性については、今回の実験においては爆発現象を示さなかったが、しかし内部圧力が低下しても内部の燃料が完全に大気中に噴出するとは限らず、一部はボンベに残ることがあり、ボンベの温度低下などに伴って空気をボンベ内に吸い込むことが考えられ、若し近くに火気があったりすると爆発などの危険を生ずることが考えられる。

5. おわりに

昭和45年度と昭和48年度の2回の実験により、道路直角方向の延焼火災に対する自動車群の延焼性状等については、ほぼ解明できたと思われるが、なお本実験の結果において指摘しているような、危険物タンクローリーの火災危険性、自動車の燃料タンクからのガソリンの流出拡大にともなう延焼危険性および道路延長方向の自動車の延焼性状についても把握の必要があり、これらの問題については今後の研究にゆずりたい。