

車両が燃焼したときの火災性状に関するもの

【自動車火災全般】

- 総発熱量や燃焼時間等は車両重量に比例して増加する。一方、可燃物割合は車両重量が大きくなると減少傾向を示す。(参考資料3-7-1)
- 最大発熱速度と総発熱量は車種により異なり、最大発熱速度は2.4MW~6.8MW、総発熱量は2.7GJ~8.4GJである。発熱速度の推移を見ると、いずれの車種においても発熱速度が急激に上昇するピークが複数回現れており、最初のピークにおいて約2~3MWを示している。(参考資料3-7-2)
- 内部燃焼(車室内、エンジンルーム、トランクルーム)は換気支配型火災に近いため、燃焼速度は窓の大きさで決まる。窓の形状は車両重量が異なっても大きく変わるものではないため、燃焼速度は車両重量に依らず一定であり、燃焼継続時間が可燃物量に比例すると考えられる。(参考資料3-7-3)
- 車体外周部(タイヤ、バンパー等)の火災は自由空間での燃焼となり理論的な予測は難しいため、内部燃焼分の発熱速度を換気因子から予測して計算し、発熱速度の実測値からその分を差し引き、観察記録に基づいて車体外周部の前部及び後部における発熱速度を見積もっている。その結果、当該発熱速度は車両重量への依存性は小さく、最大発熱速度は前部で1.85MW、後部で2.98MWとなっている。(参考資料3-7-4)

【車室内に着火した燃焼実験】

- 運転席のシートに着火した場合、着火後8分間は約0.4MW、その後フロントガラスの破壊により車内が爆発的に燃焼し、発熱速度が約2MWとなった。30分後にバンパー、タイヤなどの外周部に延焼し発熱速度が上昇し約4MW、発熱速度のピークは47分後で約4.5MWであり、60分程度で燃焼がほぼ終了した。(参考資料3-7-3)
- 車室内前部の窓ガラスを開けた状態で車室内前部に着火した場合、いずれの車種においてもフロントガラスの破損とともに車室内から火炎が噴出した後、エンジンルーム等に火災が進展している。後開口部がほとんど形成されず、車室内の燃焼が他の車種と比べて拡大しなかった車種は、周囲に配置した可燃物の表面温度の上昇が小さかったため、開口部の形成による車室内の燃焼拡大が、自動車側面における周囲への延焼に顕著に影響していると考えられている。(参考資料3-7-5)
- 車両の前面、後面に形成される火炎形状は、エンジンルームの面積やトランクルームの有無等の車体の構造によって変化するため、前面、後面に配置した可燃物の表面温度も、車種によってばらつきが大きい。また、自動車側面に配置した可燃物への影響の方が大きい。(参考資料3-7-6)

車両の燃焼実験等に係る文献調査

【エンジンルームに着火した燃焼実験】

- エンジンルームに着火した場合、窓ガラスの開閉にかかわらず、前部フェンダーから車室内に火災が進展する。(参考資料3-7-7)
- 窓ガラスの開閉に関係なく、エンジンルームから火炎が噴出した後に車室内に火災が進展しており、車室内から火炎が噴出するのは着火から20分後以降である。(参考資料3-7-7)
- 車室内から車両前後方向への輻射熱は、距離1mにおいて、窓ガラスの開閉にかかわらず10kW/m²以下であり、着火可能性は低い。側面方向への輻射熱は、距離1mにおいて、最高17~18kW/m²となり周囲の可燃物へ着火危険性はあるが、輻射熱に寄与する車室内の燃焼が大きくなる時間は、窓ガラスが全閉のとき着火後約45分、全開のとき着火後約25分である。(参考資料3-7-8)

【外周部に着火した燃焼実験】

- 右後タイヤの泥よけに着火した場合、窓ガラスが閉じていると、燃焼が進むにつれて車室内に可燃性気体が充満し、窓ガラスが破損すると、爆発的な燃焼が生じる。一方、窓ガラスが開いているとその開口部から車室内へ火災が進展する。いずれの条件においても20分過ぎに発生した車室内の急激な燃焼とともに発熱速度が上昇し(閉じている窓ガラスは全壊)、車両側方輻射熱が急激に増大している。その際の発熱速度のピークは約6MWである。(参考資料3-7-9、参考資料3-7-10)
- 右後タイヤの泥よけに着火した場合、自動車の側方方向、前後方向において、距離0.5mに設置した全ての杉板に焼損が見られ、これらの盛期火災時の平均輻射熱は20kW/m²であった。距離1mの杉板においては、設置位置により焼損が見られないものがあつた。(参考資料3-7-10)
- 右後タイヤの泥よけと前部バンパーへの着火を比較した場合、車室内への火災の進展経路は異なるが、車室内の温度変化はほぼ同じ傾向を示す。また、発熱速度が高くなるのは、窓ガラスが破壊され車室内に火災が進展した時であり、タイヤに着火してから約40分後(約6.5MW)、バンパーに着火してから約45分後(約6MW)である。それまでは、約2MW以下である。(参考資料3-7-11)
- ミニバンの右後タイヤ泥よけに着火させた場合は、10分後に車室内に火災が進展したが、すぐに酸欠状態になり、39分後に窓ガラスが破損したことにより車室内全体に拡大、発熱速度が上昇し(約4MW)、周囲への輻射熱が大きくなった。前バンパーに着火させた場合においても同様に45分後にフロントガラスが破損したことにより盛期火災となり発熱速度が6MWとなった。それまでは約2MW以下である。(参考資料3-7-12)
- セダンとミニバンを比較した場合において、車室空間と車室窓が大きいミニバンの方が隣接車両へ与える燃焼の影響は大きい。(参考資料3-7-12)

車両の燃焼実験等に係る文献調査

燃料漏洩に関するもの

- 衝突時における燃料漏れ防止の技術基準が定められており、自動車が約50km/hで衝突事故を想定した場合において、衝突後の燃料の流出は1分間で30g以下であり、5分間で150g以下であることとされている。(参考資料3-7-13)

電気自動車や燃料電池自動車に関するもの

- 電気自動車(1500kg)の場合においても、総発熱量は6.4GJであり、ガソリン車と大きな違いはない。(参考資料3-7-1、3-7-14)
- 電気自動車の左後バンパーに着火させた燃焼実験においては、約10分過ぎに自動車後部に大きな火炎を形成し、発熱速度は1.8MWを示した。約40分過ぎに生じた前部窓ガラスの破損により拡大した車室内の燃焼によって、急激に上昇したときの最大発熱速度は約6.3MWであった。また、バッテリーパックから火炎の噴出は観察されたが、破裂や爆発は観測されていない。(参考資料3-7-14)
- 電気自動車においても、ガソリン自動車と同様に車室のガラスが破損し、大きな開口部が形成されると燃焼が顕著になる。(参考資料3-7-14)
- 電気自動車の火災においては、消防隊の消火戦術は通常の自動車と同様であり、水による消火で対応可能である。ただし、火が消えてもバッテリーが再燃することがあり、長時間の冷却が必要になる場合がある。(参考資料3-7-15)
- 電気自動車において、バッテリーが爆発や破裂することがないように耐衝撃試験、耐火性試験、過充電保護性能試験等の各種試験が実施されている。また、燃料電池自動車においても、保安基準において、衝突時の水素の最大許容漏洩量が規定されており、この条件で水素が漏洩して着火しても車両周囲に重大な危害を与えることはない。また、水素燃料容器は火災時に確実に安全弁が作動するように火炎暴露試験が実施されている。(参考資料3-7-16)
- 電気自動車や燃料電池自動車であることが原因による大きな火災はこれまでに報告されていない。(参考資料3-7-16、3-7-17)
- 電気自動車を含めた近年の自動車は軽量化を図るため、アルミ合金や炭素繊維強化プラスチック(CFRP)などが採用される傾向にあり、ドアやルーフなどのボディパネルにはアルミ合金、窓にはポリカーボネート樹脂、強度部材にはCFRPが使用されている。火災時には、エンジンルーム、車室、トランクルーム、荷台などの区画が熱によって、従来の自動車よりも早く開口部が生じ、延焼速度が増大する。また、CFRPやアルミは、火災後に車両の形状が維持されない場合がある。(参考資料3-7-17)



CFRPをボディにした車両の焼損状況 (参考資料3-7-17)