

第94回

車両の火災対策

はじめに

戦後間もない1950年頃までは旧国鉄だけで年間120件¹⁾を超える列車火災が発生していました。しかし、近年では列車火災発生件数は年間数件程度²⁾で推移しており、人的な被害が出るような列車火災事故の発生はまれです。

鉄道車両の火災対策は過去に発生したいくつかの被害の大きな事故などをきっかけとして前進しており、列車火災発生件数やそれによる死傷者数も対策が進むにつれ徐々に減少してきました。

一方で近年、列車内でのガソリンなどを用いた放火による火災発生事例やモバイルバッテリーからの発煙事象など、過去には想定していなかった、あるいは見られなかった事象も発生しています。

ここでは、鉄道の火災対策の歴史と今後の展望について車両に関する部分を中心に紹介したいと思います。

現在の国内基準

最初に、現在の国内の基準を紹介します。車両の火災対策に関する基準は「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」³⁾(以下、省令)の中で定められています。省令は、全11章からなり、第8章で車両を扱っています。とくに第8章の第5節は「車両の火災対策等」となっています。

省令は2001年に性能規定化され、具体的な内容については、法的な強制力を持たない解釈基準として記述されます。たとえば第8章第5節第83条の解釈基準には次のような三つの記述があり、この三つが、現在の基準における車両火災対策の中心的内容とされています。

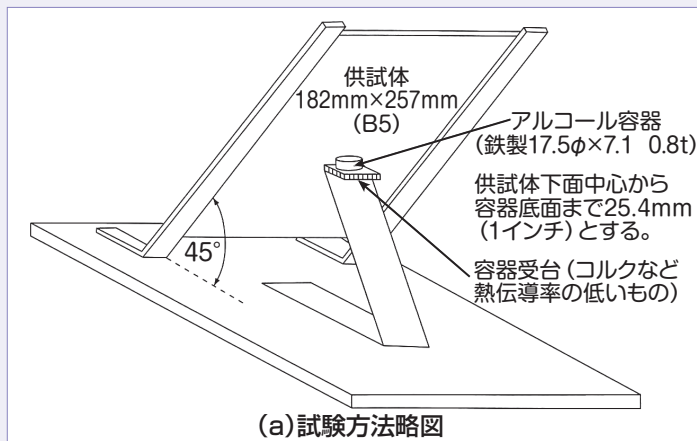
一つ目は車両の難燃構造および車両に用いられる材料の燃焼性に関する記述です。材料の燃焼性については「不

燃性」、「極難燃性」、「難燃性」と三つランクを設け、車両の部位(屋根、天井、床など)および車両の運行形態(地下鉄、新幹線、モノレールなど)により、どのランクの材料を使用することができるかを示しています。材料のランク分けは、図1(a)、(b)に示す燃焼試験(図2)および判定基準により実施され、たとえば、熱を発生する機器の周囲や、燃焼拡大への影響が大きいと考えられる箇所では使用される材料に要求されるレベルが高くなります。

二つ目は初期消火ができる設備とし



図2 燃焼試験の様子



(a) 試験方法略図

区分	アルコール燃焼中				アルコール燃焼後			
	着火	着炎	煙	火勢	残炎	残じん	炭化	変形
不燃性	なし	なし	僅少	—	—	—	100mm以下の变色	100mm以下の表面的変形
極難燃性	なし	なし	少ない	—	—	—	試験片の上端に達しない	150mm以下の変形
難燃性	あり	あり	少ない	弱い	なし	なし	30mm以下	試験片の上端に達する
難燃性	あり	あり	普通	炎が試験片の上端を越えない	なし	なし	試験片の上端に達する	縁に達する変形、局部的貫通孔

備考 ・炭化、変形の寸法は、長径で表す。
 ・異常発炎するものは、区分を1段下げる。
 ・判定に付いては、文献3)で指定する試験処方による。

(b) 判定基準

図1 省令における鉄道車両用材料の燃焼性判定方法(鉄道車両用非金属材料の試験方法I³⁾)

て、機関車、旅客車、乗務員が乗務する貨車への消火器の設置に関する記述です。

三つ目は、車両間の貫通口への扉の設置です。解釈基準の中で、対象となる車両は限定（地下鉄、新幹線など）されますが、「…車両間には、通常閉じる構造の機能を有する貫通扉を設けること。」と記述されています。これは、隣接する車両の客室への延焼拡大および煙の流入防止の観点から定められたものです。

このほか、第3節第68条「動力発生装置等」では、パンタグラフなどの電気設備や内燃機関、蒸気機関についての火災防止対策が、第4節では第72条「乗務員室の構造」、第74条「旅客用乗降口の構造」、第75条「貫通口及び貫通路の構造」、第76条「非常口の構造」において、乗客の避難誘導を考慮した各部の構造が示されています。また、第4節第81条では、車内放送装置、非常通報装置や非常停止装置、第5節第84条では寝台車への火災報知設備の設置と、おもに非常時の乗客と乗務員との連絡について示されています。

省令における火災対策の基本的な考え方は次の三項目です。①「車両が出火源とならないための出火防止対策」、②「仮に出火しても車両の不燃化等を図った延焼防止対策」、③「万が一の火災の場合の避難路確保など被害軽減対策」。これらは解釈基準の解説に示されており、上で紹介した内容はこの考えに基づいています。

以上の省令の内容は過去の火災事故を教訓として、その後の原因・対策の検討を経て徐々に現在の形となったものです。以降の章では、火災対策基準が整備される契機となった戦後の列車火災事故と、対策として基準のどの部分に反映されているか、また、現在の基準がどのように整備されてきたかと



図3 桜木町事故

出典：運輸協会誌、Vol.15、No.5、p.27、1973

いう点について車両に関連する部分を中心に紹介します。

桜木町事故(1951年)

1951年4月24日に発生した「桜木町事故」(図3)は死者106名、負傷者92名という大きな被害を出した列車火災事故で、「国鉄五大事故」の一つとして広く知られた事故です。

事故は、^がいし 碍子交換工事中に誤って切断され垂れ下がった架線に、進入した電車のパンタグラフがからまり、車両屋根との間に生じたアークにより発生しました。当時の車両には木製の部材が多く使用されていたため火の回りが早く、一両目は全焼、二両目も半焼しました。

この事故を教訓として、直流区間を走る車両については高電圧に対する屋根の絶縁強化が行われました。これは現在の省令第68条で「パンタグラフ取付部を二重絶縁すること」とされていること、第83条で屋根上面の材質が「難燃性の絶縁材料で覆われていること」と規定されていることなどの背景となっています。

また、この事故では乗客の避難がスムーズに進まなかったことで被害が拡大したとされており、現在の省令にも反映されています。

一つ目は側扉の開放コックに関するものです。この事故では、開放コックの場所が明示されておらず、乗客が自ら避難することができませんでした。この教訓から第74条において、非常の場合、扉を手動で開くことができるようにする装置を設け、乗客が容易に操作できるものであることを求めています。

二つ目は乗務員室と客室を隔てる扉および車両間の貫通扉に関するものです。当該の車両では扉が客室側に開くようになっていたため避難者が集中し、乗客が扉を開けて避難することができませんでした。このため、第72条の解釈基準の中で、「乗務員室と客室との間に設ける戸は引き戸または開き戸の場合は乗務員室側に開くもの、もしくは両側に開くものとする」との規定があり、車両間の貫通扉については第75条で引き戸とすることとされています。

また、事故当時は木製の車両も多く、鋼体化が進められるきっかけの一つにもなりました。内装材についても木材が主流で、使用材料自体を難燃化する対策は取られませんでした。防災処理材料製作の基礎資料を得ることを目的とした、木製車両の実車燃焼試験⁴⁾が実施されるなど、車両の難燃化のための検討が行われました。

南海電鉄高野線事故(1956年)

1956年5月7日に南海電鉄高野線のトンネル内で発生した列車火災事故(死者1名, 負傷者42名)は, 車両床下抵抗器付近から出火し, 3両が全焼したものです。

この事故を契機として, 当時の運輸省により電車の車両火災対策に関する一連の通達⁴⁾が出されました。この通達の中では, 車両に適用される基準が走行線区により「A-A様式」(地下鉄が対象), 「A様式」(長いトンネルまたは多くのトンネルのある区間を走行する車両が対象), 「B様式」(その他車両)の三つに分類され, 様式ごとに, 使用される材料の車両部位別の防火性能, 機器から発生するアークや熱に対する防護, 貫通路の構造や消火器の整備などが規定されました。この基準は電車の新製または改造時に適用されるものでしたが, 完了の目安が大都市周辺で3年, その他の地域で6年と具体的に示され, 対策が進められました⁴⁾。

地下鉄日比谷線事故(1968年)

1968年1月27日に発生した「地下鉄日比谷線事故」(消防士・乗務員の負傷者11名)は, 主抵抗器回路の異常により走行中の車両床下から発煙したた

め, 乗客を降ろして回送中に駅間で走行不能となり停止, 火勢拡大したものです。南海高野線事故後の対策が反映された, 当時もっとも厳しい基準である「A-A様式」を満たす車両が全焼したことから, 電車の不燃化対策が再検討されました。その結果, 各様式を強化した「A-A基準」, 「A基準」, 「B基準」に改訂する通達⁴⁾が出されました。

また, 現在の省令第83条の解釈基準にある, 材料の燃焼試験のうち, 「不燃性」, 「極難燃性」, 「難燃性」の三段階のランク分けをする図1の試験方法が, この時に導入されました。

北陸トンネル事故(1972年)

1972年11月6日に発生した「北陸トンネル事故」は, 全長13.8kmの北陸トンネル内を走行中の寝台急行「きたぐに」食堂車から出火し, トンネル内で停止, トンネル内に充満した煙とガスにより死者30名, 負傷者714名の被害を出した事故です。

事故後には, 旧国鉄の鉄道技術研究所により実車を使用した燃焼試験が行われました¹⁾。この時の試験は複数の定置での試験(図4(a))の他, 狩勝実験線での走行状態の試験, さらには営業線である宮古線猿峠トンネル内での走行状態での試験(図4(b))も行われ

る大規模なものでした。

この試験結果や他の検討結果をもとに, 旧国鉄において当該食堂車の使用停止, 車両の難燃構造の強化, 消火器の増備, 車内放送設備の改良, 寝台車などに対する煙検知器の設置が行われました。車両以外の面でも, トンネル防災設備の整備, 列車火災時のマニュアルの制定が行われ, マニュアルの中ではトンネル内での火災発生の場合は走行を続けることが明記されました。

事故の翌年1973年10月には, 運輸省により, 山岳トンネルを運転する車両の火災対策強化にともなう基準の改正が行われました。また, 電車のみならず客車についても車両の不燃化対策の充実, 強化することが指示されました⁵⁾。

その後, 1987年4月1日には旧国鉄の分割民営化がなされ, それに先立つ1987年3月2日に運輸省令「普通鉄道構造規則」が制定され, 鉄道車両火災に関するこれまでの対策もこれに盛り込まれました。

上越線越後中里駅事故(1988年)

この事故は1988年3月30日, 走行中の気動車床下から発火し, 一両が全焼したものです。乗客・乗務員は停車後に避難することができ死傷者は出ま

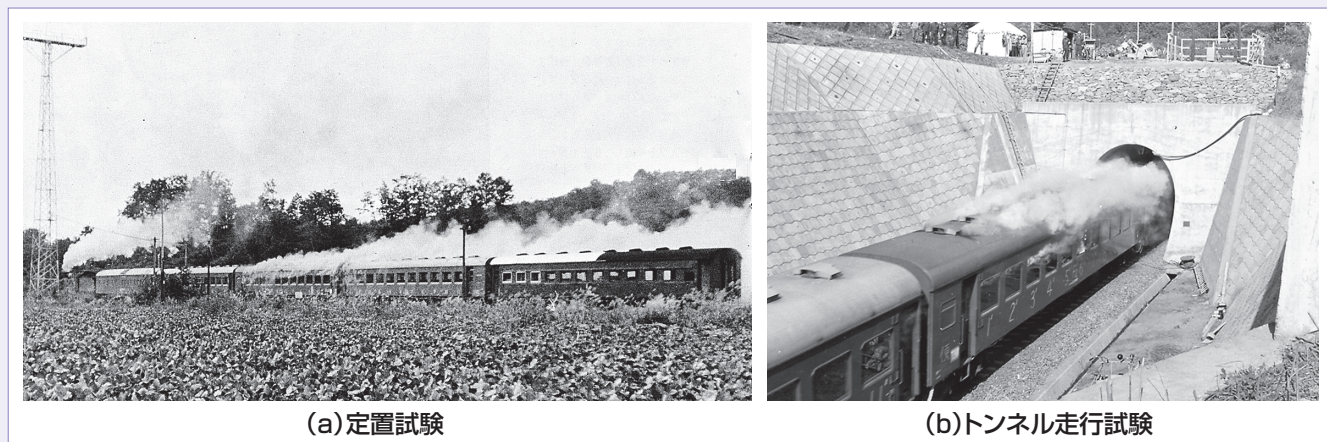


図4 北陸トンネル事故後の実車燃焼試験

せんでした。原因はエンジンの排気管にたまったエンジンオイルが過熱・発火したことであり、排気管が車体を貫通して設けられていたため、内装材にも延焼し全焼にいたりしました。

当時、気動車の火災対策については、電車の対策基準に準じて実施されていましたが、この事故の後、排気管と車体間の防熱強化や排気管の室外への設置など、排気管を中心とした気動車の難燃構造の見直しが行われました。

その後2001年には、省令がこれまでの仕様規定から性能規定化され、普通鉄道構造規則に記述されていた具体的な内容は解釈基準として引き継がれることとなりました。

韓国大邱地下鉄火災事故 (2003年)

2003年2月18日に発生した「韓国大邱地下鉄火災事故」(図5)は国外の事故ではありますが、この事故を受けて省令の解釈基準改訂が行われるなど、国内にも大きな影響を及ぼした事故です。

事故はガソリンを用いた放火により起きたもので、大火源の火災であった点が注目されました。また、放火列車よりも対向列車の乗客の被害が大きかったため、避難・誘導の面についても注目されました。

それまで、省令の「予想される火災の発生」は、車両機器などからの万が一の出火のほか、旅客が持ち込む火源(タバコやライターなど)および可燃物(新聞や雑誌の他衣類や手荷物など)を考慮したもので、車両への放火や災害などまでは考慮されていませんでした。

この事故を受けて、ガソリンによる放火(大火源火災)が想定する火源として解釈基準に追加され、それにとともに大火源火災において燃焼拡大にもっとも影響の大きな客室天井の耐燃



図5 韓国大邱地下鉄火災後の車内の状況
出典：「消防の動き(385号)」(消防庁)
(https://www.fdma.go.jp/publication/ugoki/items/h1504_1.pdf)

焼性の判定を目的として、コーンカロリメーターによる燃焼試験(鉄道車両用非金属材料の試験方法Ⅱ)が追加されました。また、客室天井の樹脂材料が熔融滴下することで炎が残り、燃焼拡大に寄与することが考えられるため、試験方法Ⅰ(図1)について熔融滴下の判定が加えられました。

今後の展望

このように国内の火災対策は多くの悲惨な事故を教訓として、徐々に整備されてきたものであり、火災件数、火災による死傷者数の減少につながるなど一定の成果を上げています。

一方で火災は多くの学問領域にまたがる複雑な分野であり、他の技術分野に比べると未発達な分野である⁶⁾といわれています。また、1968年に発生した地下鉄日比谷線の事故で、当時もっとも厳しい基準を満す車両が全焼した例や、2003年の韓国大邱での地下鉄火災のようにそれまで想定していなかったガソリンを用いた放火による大火源の火災発生の例、さらに、最近ではモバイルバッテリーの発煙が多発するなど、新たな火源による火災も考えられます。

これらのことから、今後も鉄道車両火災に関する知見を深め、さまざまな状況に対応可能な、より良い対策を検討していくことが重要と考えられます。

ここでは車両の面から火災対策の変遷を紹介しましたが、鉄道の火災対策は避難誘導や排煙など、車両だけではなく、駅やトンネルなどの施設や乗務員に求められる対応など、さまざまな業務分野および学術分野が相互に関連しています。

今後の火災対策の検討を行ううえで、これらの分野が連携し、分野横断的な検討をすることで、より高いレベルの安全につなげることができると考えています。

(高野純一／車両構造技術研究部
車両強度研究室)

文献

- 1) 田中利男：列車火災，日本鉄道図書，1976
- 2) 吉田裕：鉄道トンネル火災事故の検証，ミネルヴァ書房，2018
- 3) 国土交通省鉄道局監修：解説 鉄道に関する技術基準(車両編)第三版，日本鉄道車両機械技術協会，2017
- 4) 日本鉄道技術協会：鉄道車両の火災対策の研究 報告書，1991
- 5) 伊藤健一：地下鉄道の火災と排煙対策，建設の施工企画，No.751，pp.30-38，2012
- 6) James G. Quintiere 著，大宮喜文，若月薫 訳：基礎火災現象原論，共立出版，2009