鉄道車両火災を対象とする安全対策に関する研究

東京理科大学大学院工学研究科建築学専攻
辻本研究室
4109634　前川　結宇理

目次

１．序論・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
１．１．はじめに・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・2
１．２．研究の背景及び目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3
１．３．本論文の構成・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・4
２．交通機関及び火災の現状・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
２．１．交通機関・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8
２．１．１．定義・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8
２．１．１．１．交通機関・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8
２．１．１．２．エネルギー ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・13
２．１．２．輸送人員・輸送量 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・18
２．１．３．輸送人キロ・輸送トンキロ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・19
２．１．４．エネルギー消費量 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・20
２．１．５．エネルギー消費原単位 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・21
２．２．火災件数（消防白書）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・22
２．２．１．建物火災 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・24
２．２．２．飛行機火災 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・25
２．２．３．車両火災 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・26
２．２．３．１．自動車火災 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・26
２．２．３．２．鉄道車両火災 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・28
２．２．４．船舶火災 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・28
２．３．まとめ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・29
３．鉄道車両 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・31
３．１．鉄道車両の歴史 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・32
３．２．鉄道車両部位 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・34
３．２．１．屋根構 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・37
３．２．２．側構 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・39
３．２．３．妻構 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・41
３．２．４．台枠 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・43
３．３．まとめ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・44
４．鉄道車両火災 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・47
４．１．定義 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・48
４．２．統計データ概要及び検索方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・48
４．２．１．火災報告 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・48
４．２．２．運転事故等整理表 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・51
４．２．３．交通統計要覧(鉄道事故等整理表) ・・・・・・・・・・・・・・・・・54

４．２．４．新聞記事(聞蔵)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・55
４．３．結果及び比較・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・59
４．３．１．件数・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・59
４．３．２．原因・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・60
４．３．３．死者数・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・63
４．３．４．発生場所・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・63
４．４．まとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・63
５．火災対策・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・71
５．１．法規制の歴史・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・72
５．２．出火防止（不燃・難燃基準)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・79
５．２．１．日本国内における鉄道車両材料の法規制・・・・・・・・・・・・・・・・79
５．２．２．現在までの適用・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・80
５．２．２．１．地下鉄道事業者・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・81
５．２．２．２．大手私鉄（東京メトロ除く)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・83
５．２．２．３．その他・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・88
５．２．２．４．鉄道車両床材料の交換指示・・・・・・・・・・・・・・・・・・・89
５．３．感知・通報・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・90
５．４．消火・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・93
５．５．煙制御・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・94
５．６．まとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・98
６．対策としての煙制御・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・99
６．１．事故事例・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・100
６．１．１．事故事例１（BART（サンフランシスコ鉄道）火災事故)・・・・・・・106
６．１．２．事故概要２（英仏海峡トンネル火災事故)・・・・・・・・・・・・・・112
６．２．NFPA130 にみる煙制御方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・122
６．２．１．NFPA130・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・122
６．２．２．遡上阻止風速・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・124
６．３．トンネル内での圧力損失・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・125
６．４．まとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・126
７．まとめと課題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・127
謝辞・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・130

参考資料・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・131

第１章
序論

１．序論

１．１．はじめに

鉄道の歴史は長い。発端としては、2000 年前のギリシャへとさかのぼる。当時の動力には馬が用いられており、石炭を利用した蒸気機関車が用いられ始めたのは、産業革命の起こった 18 世紀後半からであり、1804 年にはイギリスで初めて蒸気機関車が走行された。

日本国内においては、1854(安政 元)年、マシュー・ペリーにより鉄道が紹介され、文明開化された後の 1872(明治 5)年、新橋―横浜間の営業用鉄道が開業した。[1)]

図１－１．開業当時の鉄道が書かれた浮世絵[1)]

その 2 年後には、大阪―神戸間、その 8 年後には北海道と、瞬く間に国内に鉄道網が拡がって行った。その後も、1927(昭和 2)年には、地下鉄が上野―浅草間で開通し、東京オリンピックが開かれた 1964 年には東海道新幹線が開業するなど、国民の足として鉄道は欠かせないものとなっていった。現在に至るまで 1 兆人を超える人数を輸送してきた。

しかし、交通機関には事故が付き物である。鉄道の開業した 2 年後の 1874(明治 7)年には日本初の鉄道事故となる新橋駅での列車脱線事故、その 3 年後の 1877(明治 10)年には、初の鉄道死亡事故となる正面衝突事故が発生し、乗務員 3 名が死亡している。開業当時の客用車両は木製の車体に小さな開口部をつけた簡易なものであり、車両間の貫通路も存在しなかった。また、飛び降り防止のため外側から施錠されるなど、安全上不安の多い設計でもあった。

戦後にも表１－１に記すように、死者が発生するような火災が多く発生している。特に、1972 年には、敦賀から福井の間にある北陸トンネル(全長 13.87km)で大火災が発生した。当時日本最長のトンネルであり国有鉄道(以下、国鉄)の技術の粋を尽くして作られたトンネ

ル内で火災が発生するとは、当時では想像し得ない事態だった。この時、すでに車体は鋼製、動力も電気が主体となっており、開業時よりは車体の防火性能は高まっていたが、乗客 760 名中 30 名の死者、714 名の負傷者を出す大惨事となった。原因としては、当時はまだ一般的であった食堂車の電気暖房装置のショートという決して大火源ではなかったが、「火災発生時、速やかにその場に車両を停止させる」という運転マニュアルやトンネル内の排煙及び照明設備の不備、車内の内装材に可燃性且つ有毒ガス発生の危険がある合成樹脂材が使用されていたことなども相まって、火災が広がった。その後、法改正により、車両の不燃・難燃化が定められた(表１－２)。

表１－１．戦後の鉄道車両死者火災一覧(新聞記事により作成)

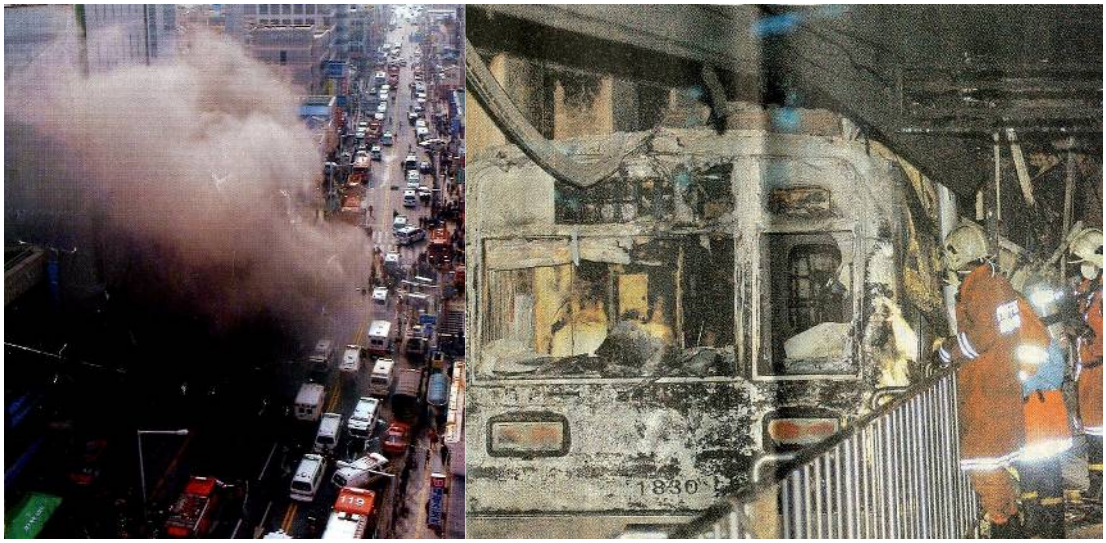
年	名称	発生場所		出火したときの燃焼物	原因等	最終的な燃焼物	負傷者	死亡者
1945	国鉄福知山線	古市-篠山口	駅間	揮発油	タバコで引火	全両全焼	65	8
1947	近鉄	生駒トンネル	トンネル内	抵抗器	加熱	3 両全焼	64	28
1949	名古屋鉄道線	—	駅間	タバコ	タバコで引火	—	—	55
1949	近鉄宇治山田線	—	駅間	可燃物	—	2 両全焼	—	9
1951	京浜東北線	桜木町駅	駅構内	屋根(木製)	地絡	一両焼失	92	106
1953	南部鉄道知覧線	—	駅間	—	車掌室付近から出火	一両焼失	1	6
1956	南海　高野線	18 号トンネル	トンネル内	抵抗器	加熱	全両焼失	42	1
1971	山陽線	笠岡-大門	駅間	洗面所屑物いれ	タバコで引火	一両焼失	1	4
1972	北陸線	北陸トンネル	トンネル内	床木材	電気暖房器配線の接触不良	一両全焼	714	30
1987	近鉄東大阪線	生駒トンネル	トンネル内	高圧ケーブル収納箇所	—	—	56	1
2003	中央線	—	駅間	乗客の衣服	放火(自殺)	—	0	1

(※—(ハイフン)は不明・記述なし)

表１－２．車両不燃化に関する法改正一覧

契機となった事柄		法制度	概要
1872	鉄道開業		
1927	東京地下鉄道（現・東京メトロ銀座線） 開業		
1951	桜木町事故		
1956	南海電鉄高野線	電車の火災事故対策について(鉄運 39 号)	車両の部位別に使用可能材料の防火性能の通達
1957	大阪市営地下鉄御堂筋線	電車の火災事故対策に関する処理方について(鉄運 5 号) 電車の火災事故に関する処理方の一部改正について(鉄運 136 号)	A-A様式
1968	営団日比谷線(負傷者 11 人)		
1969		電車の火災事故対策について(鉄運 81 号)	A-A基準
1972	北陸本線火災事故(死者 30 人、負傷者 714 人)		
1974		地下鉄道の火災対策の基準について 地下鉄道の火災対策の基準の取り扱いについて	山岳トンネルを運転する車両に対する基準 地下駅及びトンネルの火災対策の検討。建造物の不燃化、防火管理室・二方向避難路等
1982		地下鉄道の火災対策の基準の取り扱いの改正について	排煙設備の設計方法等
1987	国鉄分割民営化	普通鉄道構造規則 車両に係る普通鉄道構造規則及び特殊鉄道構造規則の運用等について	
2003	大邱地下鉄放火事件		
2004		鉄道に関する技術上の基準を定める省令等の解釈基準	各省令を一本化し、性能規定化

21 世紀に突入してからは技術の向上やマニュアルの整備などにより、国内においては死傷者の出るような鉄道車両火災の発生はほぼなかった。しかし、2003 年 2 月 18 日、韓国のソウル、釜山(プサン)、仁川(インチョン)に続き第 4 の都市である大邱(テグ)市で大規模な地下鉄放火事件が発生した(図１－２)。



中央路(チュンアンノ)駅上空 [3)]　　被災車両 [3)]

図１－２．テグ地下鉄放火事件

この事件の原因は、放火自殺を狙った男が地下鉄車両内でペットボトル 2 本に入ったガソリン(約 4 リットル)にライターで火をつけ、放火犯自身の着衣と座席シートや床に引火したことである。死者 192 名、負傷者を 148 名出す大惨事となった。この際、指令室による乗務員同士の連絡不備や運転士がマスターキーを持って逃げたことにより、乗客が車両に閉じ込められてしまい、死亡者が増えたと考えられる。このことは日本の新聞でも 1 面に掲載され、テレビメディアでも鮮明な映像で報道され、日本の環境と似通った韓国で起こった事件であるということや、日本国内にも多くの地下鉄がめぐらされており、多くの市民、特に首都圏などの都心においては足として用いられる利用頻度の高い交通機関で発生した大惨事であったことから、国民に大きな不安を与えた。

このテグ地下鉄放火事件を受け、国土交通省は「鉄道に関する技術上の基準を定める省令等の解釈基準」の省令第二十九条の火災対策基準が見直された。その中では(1)大火源の考慮(2)燃焼試験の追加(3)列車の防火区画化などが改正された。

鉄道は、不特定多数の人が利用する交通機関である。都心部の通勤ラッシュ時ともなると車両 1 両に 200 人超の人が乗り込んでおり、1 平方メートルあたり約 3.6 人ほどと大変密度が高い。また、混雑した百貨店よりも密度が高いため、危険性も高いと考えられる。

よって、本論文では、国内の鉄道車両火災の現況を把握し、過去の重大火災から現在の火災予防のあり方を考察する事を目的としている。

１．２．本論文の構成

本論文は、以下のような構成である。第 2 章では交通機関及び火災の全体的な現状を把握することを目的として、公開データを用い比較・分析を行う。第 3 章では鉄道車両について建築物との相違を述べる。第 4 章では、公開データや総務省及び国土交通省への情報公開請求で得たデータにより近年の鉄道車両火災の分析及び考察を行う。第 5 章では、現在鉄道事業者が実施している防災対策を列挙し、その問題点について考察を行う。第 6 章では、トンネル内で最も重要となる排気方法を遡上阻止風速・圧力損失を交えて考察し、第 7 章にて、まとめと課題を述べている。

第 1 章の参考文献

１）Wikipedia; http://ja.wikipedia.org/
２）United Nations Statistics Division; http://unstats.un.org/
３）朝日新聞 2003 年 2 月 19 日朝刊

第２章
交通機関及び火災の現状

２．交通機関及び火災の現状

本章では、現在の日本国内における交通機関（自動車、鉄道、船舶、飛行機）の現状を把握すると共に、火災全体の傾向を把握することを目的としている。

２．１．交通機関

２．１．１．定義

２．１．１．１．交通機関

交通機関は人や物が物理的に行き交う際に利用する手段・方法として整備された体系を指す。本論文では、その中で自動車・鉄道・船舶・航空機の 4 種類の交通機関を対象とし、ガソリンや電力などのエネルギーを用いない交通機関（自転車や馬車及び人力車　等）は対象外とする。それぞれの定義を以下に示す。

（１）自動車

道路交通法[1)] 第二条九項における『自動車』を指す。また、ガイドウェイバスのように専用軌道と一般道路を走行する交通機関では、専用道路区間は軌道法、一般道路区間は道路交通法に準拠しているので、一般道路区間のみを指す。

（例）乗用車、バス、トラック　等

道路交通法

第二条　九　　自動車　原動機を用い、かつ、レール又は架線によらないで運転する車であつて、原動機付自転車、自転車及び身体障害者用の車いす並びに歩行補助車その他の小型の車で政令で定めるもの（以下「歩行補助車等」という。）以外のものをいう。

以下表２－１に自動車の分類を記す。統計上において、全て対象としている。

表２－１．自動車分類表

大分類	中分類	小分類	詳細	
			寸法(m)	排気量(cc)
トラック	普通車	営業用 *(※1)*	小型車よりも大きいもの	小型車よりも大きいもの
		自家用 *(※2)*		
	小型車	営業用	4.7×1.7×2.0 以下	660~2000
		自家用		
	トレーラー	営業用	—	—
		自家用		
バス	普通車	営業用	定員 30 人以上	—
		自家用		
	小型車	営業用	定員 11~29 人	660~2000
		自家用		
乗用車	普通車	営業用	小型車よりも大きいもの	小型車よりも大きいもの
		自家用		
	小型車	営業用	4.7×1.7×2.0 以下	660~2000
		自家用		
特種(殊)用途車	大型車 *(※3)*	営業用	小型車よりも大きいもの	制限なし
		自家用		
	小型車 *(※4)*	営業用	4.7×1.7×2.8 以下	制限なし
		自家用		
小型二輪車	—	—	軽自動輪より大きいもの	250 を超える
軽自動車	四輪乗用車	—	3.4×1.4×2.0 以下	660 以下
	四輪トラック	—	3.4×1.4×2.0 以下	660 以下
	三輪車	—	—	—
	二輪車	—	2.5×1.3×2.0 以下	125~250

(※1) 営業用―他人の求めに応じて貨物又は旅客を輸送する自動車で、トラック事業者、バス事業者、ハイヤー・タクシー事業者、軽車両等運送事業者などが保有する自動車のこと

(※2) 自家用―営業用以外の自動車のこと

(※3) 大型特殊自動車―ロードローラー、フォークリフト等

(※4) 特殊用途車―消防車、タンク車等

（２）鉄道

鉄道事業法[2)] 第二条における『鉄道事業』に用いる交通機関を指す。

（例）新幹線、地下鉄、トロリーバス　等

鉄道事業法

第二条　この法律において「鉄道事業」とは、第一種鉄道事業、第二種鉄道事業及び第三種鉄道事業をいう。

２　この法律において「第一種鉄道事業」とは、他人の需要に応じ、鉄道（軌道法 （大正十年法律第七十六号）による軌道及び同法 が準用される軌道に準ずべきものを除く。以下同じ。）による旅客又は貨物の運送を行う事業であつて、第二種鉄道事業以外のものをいう。

３　この法律において「第二種鉄道事業」とは、他人の需要に応じ、自らが敷設する鉄道線路（他人が敷設した鉄道線路であつて譲渡を受けたものを含む。）以外の鉄道線路を使用して鉄道による旅客又は貨物の運送を行う事業をいう。

４　この法律において「第三種鉄道事業」とは、鉄道線路を第一種鉄道事業を経営する者に譲渡する目的をもつて敷設する事業及び鉄道線路を敷設して当該鉄道線路を第二種鉄道事業を経営する者に専ら使用させる事業をいう。

５　この法律において「索道事業」とは、他人の需要に応じ、索道による旅客又は貨物の運送を行う事業をいう。

６　この法律において「専用鉄道」とは、専ら自己の用に供するため設置する鉄道であつて、その鉄道線路が鉄道事業の用に供される鉄道線路に接続するものをいう。

以下表２－２に鉄道車両の分類を記す。統計上においては、大分類の「機関車」「旅客車」「貨物車」を対象としている。

表２－２．鉄道車両分類

大分類	中分類	小分類
機関車	電気機関車	直流電気機関車
		交直流電気機関車
		交流電気機関車
	ディーゼル機関車	液体式ディーゼル機関車
		電気式ディーゼル機関車
	その他の機関車	
旅客車	電車	電動車
		制御車
		付随車
		その他の電車
	新幹線	電動車
		制御車
		その他の新幹線
	ディーゼル車	ディーゼル動車
		その他のディーゼル車
	客車	
	その他の旅客車	
貨物車	コンテナ車	
	タンク貨車	
	その他の貨物車	
特殊車両		

（３）船舶

商法[3)]第六百八十四条における『船舶』を指す。商行為を目的とする海商で航海の用に供される櫓櫂船以外の船を指す。

（例）フェリー、旅客船、貨物船　等

商法

第六百八十四条　本法ニ於テ船舶トハ商行為ヲ為ス目的ヲ以テ航海ノ用ニ供

スルモノヲ謂フ
２　本編ノ規定ハ端舟其他櫓櫂ノミヲ以テ運転シ又ハ主トシテ櫓櫂ヲ以テ運転スル舟ニハ之ヲ適用セス

以下表２－３に船舶の種類を記す。統計上においては、大分類である「貨物船」「貨客船」「客船」「自動車航送船」「油送船」を対象としている。

表２－３．船舶種類

大分類	小分類
貨物船(※)	一般貨物船、鉱石専用船、撒積船、コンテナ船、自動車専用船、チップ専用船、鉱石兼撒積船、石炭専用船、木材専用船、セメント専用船　等
貨客船(※)	
客船(※)	
自動車航送船	
油送船(※)	一般油送船、鉱石兼油送船、LPG 船、化学薬品船　等
漁船	
その他	巡視船、自衛艦、潜水艦、揚錨船、押船、曳船、作業船　等
独航不能線	はしけ、浚渫船、土運船、台船、クレーン船　等

（４）航空機

航空法[4)] 第二条における『航空機』を指す。

（例）飛行機（旅客ジェット機等)、回転翼航空機（ヘリコプター等)、滑空機（グライダー等)、飛行船　等。

航空法
第二条　この法律において「航空機」とは、人が乗つて航空の用に供することができる飛行機、回転翼航空機、滑空機及び飛行船その他政令で定める航空の用に供することができる機器をいう。

また同様に、交通機関の用途として『旅客』及び『貨物』の 2 つに分類することができる。その定義として「統計エネルギー統計の解説/2007 年度改訂版」[5)] を用いて、以下の通りとする。

（５）旅客

『企業・家計が住宅・向上・事業所の外部(公道・公有水面及び航空路など)で自動車、鉄道などの輸送機関により人とその直接の携行荷物の移動・輸送』を指す。

（６）貨物

『企業・家計が住宅・工場・事業所の外部(公道・公有水面及び航空路など)で自動車、鉄道などの輸送機関により主として物の移動・輸送』を指す。

（５)、（６）に示した「旅客」・「貨物」で、最終エネルギー消費のうち移動・輸送そのものに消費したエネルギーを消費エネルギーとして算出する。例えば、鉄道事業を経営するために用いる駅等の施設の照明、利用エネルギーへ変換するために用いるエネルギー等は含まれない。

上記の定義に従い、公開データである「交通関連統計資料集」[6)]、「エネルギー・経済統計要覧」[7)] を用いて交通機関の現状を以下に述べる。

表２－４．データ概要及び抽出情報

資料名	概要	期間	抽出情報
交通関連統計資料集	主要国及び国内の輸送統計及び交通機関に関する施設や事故及びエネルギーに関する資料	2002-2007	輸送人員・輸送量、輸送人キロ・輸送トンキロ　等
エネルギー・経済統計要覧	エネルギー全体に渡って基本的な統計データをまとめたもの	1965 及び 1970-2008	エネルギー消費量

２．１．１．２．エネルギー

本論においてのエネルギーとは、旅客・貨物の輸送を目的とした交通機関を動かすために用いるガソリン・電力等の資源を用いた仕事量のことを指す。また、エネルギーは一次エネルギー源、二次エネルギー源、最終エネルギー源に分けることができ、詳細は以下表２－５に記す。

表２－５．エネルギー分類

一次エネルギー源	わが国に国内供給されたエネルギーの総量をいう。 例　化石燃料（石炭、石油、天然ガス､)、原子力、再生可能エネルギー（水力、風力、太陽エネルギー地熱　等）
二次エネルギー源	一次エネルギー変化させたもの。 例　ガソリン、灯油、電気、都市ガス　等
最終エネルギー源	わが国国内に供給されたエネルギー源、及びエネルギー転換を経て製造されたエネルギー源が需要先において実際に消費された量をいう。最終エネルギー消費には化学原料、建築材料等の非エネルギー用途に消費された量を含む。それらを除いたものは最終エネルギー用途消費という。**一般電気事業者のエネルギー転換損失、自家消費、送配電損失等はここでは勘定しない。**

エネルギー量の算出には財団法人エネルギーセンターが発行している『エネルギー・経済統計要覧』を用いる。２．１．１．１．で述べた交通機関分類に従い、以下表２－６のようなエネルギーを算出に用いる。

表２－６．エネルギー算出詳細[5)]

分類	算出に用いるエネルギー	データ
自動車	ガソリン、軽油	自動車輸送統計･運輸関係エネルギー要覧
鉄道	電力、軽油	鉄道輸送統計・運輸関係エネルギー要覧
船舶	A 重油～C 重油	運輸関係エネルギー要覧
航空	ジェット燃料油・ガソリン(航空用)	航空輸送統計・運輸関係エネルギー要覧

以下に各エネルギーの定義を述べる。

（１）ガソリン（自動車・航空）

ガソリンとは原油から得られる液体状の炭化水素製品のうち、沸点範囲 30~200℃の揮発性製品を指す。また、工場・事業所内でのフォークリフト・トラックなど構内輸送のための消費量は含まれていない。(標準発熱量 34.6MJ/ℓ)

(A) 旅客

自動車―自動車輸送統計によるガソリン消費量(自家用乗用車・営業用乗用車・バス)、家計調査報告書による家計ガソリン購入量から推計した家計ガソリン消費量を計上する。

航　空―航空輸送統計による航空ガソリン消費量を旅客･貨物に比例按分※したのち、旅客相当分を計上する。

(B) 貨物

自動車―自動車輸送統計によるガソリン消費量(営業用貨物自動車・自家用貨物自動車)を計上する。

航　空―航空輸送統計による航空ガソリン消費量を旅客・貨物に比例按分したのち、貨物相当分を計上する。

（２）ジェット燃料油（航空）

ジェット燃料油とは、原油から得られる液体状の炭化水素のうち、ジェットエンジンに使用される燃料として特別の規格・基準に従って製造・調整されたものを指す。警察や消防・海上保安・防衛などの公共部門での消費量は含まれていない。(標準発熱量 36.7MJ/ℓ)

(A) 旅客

航空輸送統計による国内用ジェット燃料油消費量を輸送量で旅客・貨物に比例按分※したのち、旅客相当分を計上する。

（B）貨物

航空輸送統計による国内用ジェット燃料油消費量を輸送量で旅客･貨物に比例按分※したのち、貨物相当分を計上する。

（３）軽油（自動車・鉄道・船舶）

原油から得られる液体状の炭化水素製品のうち、沸点範囲 200~350℃の留分として得られ、主に内燃機関用燃料として使用されているものを指す。工場・事業者構内でのトラック・フォークリフトなどによる輸送・搬送などは含まれていない。(標準発熱量 37.7 MJ/ℓ)

（A）旅客

自動車―自動車輸送統計による軽油消費量（自家用乗用車・営業用乗用車・バス)、家計調査報告による家計調査報告による家計ガソリン購入量から推計した家計ガソリン消費量を計上する。

鉄　道―鉄道輸送統計による軽油消費量を輸送量で旅客・貨物に比例按分※したのち、旅客相当分を計上する。

船　舶―計上しない。

（B）貨物

自動車―自動車輸送統計による軽油消費量（営業用貨物自動車・自家用貨物自動車）を計上する。

鉄　道―鉄道輸送統計による軽油消費量を輸送量で旅客・貨物に比例按分※したのち、貨物相当分を計上する。

船　舶―運輸エネルギー要覧による内航海運用消費量を計上する。

（４）A 重油（船舶）

原油から得られる液体状の炭化水素製品であって、沸点範囲 300℃以上の留分である常圧残油などの重質留分から製造されたもののうち、引火点 60℃以上、動粘度 20mm²/s 以下、残留炭素分 4%以下、硫黄分 2.0%以下の性状を有するものを指す。(標準発熱量 39.1 MJ/ℓ)

（A）旅客

運輸エネルギー要覧・内航船舶輸送統計による旅客・貨物別の舶用 A 重油投入量を計上する。

（B）貨物

運輸エネルギー要覧・内航船舶輸送統計による旅客・貨物別の舶用 A 重油投入量を計上する。

（５）B 重油（船舶）

重油のうち、引火点 60℃以上、動粘度 20~50mm²/s、残留炭素分 8%以下、硫黄分 3.0%

以下の性状を有するものを指す。（標準発熱量 40.4 MJ/ℓ）

（A）旅客

運輸エネルギー要覧・内航船舶輸送統計による旅客・貨物別の舶用 B 重油投入量を計上する。

（B）貨物

運輸エネルギー要覧・内航船舶輸送統計による旅客・貨物別の舶用 B 重油投入量を計上する。

（６）一般用 C 重油（船舶）

重油のうち、引火点 70℃以上、動粘度 50mm²/s 以上の性状を有するもので事業用発電に使用される以外のものを指す。（標準発熱量 41.9 MJ/ℓ）

（A）旅客

運輸エネルギー要覧・内航船舶輸送統計による旅客・貨物別の舶用 B 重油投入量を計上する。

（B）貨物

運輸エネルギー要覧・内航船舶輸送統計による旅客・貨物別の舶用 B 重油投入量を計上する。

（７）LPG（Liquefied Petroleum Gas）（自動車）

原油や石油製品を精製・改質・分解などの処理を行った際に得られる気体状炭化水素製品のうち、ブタン、プロパン成分を回収し加圧液化したものを指す。一般にはプロパンガスとも呼ばれる。（標準発熱量 50.8 MJ/ℓ）

（A）旅客

自動車輸送統計による営業用乗用車の LPG 消費量を計上する。

（B）貨物

計上しない。

（８）電力（一般用電力）（鉄道）

一般の需要家に対し専用の送配電網により電気を供給する一般電気事業者の供給する電気を指す。（標準発熱量 36.0MJ/kWh）

（A）旅客

電力調査統計による一般電気事業者の大口電力鉄道業向販売量について、旅客・貨物別の輸送量による比例按分※により旅客相当分の消費量を計上する。

（B）貨物

電力調査統計による一般電気事業者の大口電力鉄道業向販売量について、旅客・貨物別の輸送量による比例按分※により貨物相当分の消費量を計上する。

（９）電力（自家用電力）（鉄道）

主として自分の向上・事業所で使用するために発電された電気を指す。（標準発熱量36.0MJ/kWh）

（A）旅客

鉄道輸送統計による電力消費量が、電力調査統計による供給量を上回る場合、その差分を鉄道業の自家発電量とみなし、旅客・貨物の輸送量で按分※し、旅客相当分を計上する。

（B）貨物

鉄道輸送統計による電力消費量が、電力調査統計による供給量を上回る場合、その差分を鉄道業の自家発電量とみなし、旅客・貨物の輸送量で按分※し、貨物相当分を計上する。

（１０）．潤滑油（非エネルギー利用）（自動車・鉄道）

石油から得られる液体状の炭化水素製品であって、機械部品の潤滑・防腐・冷却などを目的とした非エネルギー用途に使用されるものを指す。

（A）旅客

自動車―エネルギー生産・需給統計による「その他」向販売量を計上する。

鉄　道―エネルギー生産・需給統計による鉄道用販売量を輸送量で旅客・貨物に比例按分※したのち旅客相当分を計上する。

（B）貨物

自動車―エネルギー生産・需給統計による道路運送用販売量を計上する。

鉄　道―エネルギー生産・需給統計による鉄道用販売量を輸送量で旅客・貨物に比例按分※したのち貨物相当分を計上する。

総合エネルギー統計では、以上に記した（１）～（１０）の項目において取り上げているが、本論文では、（１）～（９）のエネルギー利用のもの使用し、非エネルギー利用である（１０）は省いて計上する。

※旅客・貨物比例按分

―運輸関係統計において、旅客・貨物が明確に分割されていないエネルギー消費については、旅客１名を 0.065 トン（航空については携行荷物込 0.075 トン）として旅客の人・キロ数から旅客のトン・キロ数をまず推計し、これを貨物のトン・キロ数と比例按分することによって、当該輸送機関の消費を旅客・貨物のエネルギー消費に分割推計する。

２．１．２．輸送人員・輸送量

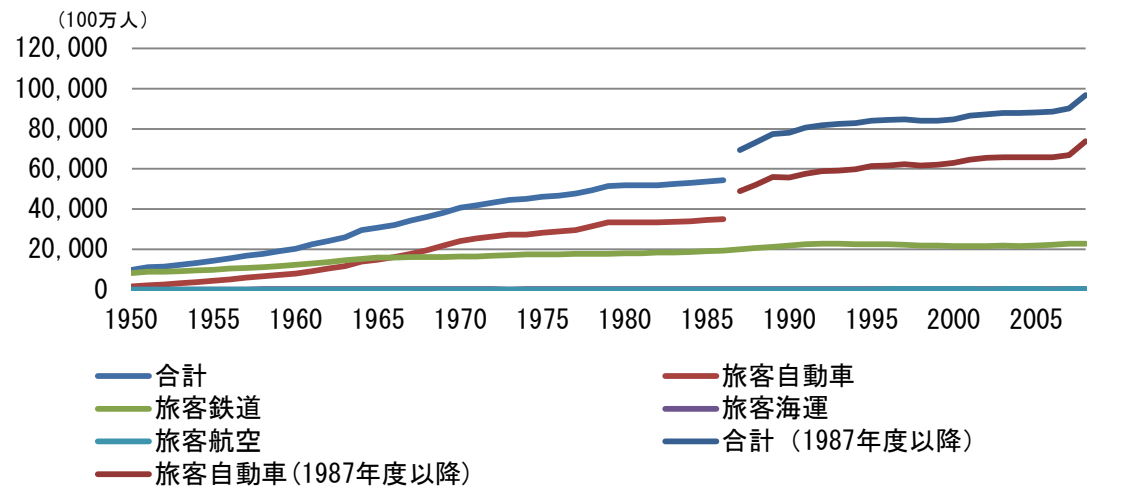


図２－１．旅客輸送人員（人）[6]

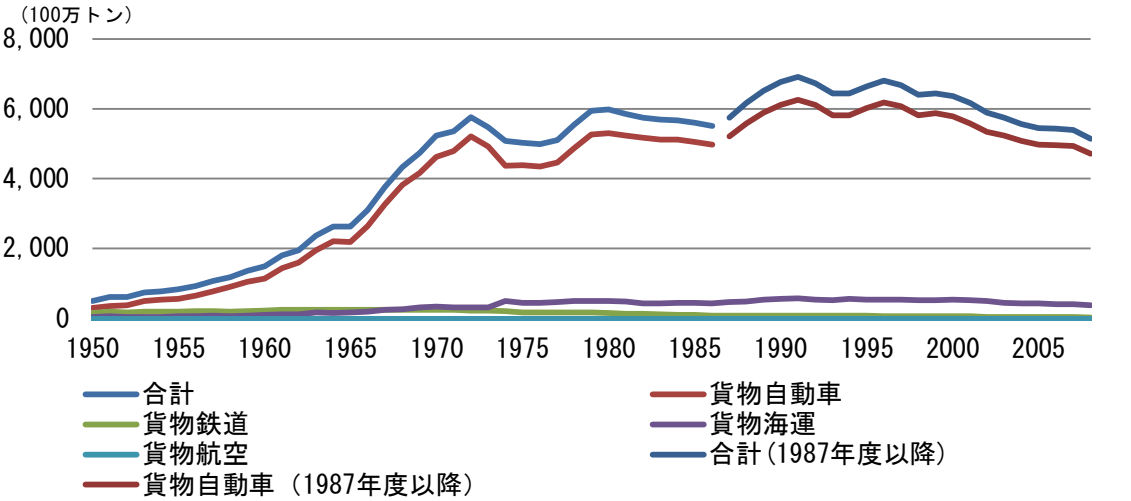


図２－２．貨物輸送量（トン）[6]

1987 年度より自動車統計に軽自動車及び自家用貨物車が加えられたため、連続性をもたない。

戦後まもなくは、旅客輸送において鉄道事業が第一線であった。しかし、日本がいざなぎ景気に入ったころには個人家庭でも自動車を保有するようになり、保有自動車数が 1965-1970 年の 5 年間で 1000 万台以上増加[6]し、それに伴い輸送人員が増加したと考えられる。貨物輸送においては戦後当初から自動車の占める割合が多く、景気の上向きにより次第に増加していった。

２．１．３．輸送人キロ・輸送トンキロ

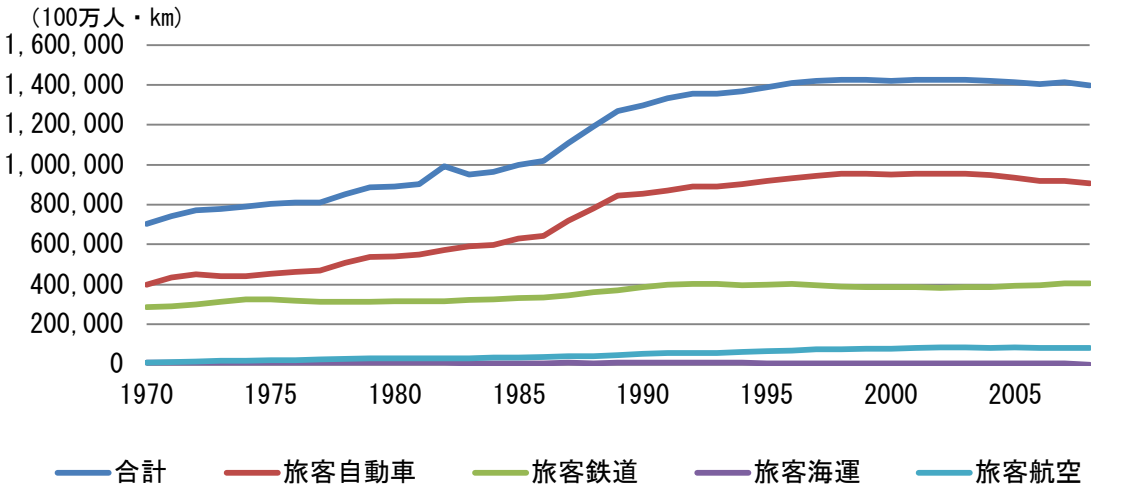


図２－３．　輸送距離（100万人・km）

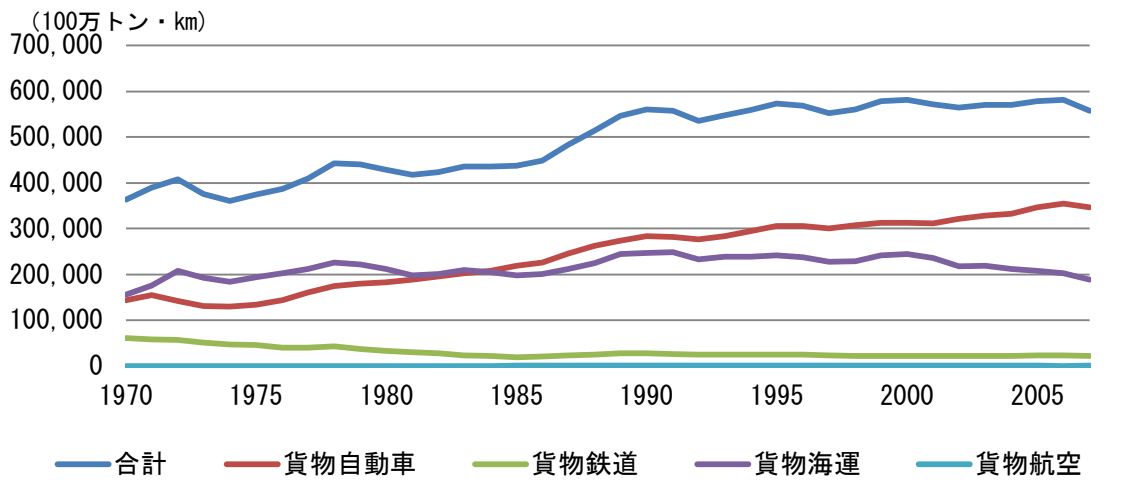


図２－４．　輸送距離（100万トン・km）

同様に 1987 年度より自動車統計に軽自動車及び自家用貨物車が加えられたため、連続性をもたない。

旅客輸送距離のうち、60%以上は自動車輸送により支えられている。旅客船に至っては、10 億人キロにも満たない。貨物輸送距離においては、自動車・海運輸送がほぼ同量ほどであったが、自動車は緩やかに増加していったが、海運はほぼ平たんとなっている。図２－２で記したグラフでは、船舶の占める割合は低かったが、図２－４では約 30%を占めている。船舶では全体的な貨物輸送量は少ないが、長距離の輸送に用いられていることが分かる。

２．１．４．エネルギー消費量

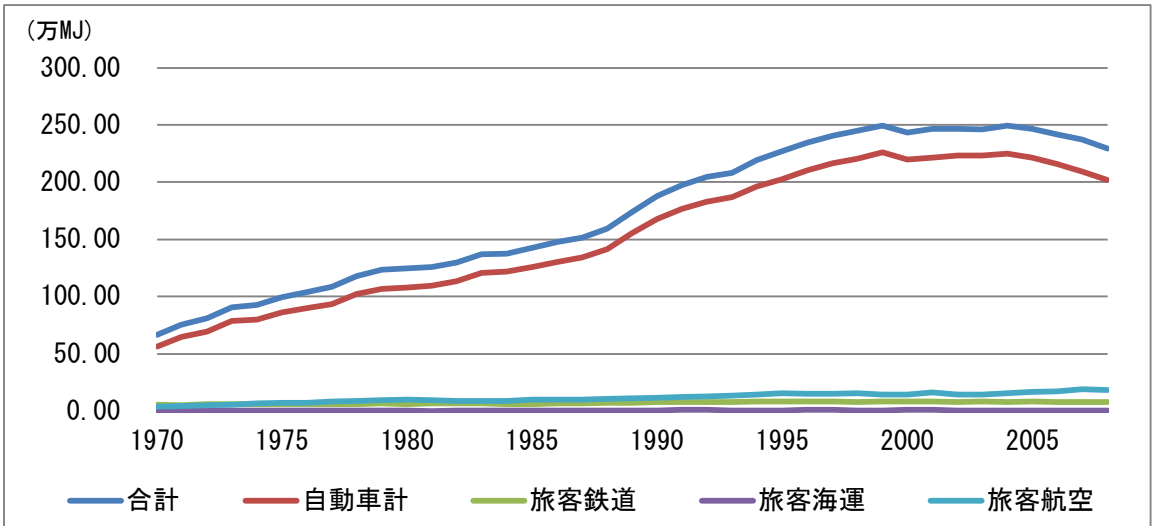


図２－５．エネルギー消費量（MJ）

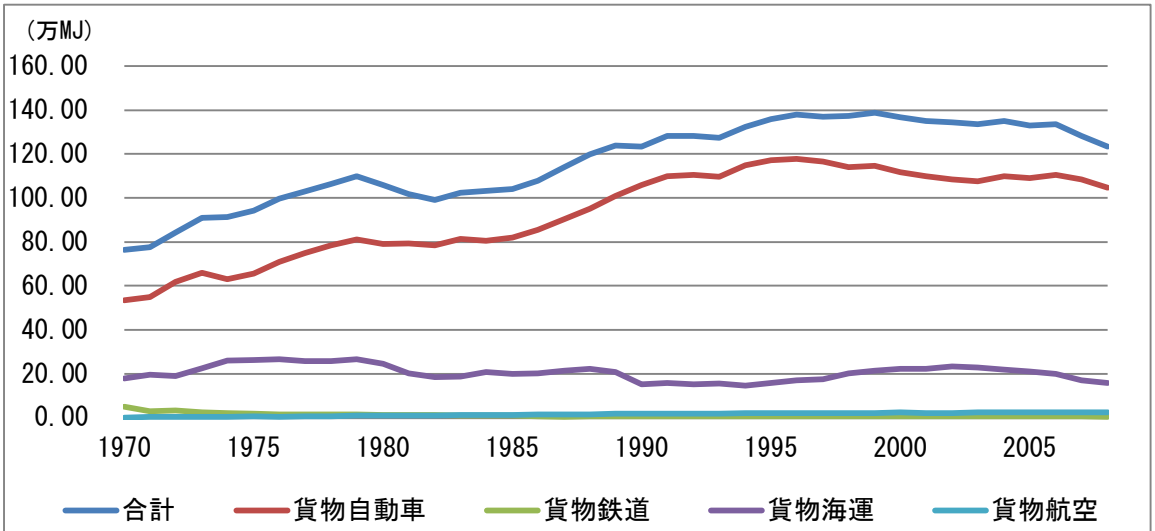


図２－６．エネルギー消費量（MJ）

旅客エネルギー消費量・貨物エネルギー消費量ともに、約 90%を自動車が占めている。鉄道・海運・航空は 5%にも満たない。

２．１．５．エネルギー消費原単位

人一人もしくは貨物１トンを 1km 輸送するのに必要となるエネルギーを『エネルギー消費原単位』とし、下記の通りである。

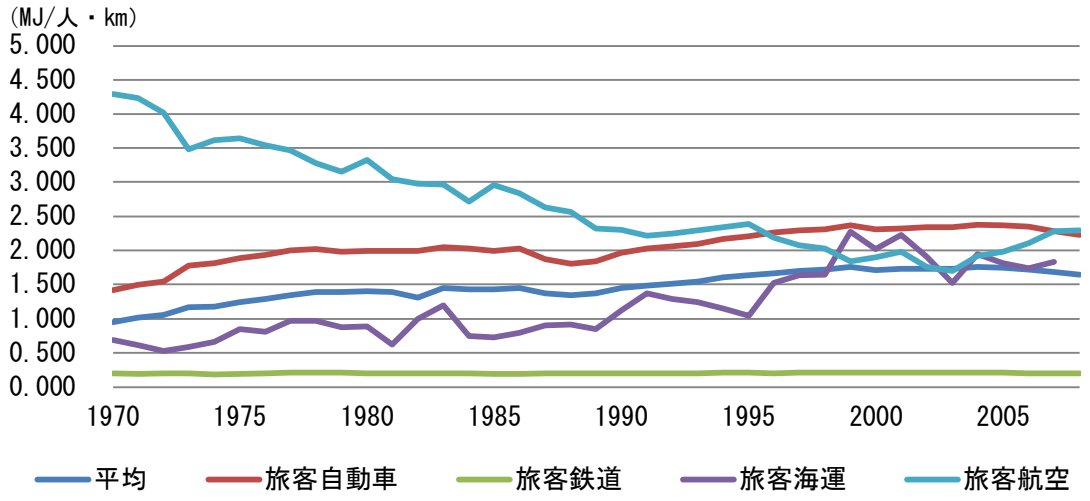


図２－７．　エネルギー消費原単位（MJ/人・km）

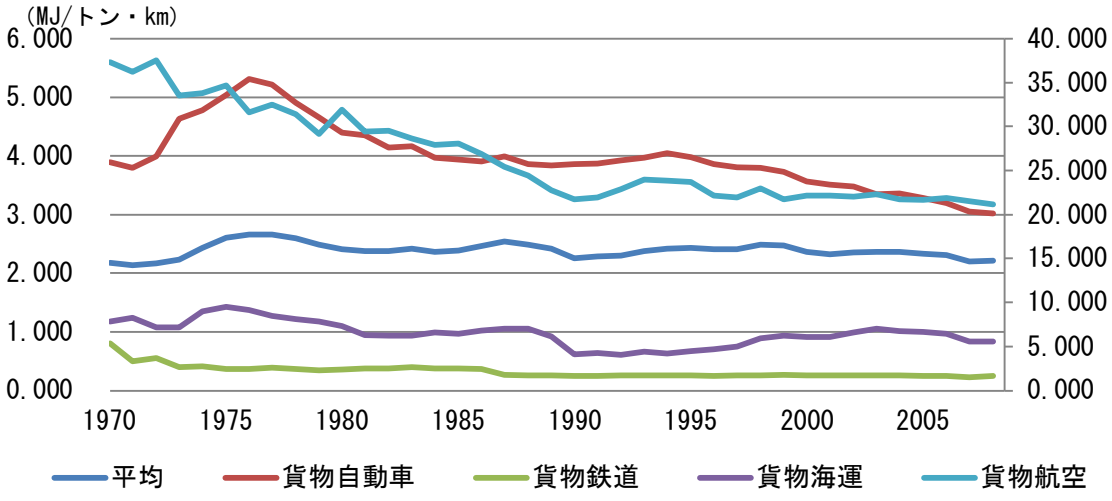


図２－８．エネルギー消費原単位（MJ/トン・km）

日常の輸送移動に用いる自動車及び鉄道を比べると、鉄道輸送を用いると人一人を 1km 輸送するのに 0.2MJ 必要であるのに対し、自動車輸送ではその約 11 倍となる 2.2MJ 必要となる。2.2MJ とは約 600W の家電を 1 時間作動させたときとほぼ同等のエネルギーである。貨物輸送においても、鉄道輸送は約 0.2MJ となり、他と比較すると非常に小さな値となる。

２．２．火災件数

日本国内における総火災件数は、50,000 件台から 60,000 件台の間で増減を繰り返しており、割合としては建物火災が 50%から 60%を占めている。

林野火災は減少傾向にあり、車両火災も 2001 年(8454 件)をピークにして減少傾向にある。船舶火災・航空機火災は総火災件数の１％に満たないほどである。

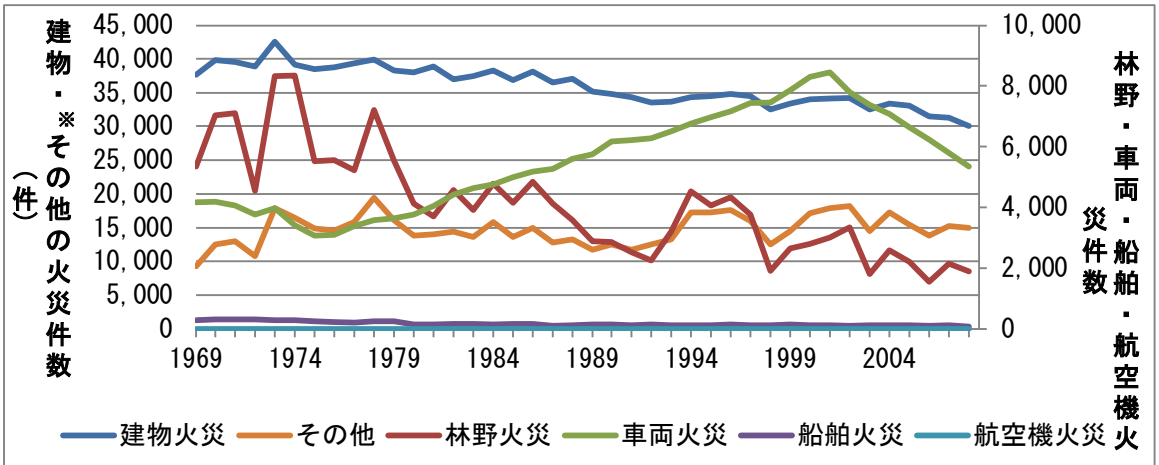


図２－９．火災件数(1969-2008年度)[8)]

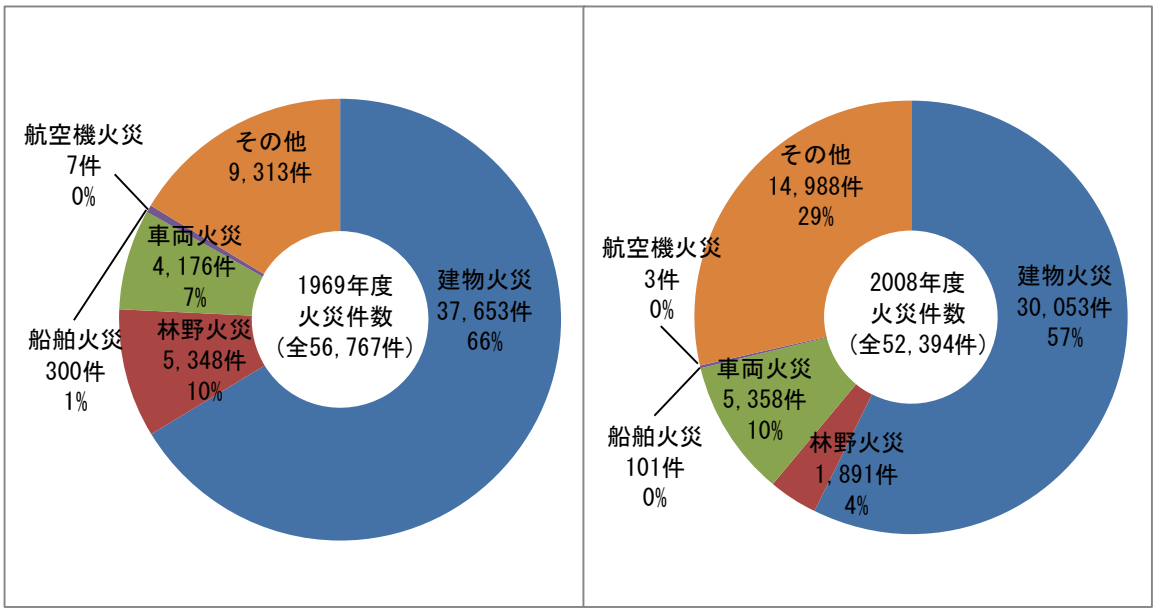


図２－１０．火災件数比較(1969 年度・2008 年度)[8)]

また死者においては、以下図２－１１に記す。1966 年度~2009 年度の消防白書より作成した。全体としては年間 2000 人前後の死者が発生しており、建物火災が全体の 70~75%を占めている。林野火災・船舶火災・航空機火災による死者はもとから人数が少ないため、変動が小さい。車両火災においてはピーク時(2002 年)に比べ、一昨年は半数以下に減少している。

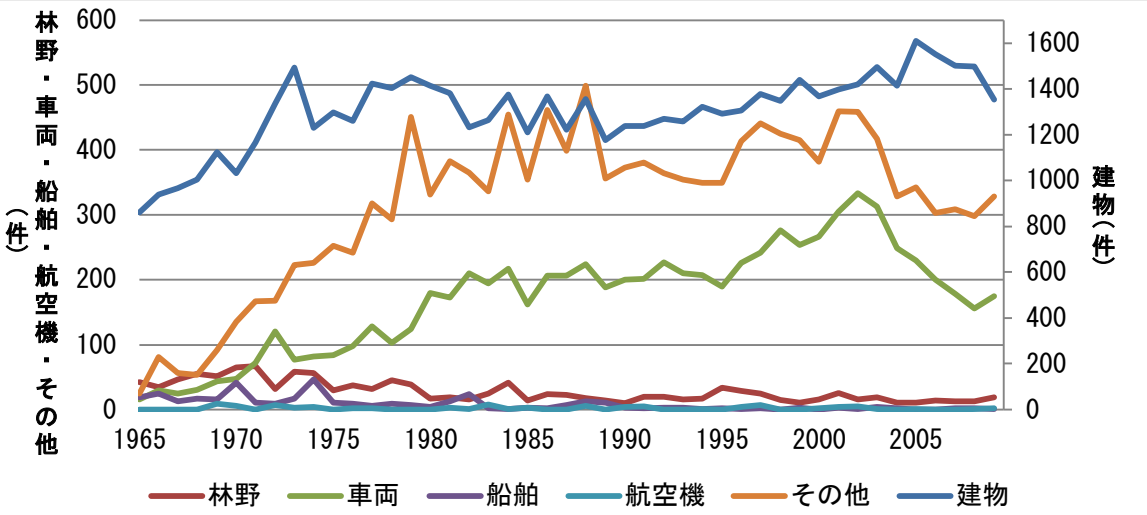


図２－１１．火災死者割合(1965年－2009年)[8)]

※その他の火災―建物・林野・車両・船舶・航空火災の各火災種別に該当しないもの。

例．看板、ネオン塔、広告塔、物干し、日よけ、電話ボックス、アーケード等

２．２．１．建物火災

棟数は、地方税制度に伴った固定資産税の家屋数を用いる。以下表２－７に固定資産税の詳細を記す。

表２－７．固定資産税(値は平成 20 年度)

課税主体	全市町村 （東京都23区の区域内は東京都が課税）
課税客体	土地、家屋及び償却資産 （土地：1 億7,896万筆、家屋：5,963万棟）
納税義務者	土地、家屋又は償却資産の所有者 （土地：3,931万人、家屋：3,906万人、償却資産：396万人）
課税標準	価格（適正な時価） ※ 土地及び家屋は３年ごとに評価替え（平成21年度に評価替えを実施）
税率	標準税率１．４％
税収	８兆７，８１４億円（平成20年度決算額）

棟数はほぼ横ばいながら出火件数は 1 万件ほど減少している。建物 1 軒当たりの火災発生率は減少傾向にあるが、その火災 1 件当たりの死亡者率は増加傾向にある。29,000 軒中 1 件火災発生する計算であり、火災死者率は火災 150 件中 1 人の死者が発生する計算である。

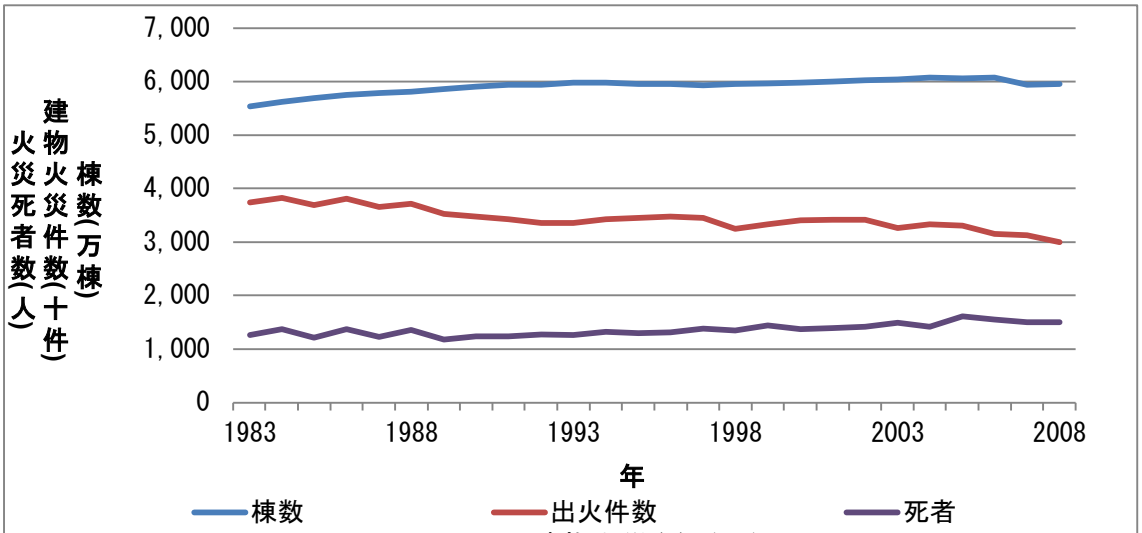


図２－１２．建物火災(A)[8)9)]

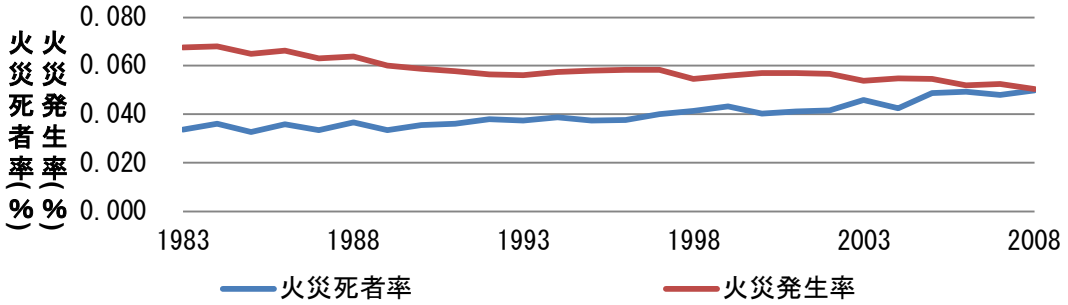


図２－１３．建物火災(B)[8)9)]

２．２．２．航空機火災

航空機の登録数は 1992 年を境に横ばいになり、2600 機から 2800 機の中で推移している(機数の 2004-2008 年資料が不足しているためデータ欠落)。航空機火災は毎年 1 から 10 件の中で推移しており、死者発生率も 0.4(人/件)と建物火災や車両火災と比較すると約 10 倍の値となっている。

また、航空事故とは、以下の航空法第 76 条第 1 項 1 号から 5 号に定めるものとする。

一　航空機の墜落、衝突又は火災

二　航空機による人の死傷又は物件の損壊

三　航空機内にある者の死亡（国土交通省令で定めるものを除く。）又は行方不明

四　他の航空機との接触

五　その他国土交通省令で定める航空機に関する事故

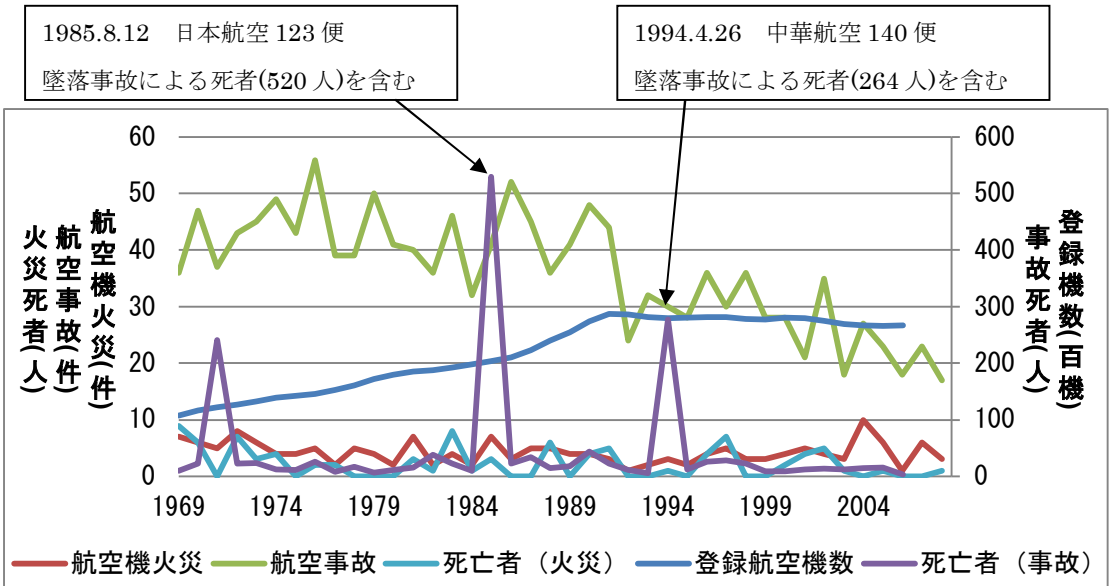


図２－１４．航空機火災(A)[8)10)]

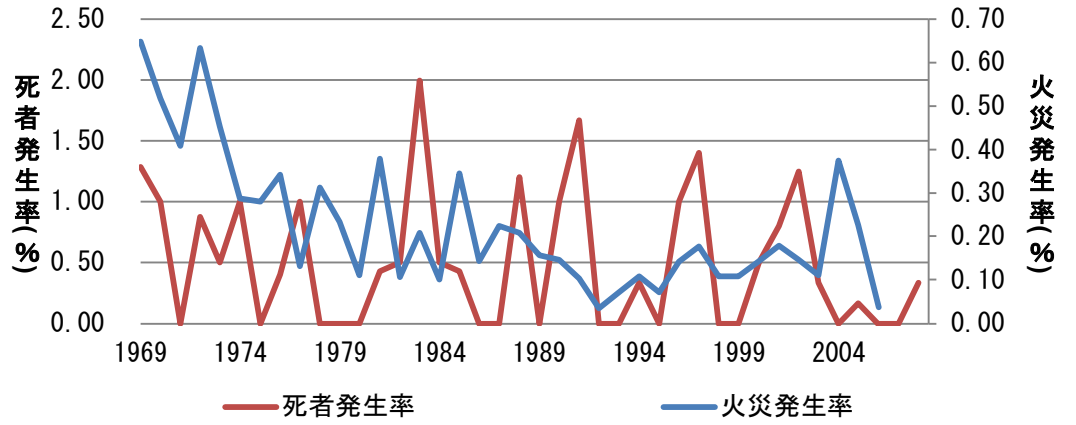


図２－１５．航空機火災(B)[8)10)]

２．２．３．車両火災

建物火災に続き、死者が多く発生しているのが車両火災である。出火件数は林野火災よりも少ないが、一度発生すると火源に接しているために被害が大きくなる傾向にある。

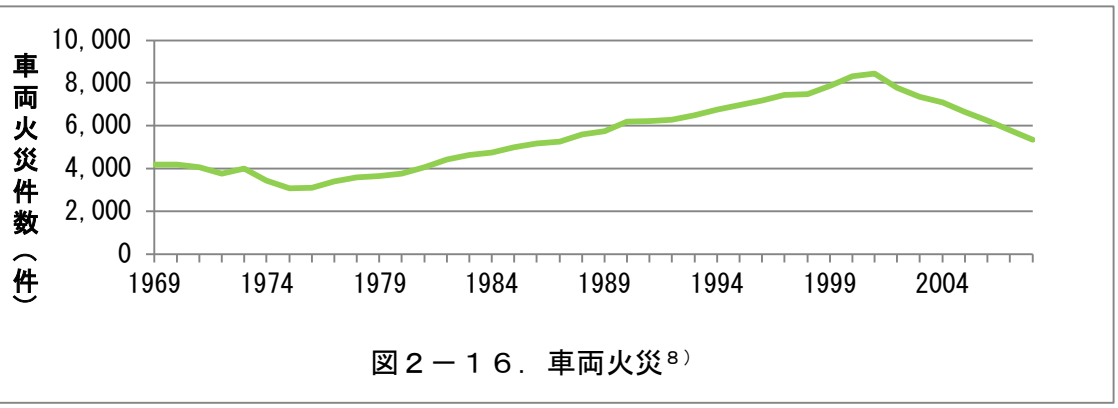


図２－１６．車両火災[8)]

車両火災は 2000 年(発生件数 8,303 件)、2001 年(8,454 件)のピーク以降減少しており、現在(2008 年)も減少傾向である。この時期、日本工業規格（JIS）において難燃化規格「自動車，及び農林用のトラクタ・機械装置－内装材料の燃焼性試験方法」が作られた。その規格による影響が大きいと考える事が出来る。

２．２．３．１．自動車火災

火災報告に自動車火災及び鉄道車両火災の項目はなく、車両火災に統合されている。よって、両方の火災件数及び死亡者の抽出が不可能である。詳細は４章において記すが、鉄道車両火災は自動車火災と比較すると件数・死者数ともに少数なため、自動車火災に含み

比較を行う。

保有車両数は 2006 年にピークを迎え、減少傾向にある。その他は、事故死者は 1992 年→車両火災件数(2001 年)→火災死者(2002 年)→道路事故件数(2003)とピークを迎え、以降減少傾向となっている。

火災発生率も 1960 年代は約 0.05%あったが、現在は 0.007%と、約 5500 台に 1 台火災が発生する計算である。一方、死者発生率は 3～4%を推移しており、火災約 155 件に 1 人死者が発生する程度である。

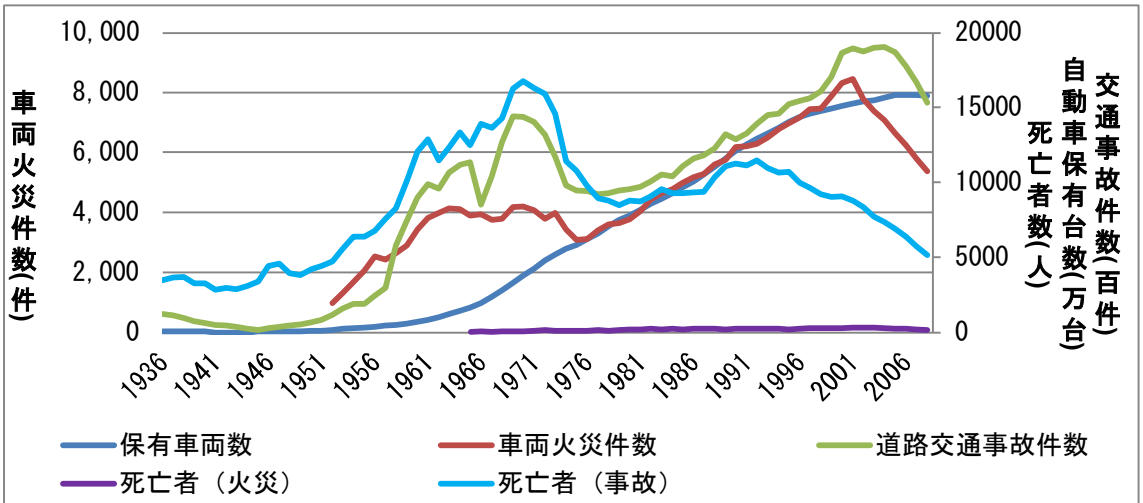


図２－１７．自動車火災(A) [6) 8)]

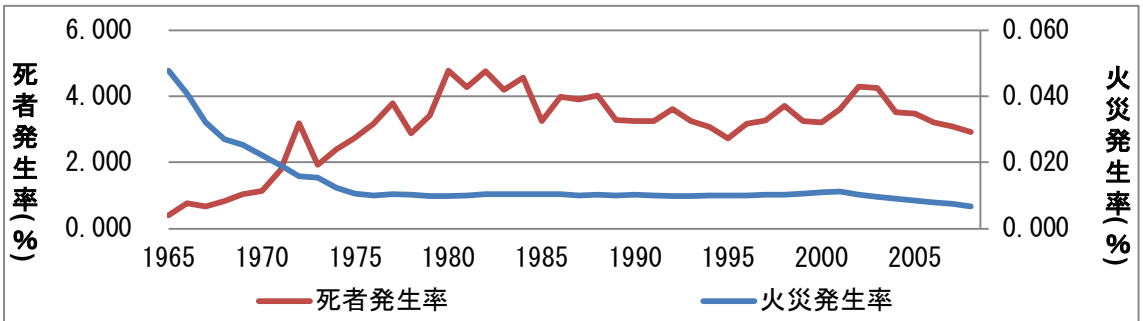


図２－１８．自動車火災(B) [6) 8)]

２．２．３．２．鉄道車両火災

消防白書の「火災件数」の値が前項の理由によって利用できないため、ここでは交通関連統計資料集[6)]の列車火災事故の件数を用いて、考察を行う。

鉄道車両数は戦後減少し、近年は横ばい傾向である。鉄道全体の事故数も同様に減少している。鉄道車両事故の件数も近年では 30 件前後とすくなく、その中で火災事故が占める割合は低い。

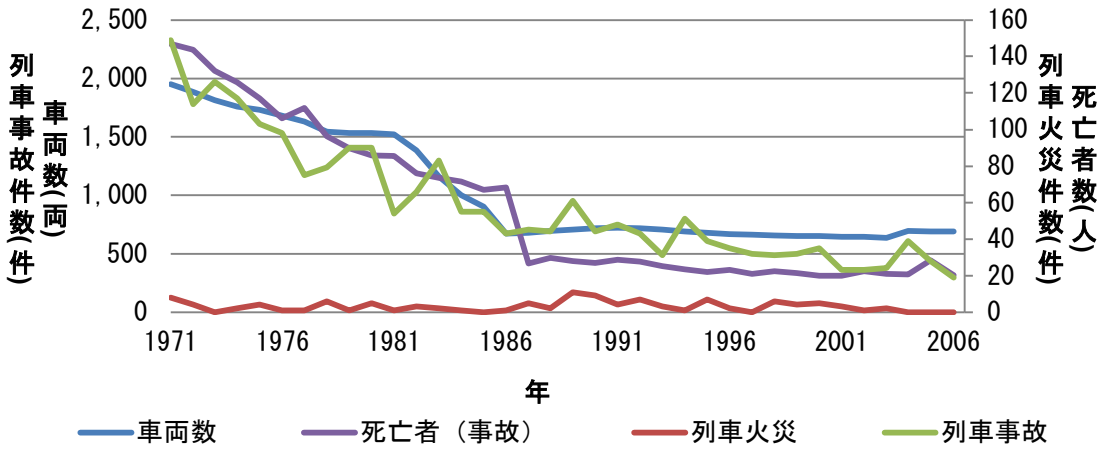


図２－１９．鉄道車両火災[6)]

２．２．４．船舶火災

全体的に減少傾向にある。自動車事故よりも圧倒的に事故発生件数が少なく、事故死亡者は一度事故が発生すると重大事故となる可能性が高いためにばらつきが大きい。船舶 100 隻に 1 件の火災が発生し、その火災 50 件に 1 人の死者が出る計算である。

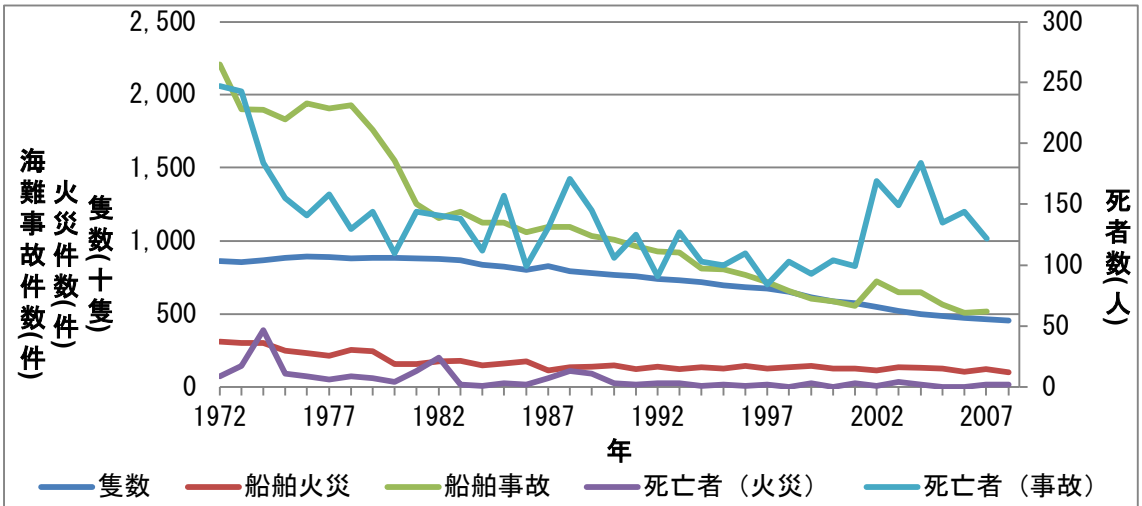


図２－２０．船舶火災(A)[6)8)]

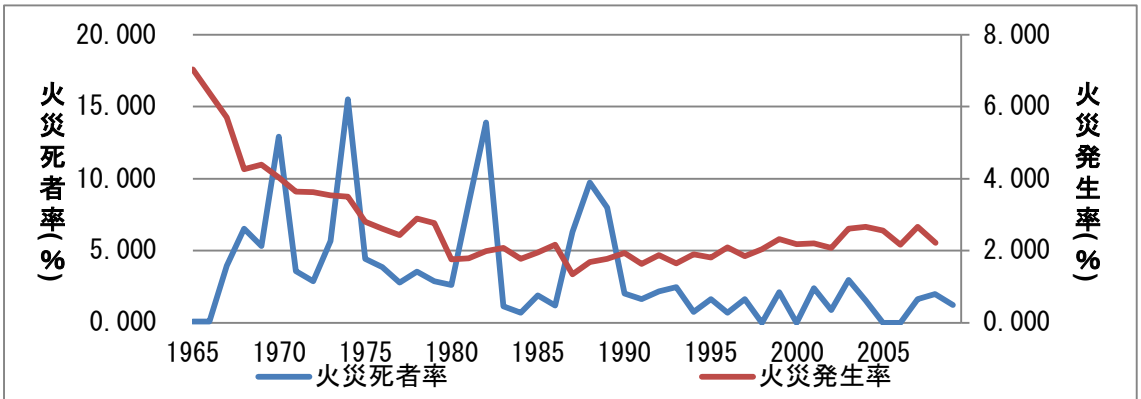


図２－２１．船舶火災(B)[6)8)]

２．３．まとめ

現在の輸送量としては旅客・貨物ともにほぼ自動車が占めており、旅客においては鉄道の約 3.5 倍の輸送量である。それに伴い、エネルギー消費量も自動車が多く締めている。人一人を 1km 輸送するのに鉄道は 0.2MJ 必要であるのに対し、自動車は 2.2MJ 必要としている。

火災件数では、建物火災・車両火災においては全体的に減少傾向であるが、いずれも火災発生率は減少しているが火災死者率が減少していないため、小さな火災は抑制されてきたが、死者の出るような重大火災の抑制がされていないと考えられる。

参考文献

１）電子政府の総合窓口(道路交通法);http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S35/S35HO105.html
２）電子政府の総合窓口(鉄道事業法);http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S61/S61HO092.html
３） 電子政府の総合窓口(商法)；http://law.e-gov.go.jp/htmldata/M32/M32HO048.html
４） 電子政府の総合窓口(航空法)；http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S27/S27HO231.html
５） RIETI(独立行政法人経済産業研究所)， 総合エネルギー統計の解説/2007 年度改訂版 http://www.rieti.go.jp/users/kainou-kazunari/download/index.html
６） 国土交通省(交通関連統計資料集)； http://www.mlit.go.jp/k-toukei/index.html
７） 財団法人日本エネルギー経済：研究所エネルギー・経済統計要覧，省エネルギーセンター，2010
８） 消防庁[編]，消防白書，ぎょうせい，-2010
９） 固定資産の価格等の概要調書；総務省 HP http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichi_zeisei/czaisei/czais.html
１０） 航空統計要覧，日本航空協会，2008

第３章
鉄道車両

３．鉄道車両

３．１．車両の歴史

1872(明治 5)年の鉄道開業当時、国内における製造技術の不足により、材料は全て(木製車体、鋼製台枠鋼製部材、輪軸等)輸入に頼り、外国人技師の指導のもと日本人木工技師達が組み立てを行った。その際、木工技術を補うために多くの建築大工が製造に加わった。

1875(明治 8)年官設鉄道神戸工場にて、1879(明治 12)年、官設鉄道新橋工場で客車が製造されているが、国産されたのは木製車体部分のみで、鋼製部品(台枠等)は輸入に頼っていた。国内における十分な鋼の供給が満たされておらず、客貨車の台枠鉄鋼材の国産化は日露戦争が終わり、八幡製鉄所の生産が軌道に乗る 1904(明治 37)年以降のことだった。そのため、1920 年代までは木製車体の客車が使用された。

当時、日本には鉄道車両の部位に相当する名称がなく、木工技師達が理解しやすいように他の用途で利用されている名称が使われている。土木や服飾などの分野からの他に、最も多いのが建築の分野である。

その後約 50 年間、木製車両が用いられていたが、1926(大正 15)年 9 月 23 日、山陽本線特急列車脱線転覆事故[注)]が発生し、このときに使用されていた木製列車(2 等寝台車)が大破し、死者 34 名負傷者 39 名を数えた。多くの著名人が犠牲にあったことなどから木製車両のぜい弱性が露わになり、翌 1927(昭和 2)年度の車両新造計画から木造客車の枠を抹消し、車体を鋼製のオハ 31 系へ転換を図った。

それまでの木製車両の設計では経験に頼る設計をしていたが、オハ 31 系等鋼製車両の設計では強度計算の手法が本格的に採用された。このオハ 31 系の台枠や車体外側は鋼製だが、屋根は断熱防音のために鉄製の垂木に木製の屋根板張りにしていた。この構造は火災が起きぬ限り強度上の不安はないと判断された。木製から鋼製への転換は火災への懸念よりも、車体そのものの事故や劣化への対処として行われたと考えられる。

また、この翌年 1927(昭和 2)年、東京地下鉄道が開業された。当時の電車は火災防止対策として不燃構造の全鋼製車体が設計された。全鋼製と言っても、客室内壁面は木理で桜やチーク、胡桃を用いていた。床面もキーストンプレートの上にリグノイドを下塗、中塗、上塗と三層に分けて塗りつけるなどの不燃対策だった。

図３―１．銀座線 1001 号車（地下鉄博物館所蔵）

1934(昭和 9)年から 1942(昭和 17)年の 8 年にわたり木製車体の鋼製化が進められ、電車の鋼製化は戦時中に完了した。客車よりも先に電車の鋼製化の流れが先であった。戦時中でも鋼製化が進められた原因として、電化区間は軍需工場の通勤輸送として使用され、緊急増備が要請されたからなどがあげられる。戦時中である 1944(昭和 19)年に製作された 63 系では 1.6mm の鋼板に特殊塗料を塗布し、これを断熱材の代用としていた。

戦後、1947(昭和 22)年 2 月に八高線で脱線転落事故が発生し、死者 184 名を数えたことがきっかけとなり、1949(昭和 24)年から客車もようやく鋼製化へと転換し、8 年後の 1957(昭和 31)年、鋼製化が終了した。

また、戦後には GHQ は 1945(昭和 20)年、9 月 22 日に「降伏後の日本に関する米軍の最初の政策」を発表し、「武装解除並ニ軍国主義ノ抹殺」という一項によって、軍用機・民間機が徹底的に破壊され、民間航空機及び部品などの生産禁止が指令された(1952(昭和 27)年に解除)。これにより、航空機関連の技術者が解雇され、国鉄に約 1000 名の技術者が転籍した。これにより鉄道車両製造に航空技術がもたらされる結果となった。後に張殻構造と呼ばれる外板自体を強度部材とし応力を受け持たせる構造も、上記のような理由も大きく貢献しているのではないかと考えられる。

鋼製化が済んだ現在でも、部位名称は当時の建築物からの代用名称が定着し、利用されている。また、同じような輸入経緯をもつ自動車両にはそのような部位名称は用いられておらず、和製英語による部位名称が定着している（図３－２）。

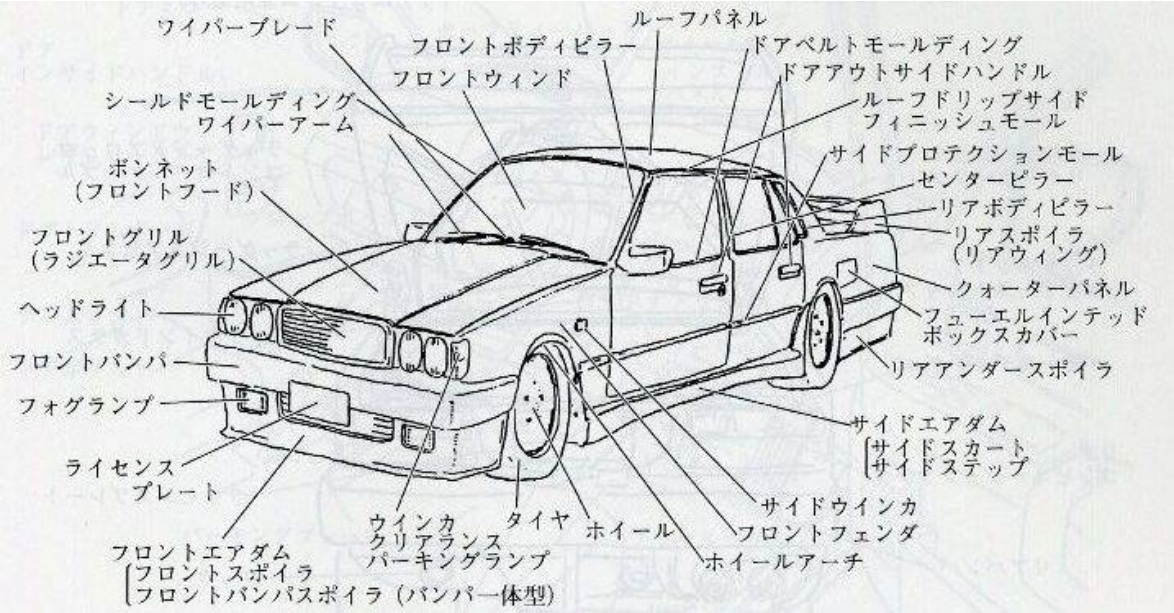


図３－２．自動車の名称例

３．２．鉄道車両部位の名称

鉄道車両は 6 面の直方体により成形されており、それぞれの面ごとに名称が存在する。

上面を「屋根構（やねがまえ）」、下面を「台枠」、進行方向の面を「妻構（つまがまえ）」、乗降を行う出入り口がある面を「側構（がわかまえ）」と呼ぶ（図．３－３）。

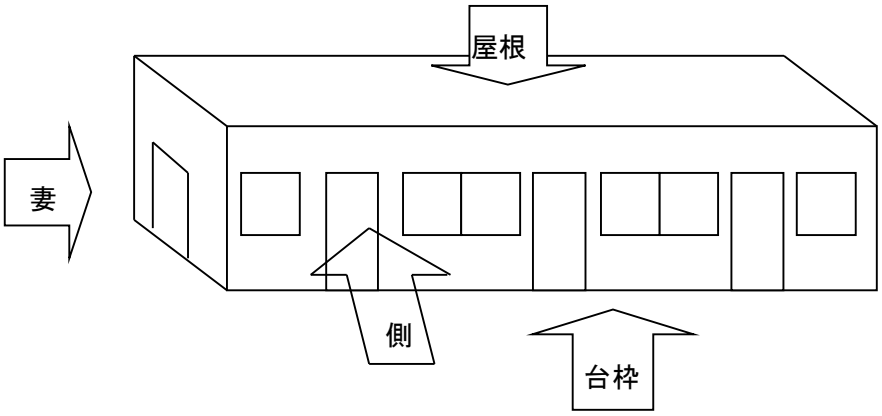


図３－３．車両全体像

1)屋根構 (roof construction)

車両の天井・屋根部分を構成している。「屋根」車体の上部構造のうち、雨樋または雨切りよりも上の部分をいうが、雨樋または雨切りが車体中心線から車体最大幅の三分の一の距離より内側にある場合には、車体中心線からそれぞれ車体最大幅の三分の一の距離までをいう。ただし、屋根の一部が妻部の外板と一体になっているものは、当該部分は「外板」「妻部」とする。

妻構や側構に比べれば受け持つ強度は少ないが、搭載機器(パンタグラフや冷房の室外機等)を屋根上に載せているためにその荷重に耐えうる強度が必要となる。構法としては前後方向に長桁が、左右方向には垂木が骨組みとして組み込まれる工法が主だったが、近年では長桁を用いずに直接垂木を組み、屋根板をはる方法が定着しつつある。

2)側構 (side construction, side wall)

側構は、鉄道車両の左右部分である。屋根構の荷重の大部分を負担している。旅客車に用いられる場合、側構には扉と窓という大きな開口部が設けられており、これを考慮して強度設計が行われる。窓より下の外板を腰板、窓より上の外板を幕板と呼ぶ。

側梁と合体して、縦方向の荷重を一手に支える部分である。また、完成した車両になると乗客の目を一番引く場所になるところから、その作りは「美・強・安全」が求められる部分でもある。裏から見ると長手方向に屋根に近い部分から順番に長桁、幕板帯、腰板帯、腰板補強材がはしっている。さらに縦方向には間柱、戸尻柱、戸袋外柱が立っており、台枠と融合され側面となる。

語源も同様に側面という意味に由来すると考えられる。

3)妻構 (end structure, end construction)

妻構は、鉄道車両の前後部分である。車体の端を垂直に切り落としたような構造の場合を切妻といい、そのうち両側を削った構造の場合を折妻といい、それ以外の場合曲面妻という。

隣接車両と連結して旅客や乗務員の通り抜けが必要とされる場合には、中央部に貫通路が設けられる。また先頭車や機関車の場合は、窓を構成してフロントガラスをはめ込み運転席とする。貫通路と運転席を両立した貫通運転台構造もある。

先頭車両の場合、外観や、衝突時の運転手保護のため丈夫な鋼材が用いられている場合が多い。さらに、前灯、尾灯、ワイパーなどが設置される。貫通路がある場合は貫通幌、またその両側に妻窓が設けられることがある。

建築用語でもあり、建築物の短辺側、あるいは屋根の棟と直角な面を指す「妻」が代用されている。

4)台枠 (underframe, base of wagon)

車両の床、土台基礎を構成している。建築物のような地下からの土台基礎を作ることができないことに加え、台枠の下は車輪によって支えなくてはならない。よって、自重や搭

載物を適切に分散させて脚で支える構造が必要となる。そのため、台枠は梁を組み合わせた枠上構造を用いている。その台枠には構造によって、魚腹形台枠、トラス棒台枠、長形台枠等に分けられるが、その中でも長形台枠がもっとも採用されている。

近年では、機関車、貨車といった重量のある車両には台枠構造を用いるが、客車、電車や気動車といった比較的軽い車両では、線路への負担や輸送エネルギーの低減を考慮し、箱型車体全体で強度を保つ箱型構造(モノコック構造：張殻構造、応力外皮構造)を用いることが多い。

以上の 4 つの面(屋根、側構、妻構、台枠)の詳細を記す。

３．２．１．屋根構

(1)部位名称

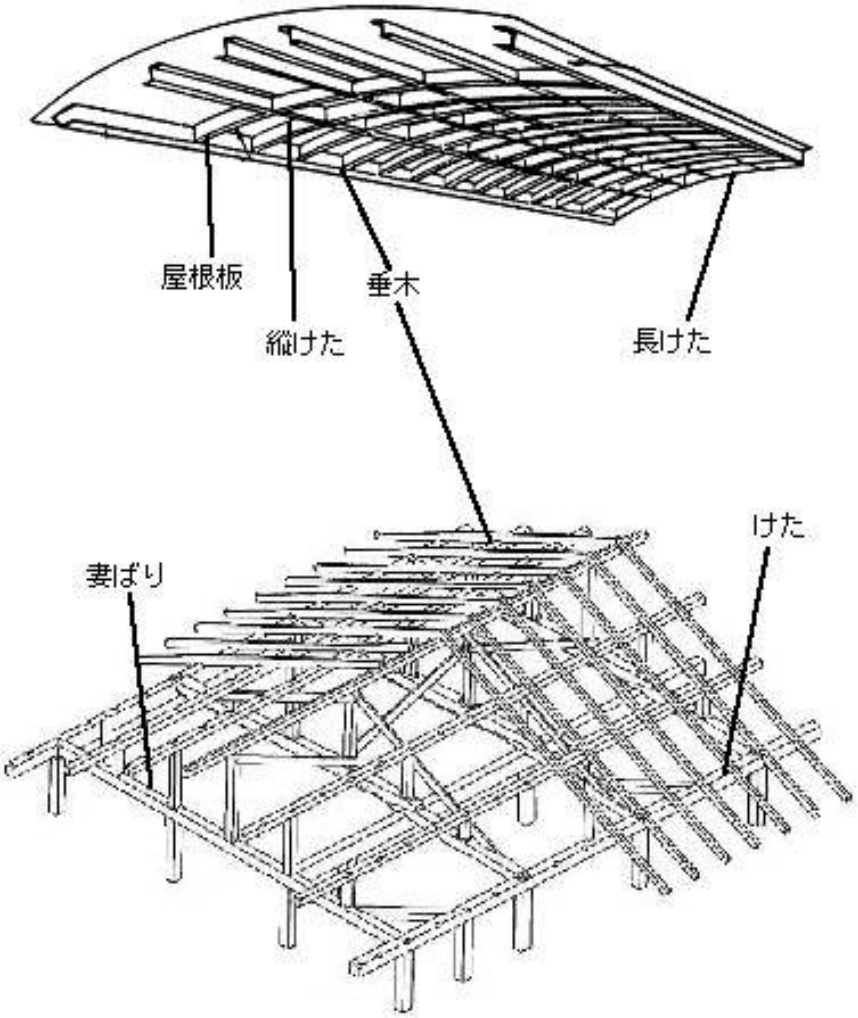


図３－４．屋根（上：鉄道車両（屋根構）、下：建築（小屋組））

1.屋根板　roof sheathing, roof board, roof sheets

垂木や長桁棟の骨組み上に張る外板。屋根板の内側にはガラス綿棟の防音・断熱材が詰められている。

2.垂木　carline

両側の長桁の間又はこれに準じる部分をつないで、屋根を構成する部材。

3.縦けた　purline

屋根構えを構成する骨組み部材のうち、垂木間を車体の長手方向につないだ部材。

5.雨どい　gutter,rain water gutter

屋根の雨水が、側構及び妻に流れおちないように、受け止める溝型の部材。

6.天井　ceiling

屋根の内部又は下面。

7.天井板　ceiling board,head lining
天井に張った板。
8.くしげた板　arched panel

(2)相違点

通常建築物においては妻方向と「はり」と「けた」で骨組を構成しているが、鉄道車両において、「はり」という概念は台枠のみに使用されているため、鉄道車輌の骨組みは「縦けた」と「長けた」で作られている。

また、屋根板を支える役割を果たす「垂木」は鉄道車両・建築物同様である。

３．２．２．側構

(1)部位名称

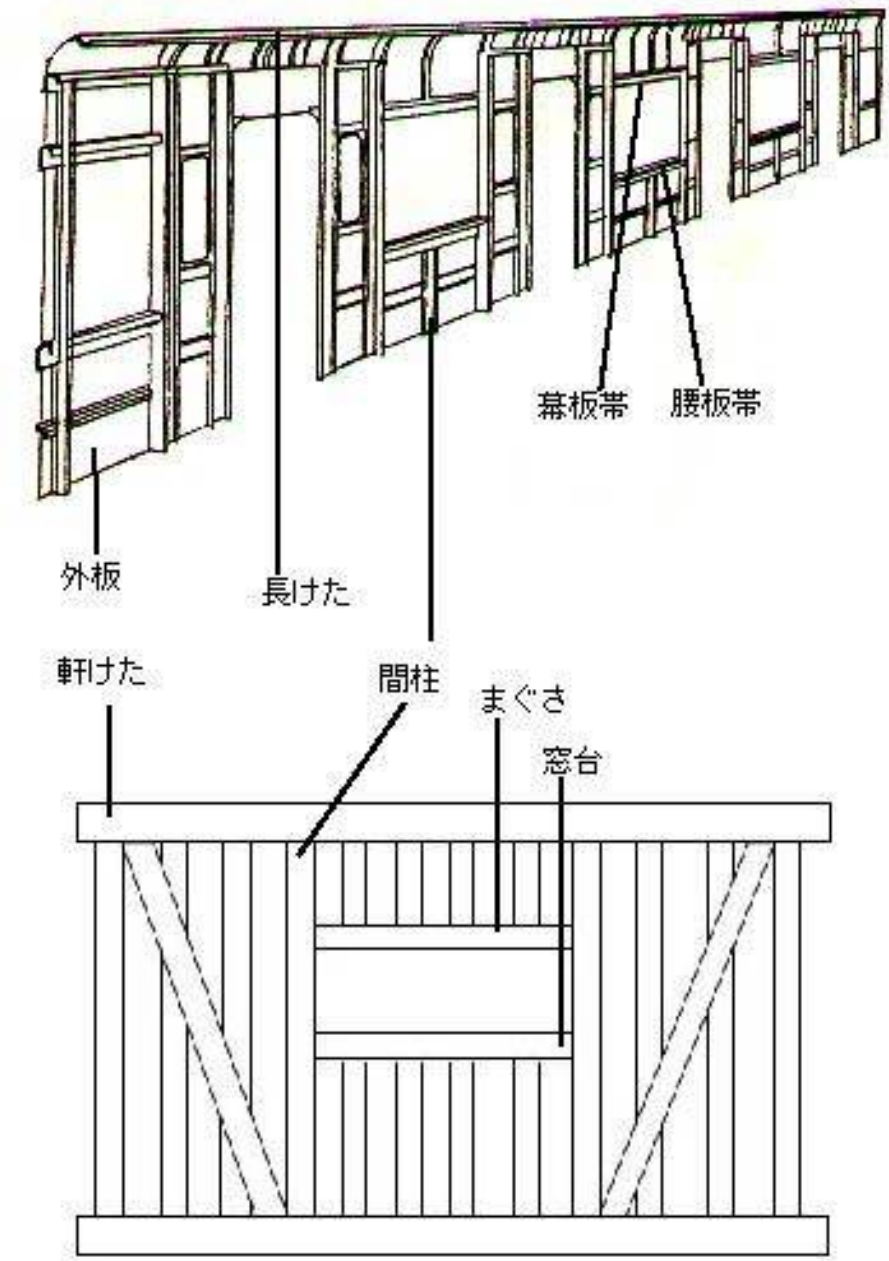


図３－５．壁（上：鉄道車両（側構）、下：建築（軸組））

1.長土台　rocker rail

車体の構造によって、側構えの最下部を通り、柱を支える部材。

2.間柱　intermediate post, window post

窓と窓との間に設けた柱

3.長桁　cantail, side plate

側構えの最上部を通した部材。

4.側桁　side longitudinal member

幕帯、腰帯などの側柱の間をつないだ水平の部材。

5.幕板(幕板帯)　window head(er)

長桁と幕帯の間に張った板。

6.戸尻柱　door end post

戸袋の最も奥にある柱。

7.腰帯　belt rail, window sill

側構えの骨組みのうち、窓の下部に通した水平の部材。

8.隅柱　corner post

一般に、構体の隅に設けた柱

9.かもい　door header, door lintel

入口又はこれに準じる箇所の上部の部材。

10.戸袋外柱　door pocket post

入口柱のうち、戸袋寄りにある柱。

11.腰板　wainscot sheathing, wainscot panel

腰帯から下部に張った板。

12.幕板　frieze board

長けたと幕帯との間に張った板。

13.さん　furring

柱の間またはこれに準じる骨組みを、横又は縦につないだ部材。

14.側柱　side post

隅柱を除いた側構えを構成する柱。

15.内張板　inside panel

化粧、保温などのため、天井及び床以外の車体の内部に張った板。

16.幅木　skirting

内張板の下部に、別に取り付けた板。

(2) 相違点

鉄道車両は、通常の建築物よりも窓や扉などの開口部が多いため、柱一本一本にも役割が多く、建築物では間柱で済んでしまう柱にも、戸尻柱・戸当たり柱など役割の名称が付される事が多い。また、窓の構成材も建築物がまぐさ(もしくは幕板)・窓台であるのに対し、鉄道車両では「幕板」・「腰板」という。建築用語で「腰板」とは仕上げや構造の異なる壁面の下部壁面を指し、一概に開口部の下部壁面のみを指す用語ではないと考えられる。

３．２．３．妻構

(1)部位名称

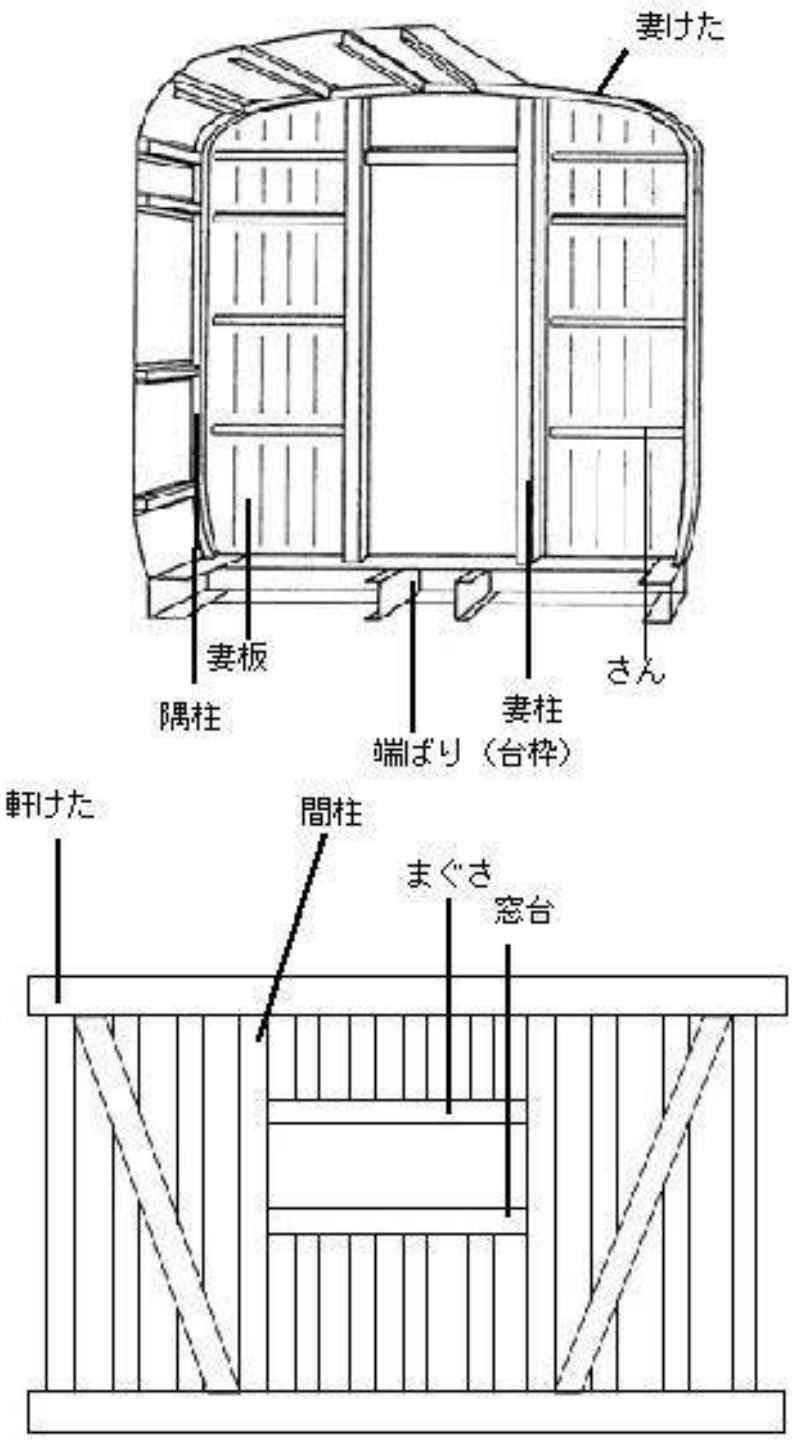


図３－６．壁（上：車両、下：家屋）

1.妻土台　end rail

車体の構造によって、妻構えの最下部を通り、柱を支える部材。

2.妻柱　end post

隅柱を除いた側構えを構成する柱。

18.妻けた　end plate, end horizontal member

妻構えを構成する構成する骨組みのうち、隅柱の上部をつないだ部材。

26.妻板(妻外板)　end plate, end sheet, end sheating

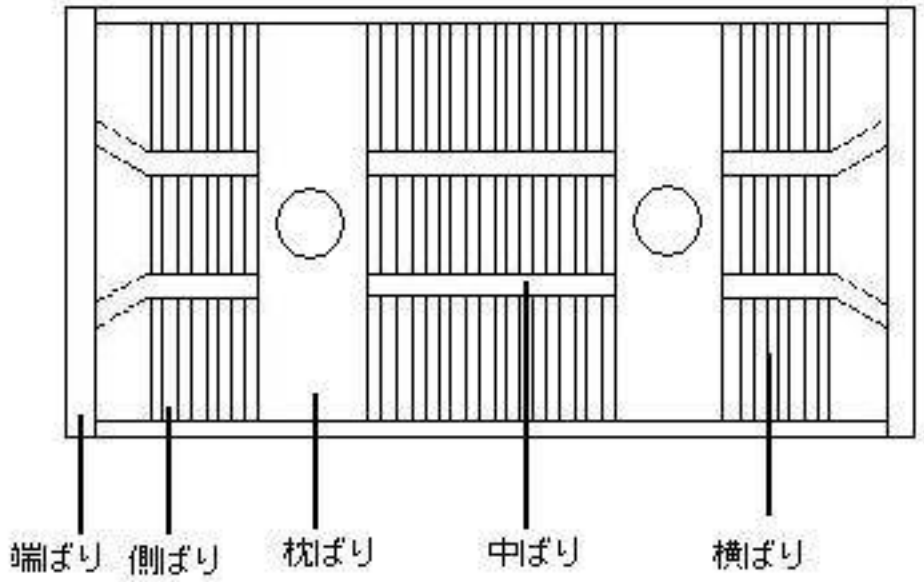
妻構えに張った板。

(2) 相違点

鉄道車輌の妻面は、そのほとんどが軌道の幅により約 3m である。そのため、用いられる柱は極端に少なく、面を構成する隅柱と、開口部を構成する妻柱のみである。窓などの開口部があった場合、側構えと同様に「幕板」・「腰板」と呼ばれる。

３．２．４．台枠（床構え）

(1)部位名称



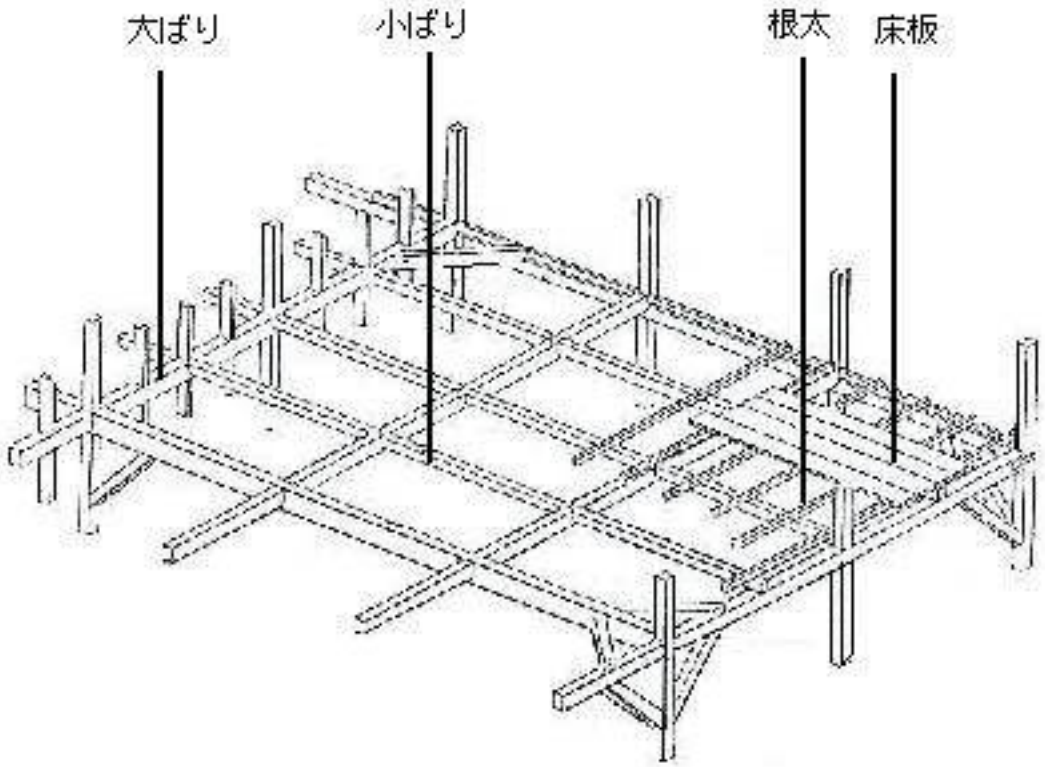


図３－７．床（上：鉄道、下：家屋）

1.中ばり　center sill, draft sill, diagonal, center beam

台枠の中央で、長手方向に通した部材。

2.側ばり　side beam, side sill (米)/ solebar(英)

一般に台枠の左右外側面で長手方向に通した部材。車体構造によって外側面よりも内側に通す場合もある。

3.横ばり　cross beam, cross beaner, cross member

端ばり、枕ばり及び中まくらばりを除いた台枠の横方向の部材。

4,まくらばり　bolster beam,(body)bolster

ボギー車の台枠で、台車中心上にある横方向の大きな部材。

5.端ばり　headstock, end beam, end sill

台枠の前端・後端を形成する横方向の部材。

6.中まくらばり　center filler

まくらばりの一部で、中ばり間を渡り、特に、心皿取付部分として別に設けた部材。

7.床受けばり　floor beam

床を支持して床の上の荷重を台枠に伝達する部材。

8.床板　floor board

床を構成する木板、合板、金属板などの板材。

(2) 相違点

鉄道車両及び建築も床を構成するのははりである。しかし、鉄道車両には根太がなく、床板が受けた荷重を受けるのは床受けばりである。鉄道車両の場合、輸送交通機関であるがゆえに、床の荷重を地面にすぐに伝えられる建築物と異なり、台枠下部に付属する走行機器や車輪などが、鉄道の台枠を構成するのに強く影響している。

３．３．まとめ

鉄道車両は同じ輸送機関である道路車両等より、建築物の構造の影響を多く受けていると考えられる。それは鉄道車両そのものの組立方法及び日本国内における当初の建築技師の製作参加に影響を受けたと考えられる。その影響は鉄道車両の部位の名称に強く出ている（表３－１）。現在、鉄道車両は丈夫で軽量なアルミ・ステンレス製に変わり、構造もシェル構造などが主流になったが、その名称は現在も引き継がれている。

表３－１．鉄道車両・建築物の名称比較

	鉄道車両	建築	概要
屋根構 （小屋組）	屋根板	野地板	屋根に張った板。
	垂木	垂木	けた間をつなぎ、屋根を構成する部材。
	けた	軒けた	垂木間をつないだ部材。
側・妻構 （軸組）	（長・妻）土台	—	最下部を通り、柱を支える部材。
	間柱	間柱	窓と窓の間に設けた柱。
	（側・妻）けた	軒けた	垂木間をつないだ部材。
	（側・妻）柱	柱	隅柱を除いた側（妻）を構成する柱。
台枠 （床組）	中ばり	—	中心となる大きなはり。
	床受けばり	根太	床上の荷重を土台に伝える部材。

注）山陽本線特急列車脱線転覆事故

1926(大正 15)年 9 月 23 日、山陽本線安芸中野駅―海田市駅間にて、先日の集中豪雨により築堤が崩壊し線路が浮き上がったところへ列車がさしかかり脱線した。前方に連結していた木造客車が大破し、多くの著名人を含む 34 名が死亡した。

参考文献

１）久保田博，鉄道工学ハンドブック，グランプリ出版，1995
２）久保田博，日本鉄道車輌史，グランプリ出版，2001
３）星晃ら，図説・鉄道車両はこうして生まれる，学研マーケティング，2007
４）若尾侑，戦後を走った木造車，大正出版，2000
５）日本車両鉄道同好部　鉄道史資料保存会編著，日車の車輌史　図面集―国鉄編上，鉄道史資料保存会，1998
６）鉄道ジャーナル 7 月号，鉄道ジャーナル社，1978

第４章
鉄道車両火災

４．鉄道車両火災

４．１．定義

鉄道車両が原因として燃えた火災、また外因（放火、衝突 等）により結果として車両に飛び火し、車両が影響を受けた火災を『鉄道車両火災』と定義する。また、車両に影響のなかった駅舎及び沿線での火災等は省いている。前章２．１．交通機関で述べた「鉄道」のうち、鉄道事業に用いる交通機関に使用する鉄道車両のことを指す。

（例示）機関車、客車、貨物車 等

４．２．統計データ概要及び検索方法

４．２．１．火災報告

（１）概要

火災報告とは、多様化する災害事象を的確に把握するために総務省消防庁が取りまとめている。その目的として火災報告取扱要領ハンドブック[1)]に以下のように書かれている。

火災報告取扱要領（昭和 43 年 11 月 11 日付け消防総第 393 号、以下「要領」という。）については、統計処理の電算化、報告事項の多様化等に対応するため、数次の改正を行ってきている。しかし、近年社会生活の多様化、都市構造、建築構造等の変化、危険物の増大等により災害事象がますます多様化し、ホテル、旅館、地下街等不特定多数の者が出入りする建物の火災やガス爆発等依然として大きな被害を伴う火災が後を絶たない状況である。また、将来の効果的な予防行政を推進するうえで、火災報告による情報・統計の蓄積とその的確な処理分析により得られるデータが重要となっている。このことから、多様化する災害事象を的確に把握するため、火災報告取扱要領の全部を別紙のとおり改正し、平成 7 年（1995 年）1 月 1 日から実施することとした

上記のような目的により、日本の領土内で発生したすべての火災を調査対象として、当該火災の発生した地域の属する市町村が都道府県を通じて報告義務を負う。

火災報告には火災の発生した市町村コード、出火・覚知時刻、気象状況、出火箇所や損害額合計など多くの詳細が記入されている。

消防行政上において「火災」とは、人の意図に反して発生若しくは拡大し、又は放火により発生した消火の必要がある燃焼現象であって、これを消火するために消火施設又はこれと同程度の効果のあるものの利用を必要とするもの、又は人の意図に反して発生し若しくは拡大した爆発現象を指している。

火災の 3 要素として以下の 3 つが全て含まれていないと、火災ということができない。しかし、爆発現象においてはイ及びウの有無にかかわらず、火災としている。

ア　人の意図に反し、又は放火により発生すること。

イ　消火の必要がある燃焼現象であること。

ウ　消火施設又はこれと同程度の効果のあるものの利用を必要とすること。

例えば、

①風呂屋の煙突から近くの住宅に飛び火して、塩化ビニルの波板が八溶解して孔が開いたが、他に燃えたものはない。

②山林内でたばこの吸い殻から枯れ草に着火し、燃え広がろうとしたのではんてんを脱いで叩き消した。

上記例示①はウの消火効果のあるものの利用を必要としないため、火災ではない。②は消火効果のあるもの（はんてん）を使用したため火災である。

また同様に火災報告における「鉄道車両」とは、鉄道事業法における旅客、貨物の運送を行うための車両又はこれに類する車両を指している。

本論において調査対象としている鉄道車両火災は、下記図３―１．火災マスターレイアウト「火災種別　３　車両火災」のうち、「車両火災の区分　６２　鉄道車両」のものとする。

年	県	火災番号	同一火災内番号	死者番号	年報用出火原因	年報用建物用途	出火場所市町村コード	火災種別	爆発	出火時刻 月	出火時刻 日	出火時刻 曜日	出火時刻 時	出火時刻 分	覚知時刻 月	覚知時刻 日	覚知時刻 曜日	覚知時刻 時	覚知時刻 分
20	14	128244	0	0	27	51	141364	3	0	8	11	2	11	0	8	11	2	14	20

救助開始 月	救助開始 日	救助開始 曜日	救助開始 時	救助開始 分	放水開始 隊防消備常 月	放水開始 隊防消備常 日	放水開始 隊防消備常 曜日	放水開始 隊防消備常 時	放水開始 隊防消備常 分	放水開始 団防消 月	放水開始 団防消 日	放水開始 団防消 曜日	放水開始 団防消 時	放水開始 団防消 分	火勢鎮圧 月	火勢鎮圧 日	火勢鎮圧 曜日	火勢鎮圧 時	火勢鎮圧 分
8	11	2	14	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

鎮火 月	鎮火 日	鎮火 曜日	鎮火 時	鎮火 分	覚知方法	初期消火器具	ポンプ台数 備常	ポンプ台数 団防消	水利 備常	水利 団防消	延人数 員吏	延人数 員団	常備・非常日	消防機関常駐	用途地域	防火地域	特別防火地域	市街地等	少量危険物等
8	11	2	11	8	8	0	0	0	0	0	8	0	1	2	10	2	2	1	0

元火 業態	元火 用途	対象区分	出火箇所	因原火出 発火源	因原火出 経過	因原火出 着火物	状況 天気	状況 風向	状況 風速	状況 温気 +	状況 温気 −	状況 相対湿度	状況 積雪	火災警報	損害額合計（千円）
4213	0	62	4070	1518	15	427	12	17	1	33	0	47	0	1	17

図４－１．火災報告レイアウト

（２）入手方法

開示請求によって入手する。

行政文書開示請求書に必要事項(氏名、住所、連絡先、請求する行政文書、求める開示の実施方法)を記入し(図４－２)、１件(１年分)につき開示請求手数料として 300 円分の収入印紙を貼付の上、総務省の開示請求窓口に提出する。

様式第１号（記載例：法人の場合）

行政文書開示請求書

平成○年○月○日

総務大臣　殿

氏名又は名称：(法人その他の団体にあってはその名称及び代表者の氏名)
株式会社○○○　代表取締役社長　○山○男

住所又は居所：(法人その他の団体にあっては主たる事務所等の所在地)
〒000-0000　○○区○○町○○00-00　TEL　03(0000)0000

連　絡　先：(連絡先が上記の本人以外の場合は、連絡担当者の住所・氏名・電話番号)
○○課○○係　○野○夫　内線 0000

行政機関の保有する情報の公開に関する法律（平成 11 年法律第 42 号）第４条第１項の規定に基づき、下記のとおり行政文書の開示を請求します。

記

１　請求する行政文書の名称等

(請求する行政文書が特定できるよう、行政文書の名称、請求する文書の内容等をできるだけ具体的に記載してください。)

○○に関する報告書（平成 16 年度）

２　求める開示の実施の方法等　(本欄の記載は任意です。)

ア又はイに○印を付してください。アを選択された場合は、その具体的な方法等を記載してください。

(ア) 事務所における開示の実施を希望する。

<実施の方法>　①　閲覧　(②)　写しの交付　③　その他　(　　)

<実施の希望日>

イ　写しの送付を希望する。

開示請求手数料（１件 300 円）	300円　収入印紙をはってください	(受付印)

※　この欄は記入しないでください。

担当課	
備　考	

図４－２．行政文書開示請求書

行政文書開示請求書を提出した３０日内に、開示可能かどうか書面で通達される。その通達から３０日以内に「開示の実施方法等申出書」開示実施手数料とともに提出し、開示の実施を申し出る。開示の実施方法は主に、閲覧もしくは写しの送付があげられる。

（３）資料データ

入手可能であった火災報告は 1995-2008 年であったが、「平成 15(2003)年 6 月 18 日付消防情第 104 号　各都道府県消防防災主管部長あて消防長防災情報室長通知」によると、

⑤　火災報告において火災四半期報（第 3 号様式）の集計を可能にするため、「(50)防火対象物の区分」内の車両火災の区分を「鉄道」、「貨物車」、「乗用車」、「特殊車」、「二輪車」及び「その他」と細分化し、船舶火災の区分を「客船」、「貨物船」、「漁船」、「プレジャーボート」及び「その他」に追加したこと。

とあり、翌年 2004（平成 16）年以前は自動車火災と鉄道車両火災は区分けされておらず、筆者が区分けすることは不可能であることから、今回対象とする期間は 2004-2008 年とする。その間の「鉄道車両火災」の件数を表４－１に記す。

表４－１．火災件数（火災報告）

年	鉄道車両 火災発生件数（件）	車両 火災発生件数（件）
2004	7	7,077
2005	10	6,630
2006	6	6,243
2007	6	5,798
2008	8	5,358

車両火災のうち鉄道車両火災は約 0.1～0.15%ほどのみであり、全体的な件数としては約 0.01%程度である。この 2004-2008 年の 5 年間に死者は発生していない。

４．２．２．運転事故等整理表

（１）概要

鉄道事業法第 19 条及び第 66 条に基づき、鉄道事故等報告規則　第 5 条によって、鉄道事業者は以下のように掲げる鉄道運転事故の発生時、地方運輸局長に報告することを義務付けている。

・乗客、乗務員等に死亡者を生じたもの
・五人以上の死傷を生じたもの
・鉄道係員の取扱い誤り又は車両若しくは鉄道施設の故障、損傷、破壊等に原因があるおそれがあると認められるもの

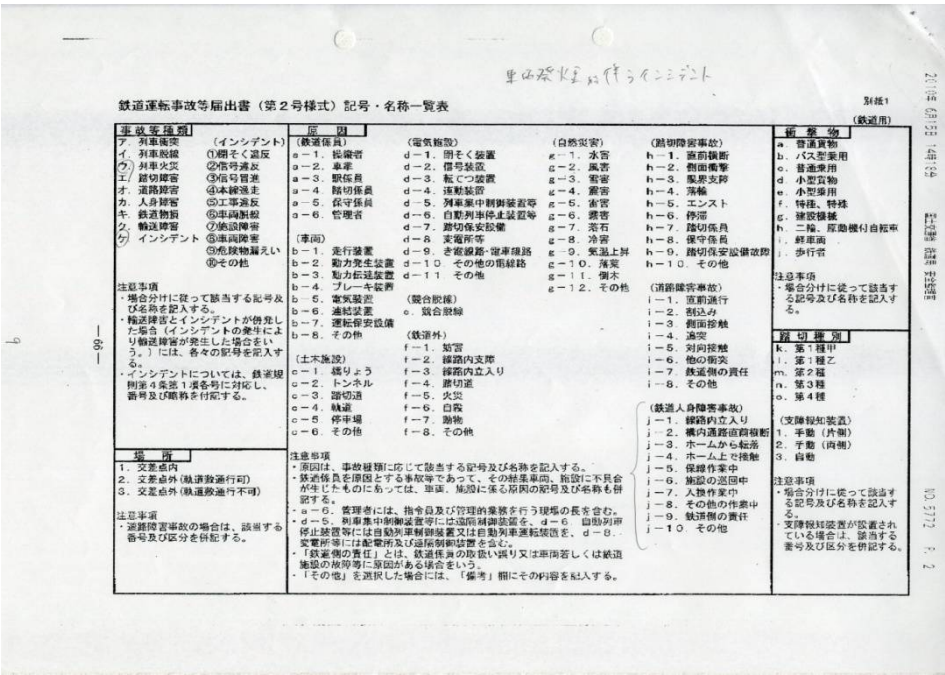
・三時間以上本線における運転を支障すると認められるもの
・特に異例と認められるもの

以上のような事故の発生時は速やかに、
・当該事故の発生の日時及び場所
・当該事故の概要及び原因
・応急処置
・復旧対策
・復旧予定日時等
について電話または口頭で地方運輸局長に速報し、二週間以内に
・該事故の発生の日時及び場所
・当該事故の概要及び原因、被害の状況並びに発生後の対応を記載した鉄道運転事故等報告書
・当該事故の調査上必要と認める図面、書類等
を地方運輸局長に提出することとしている。

（２）入手方法

開示請求によって入手する。

開示方法は、鉄道事故等届出書　記号・名称一覧表（図４－３)の中から該当するもの（本稿の場合、「ウ。列車火災」及び「ケ。インシデント」において結果的に火もしくは煙が発生したもの）を行政開示請求書（図４－４）に記入し、国土交通省広報課情報公開室に提出する。一か月ほどで情報開示が可能な場合、行政文書開示決定通知書が郵送され、不可能な場合には理由書が郵送される。その際に再び「行政文書の開示の実施方法等申出書」を記入し、提出する。約１か月後、本データが郵送される。



鉄道運転事故等届出書（第２号様式）記号・名称一覧表

別紙1

（鉄道用）

事故等種類

ア．列車衝突　（インシデント）
イ．列車脱線　①柵そく違反
ウ．列車火災　②信号違反
エ．踏切障害　③信号冒進
オ．道路障害　④本線逸走
カ．人身障害　⑤工事違反
キ．鉄道物損　⑥車両脱線
ク．輸送障害　⑦施設障害
ケ．インシデント　⑧進路障害
⑨危険物漏えい
⑩その他

注意事項
・場合分けに従って該当する記号及び名称を記入する。
・輸送障害とインシデントが併発した場合（インシデントの発生により輸送障害が発生した場合をいう。）には、各々の記号を記入する。
・インシデントについては、鉄道規則第４条第１項各号に対応し、番号及び略称を付記する。

場所

1．交差点内
2．交差点外（鉄道敷通行可）
3．交差点外（鉄道敷通行不可）

注意事項
・連鎖障害事故の場合は、該当する番号及び区分を併記する。

原因

（鉄道係員）
a－1．指導者
a－2．車掌
a－3．駅係員
a－4．踏切係員
a－5．保守係員
a－6．管理者

（車両）
b－1．走行装置
b－2．動力発生装置
b－3．動力伝達装置
b－4．ブレーキ装置
b－5．電気装置
b－6．連結装置
b－7．運転保安設備
b－8．その他

（土木施設）
c－1．橋りょう
c－2．トンネル
c－3．踏切道
c－4．軌道
c－5．停車場
c－6．その他

（電気施設）
d－1．閉そく装置
d－2．信号装置
d－3．転てつ装置
d－4．連動装置
d－5．列車集中制御装置等
d－6．自動列車停止装置等
d－7．踏切保安設備
d－8．変電所等
d－9．き電線路・架線路
d－10．その他の電線路
d－11．その他

（競合脱線）
e．競合脱線

（鉄道外）
f－1．気象
f－2．線路内支障
f－3．線路内立入り
f－4．踏切道
f－5．火災
f－6．自殺
f－7．動物
f－8．その他

（自然災害）
g－1．水害
g－2．風害
g－3．雪害
g－4．雷害
g－5．雹害
g－6．震害
g－7．落石
g－8．冷害
g－9．気温上昇
g－10．落葉
g－11．倒木
g－12．その他

（踏切障害事故）
h－1．直前横断
h－2．側面衝撃
h－3．脱線支障
h－4．落輪
h－5．エンスト
h－6．停滞
h－7．踏切係員
h－8．保守係員
h－9．踏切保安設備故障
h－10．その他

（消防障害事故）
i－1．直前通行
i－2．割込み
i－3．側面接触
i－4．追突
i－5．対向接触
i－6．他の衝突
i－7．鉄道側の責任
i－8．その他

（鉄道人身障害事故）
j－1．線路内立入り
j－2．構内通路直前横断
j－3．ホームから転落
j－4．ホーム上で接触
j－5．保線作業中
j－6．施設の巡回中
j－7．人員作業中
j－8．その他の作業中
j－9．鉄道側の責任
j－10．その他

注意事項
・原因は、事故種類に応じて該当する記号及び名称を記入する。
・鉄道係員を原因とする事故等であって、その結果車両、施設に不具合が生じたものにあっては、車両、施設に係る原因の記号及び名称も併記する。
・a－6．管理者には、指令員及び管理的業務を行う現場の長を含む。
・d－5．列車集中制御装置等には遠隔制御装置を、d－6．自動列車停止装置等には自動列車制御装置又は自動列車運転装置を、d－8．変電所等には配電所及び遠隔制御装置を含む。
・「鉄道側の責任」とは、鉄道係員の取扱い誤り又は車両著しくは鉄道施設の故障等に原因がある場合をいう。
・「その他」を選択した場合には、「備考」欄にその内容を記入する。

術業物

a．普通貨物
b．バス営業用
c．普通乗用
d．小型貨物
e．小型乗用
f．特種、特殊
g．建設機械
h．二輪、原動機付自転車
i．軽車両
j．歩行者

注意事項
・場合分けに従って該当する記号及び名称を記入する。

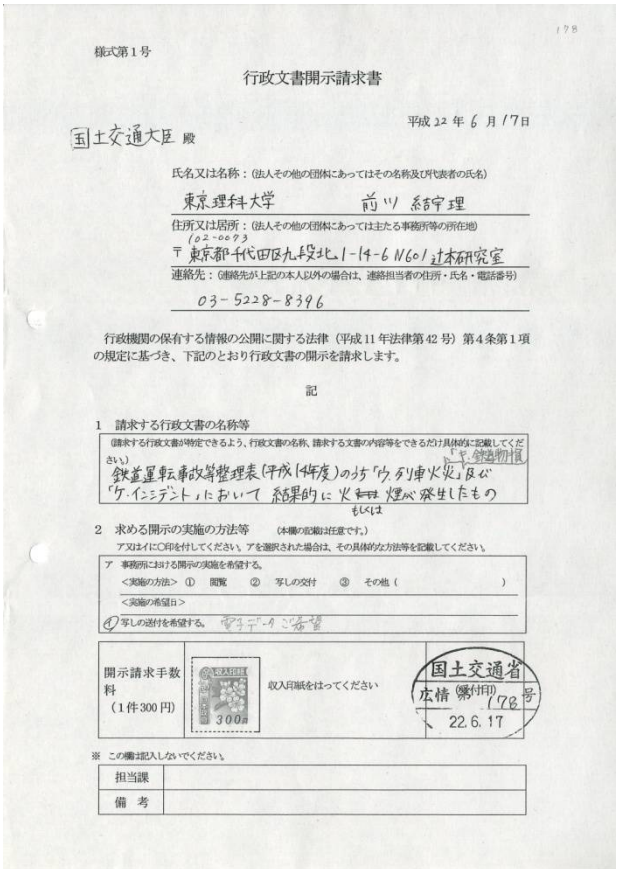
踏切種別

k．第１種甲
l．第１種乙
m．第２種
n．第３種
o．第４種

（支障報知装置）
1．手動（片側）
2．手動（両側）
3．自動

注意事項
・場合分けに従って該当する記号及び名称を記入する。
・支障報知装置が設置されている場合は、該当する番号及び区分を併記する。

図４－３．鉄道事故等届出書　記号・名称一覧表



様式第１号

行政文書開示請求書

平成 22 年 6 月 17日

国土交通大臣 殿

氏名又は名称：（法人その他の団体にあってはその名称及び代表者の氏名）
東京理科大学　前川 紘宇理

住所又は居所：（法人その他の団体にあっては主たる事務所等の所在地）
〒 162-0873 東京都千代田区九段北1-14-6 N601 辻本研究室

連絡先：（連絡先が上記の本人以外の場合は、連絡担当者の住所・氏名・電話番号）
03-5228-8396

行政機関の保有する情報の公開に関する法律（平成11年法律第42号）第4条第1項の規定に基づき、下記のとおり行政文書の開示を請求します。

記

1　請求する行政文書の名称等
（請求する行政文書が特定できるよう、行政文書の名称、請求する文書の内容等をできるだけ具体的に記載してください。）
鉄道運転事故等整理表（平成14年度）のうち「ウ．列車火災」及び「ケ．インシデント」において結果的に火もくは煙が発生したもの　「エ．鉄道物損」

2　求める開示の実施の方法等　（本欄の記載は任意です。）
アまたはイに○印を付してください。アを選択された場合は、その具体的な方法等を記載してください。

ア　事務所における開示の実施を希望する。
<実施の方法>　①　閲覧　②　写しの交付　③　その他（　　）
<実施の希望日>
④写しの送付を希望する。　電子データでご希望

開示請求手数料（1件300円）	収入印紙 300円	収入印紙をはってください	国土交通省 広情 178 号 22.6.17

※　この欄は記入しないでください。

担当課	
備　考	

図４－４．行政開示請求書

（３）資料データ

資料データは平成 14(2002)年より存在し、Microsoft Excel で作成されている。

項目は「運輸局」事業者名」「発生日時」「事故等種類」「場所」「原因」「概要」「列車状況(運休・遅延)」「死傷者数」「再発防止策」などが掲載されている。発生状況等は、当該事業者が国土交通省に義務付けられて提出したものであることにより、非常に詳細な状況をうかがい知ることが可能である。しかし、重要な事故と捉えられていない事故に対しては全くの情報が収集されていない。

４．２．３．交通関連統計資料集（運輸安全委員会）

（１）概要

交通関連統計資料集は、交通・運輸に関連した資料を収集したものをもとに、広く簡便に利用するために国土交通省が作成したものである。2006（平成 18）年までは「陸運統計要覧」という名称であったが、2007（平成 19）年に「交通関係エネルギー要覧」と整理・統廃合された。

内容は以下表４－２に記す。

表４－２．交通関連統計資料集目次

Ⅰ．国内統計	Ⅰ－１　総括
	Ⅰ－２　輸送
	Ⅰ－３　観光
	Ⅰ－４　事業
	Ⅰ－５　施設車両等
	Ⅰ－６　公害・事故
	Ⅰ－７　経済
Ⅱ．海外統計	Ⅱ－１　輸送
	Ⅱ－２　観光
	Ⅱ－３　施設
	Ⅱ－４　保有
	Ⅱ－５　事故
	Ⅱ－６　主要 5 カ国における国別の主要交通統計
Ⅲ．交通関連エネルギー	Ⅲ－１　世界のエネルギー情勢
	Ⅲ－２　我が国のエネルギー情勢
	Ⅲ－３　交通関係のエネルギー情勢

上記表の『Ｉ－６　公害・事故』の項目の中に『Ｉ－６－１２鉄道運転事故件数の推移』というものがあり、列車衝突、列車脱線、列車火災、踏切障害、道路障害、人身傷害、物損等の件数が記入されている。

（２）入手方法

国土交通省の交通関係統計等資料のホームページ(http://www.mlit.go.jp/k-toukei/index.html）にて調査名に「交通関連統計資料集」、報告書名に「交通関連統計資料集」を入力し、検索する（図４－５）。

図４－５．交通関連統計資料集

（３）資料データ

この資料は、1971 年から国土交通省が「簡便な利用のために」作成したものである故に、記載は件数のみで、詳細データは全くない。

４．２．４．新聞記事（朝日新聞データベース聞蔵）

（１）概要

朝日新聞データベース「聞蔵」は、web 上で新聞記事を検索できる有料サービスである。データ内容としては、1985 年以降の新聞記事（テキスト）、縮刷版「昭和（戦後）」に加えて、AERA（1988 年 5 月創刊号～）や週刊朝日（2000 年 4 月～）などの雑誌類も検索可能である。沖縄県を除く 46 都道府県の地域面記事も検索可能である。

（２）入手方法

「聞蔵」ホームページ（http://database.asahi.com/library2/）にアクセスを行い、ログインをする。すると、図４－６のような画面が現れ、キーワードを入力する。

今回はキーワードには『(車 or 線 or 鉄道)and(火 or 煙 or ボヤ or 焼)』と入れ、1945 年から 2009 年 12 月 31 日までを調査対象とした。

検索方法としては、「聞蔵」のホームページにおいて、キーワードとして(車 or 線 or 鉄道)and(火 or 煙 or ボヤ or 焼)と記入し、検索を行う。キーワードは記事のタイトルもしくは記事本文（選択可）の中から対応する語を検索している。次に図４－７のような画面がされ、記事名をクリックすると、新聞記事を見る事が出来る(図４－８)。

図４－６．朝日新聞記事検索①

図４－７．朝日新聞記事検索②

図４－８．新聞記事検索③

（３）資料データ

検索の結果、160,007 件検出され、この中には『車内禁煙化促進～』などの火災発生とは関係のない記事も検出されるため、記事の絞り込みは筆者の判断により行った。その結果、313 件が火災発生の記事と判断できた。詳細は下記図４－９．に記す。

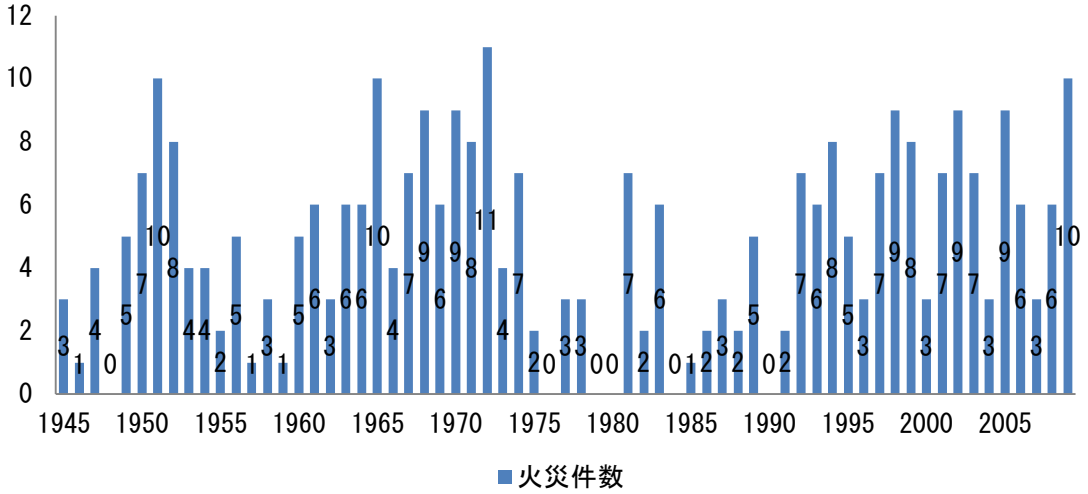


図４－９．火災件数（新聞記事）

また、この資料には「日時」「場所」「列車影響」の記載が多く、その他の情報・写真に対しては記事の大きさに対してまちまちである。

４．３．結果及び比較

４．３．１．件数

４．２で収集した資料データを以下に記す（図４－１０～１４）。

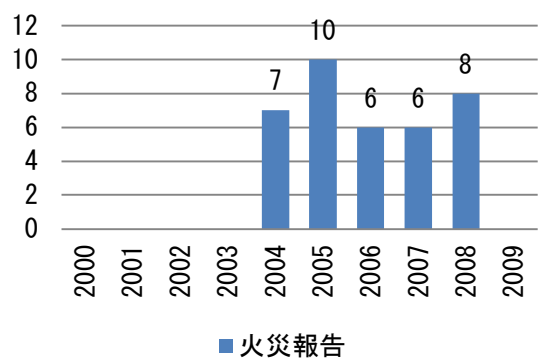


図４－１０．火災報告

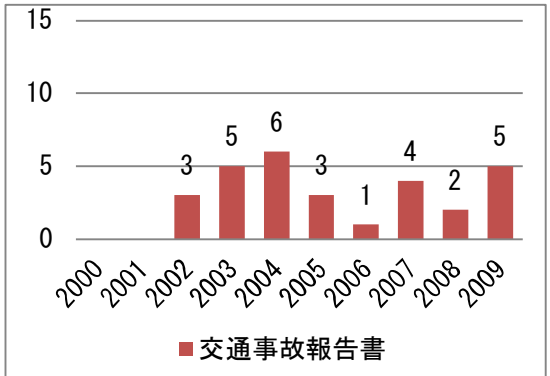


図４－１１．交通事故等報告書

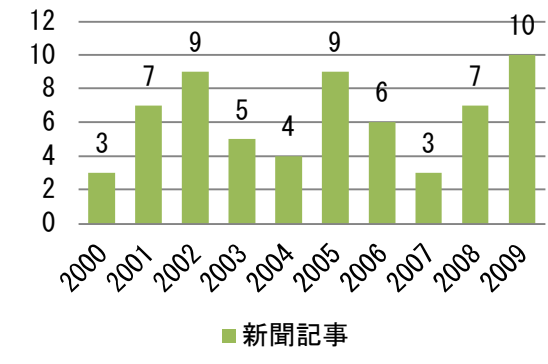


図４－１２．新聞記事

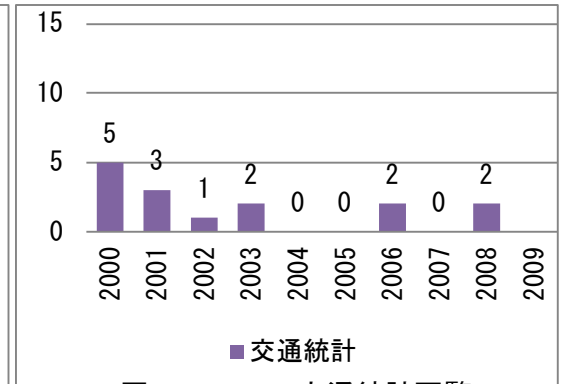


図４－１３．交通統計要覧

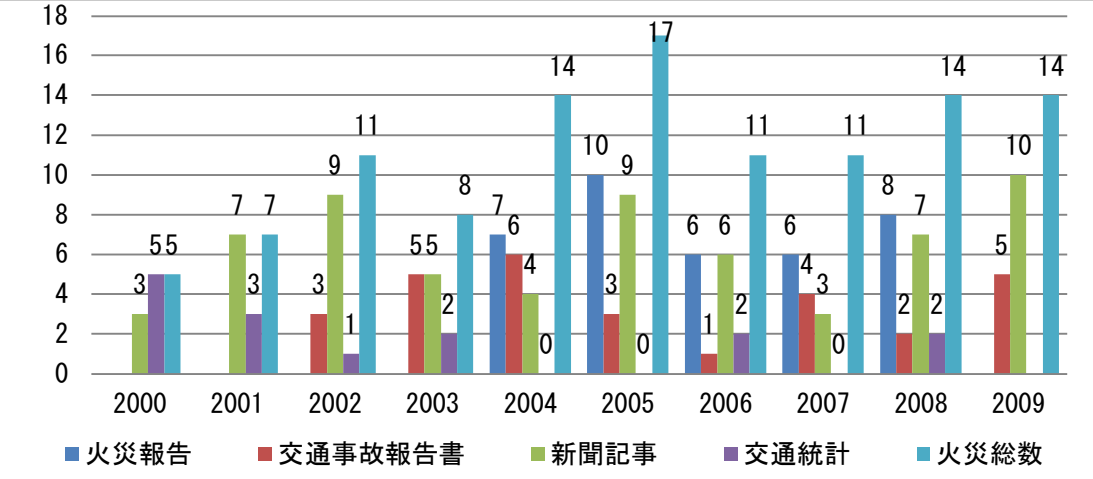


図４－１４．火災件数(2000-2009)

全ての資料１－４の揃っている2004年から2008年の火災件数を上記図４－１５に記す。

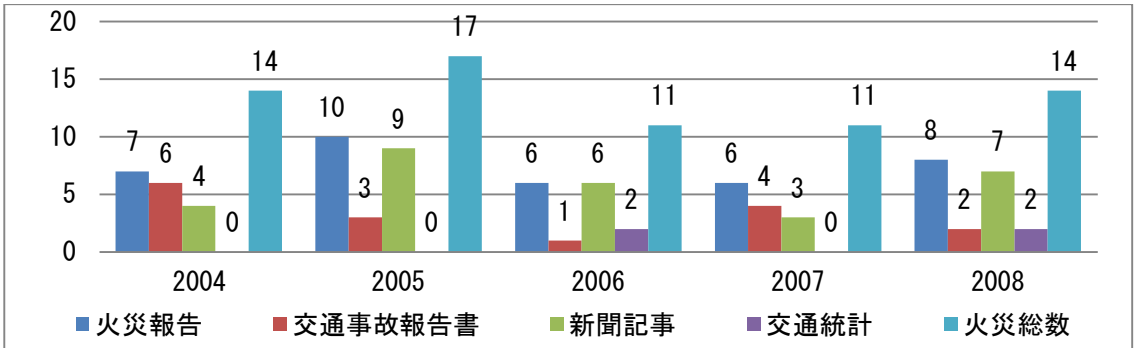


図４－１５．火災件数(2004-2008)

いずれの年も火災が 15 件前後発生している。その中でも、資料１の火災報告と資料３の新聞記事に報告されている件数が多い。

火災総数が資料１－４の合計と合致していない理由は、同じ火災を取り上げているものは１件として扱っているためである。

４．３．２．原因

火災原因を、新火災調査教本[2)]を参考にして、以下のように分類し、各データを筆者の判断により、分類を行った。

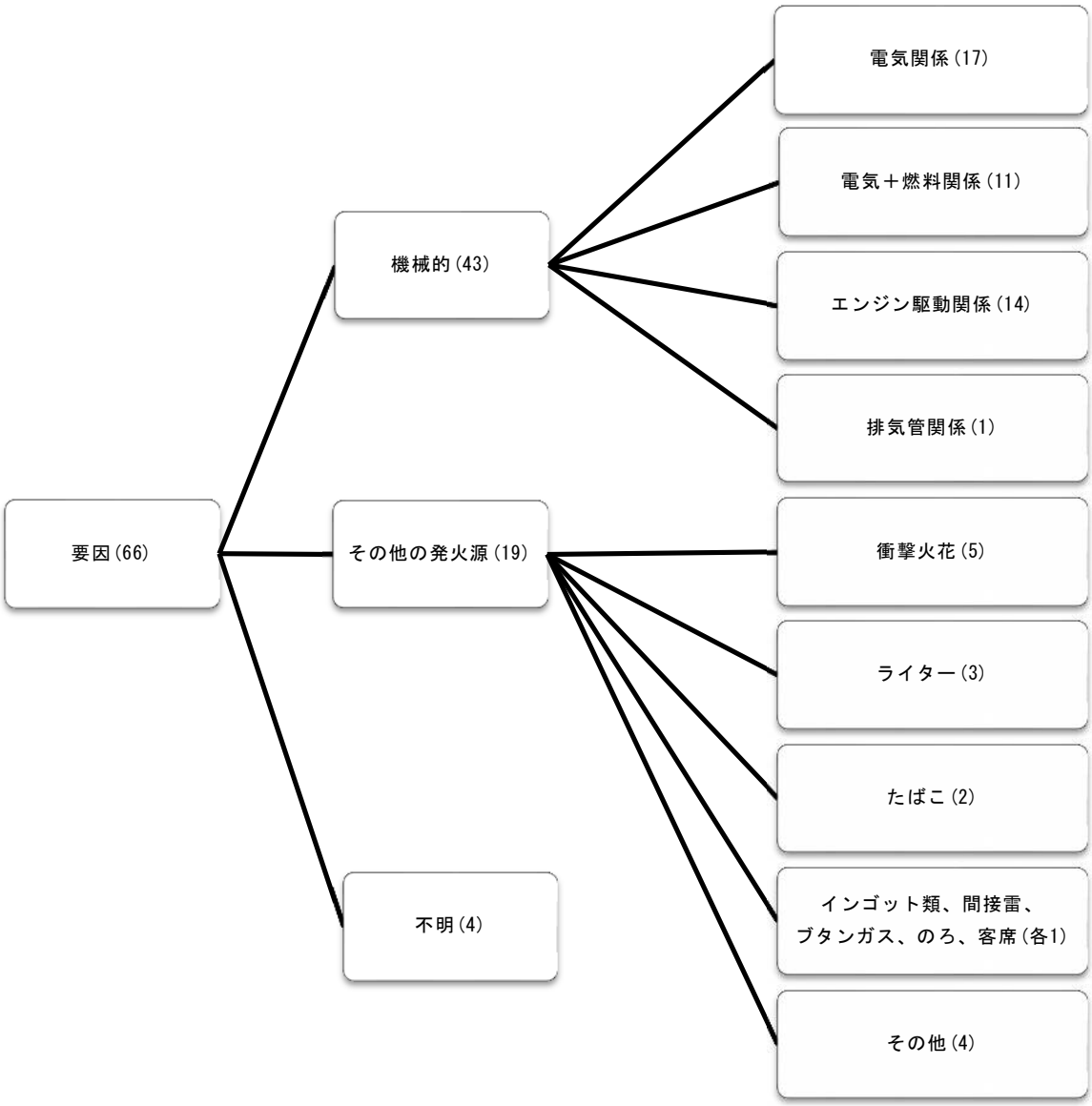
１）電気関係

２）電気+燃料関係

３）エンジン駆動関係

４）排気管関係

５）その他の発火源



※（）内の数値は件数を指す。

図４－１６．車両火災の原因分類

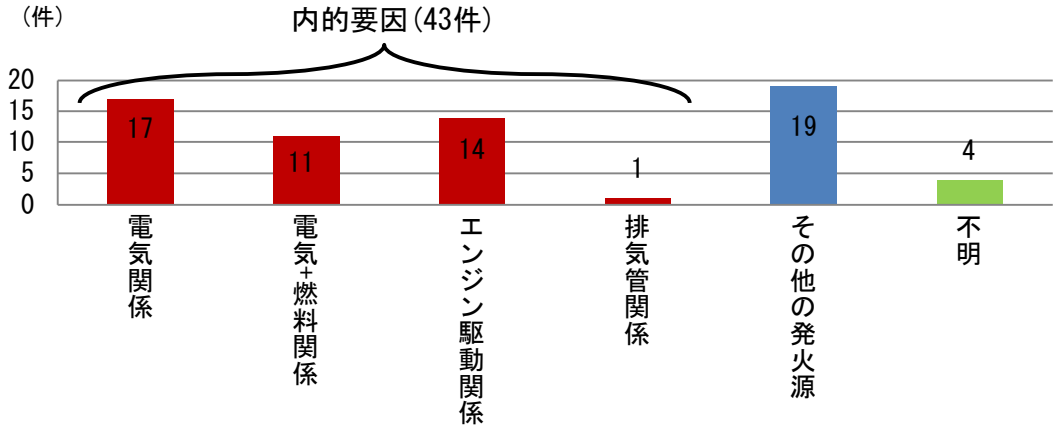


図４－１７．原因別

原因としては、内的要因である電気関係、電気＋燃料関係、エンジン駆動関係、排気管関係を加えると 43 件になり、外的要因であるその他の発火源の 2 倍となる。これにより、鉄道車両火災は外的要因よりも車両内部そのものの原因より出火するというケースが多いことが分かる。

内的要因の中でも電気関係が多く、全体の 25.8%を占める。その次にエンジン駆動関係、電気＋燃料関係などが続く。

新聞媒体は速報・民衆への情報媒体という形から、原因がまだ判明される前の記事投稿、火災そのものの原因よりも死傷者・遅延情報などに記事を割くために、原因の記載がない場合が多かった。

１）電気関係

火災のうち、約 26%は電気関係によるものであり、内的要因の中では最も多い。その発火源のうち最も多いのはパンタグラフ(4 件)、抵抗器(3 件)、スイッチ・ヒューズ・配電盤(2 件)で構成されており、その他にも断流器や空調、電熱ヒーターから発火している。

２）電気＋燃料関係

全火災の約 17%を占める。その半数が交通機関内配線からの発火であり、その次に開閉器などが続く。

３）エンジン駆動関係

全火災の 21%をしめる。軸箱(4 件)やエンジン(3 件)、ブレーキ(3 件)など多岐にわたり様々な部品から発火している。原因としては摩擦による発火(11 件)が最も多い。

４）排気管関係

排気管からの発火は１件のみで、可燃物が接触したことにより、潤滑油に着火した。

５）その他の発火源

交通事故による衝撃火花が 5 件と多く、そのほかにも放火や放火疑いと思われるタバコやライターの接炎による発火も多い。

４．３．３．死傷者

2004 年―2008 年の 5 年間では、死傷者の出るような火災は発生していない。

４．３．４．発生場所

重大火災に発展するようなトンネル内の火災は、5 年間で発生していない。その他発生場所を図４－１８に記す。『駅間』も地図で確認を行うと、トンネルや地下駅等はなく、全て地上であると言える。

また、全体の 45%である 30 件は発生場所が『記載なし』により不明である。これは、全て新聞記事にしかデータがなかったものである。新聞記事という媒体の性質上、場所記載が為されていなかったためと考えられる。

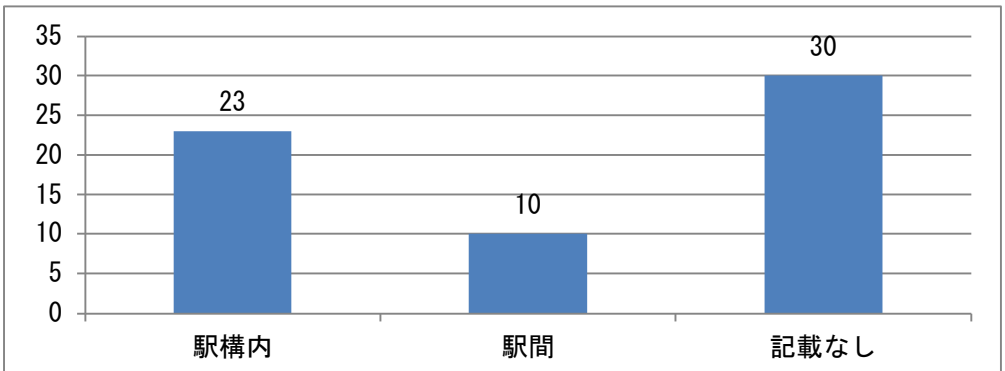


図４－１８．発生場所別

４．４．まとめ

収集した各資料の火災の定義が異なり、建築における火災報告のように網羅しているものがないことが分かった。同様に掲載されているデータもまちまちで、照らし合わせる事が必要であった。

ここ 5 年間では、少なくとも毎年 10 件は火災が発生している。幸いにも死傷者の発生するような重大な被害が出たケースはないが、その原因の 6 割は車両内部が要因となる出火が多い。

参考文献

１）防災行政研究会火災報告：取扱要領ハンドブック，東京法令出版，1994
２）東京消防庁監修，新火災調査教本，財団法人　東京防災指導協会，2007

参考：新火災調査教本による火災原因分類詳細

電気関係

発火源	経過	着火物
蓄電池 （バッテリ）	①電線が短絡する（セル間の短絡含む） ②スパークする ③金属の接触部が過熱する ④誤結線 ⑤スパークによる引火 ⑥過多の電流が流れる（過充電等）	①電線被覆（ボヤの場合） ②合成樹脂成形品（本体・ケース・端子カバー・電線保護用コルゲートチューブ）など ③絨毯・カーペット（トランクルーム積載の場合） ④水素
白熱電球 （各種ヘッドライト含む）	①可燃物が接触する（交通事故等） ②火源が落下する ③火源が接触する	①合成樹脂成形品（理触れク他本体・電線保護用コルゲートチューブ） ②ゴム製品（防水用ゴム・パッキンなど）
抵抗器 （レジスタ）	①電線が短絡する（異物を介して） ②過多の電流が流れる ③可燃物が接触する ④過熱する	①電線被覆（ぼやのみ） ②合成樹脂成形品（ファンシュラウドなど）
コードコネクタ	①電線が短絡する（異物を介して） ②金属の接触部が過熱する ③トラッキング	①電線被覆（ぼやのみ） ②合成樹脂成形品（本体・電線保護用コルゲートチューブなど）
シガレット ライター	①金属の接触部が過熱する ②トラッキング ③過熱する	①電線被覆 ②合成樹脂成形品（本体・端子カバー・電線保護用コルゲートチューブなど）
ヒューズホルダ	①電線が短絡する（異物を介して） ②金属の接触部が過熱する ③トラッキング	①電線被覆（ぼやのみ） ②合成樹脂成形品（本体・電線保護用コルゲートチューブなど）

電気+燃料関係

発火源	経過	着火物
直流モータ（ブロワーファン･クーリングファン等）	①電線が短絡する（コイルの層間短絡含む） ②過多の電流が流れる ③スパークする ④金属の接触部が過熱する ⑤スパークにより引火	①電線被覆（モータコイルの被覆含む） ②合成樹脂成形品（ファン・本体ブラシカバーなど） ③その他のゴム類（端子カバーなど） ④水素 ⑤プロパンガス ⑥その他のガス ⑦ガソリン
セルモータ（スタータモータ）	①電線が短絡する ②過多の電流が流れる ③スパークする ④金属の接触部が過熱する ⑤スパークにより引火（エンジン始動時）	①電線被覆（モータコイルの被覆含む） ②合成樹脂成形品（本体ブラシカバーなど） ③その他のゴム類（端子カバーなど） ④水素 ⑤プロパンガス ⑥その他のガス ⑦ガソリン
オルタネータ（交流発電機）	①電線が短絡する ②過多の電流が流れる ③スパークする ④金属の接触が過熱する ⑤スパークにより引火	①電線被覆（コイルの被覆含む） ②合成樹脂成形品（本体ブラシカバーなど） ③その他のゴム類（端子カバーなど） ④水素 ⑤プロパンガス ⑥その他のガス ⑦ガソリン
ダイナモ（直流発電機）	①電線が短絡する（コイルの層間短絡含む） ②過多の電流が流れる ③スパークする ④金属の接触が過熱する	①電線被覆（コイルの被覆含む） ②合成樹脂成形品（本体ブラシカバーなど） ③その他のゴム類（端子カバーなど）

	⑤スパークにより引火	④ガソリン
交通機関内配線（ハイテンションコード・ブースターケーブル含む）	①電線が短絡する ②過多の電流が流れる ③スパークする ④半断線により発熱する ⑤漏えい放電する ⑥金属の接触が過熱する ⑦スパークにより引火	①電線被覆（ぼやのみ） ②合成樹脂成形品（電線保護用コルゲートチューブなど） ③水素 ④プロパンガス ⑤その他のガス ⑥ガソリン
スパークプラグ（点火プラグ）	①スパークにより引火	①水素 ②プロパンガス ③その他のガス ④ガソリン
ディストリビュータ	①スパークにより引火	①水素 ②プロパンガス ③その他のガス ④ガソリン
イグニッションコイル（ダイレクトイグニッションコイル含む）	①電線が短絡する（コイルの層間短絡含む） ②金属の接触部が過熱する ③漏えい放電する ④スパークにより引火	①電線被覆（ぼやのみ） ②合成樹脂成形品（本体・電線保護用コルゲートチューブなど） ③その他のゴム類（端子カバーなど） ④水素 ⑤プロパンガス ⑥その他のガス ⑦ガソリン
電磁開閉器（マグネットスイッチ・ソノレイドバルブなど）	①電線が短絡する（コイルの層間短絡含む） ②金属の接触部が過熱する ③トラッキング ④スパークにより引火	①電線被覆（ぼやのみ） ②合成樹脂成形品（本体・電線保護用コルゲートチューブなど） ③その他のゴム類（端子カバーなど） ④水素 ⑤プロパンガス ⑥その他のガス ⑦ガソリン

エンジン・駆動関係

発火源	経過	着火物
内燃機関	①逆火	①プロパンガス ②その他のガス ③ガソリン ④引火性溶剤 ⑤紙製品 ⑥合成樹脂成形品（スポンジ製エアクリーナ）
クラッチ	①摩擦により発熱する	①鉱物油・その他の石油類（グリースなど） ②ゴム製品 ③合成樹脂成形品
ベルト（V ベルト）		
ブーリー		
ブレーキライニング	①摩擦により発熱する	①鉱物湯・その他の石油類（ブレーキフルード・グリースなど） ②ゴム製品（ゴムホース・パッキンなど） ③タイヤ
車輪		
軸受け（ベアリング）		
プロペラシャフト（ディファレンシャル含む）	①摩擦により発熱する ②過熱する	①合成而氏成形品（ビニーｒシート） ②ぼろ ③幌 ④ボディカバー ⑤鉱物油・その他の石油類（デフオイル）

排気管（エキゾーストマニホールド・エキゾーストパイプ・マフラ・ターボチャージャ） 触媒装置	①着火物が漏えいする ②放射を受けて発火する ③伝導過熱する ④可燃物が落下する ⑤可燃物が接触する ⑥火源が破損する ⑦改悪する	①絨毯・カーペット（フロアカーペット） ②灯油 ③アルコール ④鉱物油・その他の石油類（各種オイル・軽油） ⑤ゴム製品（ゴムホース・Oリング・ダストブーツなど） ⑥断線被覆 ⑦断熱材 ⑧繊維製品・しゅろほうき ⑨木材・木製品（トラック荷台など） ⑩ダンボール ⑪その他の紙 ⑫合成樹脂成形品（クーリングファンシュラウド・アンダーカバー・電線保護用コルゲートチューブなど） ⑬枯れ草 ⑭落ち葉 ⑮紙くず ⑯繊維くず（防音材） ⑰ぼろ・油ぼろ（ウエス） ⑱ごみくず ⑲バンパ

その他の発火源

発火源	経過	着火物
たばこ	①火源が落下する ②不適当なところに捨てる	①絨毯・カーペット（難燃処理されていないものに限る）
マッチ	①火源が落下する ②接炎する ③不適当なところに捨てる	①絨毯・カーペット ②着衣 ③衣類 ④座布団（クッション） ⑤雑誌

		⑥紙くず ⑦ごみくず ⑧座席シート
ライター （電子ライター含む）	①引火する ②接炎する ③誤ってスイッチが入る	①絨毯・カーペット ②水素 ③プロパンガス ④その他のガス ⑤ガソリン ⑥アルコール（ＬＬＣ含む） ⑦引火性塗料・引火性溶剤 ⑧着衣 ⑨合成樹脂成形品（コンソールボックス・ドアトリム・コラムカバーなど） ⑩座席シート
発煙筒	①接炎する	①絨毯・カーペット ②合成樹脂成形品（内装材）
凸レンズ 凹レンズ	①収れんする	①繊維製品 ②紙製品
車両等の衝撃火花（交通事故）	①引火する ②衝突により発火する ③転倒する	①水素 ②プロパンガス ③その他のガス ④ガソリン ⑤鉱物油・その他の石油類（軽油） ⑥配線
金属と非金属の衝撃火花 （交通事故）	①引火する	①水素 ②プロパンガス ③その他のガス ④ガソリン ⑤鉱物油・その他の石油類（軽油）
火薬・エアバッグ （交通事故）	①接炎する	①着衣

第５章
火災対策

５．火災対策

鉄道事業者の取り組んでいる火災対策として以下の３点は鉄道に関する技術基準に規定されていたが、韓国大邱地下鉄火災で煙制御が加わった。

(1)出火防止（車体の不燃化）

(2)感知・通報

(3)消火

現行の規制としては「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」がある。この省令は 2003 年に韓国テグ市で生じた地下鉄火災の影響により、2004 年 12 月 27 日に改正された。改正内容は以下の通りである。

・客室天井材の耐燃焼性及び耐溶融滴下性を確保するため、コーン型ヒーターによる燃焼試験及び耐溶融滴下性の判定

・列車の防火区画化（連結する車両客室間への通常字閉じる構造の機能を有する貫通扉などの設置）

・消火器の所在場所を乗客に見えやすいように表示

テグ地下鉄火災では、車両閉じ込めにより被害が拡大した経緯から、改正においては車両の不燃化の徹底や初期消火の実施をメインに取り扱っている。本章では、省令の中でも第 29 条について取り扱う。

鉄道に関する技術上の基準を定める省令

第 29 条

主として地下式構造の鉄道の駅であって地下にあるもの及びこれに接続するトンネルならびに長大なトンネル（以下「地下駅等」という。）には、必要な換気量に応じた換気設備を設けなければならない。ただし、十分な自然換気が得られるものにあっては、この限りではない。

２　地下駅等には、施設の状況に応じ必要な消火設備、避難設備その他の火災対策設備を設けなければならない。

５．１．法規制の歴史

鉄道事業制度の基本的な法規は「鉄道営業法」「鉄道事業法」「軌道法」の３つに分けられる。

(a)鉄道営業法

1872(明治 5)年の鉄道開業に際して、「鉄道略則(1872)」、「鉄道犯罪罰例(1873)」が定められた。また民間鉄道の開業に伴い、施設鉄道にも適用する事が布告され(1883)、これが 1900(明治 33)年に制定された鉄道営業法につながっている(図５－１)。本法は、鉄道事業の運営に関する事項を定めており、鉄道の施設、車輌の構造、運転の取り扱いに関する規

則に従うことを定めている。鉄道の安全及び円滑な鉄道の利用を確保するため、これに侵害する行為に対して罰則なども定めている。

鉄道営業法 第一条　鉄道ノ建設、車両器具ノ構造及運転ハ国土交通省令ヲ以テ定ムル規程ニ依ルヘシ

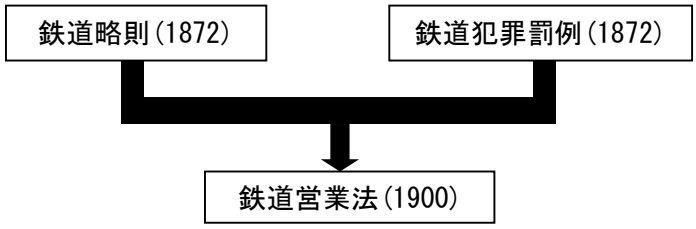


図５－１．鉄道営業法

(b)鉄道事業法

1887(明治 20)年に「私設鉄道条例」が制定され、私設鉄道の事業を監督していた。その後、1900(明治 33)年に比較的大規模な鉄道を規律する「私設鉄道法」、1910(明治 43)年に小規模な鉄道対象の「軽便鉄道法」が制定された。1919(大正 8)年に両法が一本化され「地方鉄道法」という名称になった。1987(昭和 62)年の国鉄民営化に伴い、1986(昭和 61)年に「鉄道事業法」が制定され、鉄道事業に対する事業規制のための基本法として現在に至る。

鉄道事業は当初、鉄道施設の建設から維持管理、運営を全てまかなっていたが、建設から運営まで行うことが適切ではないとの見方が広がり、鉄道事業の種別を以下の 3 つに分類し、鉄道施設建設と鉄道運送が別の鉄道事業者によって行われる形態に対応できるようになっている。

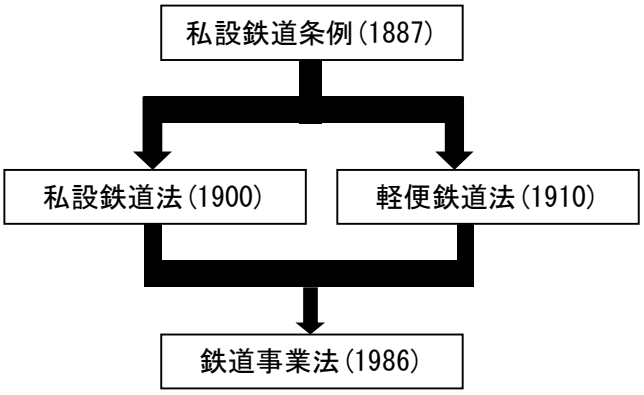


図５－２．鉄道事業法

鉄道事業法 第一条　この法律は、鉄道事業等の運営を適正かつ合理的なものとすることにより、輸送の安全を確保し、鉄道等の利用者の利益を保護するとともに、鉄道事業等の健全な発達を図り、もつて公共の福祉を増進することを目的とする。

(b-1)第一種鉄道事業

「他人の需要に応じ、鉄道による旅客又は貨物の運送を行う事業であって、第二種以外のものをいう」と定義されており、自らが敷設した線路を利用して旅客又は貨物の運送を行う事業を指す。

(b-2)第二種鉄道事業

「他人の需要に応じ、自らが敷設する鉄道線路（他人が敷設した鉄道線路であって譲渡を受けたものを含む。）以外の鉄道線路を使用して鉄道による旅客又は貨物の運送を行う事業をいう」と定義される。

(b-3)第三種鉄道事業

「鉄道線路を第一種鉄道事業を経営するものに譲渡する目的を持って敷設する事業及び経営するものに譲渡する目的を持って敷設する事業及び鉄道線路を敷設して当該鉄道線路を第二種鉄道事業を経営するものに専ら使用させる事業をいう」と定義される。

(c)軌道法

軌道事業に関しては 1890(明治 23)年に「軌道条例」が制定され、これを引き継いだ「軌道法」が 1921(大正 10)年に制定された。この法は、軌道事業を営もうとする事業者に対し、国の特許(認可)を受けることを義務付けるなど、軌道事業を監督するための基本法規である。

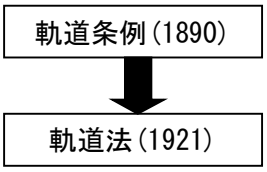


図５－３．軌道法

軌道法
第一条　本法ハ一般交通ノ用ニ供スル為敷設スル軌道ニ之ヲ適用ス
○２　一般交通ノ用ニ供セサル軌道ニ関スル規定ハ国土交通省令ヲ以テ之ヲ定ム

現在の鉄道に関する技術基準は図５－４に示すように鉄道営業法、軌道法などに基づいて制定されている。

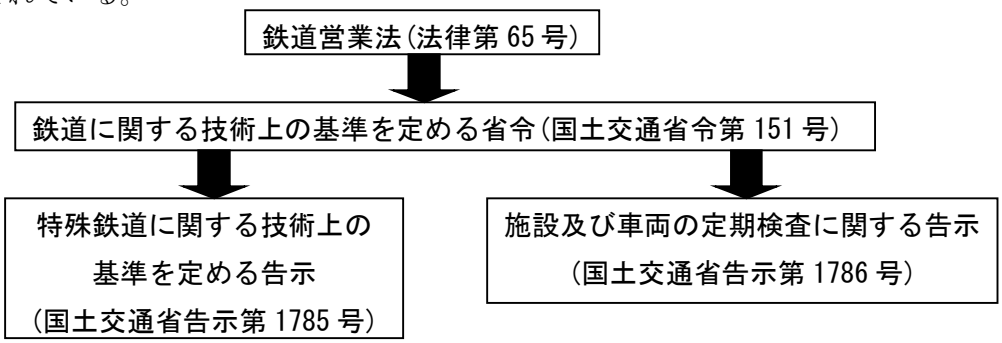


図５－４．鉄道営業法体系

鉄道の技術基準の変遷を図５－５に記す。2001(平成 13)年に制定された「鉄道の関する技術上の基準を定める省令」では、従来の「仕様規定」から「性能規定」への改正が行われた。1998(平成 10)年 11 月に、旧運輸省に設置された運輸技術審議会から答申された「今後の鉄道技術行政のあり方について」において、鉄道の技術基準については「原則として備えるべき性能を規定した、いわゆる性能規定とする必要がある。なお、その規定は体系的にかつ出来る限り具体的な性能要件を示したものとすることが適当である」とされた。これを受け、同年 12 月に技術基準検討会が設置され、鉄道施設及び車両構造、運転取り扱いなどを定める鉄道の技術基準の抜本的改正についての検討が行われ、2001(平成 13)年 6 月に同検討会によって基準の体系、規定すべき事項の考え方及び性能規定化原案が取りまとめられた。

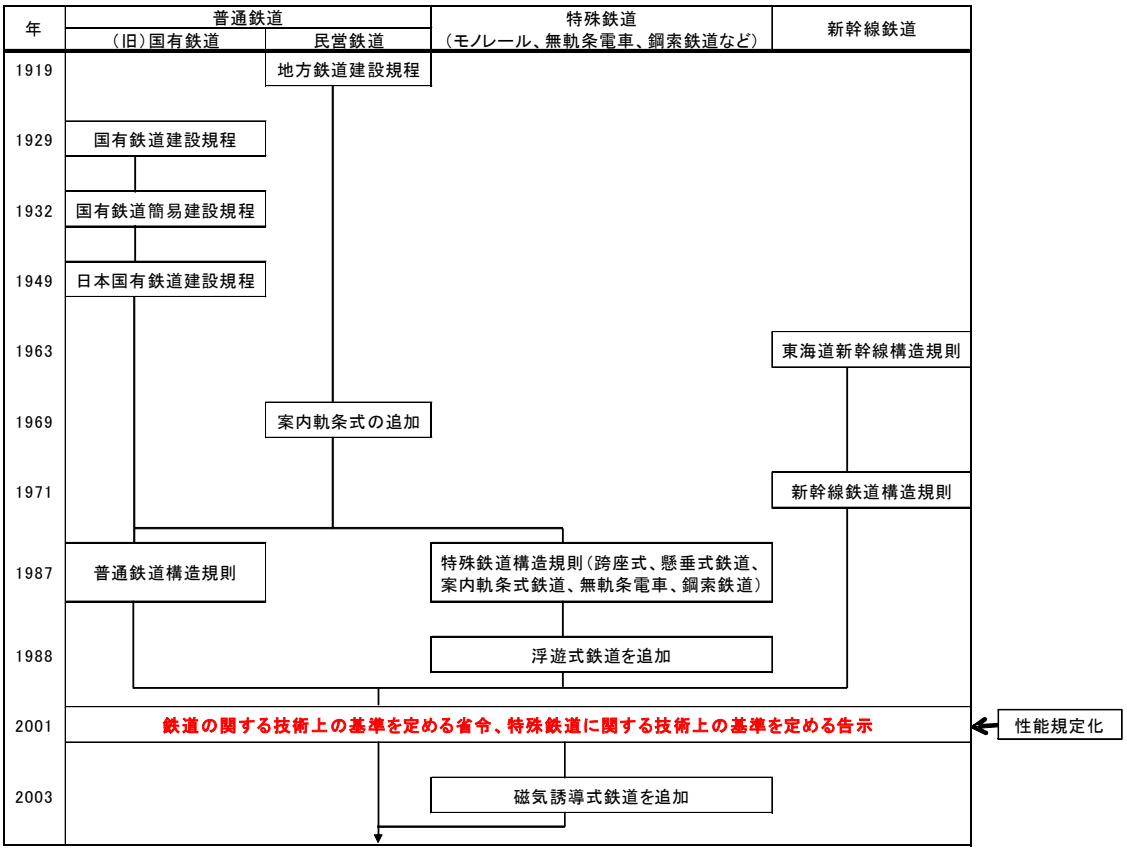


図５－５．鉄道の技術基準の変遷

性能規定化後の技術基準の体系を図５－６に記す。性能規定化への移行にあたり鉄道事業者の技術的判断の参考となるものとして、また国土交通省の許認可などの審査に際する判断基準を明確にするために動省令等の解釈を強制力を持たない形で具体化、数値化し明示した「鉄道に関する技術上の基準を定める省令等の解釈基準（国鉄技第 157 号）」が 2002（平成 14）年に策定されている。また、必要に応じて実務者の参考になるように国、財団法人鉄道総合技術研究所、鉄道技術系協会、鉄道事業等関係者が連携しながら同省令等及び解釈基準の制定根拠、考え方などについてまとめた「解説」が策定されている。鉄道事業者は、同省令等に適合する範囲内で、解釈基準又は解説などを参考にしつつ、個々の実情を反映した詳細な「実施基準」を策定し、実施基準を順守して施設、車両設計、運転取り扱いなどを行うこととなった。

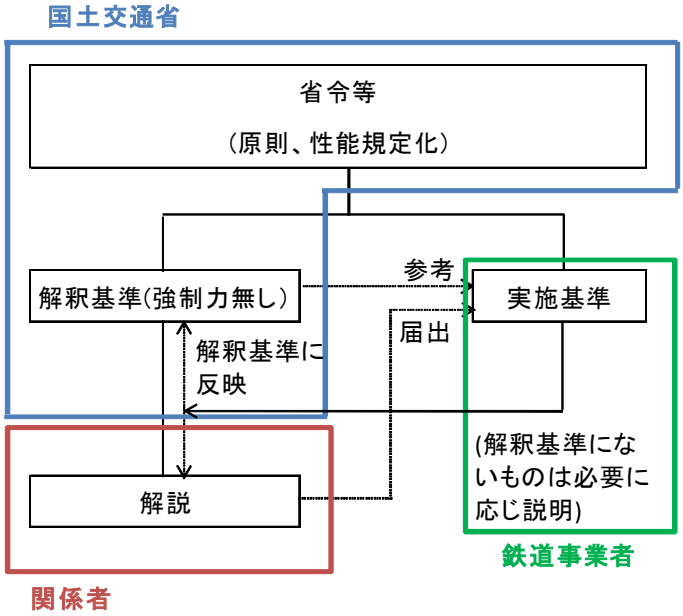


図５－６．性能規定化後の技術基準の体系

出火防止の車体への対策としては、主に不燃化があげられる。特に地下や長大トンネルなどを通過する鉄道車両にはより一層厳しい法規制が敷かれている。

1956(昭和 31)年 5 月に起きた南海電鉄高野線で発生した列車火災を契機として電車の不燃化の検討が進められ、1956(昭和 31)年及び 1957(昭和 32)年 1 月に車両の部位別に使用できる材料の防火性能が通達された。さらに 1957(昭和 32)年 12 月には地下鉄を運転する車両の火災対策が強化された。しかしながら、1968(昭和 43)年 1 月に営団地下鉄日比谷線で火災対策が強化された車両の火災事故が発生したことから、電車の不燃化対策が再検討され、1969(昭和 44)年 5 月に電熱機器に対する防護、使用材料の燃焼試験方法等が明確化された。さらにその後、1972(昭和 47)年 11 月の国鉄北陸トンネルにおける列車火災事故を契機として、山岳トンネル内を走行する車両に対する基準が強化された。その後 1987(昭和 62)年 3 月の国鉄分割民営化による関係省令の整備に伴い、火災対策基準は省令に規定されたが、2001(平成 13)年 12 月の性能規定化に伴う「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の制定により、具体的基準は、当該省令の解釈基準として従前どおりの内容が規定されることとなった。2004(平成 16)年 12 月には、韓国大邱市地下鉄火災事故を受けた「地下鉄道の火災対策検討会」の報告に基づく解釈基準の改正が実施された。表５－１に、法制度の変遷を記す。

表５－１．　法規制の変遷

	契機となった事柄	法制度	No.
1872	鉄道開業		
1927	東京地下鉄道(現・東京メトロ銀座線)　開業		
1951	桜木町事故		
1956	南海電鉄高野線	電車の火災事故対策について(鉄運 39 号)	①
1957	大阪市営地下鉄御堂筋線	電車の火災事故対策に関する処理方について 電車の火災事故に関する処理方の一部改正について(鉄運 136 号)	②
1968	営団地下鉄日比谷線		
1969		電車の火災事故対策について(鉄運 81 号)	③
1972	北陸本線火災事故		
1973		地下鉄道の火災対策の基準について 地下鉄道の火災対策の基準の取り扱いについて	④
1982		地下鉄道の火災対策の基準の取り扱いの改正について	⑤
1987	国鉄分割民営化	普通鉄道構造規則 車両に係る普通鉄道構造規則及び特殊鉄道構造規則の運用等について	⑥
2003	大邱地下鉄放火事件		
2004		鉄道に関する技術上の基準を定める省令等の解釈基準	⑦

また、表５－１の①―⑦に示す各法規制の改正概要に下記する。各詳細については本論末に添付する参考文献に記載する。

①電車の構造の不燃化が検討され、車両部位別にその使用材料の燃焼性の制限を通達。

②地下鉄の車両に対する火災対策が強化され、車両の不燃化構造を A-A 基準として限定。

③電車の不燃化が再検討され、電弧・電熱を発生する機器に対する防護、使用材料の燃焼性の方法等を明確化

A.車両材料の難燃化

B.ケーブル類の配列方法

C.機器の配置方法

④山岳トンネルを運行する車両に対する基準を強化。

A.車両の不燃化(A―A 基準)

B.トンネル内防災設備の整備

C.列車火災時の対応マニュアルの制定

⑤消火器の能力単位の変更。

⑥関係省令の整備が図られ、従前の通達内容が運輸省令に盛り込まれた。

⑦の現行の規制については前項で述べたため、省略する。

５．２．出火防止（不燃・難燃基準）

５．２．１．日本国内における鉄道車両材料の法的規制

2001 年に発生した韓国大邱地下鉄火災により大火源が設定された規制がされた。

鉄道に関する技術上の基準を定める省令(平成 13 年施行)第 83 条には以下のように記されている。

（車両の火災対策）

第 83 条　車両の電線は、混触、機器の発熱等による火災発生を防ぐことができるものでなければならない。

2　アーク又は熱を発生する恐れのある機器は、適切な保護措置がとられたものでなければならない。

3　旅客車の車体は、予想される火災の発生及び延焼を防ぐことができる構造及び材質でなければならない。

4　機関車（蒸気機関車を除く。）、旅客車及び乗務員が執務する車室を有する貨物車は、火災が発生した場合には初期消火ができる設備を設けなければならない。

「火災発生を防ぐ」とは、機器等の加熱や燃焼の引火により火災発生の原因とならないこと、「延焼を防ぐ」とは車両からの出火、旅客の持ち込み荷物からの出火でも燃え広がらないこととしている。

また、「予想される火災」とは車両機器からの出火、旅客が持ち込む火源(ライター･タバコ)及び可燃物(新聞紙や雑誌など)に加え、大火源火災であるガソリン４リットルによる放火が想定されている。

「発熱する恐れのある機器」には、主回路内の抵抗器にあっては、主抵抗器、減流抵抗器、誘導分路抵抗器等の比較的発熱量の大きいものが該当し、電圧系、空転防止装置等の抵抗器は該当しない。

「床壁等からの隔離」「防熱板を設ける」及び電線の防護等は営団地下鉄日比谷線での事故により強化されたものであり、床下機器からの出火を防止することが求められたものである。

本論文では、第３項の車両材料に特化して考える。

５．２．２．現在までの適用

現在の規制がどの程度鉄道事業者に反映されているか検討する。対応事業者は以下表５－２に記す。各事業者のホームページに掲載されている安全報告書を用いて調査を行った。

表５－２．対象事業者

	事業者名	2007	2008	2009
地下鉄	札幌市営地下鉄、仙台市営地下鉄、東京都営地下鉄、大阪市営地下鉄、京都市営地下鉄、アストラムライン(広島高速鉄道)、横浜高速鉄道みなとみらい線、東京臨海高速鉄道りんかい線	○	○	○
	名古屋市営地下鉄、福岡市営地下鉄	－	○	○
	埼玉高速鉄道、横浜市営地下鉄、神戸市営地下鉄、東京メトロ	－	－	○
大手私鉄（東京メトロ除く）	京王電鉄、京成電鉄、京浜急行電鉄、近畿日本鉄道、阪急電鉄、阪神電気鉄道、小田急電鉄、西武鉄道、東急電鉄、東武鉄道、南海電気鉄道、名古屋鉄道	○	○	○
	相模鉄道、西日本鉄道	－	○	○
	京阪電気鉄道	－	－	○
その他	ゆりかもめ	○	○	○
	神戸高速鉄道	－	－	○
	東京モノレール	－	－	○

５．２．２．１．地下鉄道事業者

（１）東京メトロ

平成２１年度安全報告書

車両と車両の連結面に貫通扉を設置することで、万一の火災の際の延焼防止を図ります。平成２０年度は、設置対象車両 404 両のうち 21 両が完成し、累計で 266 両が完了しています。

（２）札幌市交通局

平成２１年度安全報告書

国の新火災対策基準（平成 16 年 12 月通達）により、更新車両から車両間に仕切り扉の設置が義務付けられ､平成２０年度は 3 編成への設置が完了しました。

これにより、東西線 11 編成への設置が完了したことになります。

（３）横浜市交通局

平成２１年度安全報告書

地下鉄車両の新火災対策基準への適合化を進めました。車両の連結部への扉の設置や、天井の材質を溶解しづらい材質に改善するなど、車両火災時の延焼防止に備えました。

（４）東京都営地下鉄

平成１９，２０，２１年度　記載なし

（５）名古屋市営地下鉄

平成２１年度　記載なし

（６）京都市営地下鉄

平成１９，２０，２１年度　記載なし

（７）福岡市営地下鉄

平成２０年度安全報告書

不燃性または難燃性の材料で製作されています。大規模改修時に，間仕切扉取付などの国交省令の新技術基準に沿った改修を行います。

平成２１年度安全報告書

車両は不燃性又は難燃性の材料で製作されており，客室内には消火器，非常連絡装置及び非常通報器を設置しております。また，国土交通省令の新技術基準に従い，大規模改修時に間仕切扉取り付けなどの改修を行います。

（８）広島高速鉄道(アストラムライン)(1.9km/18.4km)

平成１９，２０，２１年度　記載なし

（９）埼玉高速鉄道

平成２１年度　記載なし

（１０）仙台市営地下鉄

平成１９年度安全報告書

貫通扉の増設（事業年度：平成 19 年度～27 年度）

車両内の火災発生時に車両間延焼を抑止するため、車両の連結部に扉を増設するものです。平成 19 年度は 1 編成に増設しました。

平成２０年度安全報告書

貫通扉の増設(平成 19 年度～平成 27 年度)

車両火災発生時における車両間の延焼を抑止するため、車両の連結部に扉を増設しています。平成 21 年度は 2 編成に増設します。

平成２１年度安全報告書

貫通扉の増設平成 19 年度～平成 27 年度

車両火災発生時における車両間の延焼を抑止するため、車両の連結部に扉を増設しています。平成 22 年度は 2 編成に増設します。

（１１）大阪市営地下鉄

平成１９年度安全報告書
車内非常通報装置
非常時においてお客さまが、列車に設置している車内非常通報装置の押しボタンを押すことで乗務員（車掌・運転士）とインターホンで通話ができます。現在、220 列車中 199 列車（91%）に設置しています。

平成２０年度安全報告書
非常時において、お客さまが列車に設置している車内非常通報装置の押しボタンを押すことで乗務員（車掌・運転士）とインターホンで通話ができます。また、ワンマン運転を実施している長堀鶴見緑地線、今里筋線及び無人運転を実施しているニュートラムについては、乗務員が対応できない時には運転指令所とインターホンで通話できます。
現在、220 列車中 199 列車（91%）に設置しています。

平成２１年度安全報告書
車内非常通報装置
非常時において、お客さまが列車に設置している車内非常通報装置の押しボタンを押すことで乗務員（車掌・運転士）とインターホンで通話ができます。また、ワンマン運転を実施している長堀鶴見緑地線、今里筋線及び無人運転を実施しているニュートラムについては、乗務員が対応できない時には運転指令所とインターホンで通話できます。
現在、220 列車中 203 列車（92%）に設置しています。

（１２）横浜高速鉄道みなとみらい線

平成１９，２０，２１年度　記載なし

（１３）東京臨海高速鉄道りんかい線

平成１９，２０，２１年度　記載なし

５．２．２．２．大手私鉄(東京メトロ除く)

（1）京王電鉄

平成１９年度は記載なし

平成２０年度安全報告書
［地下駅火災対策］
● 地下鉄道の火災発生時の延焼防止、避難路の確保などを目的として改正された「東京都火災予防条例」および「国土交通省の鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づき、地下駅火災対策を行っています。現在、京王線新宿駅の排煙設備や防火区画の新設および、

幡ヶ谷駅の緊急避難階段の新設工事を進めており、これらを 2008 年度中に完成させ、全ての対策を完了する予定です。

平成２１年度安全報告書

［地下駅火災対策］

● 2003 年度に韓国で発生した地下鉄火災を受け、地下鉄道の火災発生時の延焼防止、避難路の確保などを目的として改正された「東京都火災予防条例」および国土交通省の「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づき、京王線新宿駅の排煙設備や防火区画の新設、幡ヶ谷駅の緊急避難階段の新設工事などを行い、2008 年度末で全ての地下駅火災対策を完了しました。

［車両新造］

● 京王線では ATC 導入への対応や地下鉄道の火災対策基準に準拠した車両への対応などのため、2008 年度は 6000 系の代替として 9000 系車両を 60 両導入しました。

（２）京成電鉄

平成２１年度報告書

東京都火災予防条例に対応するため、地下駅である上野駅構内の消防設備改修を実施しました。この改修により、事務所内のスプリンクラーやコンコース・ホーム・階段壁面への蓄光式避難方向明示物を設置しました。

（３）京浜急行電鉄

平成１９年度安全報告書

（１）車両の代替新造・更新

毎年度、継続的に車両の新造を進めており、平成 18 年度は 24 両導入しました。また、あわせて車両の更新も行っております。

・新造　新 1000 形　24 両（８両編成×２本、４両編成×２本）

・更新　　1500 形　20 両

平成２０年度安全報告書

地下駅の火災対策

地下駅の大鳥居駅，天空橋駅，羽田空港駅においては，屋内消火栓設備や排煙設備の整備などの火災対策を行っております。また，平成 15 年に韓国テグ市で発生した地下鉄火災事故を受け改正された国土交通省令等に基づき，蓄光明示物や誘導案内看板の設置，売店の不燃化やスプリンクラー設置などを行っております。

蓄光明示物

避難経路図

売店内スプリンクラー

車両の代替新造

毎年度，継続的に車両の新造を進めており，平成 19 年度は 16 両導入しました。また，この新造車両から，ドア内側戸先に黄色の表示を行い，ドア開閉の動きをわかりやすくしました。

●新造　新 1000 形 16 両（８両編成×２本）

車両の更新・改造

現有車両についても，車体や制御装置の更新・改造や火災対策基準への対応，バリアフリー化などを行い，安全性，快適性の向上に努めております。

●更新・改造　1500 形 32 両（８両編成×２本，６両編成×２本，４両編成×１本）

平成２１年度安全報告書

車両の代替新造

毎年度，継続的に車両の新造を進めており，平成 20 年度は 32 両導入いたしました。また，この新造車両は，ドア内側戸先に黄色の表示を行い，ドア開閉の動きをわかりやすくしているほか,手すりの形状を変更するなど,バリアフリーに配慮しております。

●平成 20 年度新造　新 1000 形 32 両（8 両編成×3 本,4 両編成×2 本）

車両の更新・改造

現有車両についても，車体や制御装置の更新・改造や火災対策基準への対応，バリアフリー化などを行い，安全性，快適性の向上に努めております。

●更新 1500 形 24 両（8 両編成×3 本）

●改造 600 形 8 両（8 両編成×1 本）、1500 形 12 両（6 両編成×2 本）

（４）近畿日本鉄道阪急電鉄

平成１９年度記載なし

平成２０年度安全報告書

地下駅の火災対策

地下駅での火災対策として、避難階段の煙や火炎を遮断する防火シャッター等の設置を進めています。また、駅では火災発生時に避難誘導が円滑に行われるよう、各所に避難経路図を設置しています。

避難階段通常の状態　　耐火スクリーン降下状態　　避難経路図

平成２１年度安全報告書

３）　地下駅の火災対策

地下駅での火災対策として、避難階段の煙や火炎を遮断する防火シャッター等の設置を進めています。また、駅では火災発生時に避難誘導が円滑に行われるよう、各所に避難経路図を設置しています。

（５）阪神電気鉄道

平成１９年度記載なし

平成２０年度安全報告書

３）　地下駅の火災対策

地下駅での火災対策として、避難階段の煙や火炎を遮断する防火シャッター等の設置を進めています。また、駅では火災発生時に避難誘導が円滑に行われるよう、各所に避難経路図を設置しています。

平成２１年度安全報告書

３）　地下駅の火災対策

地下駅での火災対策として、避難階段の煙や火炎を遮断する防火シャッター等の設置を進めています。また、駅では火災発生時に避難誘導が円滑に行われるよう、各所に避難経路図を設置しています。

（６）小田急電鉄

平成１９．２０．２１年度ともに記載なし

（７）西武鉄道

平成１９，２０，２１年度ともに記載なし

（８）東急電鉄

平成１９年度安全報告書

2003 年に韓国で発生した地下鉄火災事故を契機として、国土交通省により地下駅および列車の火災対策基準の見直しが行われました。

当社では新たな基準に基づき、2 通路以上の避難通路の確保、火災時におけるホーム階の排煙のための非常電源設備の設置などを行っています。2005 年度は桜新町駅と用賀駅で実施し、2006 年度は三軒茶屋駅の対策を完了しました。今後は、2008 年度までに池尻大橋駅、駒沢大学駅を整備し、全駅で対策を完了する予定です。

平成２０年度安全報告書

2003 年に韓国で発生した地下鉄火災事故を契機として、国土交通省により地下駅および列車の火災対策基準の見直しが行われました。

当社では新たな基準に基づき、2 通路以上の避難通路の確保、火災時におけるホーム階の排煙のための非常電源設備の設置などを行っています。2005 年度は桜新町駅と用賀駅、2006 年度は三軒茶屋駅の対策を完了しました。2008 年度中に池尻大橋駅、駒沢大学駅を整備し、全地下駅の対策を完了する予定です。

平成２１年度安全報告書

2003 年に韓国で発生した地下鉄火災事故を契機として、国土交通省により地下駅および列車の火災対策基準の見直しが行われました。

当社では新たな基準に基づき、2 通路以上の避難通路の確保、火災時におけるホーム階の排煙のための非常電源設備の設置などを行い、2008 年度までに全地下駅で対策を完了しました。

表５－３．車両新造・改良数

	2007 年度	2008 年度	2009 年度
車両新造（老朽車両代替更新）	91	81	54
車両改良（ドア関係対策を含む）	8	12	5
その他	2	4	10
車両関係　計	101	97	69

（９）東武鉄道

平成１９，２０，２１年度記載なし

（１０）南海電気鉄道

平成１９，２０，２１年度記載なし

（１１）名古屋鉄道

平成１９，２０，２１年度記載なし

（１２）相模鉄道、

平成２０，２１年度記載なし

（１３）西日本鉄道

平成２０，２１年度記載なし

（１４）京阪電気鉄道

平成２１年度記載なし

５．２．２．３．その他

（１）ゆりかもめ

平成１９，２０，２１年度記載なし

（２）神戸高速鉄道

平成２１年度安全報告書

地下駅等火災対策施設の整備

地下駅で火災が発生した場合、お客様が、より安全に、より速やかに避難できますように、①２方向避難通路の整備、②排煙設備の整備を中心とする地下駅火災対策施設の各種整備工事に取り組んでまいりました。

２００９年度から、地下駅間で火災が発生した場合、より確実な消火活動に対応できますように、地下駅間連結送水管設備の整備にも取り組んでまいります。

⑴避難通路整備工事

高速長田駅、大開駅において、２方向避難通路の整備が完了しました。高速長田駅では、ホーム階から改札階へのエレベータ設置、多機能トイレの設置等のバリアフリー化設備整備工事も同時に行いました。

⑵排煙設備整備工事

高速長田駅、大開駅、花隈駅、西元町駅の４駅において、ホーム部、居室部への排煙設備設置工事（花隈駅はホーム部のみ）を行いました。これにより、神戸高速線の全ての駅に排煙設備の整備が完了しました。
⑶防火シャッター整備工事
高速長田駅、大開駅、高速神戸駅、花隈駅、西元町駅において、地下駅火災対策施設の１つである防火シャッター設備設置が完了しました。

（３）東京モノレール
平成２１年度記載なし

５．２．２．４．鉄道車両床材料の交換指示

2010(平成22)年11月15日、国土交通省から鉄道車両材料の交換指示が通達された。一部の鉄道車両の床上敷物において」、製品の誤った使用等により鉄道の技術基準に定める燃焼性規格（難燃性以上）を満たしていない事案が明らかになった、とのことで、対象事業者を表５－４に記す。

表５－４．対象事業者一覧　（平成22年11月15日判明）

事業者名	対象車種	対象車数（両）	交換完了予定時期
東武鉄道	8000系、9000系、10000系、50000系	528	平成26年度末
東京メトロ	05系、7000系、8000系、9000系、10000系	528	平成24年度末
東洋高速鉄道	2000系	110	平成26年度末
西武鉄道	101系、2000系30000系	140	平成25年4月末
首都圏新都市鉄道	TX-2000系	24	平成23年度末
5事業者	14種類	1330	

（平成22年12月17日判明）

事業者名	対象車種	対象車数（両）	交換完了予定時期
東日本旅客鉄道	E655系	5	策定中
東京メトロ	03系、05系（改造車両）、6000系、9000系（改造車両）	266	策定中
東京都交通局	10-300形、12-000形	74	策定中
3事業者	5種類	345	

表５－４の事業者は、本来床上敷物にアルミ材にゴム材を貼りつけて使用する製品がゴム材だけで使用され、燃焼性を満たしていなかったため、平成２２年１２月１５日までに該当床材料の交換等の改良計画を策定し報告する事、としている。及び日本鉄道車輌工業会に対しても同種現象が生じないよう情報提供・注意喚起を行っている。

これは、平成 22 年 12 月 17 日に判明したものも含めると 1675 台になり、内 794 台は東京メトロの所有する車両である。

以下は多くの建築物の場合、特に RC 造等では床材そのものが不燃なために床仕上げについては材料規制を行っていない。一方、車両の場合は床下に出火危険の高い機器が備え付けられているために

以上のように、特に法規制を強化してきた車両の不燃化でも、依然として基準を満たしていない場合も見つかる。

５．３．感知・通報

一般の鉄道車両には「鉄道に関する技術上の基準令 84 条」から判断できるように、火災報知機を設置する義務はない。例外として寝台車には、乗客の睡眠中に火災が発生して避難に時間を要する可能性が高く、速やかに火災を感知できるように火災報知機の設置を義務付けている。

第 84 条　寝台車には、火災が発生した場合に自動的に報知する設備を設けなければならない。

火災報知設備の設置及び機能は、以下の通りとする。
(1) 寝台車及びお座敷車両（夜行列車として用いるものに限る）には火災報知設備を設けること。
(2) 火災報知設備は、火災によって生ずる熱または煙を利用して自動的に火災の発生を感知する感知器を有すること。

一方旅客車には、非常通報装置が設けられ(1 両のみで運行する車両及び非常停止装置を設けている車両を除く)、運転室には車内放送装置の送信装置、停車場又は運転指令所と送信および受信できる保安通信設備の車上設備を設ける。

自動火災報知器は売店など可燃物があり火災発生の可能性のある居室に設置することとしている。トンネル内においては、列車移動の気流により有効感知が不可能なことにより設置は不要としている。

第 86 条　動力車を操縦する係員が単独で乗務する列車は第 64 条から前条までの規定によるほか、次の基準に適合するものでなければならない。
一　地下式構造の区間その他の非常時に旅客の迅速な避難が困難な区間を走行する旅客車にあっては、第 79 条第 3 項の装置が作動したことを自動的に駅又は運転指令所に通報する事が出来る装置の設置その他の非常時に旅客の安全を確保するための措置を講じたものであること。
二　動力車を操縦する係員が保安上必要な場合には、駅又は運転指令所と定位置で支障なく連絡する事が出来ること。
三　旅客車にあっては、動力車を操縦する係員が定位置で容易に旅客用乗降口の扉の操作及び旅客への放送をすることが出来ること。
２　動力車を操縦する係員が乗務しない列車は、第⑥④上から前条までの規程によるほか、客室において旅客が運転指令所と相互に連絡が出来る装置の設置その他の非常時に旅客の安全を確保するための措置を講じなければならない。ただい、係員が乗務する事により非常時に旅客の安全を確保する事が出来る場合は、この限りでない。

また、駅に対しては、以下のように解釈基準が定められている。

(2)通報設備
①駅には、次の設備を設けるものとする。
(ｱ)防災管理室と、消防、警察、運転指令所、電力指令所、駅内各所（居室、プラットホーム両端部及び駅が管理する区域内で連絡上主要な場所）及び関係隣接建築物との間で連絡できる通信設備
(ｲ)防災管理室で統括できる放送設備（防災管理室から放送可能な範囲は、プラットホーム、コンコース、通路等駅が管理する区域とする。）
(ｳ)無線通信補助設備
②駅間には、列車及びトンネルから運転指令所に連絡できる通信設備を設けるものとする。この場合において、トンネルから運転指令所に連絡できる通信設備は、トンネル内に 250 メートル以内の間隔で設けるものとする。
③通信設備及び放送設備には、非常電源を附置するものとする。

(2)①(ｱ)通信設備

火災が発生した場合は、消防機関へ通報することが基本である。そのため、火災発生時には、防災管理室において集中監視、制御等を行うことから、消防、警察、運転指令所、電力指令所、駅内各所への通報も防災管理室から出来なければならない（図５－７）。

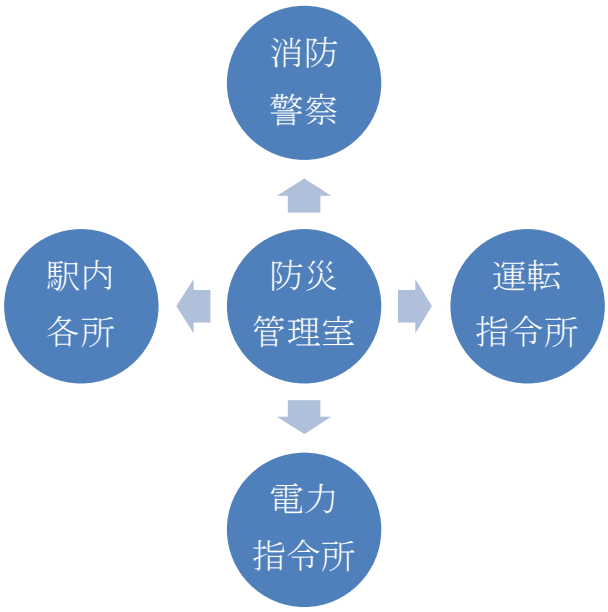


図５－７．連絡形態図

(2)①(ｲ)放送設備

火災発生時、駅内各所にいる旅客に対し、事態をいち早く知らせると共に、不特定多数の旅客をパニック状態にせず混乱なく避難させるためには、警報音を発すると共に、放送により旅客を誘導することが必要である。そのためには情報の集まる防災管理室で状態を把握し、的確な情報を放送して有効に避難させることが必要になる。

防災管理室からの放送範囲はプラットホーム、コンコース、通路等の旅客等の旅客又は駅係員のいる範囲である。

(2)①(ｳ)無線通信補助設備

地下駅では無線波が届かず消防活動の円滑化に支障をきたす恐れがある。そこで、地下駅等における無線通信を確保するため、無線通信補助設備を設置し、火災現場における消防活動の指揮命令等に使用する。

無線通信補助設備は、消防が使用する目的とした設備であるため、周波数や無線機接続端子の位置などは消防法令に基づいて決定する。

(2)②駅間通信設備

トンネル内に設ける通信設備は、沿線電話機とも言われているが、従前と同様に 250m 以下の間隔で設けるものとする。トンネル内に電話機を固定しておかない場合は、列車乗務員が携帯して歩き、250m 以内の間隔でジャックを差し入れて通話できるように設置する場合や、自営 PHS や無線 LAn 方式による電波を沿線電話として設置する場合があり、運転取り扱いの実施基準にその取り扱いを定める必要がある。

５．４．消火

鉄道車内の目立つところに消火器を設置することとし、現在、主に車両端の貫通扉の傍に設置されていることが多い。

駅構内及び駅間については下に記す。

５消火設備の整備

(1)駅には、次の設備を設置するものとする。

①消火器

消火器は駅の内消火活動上必要と認められる箇所に消防法施行令第十条第二項及び第三項の規定により設けるものとする。

②屋内消火栓設備

屋内消火栓設備、駅の消火活動上必要と認められる箇所に消防法施行令第十一条第三項及び第四項の規定により設けるものとし、非常電源を附置する。

③連結散水設備又は送水口を附置したスプリンクラー設備

居室（運転保安に関するものを除く。）等には消防法施行令第十二条第二項並びに第二十八条の２第二項の規定により、連結散水設備又は送水口を附置したスプリンクラー設備を設けるものとする。

コンビニ型売店には、消防法施行令第十二条第二項の規定により送水口を附置したスプリンクラー設備を設けるものとする。

④連結送水管

駅の連結送水管の放水口は、プラットホーム、コンコース及び通路で消火活動上必要と認められる箇所に設けるものとする。連結送水管は、消防法施行帝第二十九条第二項の規定により設けるものとする。ただし、送水口を附置した屋内消火栓設備が設けられ、消火活動上有効であると認められる場合はこの限りでない。

(2)駅間には、隣接する駅のプラットホームに設けられた連結送水管の放水口の距離が500mを超える場合は、連結送水管を設けるものとする。

連結送水管の放水口の間隔は、消防活動上必要と認められる間隔で消防法施行令第二十九条第二項の規定により設けるものとする。

上記の必要とする4つの設備は以下のように2種類に分類でき、主に①初期消火のため、②消防隊が消火活動を行うためのものとなっている。

①初期消火

・消火器

・屋内消火栓設備

②消防隊が消火活動を行う消火設備

・連結送水管設備

・連結散水設備及び送水口を附置したスプリンクラー設備

５．５．煙制御

韓国大邱地下鉄火災の「大火源火災(ガソリン４リットルによる放火)」を想定し、駅及び駅間には、旅客が安全に避難できるよう必要に応じて排煙を有効に行える設備を設ける事としている。

排煙設備
①駅及び駅間には旅客が安全に避難できるように必要に応じて排煙を有効に行える設備を設けるものとする。
(ｱ)排煙の必要排煙量等については、別紙７により算出するものとする。
(ｲ)排煙設備は機械換気設備を兼用してよい。
(ｳ)トンネルの縦断線形により自然換気坑によってもトンネルの排煙効果が十分に期待できる場合は排煙機を設けなくてもよい。
(ｴ)電源を必要とする排煙設備には、非常電源を附置するものとする。
②駅には、プラットホームと線路との間、階段、エスカレーター等の部分に必要に応じて垂れ壁等の煙の流動を妨げるものを設けるものとする。
この場合において、煙の流動を妨げるものとは、天井面から下方に突き出した垂れ壁その他これと同等以上に煙の流動を妨げる効力のあるもの（感知機との連動により降下し、かつ、防災管理室からの遠隔操作によっても作動できるものを含む。）で、不燃材料で作られ、又は覆われたものをいう。

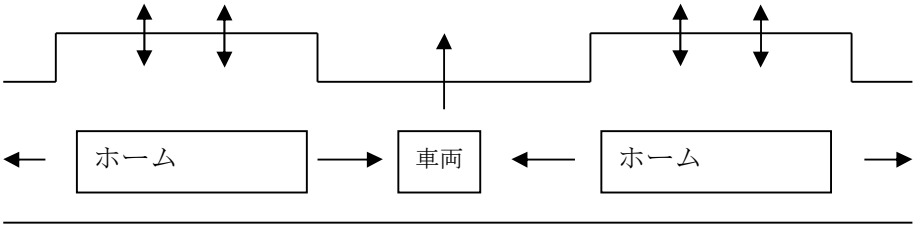
地下鉄道に換気設備を設置する目的は次の２項目があげられる。
①炭酸ガス等の濃度上昇及び温度・湿度上昇を防止するための新鮮な外気の導入
②火災時の排煙

トンネルの断面形状や延長、トンネル周辺の地下水や地質、通過列車の形式・編成・運転感覚・冷房の有無、照明設備、駅施設及び乗降客数などを検討し、適切な換気方式又は換気設備を採用するのがよい。単線断年には縦流換気方式、複線断面では中間換気方式が効果的とされている。

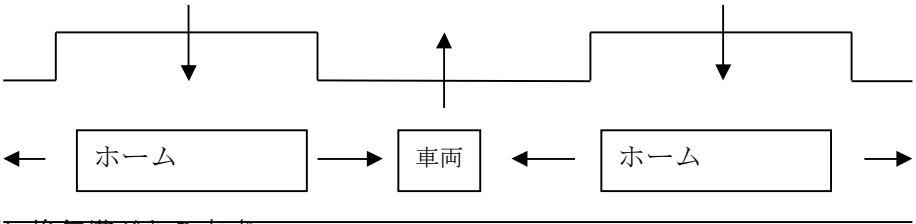
代表的な換気方式には、以下のようなものがある。
①トンネル中間で機械換気する方式
②駅で機械吸気、トンネル中間で排気する方式。
③駅両側に換気塔がある方式
④駅から機械給気して隣接駅から機械排気する方式
⑤④の方式でホーム下排気のある方式
⑥トンネルと駅を分離してトンネルは列車進行方向に縦流換気方式、ホームはホーム下排

気による方式

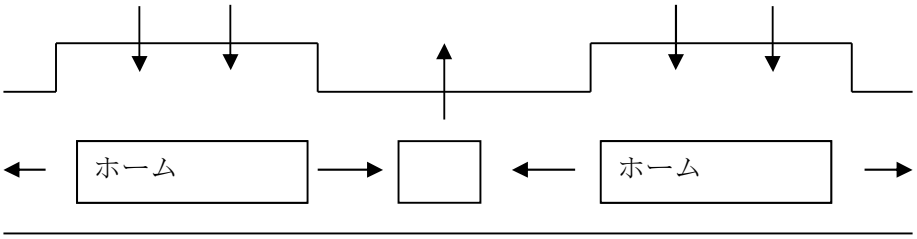
(1)トンネル中間で機械排気する方式



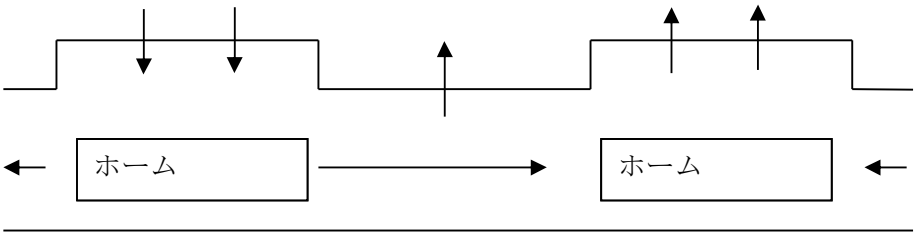
(2)駅で機械吸気、トンネル中間で機械排気する方式



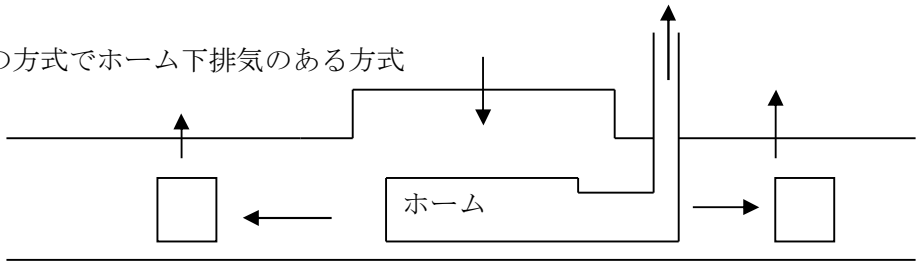
(3)駅両側に換気塔がある方式



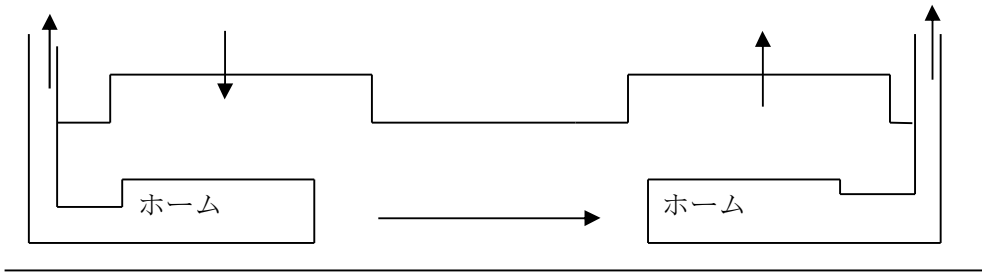
(4)駅から機械吸気して隣接駅から機械排気する方式



(5)(4)の方式でホーム下排気のある方式



(6)トンネルと駅を分離してトンネルは列車進行方向に縦流換気方式、ホームはホーム下排気による方式



また、地下鉄道を設計する場合の排煙対策を次のように定める。

１用語の定義

(1)火点ブロック

列車火災が発生した場合に、乗降場において煙が拡散する空間のうち、煙濃度が最も濃いと推定される一定の空間をいう・。

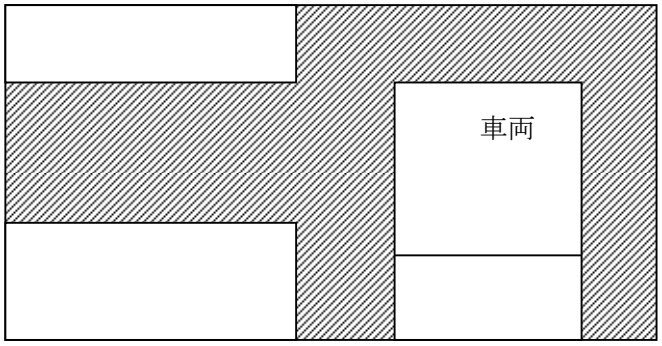
火点ブロックの設定は次による。

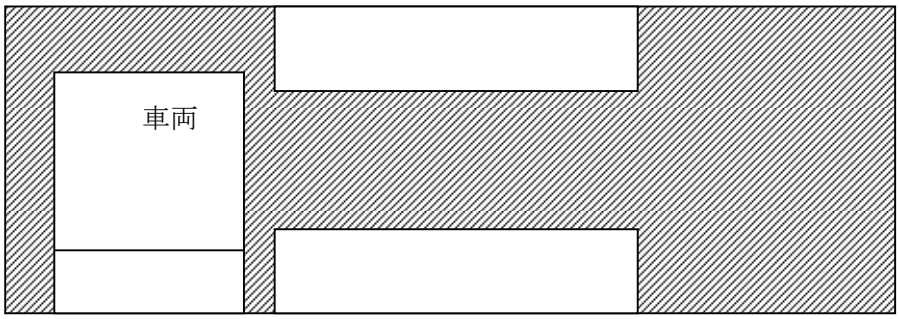
ア　線路直角方向の断面は、図５－２の通りとし、図に示す以外の形式の駅構造については、図に示す考え方に準じたものとする。

イ　断面積は煙の拡散する範囲の断面積から車両断面積（床下部分を含む。）を減じたもので、図５－２の斜線部分とする。

ウ　線路方向長さは、20m とする。

エ　火点ブロックの容積は時式により計算する。





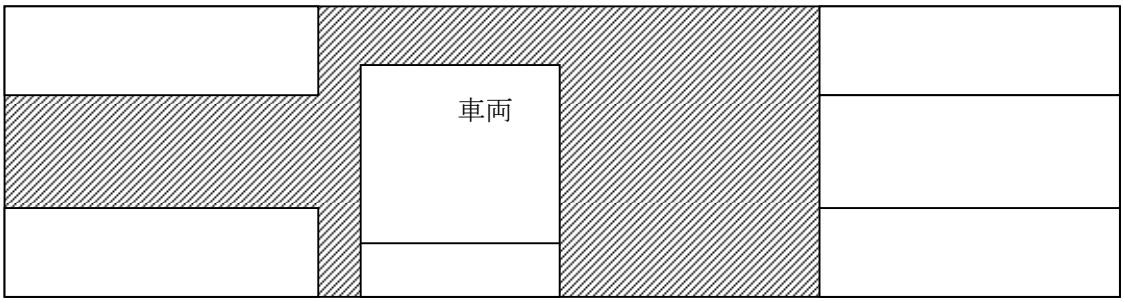


図５－２．火点ブロック（上：１線ホーム、中：２線島式ホーム、下：２線相対式ホーム）

V=（Ao－Av）×20　　Ao=(Va－Vm)/L

V：火点ブロック容積(m^3)

Ao：線路直角方向断面積(m^2)

Av：車両断面積（床下部分を含む。）(m^2)

Va：乗降場部の火点ブロック設定断面で、ホーム有効長部分の全容積(m^3)

Vm：Va 内の柱、階段部等煙の拡散しない部分の容積(m^3)

L：ホームの有効長(m)

(2)煙拡散容積

　コンコース階部において火災が発生した場合、煙が拡散する空間のうち、煙が滞留すると推定される空間の容積をいう。

　煙拡散容積の設定は次による。

ア　高さは、コンコースの天井高さから 2m 減じたものとする。

イ　床面積は、柱等の煙の拡散しない部分の面積を減じたものとし、排煙設備が設置されている場合は、10 分間の累積換気量を天井高さで除したものを床面積に加えるものとする。

ウ　煙拡散容積は次式により計算する。

V=(Af－At+Vs/H)×（H－2）

Vo：煙拡散容積(m^3)

Af：コンコース階部床面積(m^2)

At：コンコース階部の柱等の煙の拡散しない部分の面積(m^3)

Vs：排煙設備の 10 分間の累積換気量(m^3)

H：コンコース階部の天井高さ(m)

乗降場階部の排煙対策

(1)排煙設備の必要換気能力

　乗降場に対する排煙設備の換気能力は、原則として、火点ブロック容積の大きさごとに、別表に規定する換気回数を確保するものとする。

(2)排煙方式

排煙方式は、第一の避難場所となるコンコース階部に連絡する階段等には、下降気流が流れる等、コンコース階部に煙が拡散するのを抑制できる方式とするものとする。

コンコース階部の煙対策

(a)必要煙拡散容積

コンコース階部は、原則として 1050 m^3 以上の煙拡散容積を確保するものとする。

(b)駅設備の構造等

コンコース階部の火災発生時には、乗降場階部への煙の拡散を抑制できる構造とするものとする。

(c)乗換等大規模駅

コンコース階部の煙対策は、駅と他線の駅（同一の乗降場を使用するものを除く。）との区画ごとに、上記の基準を満足するものとする。

居室の排煙設備

居室には、排煙機を設けるものとする。排煙機は、排煙口の開放に伴い自動的に作動し、かつ、1 分間に、１２０m^3 以上で、かつ、防炎区画部分の床面積 1km^2 につき、1 m^3（②以上の防炎区画部分に係る排煙機にあっては、当該防煙区画部分のうち床面積の最大のものの床面積 1k m^2 につき 2 m^3）以上の空気を排出する能力を有するものとする。

その他の構造等については、建築基準法施行令第 126 条の 3 の規定に準じるものとする。

５．６．まとめ

日本国内においての火災対策は、大規模な火災に伴い改善されてきた。しかし、韓国大邱地下鉄火災の発生までは大火源による火災を考慮していなかった。大邱地下鉄火災により改正された現行基準の規定も、鉄道車両においては満たされていない案件も発生している。

参考文献

１）日本火災学会編，火災便覧（新版），共立出版株式会社，1984

２）国土交通省　報道発表資料「鉄道車両の床材料の交換指示について」；http://www.mlit.go.jp/report/press/tetsudo01_hh_000027.html

３）国土交通省鉄道局　監修，（別冊）地下駅等の火災対策基準・同解説（土木編），日本鉄道施設協会，2007

４）電気鉄道ハンドブック編集委員会編，電気鉄道ハンドブック，コロナ社，2007

第６章
煙制御の詳細分析

６．煙制御の詳細分析

６．１．火災事故事例

実際の火災事故を把握するために、表６－１に記す重大火災事故及び法規制への影響があった火災事故の詳細を述べる。

表６－１．重大火災事故

	No.	発生場所
海外	A-1	ボストン地下鉄
	A-2	BART(サンフランシスコ高速鉄道)海底トンネル
	A-3	英仏海峡トンネル
	A-4	オーストリアケーブルカー
	A-5	韓国大邱地下鉄
国内	B-1	桜木町事故(根岸線　桜木町駅)
	B-2	南海電鉄高野線
	B-3	営団地下鉄日比谷線
	B-4	北陸本線北陸トンネル
	B-5	近鉄大阪線生駒トンネル
	B-6	上越線

また、A-2『BART(サンフランシスコ高速鉄道)海底トンネル』及びA-3『英仏海峡トンネル』の2件は後の項に記す。

A-1. ボストン地下鉄火災

発生日時：1975 (昭和 50)年 7 月 2 日 9 時 08 分

発生場所：マサチューセッツ湾交通営団グリーン線ケンモア・スクエアー駅付近

死傷者：負傷 34 人(消防)

(1) 事故概要

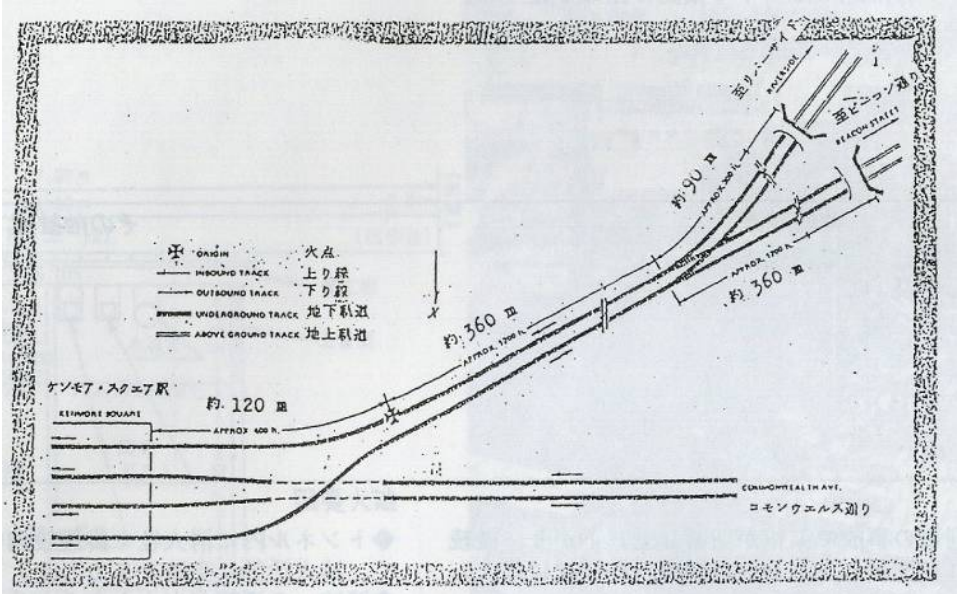
駅の手前 120mの地点で地下鉄電車の最後尾車両が電気的な故障を起こした。この車両を移動させた後、後続の列車が信号の指示に従って動き出し、前の電車が車両を起こした箇所に差し掛かった時、１両目の車両天井部分で火災が発生した。

乗務員は直ちに乗客を避難させたが、混乱の中で消防への通報が 20 分も遅れた。ボストンとブルックラインの消防が出動し消火に当たったが、トンネル内には消火栓もなく、地上からホースを延長するなど、熱気と煙の中で活動は困難を極めた。

(2) 事故原因

選考する列車の事故で架線が切断し垂れ下がり、後続の列車がこれに接触し、スパーク、屋根の防音材に着火した。

車両はブルマン標準 GE 展望窓型と呼ばれる型であり、金属ボディーの内側に防音材があり、その上をファイバーボードで仕上げている。座席はファイバーグラス入りの化学繊維を用い、床はビニールタイルであった。窓の大半はガラスだが、一部にプラスチックも使われていた。



現場付近図

図６－１．ボストン地下鉄火災[2)]

A-4. **オーストラリアケーブルカー**

発生日時：2000 (平成 12)年 11 月 11 日

発生場所：オーストリアの Salzburg に近いアルプスの村 Kaprun

死傷者：171 名

(1) 概要

スキーヤーを乗せたケーブルカーがトンネル内に入って停止し、火災が発生。ほとんどの犠牲者は燃え上がる車両から脱出したものの、外に導く狭い階段を上の方に逃げ、鼻につくような煙の中で死亡した。生き残ったのは 180 人中 9 人で、トンネルと吹き上げる強風と煙を避けて反対側に逃げて助かった。

(2) 原因

運転席下部において利用していた電気ストーブより出火した。

A-5. **韓国大邱地下鉄**

発生日時：2003 (平成 15)年 2 月 18 日 9 時 53 分

発生場所：：大邱(テグ)市地下鉄 1 号線中央路駅構内(地下 3 階)

死傷者：死者 192 名、負傷者 148 名

(1) 概要

1 両目車内で、プラスチック類の容器をもった放火犯が駅に着いた途端、ライターを着火し容器（ガソリン 4 リットル）に近付けたため、ガソリンの蒸気に着火し、これと同時に容器を空中に投げたため、放火犯自身の着衣と座席シートや床に引火し、炎が車内に急激に燃え広がった。一方、対向車は、火災の拡大を予測できないまま駅に到着し、いったん扉を開閉し、発車を試みたが停電のため列車は動かず、最終的に運転士がマスターキーを抜き(マスターキーを抜くとすべての機能がダウンする構造)、列車を離れた。火災は、放火列車から対向列車へ延焼し、貫通扉が開いたと考えられる対向列車が放火列車より早く延焼拡大し、最終的には両列車(内装のほぼすべてが FRP 製)とも全焼したものである。

(2) 原因

ガソリンへの着火（放火）

(3) 対策

当該事故を受け、学識経験者、国土交通省、消防関係者、地下鉄事業者等からなる「地下鉄道の火災対策検討会」が設立され、わが国の火災対策検討会が設立され、わが国の火災対策について審議され、この結果が解釈基準に反映された。

B-1. **桜木町事故**

発生日時：昭和 26(1951)年 4 月 24 日

発生場所：国鉄根岸線　桜木町駅構内

死傷者：死亡 106 名負傷 93 名

(1) 概要

車両の内装は木材が主流であり、使用材料そのものを難燃化する対策はとられていなかった。車両の内装材が金属主体となるのは昭和 30 年代に入りアルミのメラミン樹脂化粧板が採用されてからとなる。

桜木町駅に進入中の 5 両編成の電車の先頭車のパンタグラフが垂れ下がった架線に絡まって横倒しとなり、これが原因で火花が発生して屋根に着火、短時間のうちに 1 両目を全焼、2 両目も半焼した。側扉の開放コックが明示されておらず、側扉が開かなかったこと、3 段式の窓構造で窓からの脱出も困難なこと、加えて貫通扉が内開きで逃げる人で開放できなかったことから、被害が拡大した。1 両全焼した。

(2) 原因

架線工事のミスで架線が切断され垂れ下がってレールと接触。一度架線への電力供給が断たれたが再度給電したときには架線がレールから離れ、給電が続けられた。この状態で列車が進入、パンタグラフが架線に絡まり、屋根上に横倒しとなった。このとき横浜変電

所は給電を停止したが、隣の鶴見発電所が給電を続けたため火災に発展した。

(3) 対策

貫通路の改良、窓構造の変更、ドアの開放コックの明示、車両の難燃化

B-2. 南海電鉄高野線

発生日時昭和 31(1956)年 5 月 7 日

発生場所：南海高野線　18 号トンネル（1.5km）内

死傷者：死亡 1 名、負傷者 42 名

(1) 概要

全車両全焼した。

当時地方鉄道建設規定には、桜木町事故にかんがみ、電車に対してセルロイド等の使用禁止、自動遮断器（ヒューズ）の設置、高圧機器配線の防護、電孤電熱発生機器の熱的防護などの措置が規定され、また地下鉄電車に対しては特に車体の不燃化が求められていたが、使用中の車両に対しては猶予措置が取られていた。この事故電車の骨組みは鋼製だったが、屋根、床、内装は木製だった。

(3) 対策

この後昭和 31 年 6 月 15 日鉄運第 39 号「電車の火災事故対策について」の通達によって電車の構造その他の機器の整備、取扱についての対策を定め、電車を極力不燃化し、木製の電車について不燃性改造すること、連結電車への貫通路設置、電気機器の耐熱防護強化、各社への消火器設置等を支持した。

B-3. 営団地下鉄日比谷線

発生日時：昭和 43(1968)年 1 月

発生場所：営団地下鉄日比谷線　六本木―神谷町間

死傷者：なし

(1) 概要

回路の異常で床下から発煙したため乗客を降ろして回送中に運転不能となり、トンネル内で 1 両が全焼した。地下鉄用車両として難燃対策を行っていた車両（A-A 基準にかなったもの）の火災であったことから基準の見直しが行われた。

走行中の電車の床下から発煙したために乗客を降ろして回送中に駅間で走行不能となった。以降火勢が拡大したが、地下鉄の駅間で停止したため、出火車両との連絡が取れず、火源の特定が難しかった。消防隊の呼吸装置の持続時間の制限から消防隊の進入路の確保に時間がかかった。

(2)原因

ブレーキ時に使用する主抵抗器回路の以上から抵抗器が過熱し、抵抗器上部の電線から発火、延焼したため。

(3) 対策

車両　抵抗器上部の断熱強化、難燃基準の見直し、燃焼性試験の導入

消防　地下鉄火災時の進入口の検討

B-4. 北陸トンネル火災

発生日時：昭和 47(1972)年 11 月 6 日

発生場所：国鉄北陸本線北陸トンネル(全長 13km)内の 5.3km の地点

死傷者：死亡者 30 名、負傷者 714 名。

(1) 概要

寝台急行「きたぐに」(機関車けん引の 15 両編成)の 11 両目の食堂車から出火。敦賀方入口から 5.3km 地点で停車、火災車両と後続車両を切り離して 60m 移動、さらに 11 号車と 10 号車を切り離そうとしたときに火災による架線垂下で架線が停電し、全車両がトンネル内に取り残された。トンネル内に充満した煙とガスで救出活動が遅れた。

火災発生後トンネル内で停車、火災車両と切り離す作業中に架線が垂下して停電。全車両がトンネル中央部に取り残され煙とガスにより多数の死傷者を出した。この事故を契機として、数回にわたり、他に類を見ない走行試験を含む試験を行い、国鉄における難燃化、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を行った。特に、マニュアル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た。

(2) 原因

石炭レンジを使用した食堂車からの出火。

車両の断熱材等から大量の煙・ガスが発生したこと

長いトンネル内で火災が発生した時にどのように処置するかが明確でなかった事

架線が停電したため、脱出が不可能となったこと

トンネル内の照明が一部区間を除き消灯していたため、乗客の避難等に支障をきたしたこと。

トンネル外との連絡が携帯用電話機に限られ、迅速な連絡ができなかった事

(3) 対策

車両　石炭レンジ使用の食堂車使用停止、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感知器、電源自動消火器の設置

取扱　トンネル内火災時の取り扱い変更(火災時は停止→トンネル内の火災時はトンネルを出てから停止)

設備　乗務員からの連絡設備の改良、照明設備の改良、消火器・携帯電灯の整備

B-5. 近鉄大阪線生駒トンネルケーブル火災

発生日時：昭和 62(1987)年 9 月 21 日

発生場所：生駒トンネル(4737m)内の西口から約 2km の地点
死傷者：死者 1 名、重軽傷 48 名

(1) 概要

線路わきにある高圧ケーブルを収納したマンホール兼待避所で火災が発生、送電がストップした。このため、6 両編成の生駒行き下り列車が火災現場を通過した後トンネル内のほぼ中央付近で立往生し、猛烈な煙に巻きこまれた。火災及び停電の連絡を受けた中央指令所は、運行再開のために別系統の電源に切り替える対応のみに時間を取られ、運転士をただ待たせるだけであった。結果的にもそれも失敗し、いたずらに避難の開始を遅らせてしまった。乗客約 50 数人は非常灯だけのトンネルの中を必死に脱出した。避難が終了したのは火災覚知から 2 時間近く経過した午後 6 時 10 分だった。

火災はその後も続いた。夜になって風向きが変わり刺激臭のある黒煙が近くの住宅地を襲い、付近の住民約 200 人が避難する騒ぎも起きた。火災は自然鎮火を待つような状態で、出火から 11 時間近く経った翌 22 日午後 3 時にようやく鎮火した。

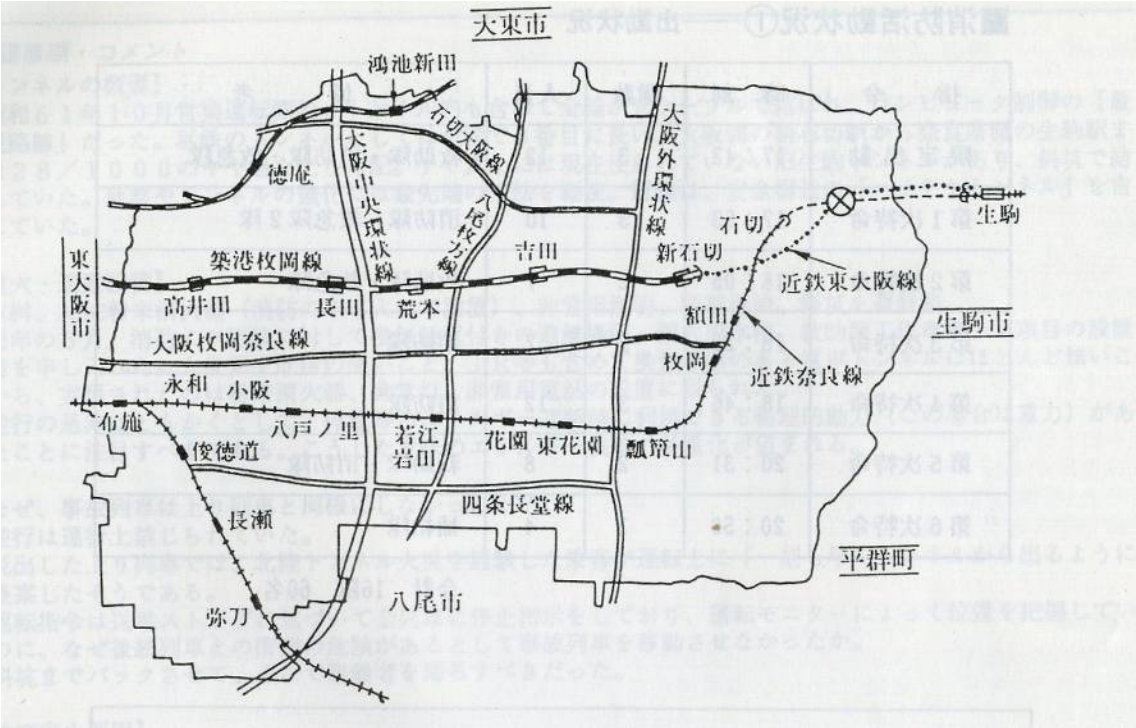


図６－２．**近鉄大阪線生駒トンネルケーブル火災付近図**[2)]

(2) 原因

電力ケーブル施行業者がマニュアルを読まず施工し、アース用部品接続ミス。

B-6. **上越線**

発生日時：昭和 63(1988)年 3 月

発生場所：JR 東日本上越線　越後中里―越後湯沢間

死傷者：なし

(1) 概要

気動車の団体用車両「アルカディア」（3 両編成、乗客 80 名、添乗員 3 名）を使用した臨時列車が、走行中床下にて発火を認め、室内にも煙が進入。停車の上、乗客を避難させた後消火器を用いるも消火できず、消防車にて消火した。気動車 1 両を全焼した。

(2) 原因

エンジンの排気管にたまったエンジンオイルが過熱し、発火した。排気管が車体を貫通して設けられているため過熱した排気管から内装材に延焼したもの。

(3) 対策

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た。

６．１．１．火災事故事例１（BART（サンフランシスコ鉄道）海底トンネル火災事故）

発生日時：昭和 54(1979)年 1 月 17 日

発生場所：オークランドとサンフランシスコを結ぶ海底トンネル(全長 5.9km(5760m?))内の 1.6km 付近

死傷者：死亡者 1 名、負傷者 58 名（内 19 名消防士）煙及び有毒ガスの吸入により死亡。他にもプラスチックからの有毒ガスにより乗客・消防士が負傷

(1) トンネル

BART(Bay Area Rapid Transit)はサンフランシスコとオークランドを結ぶ主線を含む 2 つのトンネルを持った主の沿岸エリアを走る高速鉄道である。

トンネル構造は図６－３のように、大きな双眼鏡のようなトンネル区間（縦 7.3m 横 14.6 m）であり、その中心に仕切られた『ギャラリー』と呼ばれる部分がある。ギャラリーは上下二つの部屋に分かれており、下方には歩行者用及び電気設備や安全設備などのメンテナンスアクセス用、上部には換気ダクトが設置してある。BART 当局は換気システムの設置及び安全機能に関して楽観的だったが、サンフランシスコの消防署長は、窓もないため、3 マイルの超高層が横になったも同然の危険があると言った。誰もが火災発生した場合、煙が大きな問題になると懸念されていた。

地下駅部分は不燃化が徹底しており、スプリンクラーも配備されている。地下トンネルには、本線と並行してサブトンネルを設置し、火災時には加圧された安全ゾーンとなるように計画されていた。両側のトンネルからは約 100m ごとに配置された避難口があり、避難者は手で触れると開く常時閉鎖式扉を通じて安全ゾーンに進入できる。

走行トンネル内には両端に高圧シャフトを伴った 2 つの換気設備がある。この換気設備は 84000f³/分の許容量の排気ファンも伴っている。Blast damper(高圧ダンパー)は走行トンネル内の上部に 300m 置きに設置されており、このダンパーは上のギャラリーの直接つながっており、開閉は BART 運転センターで行われる。その制御は単一電源で行われていた。

BART 当局は、基本設計レベルにおいて BART システムの安全系には特に力を入れていた。それは一部の関係者から過剰安全システムであるという指摘を受けるほどであった。

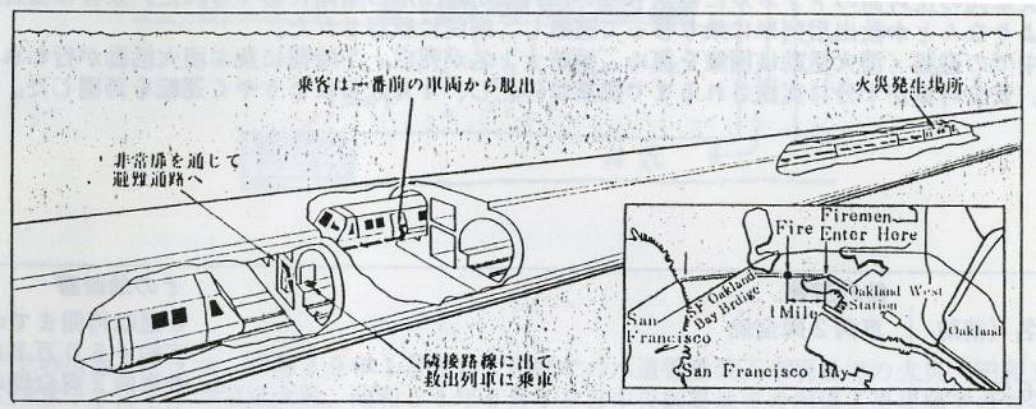


図６－３．BART[2)]

(2) 事故概要

1977 年 1 月 17 日 16 時 30 分、BART363 号車はサンフランシスコ湾下の海底トンネルをディリーシティに向けて通過中にオークランド側から 1.6km 付近で急停止した。

同車両の運転確認捜査員からは BART 運転センターに「M-1 線において車中火災発生」と緊急報告があった。この火災はすぐに鎮火した。乗り合わせた BART の技術者が車両を調べたところ、脱線防止用のバーの取り付けが不完全であることが分かった。ライン開閉 BOX の金属カバーに打たれて列車から脱落して発生したものであった。同列車は、まもなく運転を再開した。そして後続の 2 列車に対し BART 運転センターは低速運転及び M-1 トンネル内の状況を再確認する事を指示した。その後 7 列車が同地点を無事通過した。

事故の数時間前の 16 時 45 分、西行きの列車のエンジンが 20 分ストップした。後に乗客たちはスパークが起こり、爆発のような音が聞こえ、火災のような閃光が見えたと言った。

事故の時間に近づいた 17 時 15 分、サンフランシスコ側のエンバカデロ駅で客が西側に煙が見えるとの報告があった。

18 時 06 分、乗客が約 50 名乗っていた、オークランドからサンフランシスコに向かうディリーシティ行き列車(BART117 号)が事故現場を通過したところ、5 両目の回路遮断器及び 6・7 両目間から出火した。同車両運転確認捜査員からセンターに「異常負荷・火災発生。大量の煙が車内に流入中」と緊急報告があった。

同列車は自動停止し、BART 運転センターは直ちに排煙システムをスタートさせたが、不適当なダンパーをオープンする等のミス制御のため、排煙作業が困難を極めた。乗客は

前方の車両に避難した。最後尾の車両は、列車から切り離されたが、他の車両の切り離しはうまくいかなかった。NTSBは切り離しのシステムは列車の制御回路が短かったために、うまく機能しなかったと報告している。

サンフランシスコ側の消防署は 18 時 34 分まで正式に依頼されなかった。オークランド側の消防署が気付いたのが 25 分後、最初の通報から 34 分後、disconnect した。1000 人の乗客をエンバカデロ駅に避難させるまで 10 分かかった。乗客が避難車両に乗せられたとき、避難列車の乗客たちは片方のトンネル内で火災があったことだけ知らされていた。その避難車両がいた隣のトンネル内にはライトも新鮮な空気もなく、乗客たちは他のトンネルから煙が来ている匂いがするといった。

強烈な煙が視界を遮り、救助活動を妨げた。これは列車に利用されていたポリウレタンシートの燃焼により発生した有害物質に起因する。その材料は以前から潜在的な火災危険性として認識されており、BART はその交換のために 250 万ドルの連邦助成金を受けていた。事件時、BART は交換準備を行っていたが、導入のためには 1 年以上かかるだろうと推定した。

火災は 22 時 45 分には下火になったが、最後尾の車両の火が鎮火するまでもっと時間が必要だった。窓や屋根は欠落し、くしゃくしゃになっていた。

(3) 原因

火災原因は 363 号列車から外れたカバーの衝撃で電源レールまたは同保護カバーのブランケットが調整不良となり、117 号列車の集電器が壊れてショートし、火災になったものと思われる。

拡大した原因としては、

・列車乗務員と中央指令室との意思疎通不足
・排煙設備の作動ミス
・燃えやすい車両内装材

などがあげられる。

火災発生時、列車はその現場に自動停車し、再出発はできなかった。さらに、被災車両の切り離しを試みたが、失敗した。その間に換気システムは作動していたが、発生した煙を速やかに排出できるレベルではなかった。煙が充満したトンネル内において乗客の避難を 30 分遅らせた。

また、車両内装材にポリウレタンフォームが使われていたために有害な煙が大量に発生し、呼吸が困難になり、視界もほぼ 0 になった。それに伴い、トンネル外からの避難列車の到着が 40 分かかり、避難が遅くなった。通報の遅れや排煙装置の作動ミスによりトンネル内に大量の煙が拡がった。

この火災が拡大した原因には、列車乗務員と中央指令室のコミュニケーションや調整不足、判断ミスなどが挙げられ、これらは全国防火協会のガイドライン(NFPA130)の重要な

要素となった。

(4) 火災事故の際の排煙設備の動作

トンネル内の換気システムは 12000 ft³/m の Line Vent Shaft もあり、これは走行トンネル内へ供給・排気モードを選択できる。緊急排気ファンが作動しているとき、Line Vent Shaft は排出された空気を補うためトンネル内へ空気を供給する。排気ファンは上のギャラリーを減圧し、走行トンネル内から指定したダンパーを通して煙と汚染物質を押し出す。

この緊急換気システムを動かすためには、BART センターは被災車両がどのダンパーの近くにいるか関係性を把握しないといけない。この位置は車両乗務員からしか提供してもらうことしかできず、もしこの情報が異なった場合、コントロールセンター内にあるマニュアルの電算に基づき、特定の 2 マイルのダンパーを操作する事としている。117 号列車がトンネル内で緊急停止したとき、運転手は BART 運転センターに現在位置を教えなかったため、煙による汚染が早まった。

一方 Main-Tub(線路部分)を平行してある Sub-tube の部分にも煙が流入した(この Sub-tube 部分は、設計上では安全 ZONE として加圧されることになっている)。そのため、オークランド消防局の Elliot 氏が、火災地点付近のギャラリー内で死亡した。

(5) 結果

最初のダンパー11 の操作が列車後方の煙を引っ張ってしまい、乗客の避難を妨げる結果となった。このダンパーの操作は、EFOR というマニュアルに記載されていたが、このときには明らかに間違ったダンパーを開けてしまった。

V03 と V04 の排気ファンの操作は記載されていなかった。そしておそらくオークランド方向への煙の動きが提言された。

火災発生後の上・下のギャラリーの調査では、ギャラリー間の整合性(Divider)が失われ、多くの煙の進入があった。2-4 インチ程の穴が約 114 個あった。ギャラリーのこの緩いハッチカバーによりできたもれは、上のギャラリー内の強い排気行動は下のギャラリーとのマイナスの不均衡が生じ、これは走行トンネルへも影響した。

このマイナスの不均衡は、開いたままになっていたドアを介して多量の煙の侵入を許すと同様に、立てつけの悪い(poorly)通行ドアからも煙を引いた。

この猛烈な反動と 111 号列車の ATO 自動列車運転からの多量の煙の特徴を示していた。列車が動いている間はギャラリーのドアを閉め、緊急時は両トンネル内で一台のみ動かすことを許した。それにより、その状態は軽減させたが、排除はできなかった。

ガイドラインなしにダンパー操作を行う前に、M-2 トンネル内のダンパーの無差別な操作を行ったことにより、火災エリアからすみやかに効果的に煙を取り去り、一つもしくは 2 つのダンパーの有効性を明らかに取り除いてしまった。

M-1 トンネル内のクリアーな状態はドア 53 の警備員によって、火災時、排気ファンはト

ンネル内からの多量の煙を綺麗にする容量があることが判明していた。

表６－２．BART 火災の経過

時刻	経過
16:30	列車 363 号が小規模火災。すぐに鎮火した。
16:45	火災現場を通行した列車Ａ(詳細不明)のエンジンが 20 分ストップ。 同時に、スパークによる爆発のような音が聞こえ、火災のような閃光が見えたとの報告もある。
17:15	サンフランシスコ側のエンバカデロ駅で客が西側に煙が見えるとの報告があった。
18:06	当該車両(117 号列車)で火災発生。
18:07	BART センターは火災位置をマイルポスト 4.1~4.3 の間と推定した。EFOR(１the Emergency Fan Operating Regime)に従い、ダンパー11 を開けた。
18:11	3 分間の間に 4 つの大きな排気ファンが作動し、車両前方 440f(132m)のダンパー 11 が動き車両後方の煙を前方へ引っ張った。煙は完全に列車を包み込み、乗客の避難の妨げになっていると報告された。
18:12	列車から煙を引き離そうとダンパー9 を開けた。
18:20	向かい側の乗客を避難させるための列車 111 号列車の準備ができ、マイルポスト 4.2 に停止した。117 号列車は列車の外には濃い煙があり、視界がなく乗客避難が困難になる。
18:23	列車から煙を除くために、BART センターはダンパー7 を開け、Line Suppy Fan V-13、V-14、V-19、V-20 を動かし、向かい側のトンネルから新鮮な空気を取り入れた。
18:25	ダンパー11 を閉めた。
18:26	さらに 117 号列車から煙を取り除こうと、排気ファン V-03、V-04 をオフにした。BART センターはその後、これらのファンを再スタートさせようとしたが DTS(Data Transmission System)を失ったためにできなかった。
18:29	BART の技術者は避難車両からギャラリーに入り、「ギャラリー内もひどい煙だ」と述べた。また、M-1 トンネルへ通じるギャラリーのドア 43 を開き、さらに濃い煙がギャラリー内に流入したため、速やかにドアを閉めた。
18:38	BART の警備管理員が M-1 からドア 45 を通じてギャラリーへ進入し、非常電話を用いて BART センターへ状況を伝えた。煙は濃く、列車に戻ったら息が出来なくなると告げた。ドア 45(M-1)は開けっ放しであったため、煙がギャラリー内へ流入していた。
18:42	オークランドの消防士がドア 43 を開け、乗客の避難と避難列車 111 号列車への移動を開始した。

18:43	約 1 分後、117 号列車は視界が良くなってきたと報告があり、どれと同時刻に 111 号列車(避難列車)は煙に包まれ、乗客は呼吸するのが困難だと告げた。
18:45	その数分後、徒歩で火災エリアまで近づいてきたギャラリー内の消防士は濃い煙の成長に気付き、呼吸器を装着した。
18:47	117 号列車から最後の乗客が避難していたとき、117 号列車が再び煙に包まれてきたと告げた。
18:52	全ての乗客が避難列車への避難が完了したと共に、M-1 トンネル内のドア 43 は閉まり、列車がオークランドの駅に向けて走行できるよう軌道をクリアーにする準備もできた。
18:58	BART センターは 111 号車の運転手へ連絡を取り、出発の許可を与えた。
18:58+	列車は速度を 3m/s あげ、その結果はとてもすさまじかった。M-2 トンネル内やギャラリー内にいた幾人かのオークランドの消防士は倒れた。黒い煙の雲が列車とともにギャラリーから出ていった。M-2 のドア 43 は閉まった。 此のすぐ後に、列車は非常電話で列車周りの煙は厚く、その列車が火災列車になると運転手は思った。この通行後、熱い煙がトンネル内に広まり、視界も遮られるほどのものとなった。
19:03	チーフオペレーターは BART センターに通信をし、M-2 トンネル内は視界良好かどうか尋ねた。「煙はすさまじい。」BART センターは M-2 トンネル内のダンパーを開けると告げた。
19:03	ダンパー14 オープン
19:04	ダンパー16 オープン
19:05	ダンパー12 オープン
19:05	ダンパー16 クローズド
19:06	複数の DTS（Data Transmission System）の欠損が発生
19:06	ダンパー14 クローズド
19:06	ダンパー10 オープン
19:07	ダンパー11 オープン
19:09	5 人のオークランド換気シャフトの責任者に火災時専用電話にてひどい煙であり、トンネル内に取り残されていると告げられた。
19:15	同じ電話を使い、walkway のことを報告し、全ての道が煙に占領していた。
20:14	ダンパー14 を再び開けた。カスタノスとパディラが M-2 トンネルからギャラリーを通ってやってきたが、両方ともひどい煙が覆っていたが、M-1 トンネルは比較的視界が良好だった。ひどい黒煙は空気によって冷やされ、ギャラリーの床上に黒い毛布のようにすすが拡がっていた。 ドア４１から西に 400m いったドア５７まで、そのすすの毛布は拡がっていた。

６．１．２．火災事故事例２（英仏海峡トンネル火災事故）

英仏海峡トンネル火災は表６－３に記す資料を用いて検討を行った。

表６－３．英仏海峡トンネル資料一覧

分類	No.	題名	著	媒体	ページ	コメント
1996	1	INQUIRY INTO THE FIRE ON HEAVY GOODS VEHICLE SHUTTLE 7539 ON 18 NOVEMBER 1996	Channel Tunnel Safety Authority	http://www.railwaysarchive.co.uk/documents/CTSA_ChanTun1996.pdf	81	英仏海峡トンネル安全局の発行した詳細な報告書
	2	The fire in the Channel Tunnel	CJ Kirkland	http://www.ita-aites.org/fileadmin/filemounts/ovion/doc/safety/sydney/OS12.PDF	5	トンネルの設計及び火災概要
	3	The Channel Tunnel	John Noulton	http://www.jrtr.net/jrtr26/pdf/f38_nou.pdf	8	トンネルの設計、概要
	4	English Channel Tunnel	–	http://www.nfpa.org/assets/files/PDF/ChunnelSummary.pdf	3	NFPA の発行した火災概要
2006	5	Rail Accident Report(Fire on HGV in the Channel Tunnel 21 August 2006)	Rail Accident Investigation Branch	http://www.raib.gov.uk/cms_resources.cfm?file=/071023_R372007_Channel%20Tunnel.pdf	88	英国の事故調査組織の発行した詳細な報告書
2008	6	Technical Investigation Report concerning the Fire on Eurotunnel Freight Shuttle 7412 on 11 september 2008	Rail Accident Investigation Branch	http://www.raib.gov.uk/cms_resources.cfm?file=/101122_ReportET2010_eurotunnel_eng.pdf	168	英国の事故調査組織の発行した詳細な報告書
	7	Channel Tunnel vision	―	http://www.professional-rescue.co.uk/articles/chunnel.pdf	2	火災概況及び消防メイン
	8	Channel Tunnel Fire,UK/France-The	ARUP	http://www.arup.com/_assets/_download/89B79030-19BB-31	4	英仏海峡トンネルの

		Arup View		6E-408210359877972C.pdf		2008 年の火災の概況

まとめ	9	Fire Dynamics During the Channel Tunnel Fires	Ricky Carvel,University of Edinburgh	http://www.hemmingfire.com/news/get_file.php3/id/164/file/464-471_Fire+Dynamics.pdf	8	英仏海峡トンネルで発生した 3 件の火災の概要及び火災成長の考察
構造	10	CHANNEL TUNNEL CONSTRUCTION LOGISTICS AND PRESCAST AT SANGATTE SITE	―	http://www.batisseurs-tunnel.com/amicale/doc%20UK/2%20Chantier%20Logistique%20Tunnel%20sous%20La%20Manche_C%20.pdf	4	英仏海峡トンネルの換気設備の詳細・建設方法について
換気	11	Grobal Leaders in Tunnel Ventilation	―	http://www.atric.com.br/catalago%20english.pdf	12	トンネルの換気方法の説明
	12	AXICENT	FlaktWoods	http://www.flaktwoods.com.sg/5a1da1c8-8482-44f1-b2c9-72355388e815	8	英仏海峡トンネル内で用いられているファンの説明
考察	13	Critical Velocities for Smoke Control in Tunnel Cross-Passages	Fathi Tarada	http://www.hbi.ch/fileadmin/media/pdf/publikationen/Critical_Velocities_Paper.pdf	12	トンネルの連絡通路内での煙制御のための臨界速度について。
	14	AERODYNAMICS,VENTILATION AND TUNNEL SAFETY HIGH SPEED RAIL TUNNELS	Rudolf Bopp,Bernd Hagenah	http://www.gruner-gmbh.at/aktuelles_gmbh_at/pdf_pool/D_HAB_Porto.pdf	20	基本的なトンネル内での空気力学・安全設計、トンネ

						ル走行による衝撃波影響
	15	The handbook of tunnel fire safety	Alan Beard and Richard Carvel	https://www.ice.org.uk/bookshop/SampleChapters/The%20handbook%20of%20tunnel%20fire%20safety.pdf	35	

(1) トンネル概要

英仏海峡トンネルは全長 50.5km あり、海底より 40m ほど下にある地下部分は約 37km ある。フォークストン(イギリス)カレー(フランス)を結び、シェイクスピア崖(イギリス)とサンガット(フランス)より、地下部分に入り、そこに換気塔も併設されている。

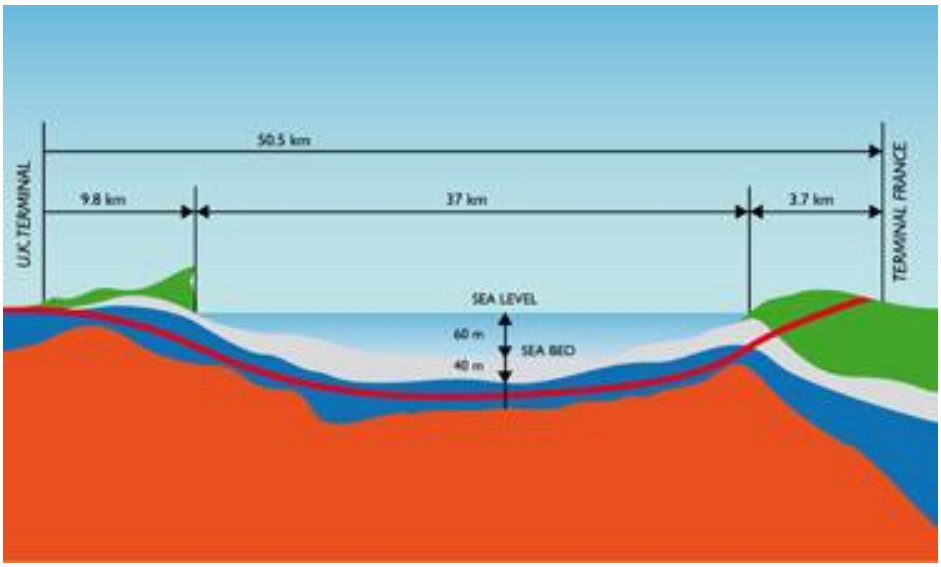


図６－４．ユーロトンネル概観

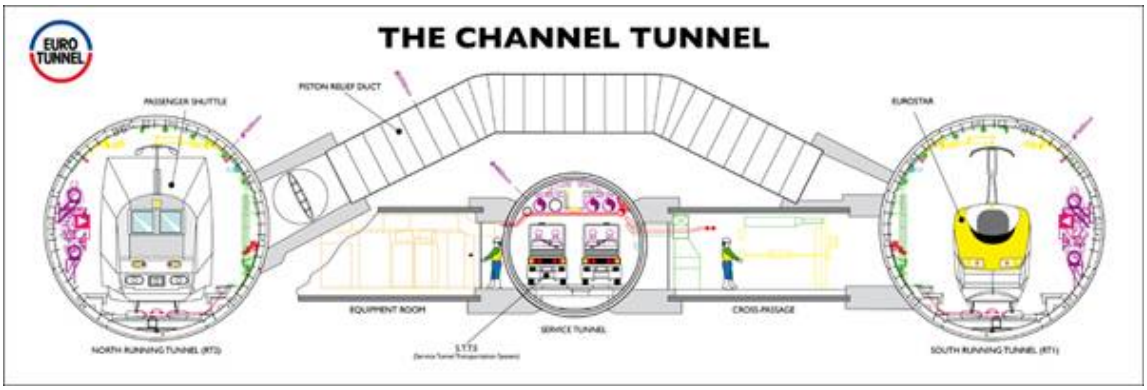


図６－５．ユーロトンネル断面図

図６－６．車両走行トンネル(左)とサービストンネル(右)

建設当初からカートレインを運行する計画が見込まれており、ガソリンを入れたままの自動車を多数、高速移送するため万が一火災事故が生じた場合の対策は何重にも考慮されている。トンネルの構造自体は、強化コンクリート(一部は鋳鉄セグメント)で作られている。

車両走行トンネルは 2 本(北と南)にあり、図６－５において左側が北車両走行トンネル(North Running Tunnel)(直径 7.6m)、右側が南車両走行トンネル(South Running Tunnel)、中央には、サービストンネル(Service Tunnel)(直径 4.8m)が通っている。サービストンネルはメンテナンス、消防、救急車両の 3 種の専用自動車が走行できるように作られている。保守用兼緊急用としてトンネル両端の入り口からそれぞれ 8km 付近に別のトンネル線路に列車が直接渡れる分岐線(渡り線)が設けられている。また、両方をつなぐ通行路(Cross-Passage)が 375m置きにあり、通常時、防火扉で閉鎖されている。同様に、車両トンネル同士をつなぐピストンリリーフダクトが 250m 置きにあり、車両が走行する際の圧力のバランスをとっている。

サービストンネル内の空気圧は常に他の所よりも高く保たれており、車両走行トンネルで煙が発生した場合、サービストンネル内へ流入しないように設定されている。それは、サービストンネルがメンテナンス用の道路トンネルであるという用途のほかに　臨時避難所としての役割を果たさなければならないからである。

一方のトンネル内で火災が発生している間は、PRD・交差路のドアは閉じている。

換気ダクト横抗本坑にはフラップ装置があり、通常運転時には開いた状態であり、またサービストンネルと本坑との横抗には防火扉が設置されている。

トンネル内の火災検知システムは、検知を失敗した場合でも動作を継続できるように十分な冗長性を持っている。多くの誤報から列車運行の混乱を避けるため、システムは未確認・確認の 2 つのレベルで、火炎検出器もしくはイオン・光検出器の起動によって動作している。全てのアラームはフランス側の消防設備管理センターやイギリス側の緊急時対応センターに同時に送信され、運転指令室には確認済みのアラームのみ受信する。

(2) 換気

英仏海峡トンネルには、NVS と SVS という 2 種類の換気方式が存在する。

NVS(Normal Ventilation System)

通常時に利用する換気システムである。トンネル内の空気質を維持し、本線トンネル内における火災や大気汚染の発生から、避難経路であるサービストンネルの保護を目的としている。換気装置はイギリスのシェークスピア・クリフとフランスのサンガットにそれぞれ設置されており、2 つの装置はトンネル内に空気を供給するための変動調整ファンを持つ。まずサービストンネル内へ新鮮な空気を取り込み、38 の空気分配ユニットによって車両走行トンネルへ分配する。以下その仕組みを図６－７に示す。サービストンネル内に 39 対の ADU(空気供給ユニット)がエアフローをしている。車両走行トンネルには PRD(ピストンリリーフダクト)と車両走行時の風圧により供給される。

ADU(空気供給ユニット)は Cross Passenge door(図６－８)についており、火災検知できるダンパーが付いており、RCC(レールコントロールセンター)が開閉操作を行う逆流不可能ダンパーである。

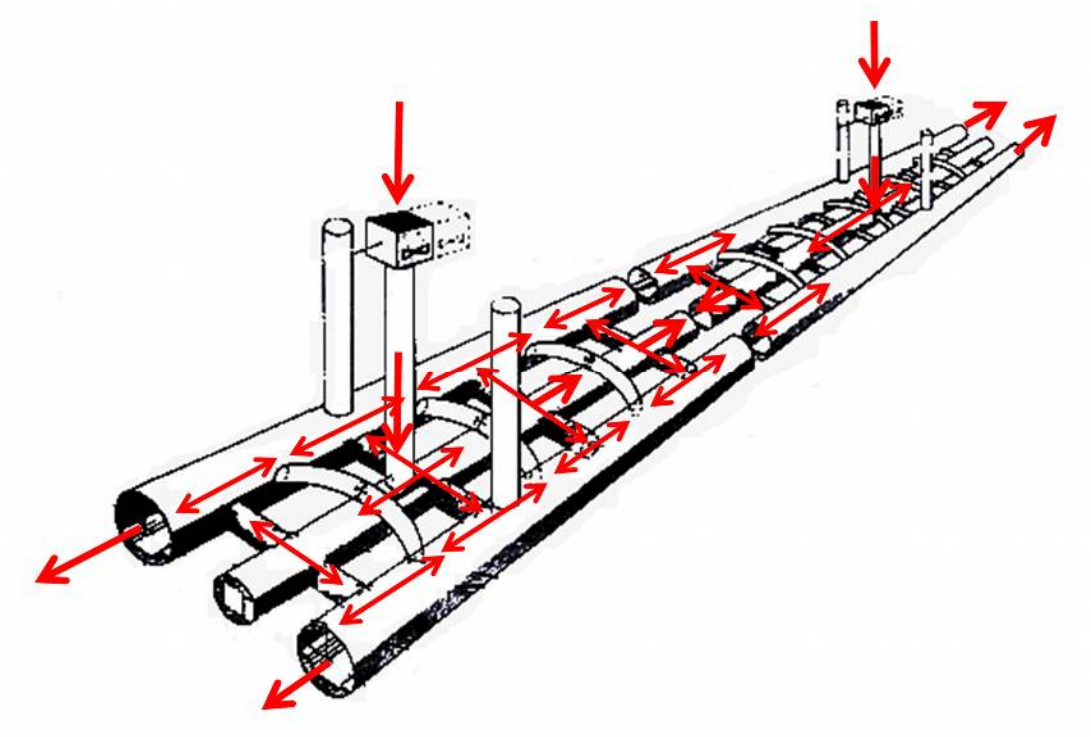


図６－７．通常時の空気の流れ

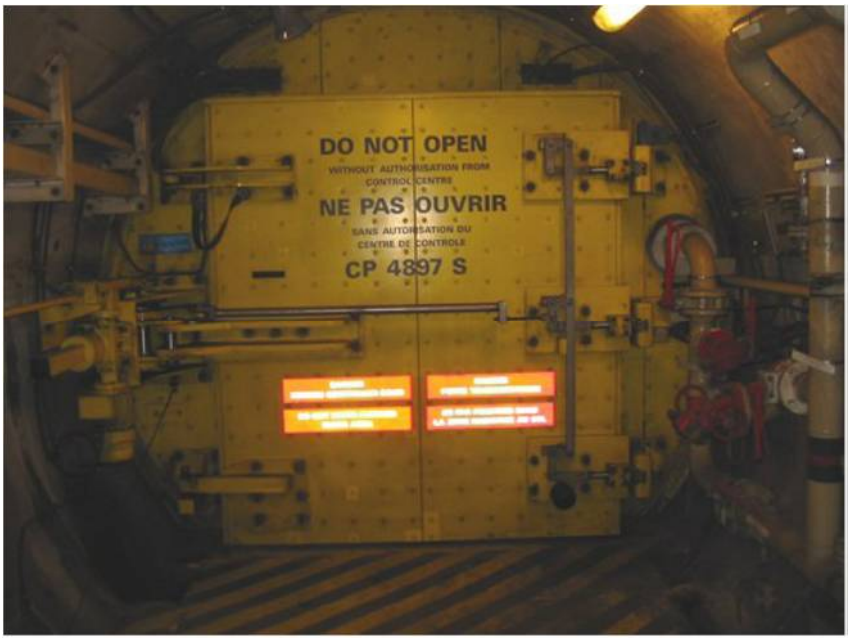


図６－８．Cross Passage Door

PRD(ピストンリリーフダクト)は 250m 置きに 194 つあり、対となる車両走行トンネルをつないでいる(図６－９)。空気抵抗の補正を行う役割を持っており、車両走行トンネル内で火災が発生した場合でも区画化が可能なように防火加工されたダンパーが備え付けられている。通常時ダンパーは開いたままになっており、火災時には運転指令室によって閉められる。

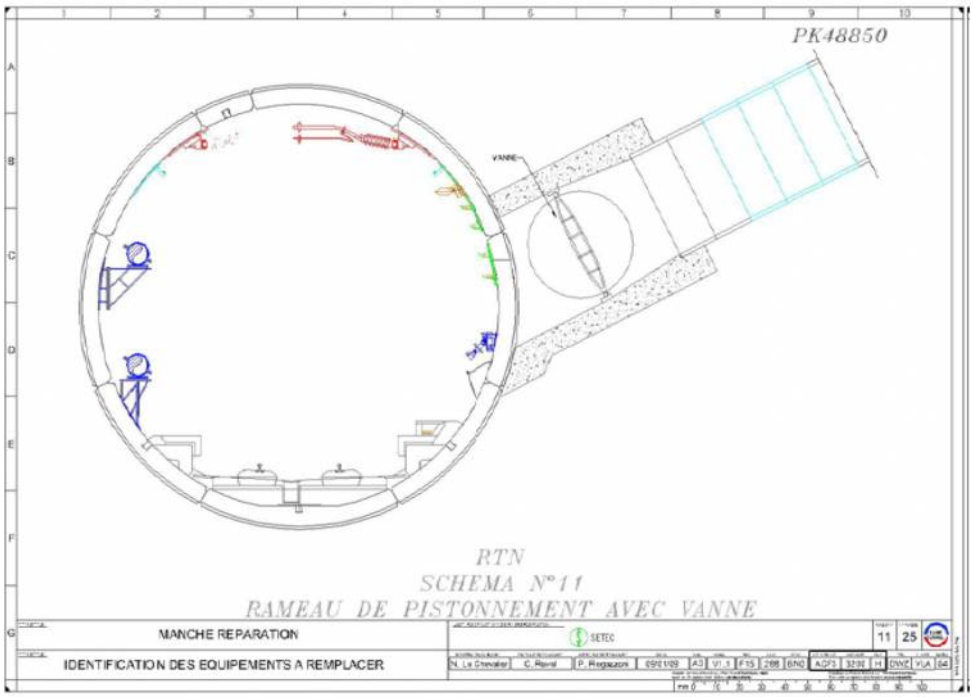


図６－９．PRD

SVS(Ventilation System)

火災などにより空気汚染が確認された非常時に使用される。車両走行トンネル内の空気の流れを変え、乗客・乗務員がいる方へ煙が行かないようにし、サービストンネルを避難所と同等の空気質にすることを目的としている。換気回数のピッチを 7 段階に変えられ、換気の向きを変えられる換気塔ユニット 2 つずつ 2 か所(サンガッテ及びシェイクスピア崖)に設置されており、その 1 つずつバラバラに操作可能である。もし PRD、交差路(Cross-passage)のドアが使用不可能でも予定内の空気質を保てるよう設計されている。もし MAX のセッティングがしたいときには、2.5m/s の風速が必要となる。その仕組みを図６－１０に記す。

換気口のエアダクトの形状もトンネル建設の制限と換気シャフトの違いにより、イギリス側とフランス側で異なる。フランス側の SVS についているダンパー(main damper)は圧力から SVS 設備を守るために設置されている。

また、NVS と SVS の概要を表６－４に記す。

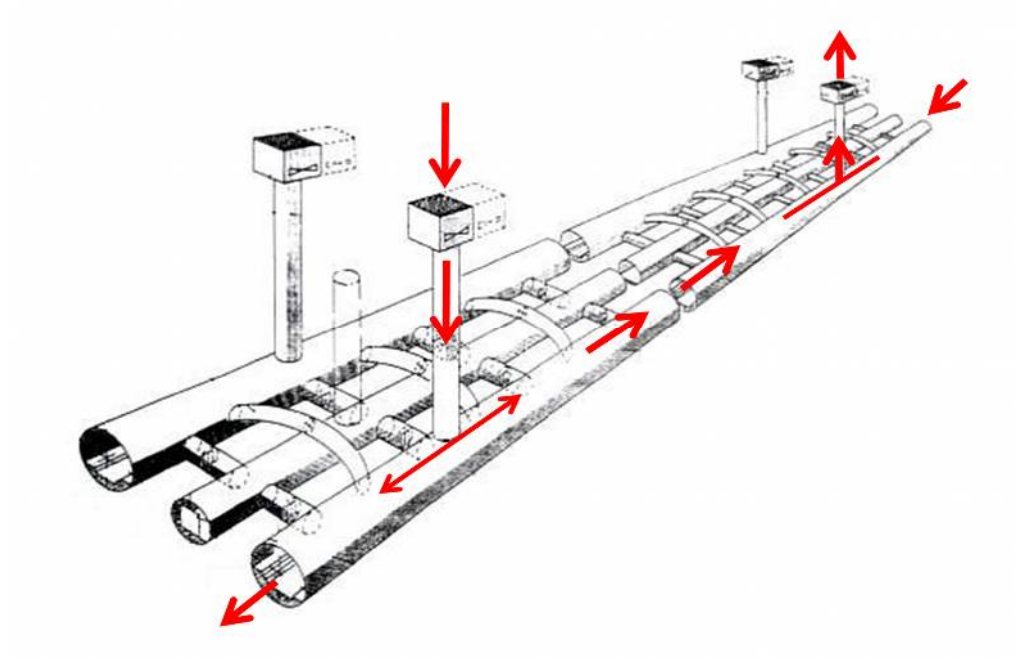


図６－１０．非常時の空気の流れ

表６－４．NVS 及び SVS の概要

Name	NVS(Normal Ventilation System)	SVS(Supplementary Ventilation System)
名称	通常時換気システム	補足換気システム
使用	通常時＋非常時	非常時のみ
ファンの個数	2	4
設置場所	シェイクスピア崖（イギリス）サンガット（フランス）	
目的	サービストンネルに煙が入らないように（避難所と同様の空気質）する	車両走行トンネル内の空気の流れを変え、乗客・乗務員がいるほうへ煙が行かないようにする。
特徴	ピッチ可変ファン	方向・ピッチ可変ファン

(3)火災概要

英仏海峡トンネルは今まで 3 回火災に遭遇しており、以下それぞれに記す。

①1996 年 11 月 18 日発生(死傷者：死者なし、負傷者 6 名)

21 時 42 分にフランス側の駅を出発した HGV シャトル(7539 号)にて火災が発生した。その列車には 31 名の乗客と 3 名の乗務員が乗っていた。

後方 10 両の HGV と機関車、トンネル軌道は 2km に渡って被害を受けた。

21 時 49 分に南走行トンネルの 2.2km 付近を走行していた当該車両で、出火しているという火災検知器のアラームが火災設備センターへ届いた。

SVS が作動した時、火災がさらに拡大し、HGV 車両の運転席及びその燃料は燃え、積荷の中には冷凍肉や衣料品など可燃性の物が約 20 トンあり、火災に貢献した。

SVS から火災時に全ての酸素が消費されていると仮定すると、その時 350MW まで発達するのを助けている可能性がある。しかしながら長時間そのレベルを維持した発熱だったとは考えにくい。火災が 3 時間持続したと仮定すると、熱量平均は約 150MW になり、それゆえ、350MW という最大値は妥当な値であると考えられる。

当該車両が南車両走行トンネル内で停止した後、火災の煙は、SVS の操作で逆転させるまで、イギリスに向けて約 6km 前進し続けた。その煙はおそらくサンガッテの換気坑とフランスのポータルで排気されたらしいが、その報告はなされていない。

フランス側の交差路の扉や他にもピストンリリーフダクトやその閉鎖したダンパーを介し、北車両走行トンネル内で煙が拡がった。サービストンネル内にも中で煙を見たという報告もなされている。

SVS はすみやかに作動しなかったが、正しい加圧はされていた。

運転指令室が火災を確認するとすぐに、制御車は次の列車が煙の中へ走行突入しないよ

うに、次の列車を停止させる必要がある。手順正しかったのかもしれないが、きちんと実行されなかった。結果として、オペレーションシステムの遅れによって悪化した。

表６－５．英仏海峡トンネル火災(1996)の経過

時刻	事象
21:42	列車が駅を出発
21:48	列車がトンネルに進入
21:51	火災検知器が鳴る。
21:58	列車が停止。運転手は当初動かそうとしたが、停止命令は間違ったシステムの警告灯によるものだった。一度停止させると、運転手はトンネルの壁しかなく現在地が分からなかった。
22:13	SVS 作動しかた、ファンの設定は間違っており、長く供給されなかった。
22:22	SVS が安定し、乗客避難開始(換気風量 2.9m/s)
22:53	消防隊が現場到着し、5 両ほどが火災に包まれている。
23:39	消火開始。(6 時間後鎮火)

貨物トラック用シャトルで火災が発生した。火災シナリオでは原則として列車をそのまま運行してトンネル外へ出ることであったが、列車編成全体が停止した状態となった。

乗客、シャトル乗務員は退避に時間がかかったものの煙を吸う程度の軽傷で、サービストンネルに全員避難することができた。しかし、列車の損傷はひどくトンネルの覆工が剥落するほどの大規模火災であった。

②発生日時：2006 年 8 月 21 日(死傷者：なし)

フォークストン駅を 13 時 23 分に出発したイギリスからフランスへ向かう HGV シャトル(7370)が火災を受けた。HGV1 両が壊れ、キャリアーワゴンが影響を受けた。下流にあった HGV は熱的な影響を強く受けたが、燃えはしなかった。上流の HGV はあまり影響を受けなかった。この時間経過を表６－６に記す。

表６－６．英仏海峡トンネル火災(2006)の経過

時刻	事象
13:25	列車が駅を出発。火災の気配なし
13:26	トンネルへ進入。この際 CCTV が被災車両からの煙を発見
13:30	1 回目の煙感知器鳴動。
13:30+	列車搭載の火災検知器鳴動。
13:31	全ての列車に速度を 100km/h まで落とすように命令。
13:32	2 回目の煙感知器鳴動。
13:34	列車に停止指示。
13:37	SVS 開始し、ダンパー全て閉鎖。
13:39	SVS が両トンネル内で運転中。2.5m/s で運転。
13:40	列車停止。SVS は確立し、火炎は決して逆流しなかった。
13:49	避難完了
15:45	消火開始
16:05	鎮火

③発生日時：2008 年 9 月 11 日(負傷者 14 名)

前後の機関車と客車が高温の煙に曝され、多くの損傷を受け、他の車両も無傷ではなかった。火災の原因は不明だが、ヘッドライトを点火する事が出来なかった等の事実のため、電気的原因があげられる。時間の経過を表６－７に記す。

・トンネル進入時、火災は確認できなかった。
・列車が交差路の横で停止したとき、すぐに火災が確認できた。
・1996 年の火災よりも大きく有害であった。
・乗客は旅客車から煙が確認でき、「爆発のようだった」と語った。。
・旅客車からの避難時、炎の熱を感じた。
・29 人の乗客と 3 人の乗務員が避難し、14 人が搬送された。

表６－７．英仏海峡トンネル火災(2008)の経過

時刻	事象
15:36	ユーロトンネルのフォークストン(イギリス側)から列車(25 代の貨物車と 2 台の客車）が進入
15:54	走行中の列車から出火、交差路そばに停止.
16:13	32 人の乗客のうち 28 人は速やかにサービストンネルへ避難
16:26	残りの 4 人も間もなく回収

６．２．NFPA130 にみる煙制御方法

６．２．１．NFPA

NFPA は National Fire Protection Association の略であり、全米防火協会と訳される。建設及びメンテナンスに対する火災の防止及び抑止行動への最低限の要求及び基準を定める協会である。消火中の消防士が利用する個人防護装備を含む建築基準法全てに対してのものである。

NFPA130 とは、「Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems」であり、鉄道軌道及び旅客輸送システムに関する基準を指し、目次は表６－８のようになっている。

表６－８．NFPA130 の目次

1 章	総括(Administration)
2 章	参照資料(Referenced Publications)
3 章	定義(Definitions)
4 章	一般的原理(General)
5 章	駅(Stations)
6 章	軌道(Trainways)
7 章	非常時換気設備(Emergency Ventilation Systems)
8 章	車両(Vehicles)
9 章	緊急時の手順(Emergency Procedures)
10 章	通信(Communication)
11 章	制御及び通信設備の機能性・信頼性・有効性 (Control and Communication System Functionality, Reliability, and Availability)
付録 A	言葉の説明
付録 B	換気
付録 C	駅の出口計算の方法
付録 D	鉄道車両火災
付録 E	火災危険分析プロセス
付録 F	沿面距離
付録 G	出典

今回は、このうち 7 章の非常時換気設備を取り上げる。

7 章の目次は表６－９のようになっている。7 章及び付録 B における換気の評価基準を表６－１０に記す。

表６－９．NFPA130　7章の目次

7.1	総説
7.2	設計
7.3	非常時換気ファン
7.4	デバイス
7.5	シャフト
7.6	非常時換気システムの制御・運転
7.7	電源及び配線

表６－１０．NFPA 評価基準概要

換気方式	縦流換気方式
騒音レベル	火災発生から最初の数秒間は 115dB、残りの避難中は 92dB。
気流速度	駅内・路線内—0.75m/s 以上 緊急避難や緊急隊員が使用する駅内・路線内—11.0m/s 以下
煙による可視性レベル	80lx で照らされた標識が 30m 離れた位置でも確認でき、扉や壁は 10m 離れた位置にあっても確認出来なければならない。
排煙	天井の高さが 3m 以上の避難経路において高さ 2m 以内の煙は除去するべきである。予測手法の精度は 25%以内であり、高さ 2.5m以内の煙を除去する必要がある。
一酸化炭素濃度	最初の数秒間—200ppm 以下 6 分間平均—1150ppm 以下 15 分間平均—450ppm 以下 30 分間平均 225ppm 以下 総時間の平均 —50 ppm 以下
放射熱流による影響	放射熱流による体表面耐久時間 Ta は放射熱流 q が 2.5kW/m^2 以下であった場合、30 分以上の間耐える事ができ、放射熱流 g がそれ以上であった場合、 $Ta=4q^{-1.35}$ (Ta＝時間(min) q＝放射熱流(kW/m^2))の式によって求めることができる。)
気流による限界避難時間	気温 t による避難時間 Tb,Tc の限界値は、次の式を用い求めることができる。 *十分な着衣量を満たしている場合 $Tb=(4.1\times108)\times t^{-3.61}$ *十分な着衣量を満たしていない場合 $Tc=(5.0\times107)\times t^{-3.4}$

６．２．２．遡上阻止風速

遡上阻止風速とは、下流の煙が押し流されずに上流にあがってくるのを阻止するために必要な風速の事を指す。NFPA130 では表６－９のように規定されている。風速が遅すぎると過流の煙を押し流す力が弱く上流にあがってしまい、また風速が速過ぎると、煙が舞い上がってしまうため、適した風速を求める。

ここでは、縦流換気方式を用いることによって下流に熱気流と煙を押し流し、上流側に避難環境を確保することを目指している。その際、火勢を煽らないために下流側では出来る限り成層状態を保つことが望ましいと考えられる。それにより熱気流が逆流しない範囲で低い縦流風速にするために、式(1)のように熱気流の遡上阻止風速を求める。

$$V_c = \left(\frac{gHQ}{C_p \rho A T_0}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{———(1)}$$

A:トンネル断面積(m^2)　Cp: 定圧比熱(J/kg･K)
g:重力加速度(m/s^2)　H: トンネル高さ(m)
T_0:入口付近の温度(K)　Vc: 遡上阻止風速(m/s)
Q:発熱速度(kW)　ρ: 密度(kg/m^3)

英仏海峡トンネル内での遡上阻止風速を求めると、図６－１１に記す通りとなる。

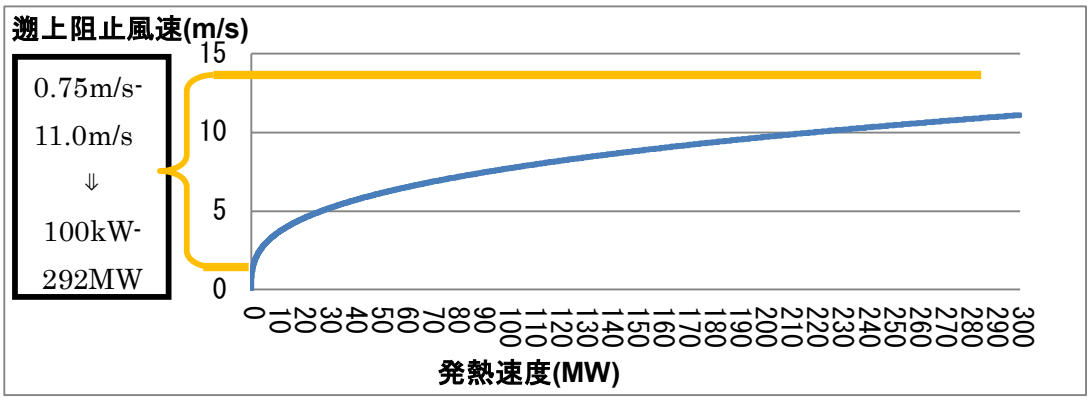


図６－１１．遡上阻止風速

20MW ほどの発熱量では、遡上阻止風速は 4.5m/s になる。NFPA130 では気流速度は 0.75m/s～11.0m/s に保つ事が推奨されており、最大限界の 11.0m/s の場合でも Q＝292MW となる。この値は最大発熱量として達する事はあるが、平均発熱量となることはほぼないと過去の事例から判断される。

６．３．トンネル内での圧力損失

トンネル内で換気を行う際、トンネル自体がパイプ代わりとなって、圧力損失が起こる。圧力損質⊿P はダルシー・ワイスバッハの式に空気の比重量を乗ずることにより求める事が出来る。

$$Pr = \lambda \frac{l}{d}\frac{\gamma}{2g}v^2 \qquad \text{———(2)}$$

d=トンネルの径(m)　l=トンネル長さ(m)

g=重力加速度(m/s²)　γ=密度(kg/m³)

v=平均流速(m/s)　λ=管摩擦係数

d = 7.6、γ = 1.2、g = 9.8、l = 1 とするとき、

25℃の空気の動粘度係数　1.54×10^{-5}　m²/s

v =10m/s の時、

$$Re = \frac{dv}{\nu} = \frac{7.6\times10}{1.54\times10^{-6}} = 4.9\times10^{7}$$

$$\lambda = \frac{0.3164}{Re^{\frac{1}{4}}} = \frac{0.3164}{(4.9\times10^{7})^{\frac{1}{4}}} = 3.7\times10^{-3}$$

$$Pr = \lambda \frac{l}{d}\frac{\gamma}{2g}v^2 = 3.7\times10^{-3}\frac{1}{7.6}\cdot\frac{1.2}{2\times9.8}\cdot10^2 = 0.03\ \ \text{kgf/m}^2$$

となり、v=10m/s の時は 1m 進むごとに 0.03kg 損失する。

また、英仏海峡トンネル(トンネル径 7.6m)内において、火災時の給気量は 260~300m³/s であり、上記の式を用いると、図６－１２のようにトンネル 1m あたりの圧力損失が 1.1~1.5g/m² になる。

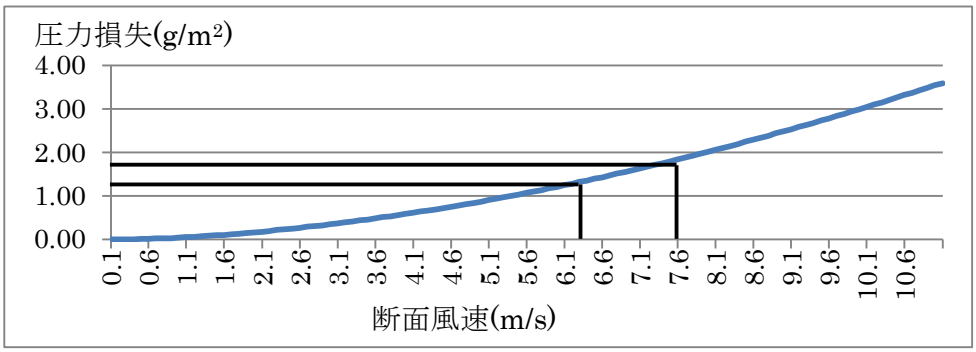


図６－１２．圧力損失

図６－１０で示した換気塔 2 つは約 37km の距離があり、この間の圧力損失は 40.7~55.5kg/m² となる。このように高圧大風量のファンを 30 キロ以上離れた地点での火災に合わせて、適切に制御することは、圧力変動の伝達（音速）にも 100 秒かかることを考えると容易でないと考えられる。

６．４．まとめ

トンネル内で発生した重大火災は 1979 年の BART(サンフランシスコ海底トンネル)火災、1996 年の英仏海峡トンネル火災も同様に、

・火災現場の特定の遅れ

・排煙設備の誤作動

により火災が拡大している。

この 2 件の火災の間に 17 年ほどあるが、依然として同様な原因で火災が拡大している。設備的な原因もあるが、この 2 件の結果的な原因は排煙設備が速やかに・正確に作動しなかった事だと言える。設計側が条件を満たしていると考えていても、火災時の現場では、期待した通りの結果が出せないというギャップが現れているのではないかと考える。

また、NFPA における遡上阻止風速については、国内の基準における「通常火災」と「大火源火災」のどちらの発熱速度においても、遡上を防ぐことは可能である。

圧力損失については、かなり精密な操作を行わなければ適切な制御が不可能なため、長大トンネルでの換気方法には更なる考慮が必要だと考える。

参考文献

１）国土交通省鉄道局　監修　車両関係技術基準調査研究会　編，解説　鉄道に関する技術基準(車両編)改訂版

２）（株）日本損害保険協会，地下空間にかかわる安全・防災対策に関する調査研究報告書 1991

３）United States.Federal Transit Administration 他，Transportation security 第 12 巻「Making transportation tunnels safe and secure」，Transportation Research Board，2006

４）Channel Tunnel Safety Authority，INQUIRY INTO THE FIRE ON HEAVY GOODS VEHICLE SHUTTLE 7539 ON 18 NOVEMBER 1996，1997

５）Frakfurt am Main, Fourth International Symposium on Tunnel Safety and Security，Germany，2010

６）D.A.Henson ら，英仏海峡トンネルの空気工学と換気について，トンネル新技術に関する海外文献集　p147-153，1983

７）Rail Accident Investigation Branch,Thechnical Investigation Report concerning the Fire on Eurotunnel Freight Shuttle 7412 on 11 september 2008，2010

８）石原正雄，建築換気設計，朝倉書店，1969

９）王ら，トンネル火災時の熱気流の遡上を阻止する臨界縦流風速，日本機械学会論文集(B 編)p53-60，2001

第７章
まとめと課題

７．まとめと課題

本研究では、国内の鉄道車両火災の現況を把握し、過去の重大火災から現在の火災対策の在り方を考察することを目的とする。

方法としては、日本の国内の鉄道車両火災状況を把握し、日本国内においてどのような要因を持って火災が発生し、被害が拡大したのかを知り、それに伴いどのような火災対策が国内で法規制されているのかを把握した。加えて、海外の重大火災事例を持って、被害拡大の恐れの大きいトンネル内ではどのように排煙設備が挙動し、被害が及んだのか、結果的な原因を確認する事である。

第２章では、国内の火災の現状を把握する事を目的として、消防白書を用いて、比較分析を行った。その結果、鉄道は他交通輸送機関よりもエネルギー消費率が低く、全体的な事故件数も車両数も元から件数が少ないということもあるが安定していることが分かった。また火災件数においては、建物火災・車両火災においては全体的に減少傾向であるが、いずれも火災発生率は減少しているが火災死者率が減少していないため、小さな火災は抑制されてきたが、死者の出るような重大火災の抑制がされていないと考えられる。

第３章では、鉄道車両の構造を把握し、建築との相違点を見出すことを目的として、鉄道車両と建築物との比較を行った。

鉄道車両は、当初は木造であった事、日本国内での製造には建築技師が加わっていたことにより、建築用語を多く使用している。構造自体も、はりと桁を用いて構造体を形成し、その構造体に面にするために板を張っており、同じ交通輸送機関である自動車等とは異なった構造体であることが分かった。

第４章では、鉄道車両火災の現状を把握するため、国内の様々なデータを用いて比較分析を行った。国内の 4 種類の資料は火災の定義もそれぞれ異なり、掲載しているデータも様々である。近年 5 年では毎年 10 件前後鉄道車両火災が発生しているが、重大な被害へつながるトンネル内での火災は発生していないことが分かった。

第５章では、日本国内の火災対策の流れを把握する事を目的としている。日本国内では、出火原因となる車両の不燃化に力を入れてきた。その為、火災の発生件数は減少傾向にある。しかし、火災が発生してしまった時の感知・通報や消火などの設備も整備されてきたが、まだまだ弱い面もたくさんあるのが現状であるのが分かった。加えて、煙制御である換気設備及び排煙設備はまだ性能規定化も弱い。

第６章では、トンネル内で発生した火災事例を元に、排煙設備がどのような挙動を示したかを把握する事を目的としている。海外の BART サンフランシスコ海底鉄道及び英仏海

峡トンネルを通じて、また、トンネル内で火災発生場所の特定が遅れると、排煙設備の作動や乗客の避難、消火活動にも遅れが生じてしまうため、いかに早く火災発生を検知し、正確に運転指令室へ連絡を行うかが今後の改善点としてあげられる。ともに火災現場の把握の遅れ、排煙設備の誤作動などのミスが悪循環となって被害が拡大したと考えられることが分かった。両件の結果的な原因は『速やかに正確に排煙設備が作動しなかった事』が挙げられる。

日本国内において鉄道車両火災は、鉄道車両の不燃化という面で厳しい法規制がかけられ、火災を抑えて来たと言える。当初は木造で機関車が引っ張るだけのただの箱であった旅客車両も、現在ではステンレスやアルミ製で様々な機器を搭載した強固な電気鉄道車両が主となっている。それにより、車両搭載機器等から通常火源の被害拡大はおおよそ防ぐことが可能になったと考えられる。

しかし、BART 火災や英仏海峡トンネルの火災事例を見る限り、長大トンネル内で火災が生じた場合、同じような通常火源でも火災位置の把握・煙制御の誤作動により被害が拡大する恐れが大きい。近年日本国内ではトンネル内での鉄道車両火災は発生していないため、現在の煙制御が如何様に挙動するのか判断はできない。また、国内でも近年話題に挙がっているリニア新幹線も、長大トンネルや大深度地下駅を利用して走行する鉄道である。よって、長大トンネルに対する煙制御及び放火等の大火源火災への考慮も含めた煙制御方法の分析も必要ではないかと考える。加えて煙制御のハード面だけでなく、作動させるための規定などのソフト面が曖昧であったために、英仏海峡トンネルにおいて三度の火災時にも誤作動による被害拡大と言う結果につながった。よって、ソフト面での煙制御の見直しもしくは強化が必要と考えられる。

また、今回利用したデータでは、鉄道車両火災の「火災現場の状況」「換気・排煙設備の詳細」「具体的出火原因」など、日本国内の火災の実態を把握するために重要と考えられるデータを収集出来なかったため、今後はそのような事項を考慮するべきであると考える。

謝辞

本研究を進めるにあたり、東京理科大学　辻本誠教授には大変お世話になりました。研究面のみならず日常生活の面でも多くのご迷惑をかけ、いつでも引っ張り上げて下さいました。また東京理科大学　西田幸夫先生にも様々な面で大変お世話になりました。おふた方がいらっしゃらなければ学生生活を送ることもままならなかったと感じております。

また本論文の審査をして頂いた倉渕隆教授及び河野守教授のおふた方にも、この場を借りてお礼申し上げます。

本研究を進めるにあたり、不可欠な情報提供をして下さった国土交通省鉄道局の伊藤範夫様にも深くお礼申しあげます。

辻本研究室の院生の方々、卒論生の方々皆さま、学生生活におけるお世話になった全ての方々全員に厚くお礼申し上げます。

平成 23 年 3 月 7 日

前川結宇理

参考資料

電車の火災事故対策について（鉄運大 39 号）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・132
電車の火災事故対策に関する処理方について（鉄運第 5 号）　・・・・・・・・・・・・・・133
電車の火災事故対策に関する処理方の一部改正について(鉄運第 136 号)　・・・・・・・136
電車の火災事故対策について（鉄運第 81 号）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・139
電車の火災享故対策に関する通達中別表 1 の「Ａ−Ａ基準」の適用を受ける路線の指定について（鉄運第 81 号の２）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・148
電車の火災事故対策の通達の取扱いについて（鉄運第 82 号）・・・・・・・・・・・・・149
電車の火災事故対策の一部改正について(鉄運第 245 号)　・・・・・・・・・・・・・・・157
地下鉄道の火災対策の基準について(鉄総第 49 号の 2)　・・・・・・・・・・・・・・・・158
地下鉄道の火災対策の基準の取扱いについて(鉄土第 9 号)　・・・・・・・・・・・・・・160

鉄運第 39 号

昭和 31 年 6 月 15 日

陸運局長殿

鉄道監督局長

電車の火災事故対策について

南海電気鉄道株式会社高野線において５月７日発生した電車火災事故の概況については、さきに通知したとおりであるが、 この種の事故にかんがみ、電車の構造その他機器の整備、取扱について次に各号の要領により管下関係業者の注意を喚起するとともに、これが計画、実施について積極的な指導をするよう配慮されたい。

記

1. 電車を新製又は改造する場合は、極力不燃性の構造とすること。特に木製の電車については、可及的すみやかに改造するよう計画をたてること。

2. 連結運転をたてまえとする電車には貫通路を設けること。

3. 電弧又は電熱を発生するおそれのある機器は、電線又は可燃性の床、壁等から離隔し、その間に耐熱性かつ電気絶縁性の防護板を設けること。

4. 予備灯を整備すること 。

5. 電車には、非常の際、旅客から乗務員に通報できる装置を設備するよう計画をたてること。

6. 自動戸閉装置の扉開放コックの所在場所及び扉開放コックの取扱については、旅客への標示を常時客室内に掲出して、非常の際に誤りないよう措置すること。

7. 地下又は随道のある区間に使用する電車には、各車両ごとに消火器を備え付けること。

8. 毎日検査の際には、集電装置の降下具合及び自動戸閉装置の扉開放コックによる扉の操作具合並びにハンドスコッチ及び消火器の完備等非常の際に必要とする機器の整備に留意するとともに、乗務員においても同種の点検を励行すること。

9. 火災その他非常の際における旅客誘導、車両転動防止、後方防護等臨機の措置については、遺憾のないよう乗務員その他関係係員を定期的に指導訓練すること

鉄運第５号

昭和 32 年 1 月 25 日

陸運局長殿

鉄道監督局長

電車の火災事故対策に関する処理方について

電車の火災事故対策については、昭和 31 年 6 月 15 日鉄運第 39 号で通達したところであるが、電車の構造及び機器の整備は、建設規定及び車両整備基準を骨子として、次の各号の要領により処理されたい。

なお、これらの工事に際しては、作業過程において、事業者自体の厳密なる監督が行われるよう管下関係業者を指導されたい。

記

1. 車両を新製する場合

（１）イ　主として、地下線を運転するものは、別紙実施要項（A 様式）により施行すること。

ロ　地下線に乗入れ運転するもの及び長い随道又は多数の随道のある区間を運転するもので、別に指定する路線に使用するものは、別紙実施要項（A 様式）により施行すること。

（２）前号以外のものは、極力別紙実施要項（A 様式）により施行すること。ただし、屋根、内張及び床面は、金属又は不燃性の材料としなくてもよい。

2. 車両を改造する場合

（１）イ　主として地下線を運転するものは、別紙実施要項（A 様式）により施行すること。

ロ　地下線に乗入れ運転するもの及び長い随道又は多数の随道のある区間を運転するもので、別に指定する路線に使用するものは、別紙実施要項（A 様式）により施行すること。

（２）前号以外のものは、別紙実施要項（B 様式）により施行することを最低の線とし、できるだけ高度のものとするよう施行すること。ただし、最高速度毎時 40 キロメートル以下のものの木製外板及び木製天井（難燃性の塗料を塗布した場合）並びに大都市及びその周辺以外の地域にあつて 最高速度毎時 40 キロメートルをこえるものの木製外板は、車体更新の時期までそのまま使用してもよい。

（３）（1）及び（2）の本文に係る改造工事は、各事業者において年次計画をたて、大都市及びその周辺の地域のものは、概ね ３年以内、その他のものは、概ね６年以内に完了するものとする。

3. 車両を譲り受ける場合

車両を譲り受ける際には、２の(1)及び(2)に準じて改造すること。

（別紙）電車の火災事故対策実施要項（Ａ様式）

項　　目		要　　項
車体構造	屋根 天井 内張 床 外板	金属又は不燃性の材料とすること。 イ　架空線式のものは屋根の上部を電気的に絶縁すること。 ロ　金属又は不燃性の材料によりだき合せた構造で延焼のおそれのない箇所には可燃性の材料を使用してもよい。
貫通路		1. 少なくとも二両間には貫通路を設備すること。 2. 連結相互の車両の貫通路間には渡り板及び手すりを設備すること。ただし、幌を設備した場合は手すりを設備しなくてもよい。 3. 貫通路の有効幅は 550 ミリメートル以上とすること。ただし、軌間 1067 ミリメートル未満のものは、これを 400 ミリメートル以上としてもよい。 4. 貫通路の扉を設備する場合には引き戸式とすること。ただし、常時開放し、その扉を乗務員室の隔壁として忍錠により鎖錠される両口兼用開き戸式のもの及び前後両方向に開放可能な自由開き戸式のものはこの限りでない。
電孤、電熱発生機器の防護等		１　電気絶縁した耐熱性の防護板を設備すること。ただし、電弧又は電熱を発生する機器と床等とが 400 ミリメートル以上隔離している場合は、これを省略してもよい。 ２　被覆電線の処理に留意すること。 ３　電弧又は電熱を発生する機器の容量、性能及び取付処置が適正であること。
予備灯		設備すること。
通報装置		非常の際、旅客が車両を停止させることのできる装置又は旅客から乗務員に通報することのできる装置を設備すること。ただし、乗務員の乗務している車両であって旅客が乗務員に容易に通報できる構造のものはこれを省略してもよい。
扉開放コック及びその取扱の標示		１　永久的な標示をすること。ただし、乗務員が常時その場で操作できるものはこれを省略してもよい。 ２　第三軌条式のものは標示をしないこと。

消火器	備え付けること。

（別紙）電車の火災事故対策実施要項（Ｂ様式）

項　　目		要　　項
車体構造	天井 外板	金属又は不燃性の材料とすること。
	床	電弧又は電熱を発生する機器の上部床下には鉄板を張ること。
貫通路		１　乗務員の乗車していない車両には少なくとも二両間に貫通路を設備すること。ただし、構造上はなはだしく困難な場合又は手動扉の場合は設備しなくてもよい。 ２　貫通路が開戸式のものは開放して鎖錠すること。
電孤、電熱発生機器の防護等		１　電気絶縁した耐熱性の防護板を設備すること。ただし、電弧又は電熱を発生する機器と床等とが 400 ミリメートル以上隔離している場合は、これを省略してもよい。 ２　被覆電線の処理に留意すること。 ３　電弧又は電熱を発生する機器の容量、性能及び取付処置が適正であること。
予備灯		設備すること。
通報装置		非常の際、旅客が車両を停止させることのできる装置又は旅客から乗務員に通報することのできる装置を設備すること。ただし、乗務員の乗務している車両であって旅客が乗務員に容易に通報できる構造のものはこれを省略してもよい。
扉開放コック及びその取扱の標示		永久的な標示をすること。ただし、乗務員が常時その場で操作できるものはこれを省略してもよい。
消火器		備え付けること。

鉄運第 136 号

昭和 32 年 12 月 18 日

陸運局長殿

鉄道監督局長

電車の火災事故対策に関する処理方の一部改正について

電車の火災事故対策については、昭和 31 年 6 月 15 日鉄運第 39 号で通達したが、その後における火災事故にかんがみ、地下を運転する車両に関して不十分な点があるので、 本年 1 月 25 日鉄運第 5 号で通達した電車の火災事故対策に関する処理方についての一部を左記のとおり改正するから、管下関係業者を指導されたい。

記

以上

1. 第１号（車両を新製する場合）中(1)を次のように改める。

（１）イ　主として地下線を運転するもの、地下線に乗入れ運転するもの及び別に指定する路線で始終端駅に地下乗入れ運転するものは、別紙実施要項（A―A 様式）により施行すること。

ロ　長い随道又は多数の随道のある区間を運転するもので、別に指定する路線に使用するものは、別紙実施要項（A 様式）により施行すること。

（２）　前号以外のものは、極力別紙実施要項（A 様式）により施行すること。ただし、屋根、内張及び床面は、金属又は不燃性の材料としなくてもよい。

2. 第２号（車両を改造する場合）中(1)を次のように改める。

（１）イ　主として地下線を運転するもの、地下線に乗入れ運転するもの及び別に指定する路線で始終端駅に地下乗入れ運転するものは、別紙実施要項（A―A 様式）に準じて施行すること。

ただし、貫通路の幅は、車体更新の時期まで有効幅 550 ミリメートル以上であればよい。

ロ　長い随道又は多数の随道のある区間を運転するもので、別に指定する路線に使用するものは、別紙実施要項（A 様式）により施行すること。

3. 第３号の次に別紙電車の火災事故対策実施要項（Ａ－Ａ様式）を加える。

（別紙）電車の火災事故対策実施要項（Ａ－Ａ様式）

項　　目		要　　項
車	全	できるだけ木材等の可燃性材料を使用しないこと。

体構造	般 屋根 天井 内張 床 外板 座席	１　袈空線式のものは金属とし、その上を損傷のおそれのない材料で電気的に絶縁すること。 ２　露出金具は車体と電気的に絶縁するか又は電気絶縁材料で覆うこと。 金属等とすること。 金属等とすること。 下面全部を金属板張りとし、室内に火気が進入しないよう留意すること。 金属等とすること。 表張りは不燃性のものとすること。
貫通路		１　全車貫通式とすること。ただし、永久前頭車の前端は貫通式としなくてもよい。 ２　連結相互の車両の貫通路間には渡り板及び幌又は旅客が貫通路を安全、かつ、危険がなく進行できる設備をすること。幌は不燃性のものとすること。 ３　貫通路の見付幅は 700 ミリメートル以上とすること。 ４　貫通路の扉を設備する場合 イ　乗務員室のない側の貫通路扉は、引戸式又は前後両方向に開放可能な自由開き戸式とすること。 ロ　乗務員室のある例の貫通路扉が内聞き戸式の場合は、その手前に乗務員菫と客室とを仕切ることのできるもので、連結側となったときに随時開放可能のものであること。
主回路及び電孤、電熱発生機器の防護等		１　主回路（母線を含む。）用ヒューズは、できるだけ集電装置に近く設けること。 ２　電気絶縁した耐熱性の防護板を設備すること。ただし、電弧又は電熱を発生する機器と床等とが 400 ミリメートル以上離隔している場合は、これを省略してもよい。 ３　電弧、電熱を発生する機器に近接する箇所には、可燃性材料を使用しないこと。 ４　電線の被覆は難燃性材料を使用のこと。 ５　500 ボルト以上の電気配線は引出部以外においては、電線管に納入するか又はこれと同等以上の効果のある配線をすること。
予備灯		設備すること。
通報装置		非常の際、旅客が車両を停止させることのできる装置又は旅客から乗務員に通報することのできる装置を設備すること。ただし、乗務員の乗務している車両であって旅客が乗務員に容易に通報できる構造のものは、これを省略してもよい。

扉開放コック及びその取扱の標示	１　地下線専用の車両には標示しないこと。 ２　地上を運転する車両には、永久的な標示をし、地下に乗入れした場合には地下で旅客が操作しないように標示に「ただし書」をすること。ただし、乗務員が常時その場で操作できるものは、これを省略してもよい。
消火器	少くとも初期消火に充分能力のあるものを備えつけること。
その他	１　車内には停電時においても使用できる放送装置を設備すること。 ２　床下の主要機器には、その機器名を明記すること。

電車の火災事故対策について

鉄運第 81 号

昭和 44 年 5 月 15 日

陸運局長殿

鉄道監督局長

電車の火災事故対策について下記のとおり定めたので、これにより管下事業者を指導されたい。なお、次の通達は廃止する。

昭和 31 年 6 月 15 日付け鉄運第 39 号「電車の火災事故対策について」

昭和 31 年 8 月 6 日付け鉄運第 58 号「電車の火災事故対策の通達に関する補足説明について」

昭和 32 年 1 月 25 日付け鉄運第 5 号「電車の火災事故対策に関する処理方について」

昭和 32 年 1 月 25 日付け鉄道第 6 号「電車の火災事故対策に関する処理方の注釈について」

昭和 32 年 12 月 18 日付け鉄運第 136 号「電車の火災事故対策に関する処理方の一部改正について」

昭和 32 年 12 月 18 日付け鉄道第 137 号「電車の火災事故対策に関する処理方の一部改正に伴う注釈について」

記

１　地下線を運転する車両、地下線に乗入運転する車両及び別に指定する路線を運転する車両は、別表１の「Ａ－Ａ基準」によること。ただし、同基準中、貫通路及び主回路抵抗器周辺の配線禁止については、今後新造されるものについてのみ適用する。

２　大都市及びその周辺の線区であって、長いずい道のある区間を運転する車両は、別表２の「Ａ基準」によること。ただし、今後新造されるものはつとめて別表１の「Ａ－Ａ基準」によるものとし、また、既存のものについては、別表２の「Ａ基準」のうち、貫通路については適用しない。

３　第１項及び第２項に掲げる車両以外のものは別表３の「Ｂ基準」によること。ただし、今後新造されるものは、つとめて別表２の「Ａ基準」によるものとする。

４　前項までによる既存車両の改造については、つとめて早期に完了させるよう、特に第１項にかかるものについては、各社ごとに年次計画を提出させ、工事実施について指導監督すること。

５　別表１から３までの基準中、「不燃性」「極難燃性」及び「難燃性」とは、別表４の「鉄道車両用材料の燃焼性規格」によるものとする。

６　車両の新造及び改造に際しては、工事完了時はもちろん、作業の過程においても事業者自体が厳密な監督を行なうこと。
７　運転関係係員に、次の措置について定期的に指導訓練し、その措置に遺憾のないようにさせること。
（１）乗務員は、車両及びその運転状態に異常を感知した場合は、直ちに的確にその状況をは握し、次の事項について適切な措置をするとともに、すみやかに運転指令に連絡すること。
ア　旅客に対する通報と避難誘導
イ　故障応急処置
ウ　電源しゃ断
エ　初期消火
オ　列車防護その他の必要な事項
（２）運転指令は、乗務員から連絡を受けたときは、その状況に応じて列車の回送、救援等の措置及び乗務員に対する適切な指示をするとともに、施設、車両等の関係部門への連絡手配を行なうこと。
８　検車関係係員に対し、乗入れ車両を含め各車両の構造、機能及び故障時の対策について十分教育するとともに、車両の故障に際しては、運転指令及び乗務員からその状況を的確に聴取し、処置に誤りのないようにさせること。

別表１　　Ａ－Ａ基準

<table>
<tr><th colspan="2">項　　目</th><th>要　　項</th></tr>
<tr><td colspan="2">全般</td><td>１　構造、機能上やむをえないものを除き、不燃性の材料を使用すること。
２　不燃性以外の材料は、できるだけその使用量を少なくするとともに、つとめて難燃性（不燃性、極難燃性を含む。以下同じ。）のものとすること。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">車体構造</td><td>屋根</td><td>１　金属とし、架空線式のものは、その上を難燃性の電気絶縁材料で覆うこと。
２　架空線式のものの露出金具は、車体と電気的に絶縁するか又は難燃性の電気絶縁材料で覆うこと。</td></tr>
<tr><td>外板、天井及び内張り</td><td>金属等不燃性のものとし、これに表面塗装をした場合も不燃性のものとすること。</td></tr>
<tr><td>床</td><td>１　金属とし、上敷物は難燃性のもの、その下に詰物を用いる場合は、これを極難燃性（不燃性を含む。以下同じ。）のものとし、これら各部材料の厚</td></tr>
</table>

		さ、電線管及び空気菅の立上り部、雨水排出口等については、室内に火気が侵入しないよう留意すること。 ２　床下面に表面塗装をしたものは、不燃性のものとすること。
	断熱材及び防音材	ガラス繊維、石綿等不燃性のものとすること。
	座席	表地、詰物包及び詰物は、難燃性のものとすること。
	日除け及び幌	難燃性のものとすること。
貫通路		１　車両の前後端面に貫通口を設けること。ただし袈空線式のもので、 車休と建築定規との間隔が左右おのおの 400 ミリメートル以上のものに あっては、列車両端の貫通口は省略することができる。 ２　連結車両間の貫通路は、渡り板、幌等によって旅客が安全に通行できるものとすること。 ３　貫通口及び貫通路の床面上の有効高さは 1800 ミリメートル以上、有効幅は 600 ミリメートル以上とすること。 ４　貫通口に扉を設ける場合は、これを引戸式又はこれに準ずるものとすること。ただし、乗務員室側のものは、連結側となったときに開放したまま保持できる開き戸式とすることができる。 ５　列車両端の貫通口の扉は、その手前に客室との仕切を設け、かつ非常の場合に旅客を安全に退避させることができるものであること。
主回路及び電孤、電熱発生機器の防護等		１　主回路（母線を含む。）用ヒューズは、電気回路上集電装置にできるだけ近い位置に設けること。 ２　主回路は、異常な閉回路を構成しない構造とすること。 ３　床下面と、主回路抵抗器の抵抗素子の側面、端面及び底面からそれぞれ 150 ミリメートルの位置にある平面とで囲まれる範囲内には、電気配線をしないこと。ただし、自動戸閉装置、客室電熱器等構造上やむをえないものの配線で耐熱性の被覆を使用し、かつ、金属製の電線管で防護したもの並びに主回抵抗器の引出線及びわたり線で、極難燃性の材料で被覆したものは、この限りでない。 ４　床下の主回路抵抗器の抵抗体素子から車両の長手方向に 500 ミリメートル以上離隔した最も近い構はりの間にある電気配線は、金属製の電線菅又は密閉ダクトにより防護すること。ただし、制御器等の引出線でこの方法により難いものは、この限りでない。この場合、前項の範囲の限界から 200 ミリメートル以内及び床下面の下方 250 ミリメートル以内の引出線は、極難燃性

	の電気絶縁材料で覆うものとする。 ５　前項の密閉ダクトは、主回路抵抗器周辺の通風を阻害しない形状とし、かつ、第 3 項の範囲の限界から 200 ミリメートル以内で主回路抵抗器に面する部分は、その内面又は外面を不燃性の断熱材で覆うこと。 ６　500 ボルト以上の電気回路中の電弧又は電熱を発生する部分に近接し、それにより焦損するおそれのある箇所には、不燃性の材料を使用すること。 ７　電線の被覆は、難燃性のものとすること。 ８　主回路抵抗器の上部で、床下面の下方 250 ミリメートル以上離隔した箇所には、厚さ 6 ミリメートル以上の断熱材を有する不燃性の防熱板を設けること。ただし、構造上この寸法により難いものにあっては、これと同等以上の効果のある構造及び寸法とすることができる。 ９　前項の防熱板は、主回路抵抗器から発生する熱を床下面、電線管、ダクト、電気配線等につとめて当てないような形状とすること。 １０　客室座席下部の電熱器の発熱体と座席との間には、不燃性の防熱板を設けること。
予備灯	客室内には、常用室内灯が消灯したときは自動的に点灯する予備灯を設けること。
放送装置及び 通話装置	１　車掌から客室内へ放送できる装置及び運転士と車掌とが相互に通話できる装置を設けること。 ２　前項の装置は、停電の際にも使用できるものであること。
自動戸閉装置の 操作装置	自動戸閉装置の操作装置は、停電の際にも開扉できるものであること。
非常措置の 標示	１　非常の際、旅客が車両を停止させることのできる装置又は旅客から乗務員に通報することのできる装置の取付位置及び取扱要領を標示すること。 ２　非常の場合は乗務員に通報し、みだりに車外に出ることは危険であるので、乗務員の誘導に従って行動するよう標示すること。 ３　架空線式の車両で、地上の相当区間を運転するものには、扉開放コックの取付位置及び開放要領を標示すること。ただし、乗務員が常時その場で操作できるものはこの限りでない。 ４　架空線式以外の車両及び地下線専用の車両には、前項の標示をしないこと。
消火器	１　各車両ごとに備え付けるものとし、取りはずし及び取扱いが容易であること。 ２　消防法第 21 条の２による検定に合格した油火災及び電気火災用のもの

	で、同法同条の技術上の規格による能力単位の数値が、油火災に対して２以上のものとし、客室内に設備するものにあっては、有害ガスを発生しないものとすること。
その他	１　床下に使用する機器箱（リレー等のカバーを除く。）は、不燃性のものとすること。ただし、電気絶縁上やむをえないものについては、難燃性のものとすることができる。 ２　床下の主要機器には、その機器名を明記すること。

別表２　　Ａ基準

項　　目		要　　項
車体構造	屋根	１　金属とし、その上を難燃性（不燃性、極難燃性を含む。以下同じ。）の電気絶縁材料で覆うこと。 ２　露出金具は、車体と電気的に絶縁するか、又は難燃性の電気絶縁材料で覆うこと。
	外板、天井及び内張り	金属等不燃性のもの（金属等不燃性のものによりだき合わせた構造のものを含む。）とし、これに表面塗装した場合も不燃性のものとすること。ただし妻部の外板は、難燃性のものとすることができる。
	床	１　床下面は金属板張りとし、室内に火気が侵入しないよう留意すること。 ２　床上敷物は、難燃性のものとすること。
	座席	表地は、つとめて難燃性のものとすること。
貫通路		１　少なくとも 2 両間には貫通路を設けること。 ２　連結車両間の貫通路は、渡り板、幌等によって旅客が安全に通行できるものであること。 ３　貫通口及び貫通路の有効幅は 550 ミリメートル以上とすること。 ４　貫通口に扉を設ける場合は、これを引戸式又はこれに準ずるものとすること。ただし、乗務員室例のものは、連結側となったときに開放したまま保持できる開き戸式とすることができる。
主回路及び電孤、電熱発生機器の防護等		１　床下面と、主回路抵抗器の抵抗体素子の側面及び端面から 350 ミリメートル並びに底面から 150 ミリメートルの位置にある平面とで囲まれる範囲内の電気配線は、金属製の電線管又は密閉ダクトにより防護すること。ただし、主回路抵抗器等の引出線及びわたり線で、この方法により難いものは、この

	限りでない。 ２　500 ボルト以上の電気回路中の電弧又は電熱を発生する部分に近接し、それにより焦損するおそれのある箇所には、不燃性の材料を使用すること。 ３　電線の被覆は、難燃性のものとすること。ただし、第１項に示す範囲外であって、金属製の電線管又は密閉ダクトにより防護したものは、この限りでない。 ４　主回路抵抗器は床下面からできるだけ離隔し、その上部に不燃性の防熱板を設けること。 ５　前項の防熱板は、主回路抵抗器から発生する熱を床下面、電線管、ダクト、電気配線等につとめて当てないような形状とすること。
予備灯	客室内には、常用室内灯が消灯したときは自動的に点灯する予備灯を設けること。
放送装置	車掌から客室内へ放送できる装置を設けること。
非常措置の標示	１　非常の際、旅客が車両を停止させることのできる装置又は旅客から乗務員に通報することのできる装置の取付位置及び取扱要領を標示すること。 ２　非常の場合は乗務員に通報し、みだりに車外に出ることは危険であるので、乗務員の誘導に従って行動するよう標示すること。 ３　扉開放コックの取付位置及び開放要領を標示すること。ただし、乗務員が常時その場で操作できるものはこの限りでない。
消火器	１　各車両ごとに備え付けるものとし、取りはずし及び取扱いが容易であること。 ２　消防法第 21 条の２による検定に合格した油火災及び電気火災用のもので、同法同条の技術上の規格による能力単位の数値が、油火災に対して２以上のものとし、客室内に設備するものにあっては、有害ガスを発生しないものとすること。

別表３　　Ｂ基準

項　　目		要　　項
車体構造	天井及び外板	金属等不燃性のものとすること。ただし、妻部の外板は難燃性（不燃性、極難燃性を含む。以下同じ。）のものとすることができる。
	床	電弧又は電熱を発生する機器の上部の床下面には、金属等不燃性の板を張ること。
貫通路		１　乗務員の乗車していない車両には、少なくとも２両間に貫通路を設け

	ること。ただし、構造上はなはだしく困難な場合又は手動扉の場合は、この限りでない。 ２　貫通口の扉が開き戸式のものは、開放したまま保持できる構造とすること。
主回路及び電孤、電熱発生機器の防護等	１　主回路抵抗器の上部には不燃性の防熱板を設けること。ただし、主回路抵抗器の抵抗体素子と床下面との距離が 400 ミリメートル以上離隔している場合は、これを省略することができる。 ２　500 ボルト以上の電気回路中の電弧又は電熱を発生する部分に近接し、それにより焦損するおそれのある箇所には、不燃性の材料を使用すること。 ３　電線の被覆は、難燃性のものとすること。ただし、金属製の電線管又は密閉ダクトにより防護したものは、この限りでない。
予備灯	客室内には、常用室内灯が消灯したときは自動的に点灯する予備灯を設けること。
非常措置の標示	１　非常の際、旅客が車両を停止させることのできる装置又は旅客から乗務員に通報することのできる装置の取付位置及び取扱要領を標示すること。 ２　扉開放コックの取付位置及び開放要領を標示すること。ただし、乗務員が常時その場で操作できるものはこの限りでない。
消火器	１　備え付けるものとし、取りはずし及び取扱いが容易であること。 ２　消防法第 21 条の２による検定に合格した油火災及び電気火災用のもので、同法同条の技術上の規格による能力単位の数値が、油火災に対して２以上のものとし、客室内に設備するものにあっては、有害ガスを発生しないものとすること。

別表４　　鉄道車両用材料の燃焼性規格

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 以下の変色	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
	あ　り	あ　り	少ない	弱い	な　し	な　し	30mm 以下	
難燃性	あ　り	あ　り	普　通	炎が試験片の上端を超えない	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

（注）１炭化、変形の寸法は、長径で表わす。
　　２異常発炎するものは区分を１段下げる。
　　３判定については次の試験方法による。

試験方法

鉄道車両用非金属材料の試験方法は、図に示すとおりＢ５判の供試材(182mm×257mm)を45°傾斜に保持し、燃料容器の底の中心が、供試材の下面中心の垂直下方 25.4mm(１インチ)のところにくるように、コルクのような熱伝導率の低い材料の台にのせ、純エチルアルコール 0.5cc を入れて着火し、燃料が燃えつきるまで放置する。

燃焼性判定は、アルコールの燃焼中と燃焼後とに分けて、燃焼中は供試材への着火、着炎、発煙状態、炎の状態等を観察し、燃焼後は、残炎、残じん、炭化、変形状態を調査する。

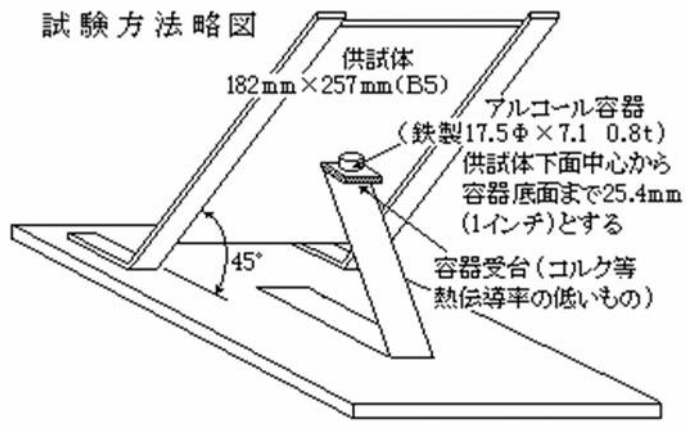
供試体の試験前処理は、吸湿性材料の場合、所定寸法に仕上げたものを通気性のある室内で直射日光を避け床面から１ｍ以上離し、５日以上経過させる。

試験室内の条件は

　　温度１５℃～３０℃

　　湿度６０％～７５％

で空気の流動はない状態とする。


試験方法略図
供試体
182mm×257mm(B5)
アルコール容器
(鉄製17.5Φ×7.1 0.8t)
供試体下面中心から
容器底面まで25.4mm
(1インチ)とする
45°
容器受台(コルク等
熱伝導率の低いもの)

電車の火災享故対策に関する通達中別表１の「Ａ−Ａ基準」の適用を受ける路線の指定について

鉄運第 81 号の２

昭和 44 年 5 月 15 日

陸運局長殿

鉄道監督局長

電車の火災事故対策については、昭和 44 年 5 月 15 日付け鉄運第 81 号で通達したが、同通達中第　１項の「別に指定する路線」として、次のとおり指定する。

１　懸垂式鉄道の路線

２　跨座式鉄道の路線

３　案内式鉄道の路線

電車の火災事故対策の通達の取扱いについて

鉄運第 82 号

昭和 44 年 5 月 27 日

運輸局鉄道部長殿

鉄道監督局民営鉄道部

運輸車両課長

電車の火災事故対策については、昭和 44 年 5 月 15 日付け鉄運第 81 号及び第 81 号の２により通達されたが、この取扱い及 び解釈については、下記によることとされたい。

１　適用等について

1～1 地方鉄道及び軌道の路線を運転する車両に適用する。

ただし、軌道運転規則を適用する路線を運転する車両及び低床式車両は、構造上適用しがたい事項を除き事業者が自主的にこの基準に適合させるものとする。

なお、日本国有鉄道の車両が乗入運転により、この通達の適用を受けることとなる場合は、乗入れの認可に際し、この基準への適合について確認することとする。

1～2 通達本文記第１項の「地下線」とは、地下式構造（車両定規と建築定規の間隔が、側部において 400 ミリメートル末満のもの）のものをいう。

1～3 通達本文記第２項の「長いトンネル」とは、始終端駅に地下乗入れするトンネルを含め、山岳トンネル（山岳地帯に設けられるトンネルをいう。以下同じ。）にあっては延長２キロメートル、都市トンネル（市街地の地下に設けられるトンネルをいう。以下同じ。）にあっては延長 1.5 キロメートルを越えるトンネル及び延長がそれぞれ前記以下であって、トンネル内の駅間（ホーム端間）距離又はトンネル端と最寄駅ホーム端間の距離が 1 キロメートルを越えるものをいう。「短いトンネル」とは、山岳トンネルにあっては延長 1 キロメートル、都市トンネルにあっては 750 メートル以下のものをいう。

1～4 前項の場合、トンネル内で折返し運転のみをする車両については、その折返し駅をもって始終端駅とみなす。

1～5 削除

1～6 「今後新製されるもの」とは、全く新たに製作される車両をいい、他社等から譲り受け、これについて車両設計認可申請をするもの等は合まない。

1～7 通達本文記第 2 項及び第 3 項の今後新造されるものについては、事業者が自主的にそれぞれ「A-A 基準」及 び 「A 基準」に適合させることを期待するものであるが、第 2 項のものについては、少なくとも異常閉回路防止装置を設けるように指導すること。

1～8 通達本文記第 4 項の各事業者ごとの既存車両の改造工事計画については、工事内容、工事能力、車両数、予備車等を検討し、できるだけ早期に工事を完了させるよう指導すること。

1～9 車両設計認可及び車両設計変更認可の申請にあたっては、この基準への適合について、別紙 1 の要領によって記述させること。

1～10 通達本文記第 5 項の「鉄道車両用材料の燃焼性規格」への適合判定は、当分の間、交通安全公害研究所鉄道研究室において行うものとし、その試験依頼等の手続きは、別紙２によること。
1～11 車両の異常事態が生じた生じた場合の措置については、旅客の避難誘導について、その時期を失わないよう特に留意して、予めその手順等を各社ごとに定めさせ、十分に訓練を行なうよう指導すること。

２　「Ａ－A 基準」関係
2～1「屋根」とは、雨樋（雨樋のないものは雨切り）より上をいう。
2～2 「露出金具」とは、屋根上の機器箱、通風器、歩み板、同取付金具、昇降用握り金具等をいう。
2～3「外板、天井及び内張り」の「金属等不燃性のもの」とは、金属のほか不燃性の材料とすることができることを意味する。
2～4「床」の「詰物」とは、ユニテックス等キーストン構造の床に詰めるものをいうが、ハードボード、耐水ベニア等を金属と金属の間又は金属と床敷物の間に狭んだものも「詰物」と解する。
（注）現車火災試験における第２号車の床及び床下構造は、別紙 3 のとおりである。
2～5「座席」には、背すりを合むものとする。
2～6 連結した側の貫通路扉が開き戸である場合は、その扉は解放しておくこと。
2～7 貫通路には幌を設けるのを原則とするが、列車の運行途中において解結する箇所は、手すり等幌以外のものでもよい。この場合は、前項の扉を含め、非常の場合には通行してもよい旨を表示し、かつ、旅客が容易に開く　ことができる状態にして、貫通路扉は閉じておくこと。
2～8「異常な閉回路を構成しない構造」とは、制御器の故障等により、カム軸が途中停止し、正規の閉回路以外の閉回路ができたときは、その異常な閉回路を開くスィッチを有することを原則とする。ただし、既存車であって、逆転器が正規の方向に転換していないときは列車が起動できない構造となっているものは、上記のスイッチを設けたものと同等とみなす。
2～9「主回路抵抗器」とは、主回路内の抵抗器のうち、減流抵抗器、起動抵抗器、制御抵抗器、誘導分路抵抗器等比較的発熱量の大きいものをいい、電圧計、空転防止装置等の抵抗器は含まない。
2～10 屋根上の主回路抵抗器についての周辺の配線禁止、配線の金属防護及び防熱板については、この基準により難いので、つとめてこれに準じた構造とすること。
2～11 強制通風冷却式の主回路抵抗器の配線禁止、配線の金属防護及び防熱板については、通風ダタト内を配線禁止（主回路抵抗器の配線を除く。）範囲とし、吹出口の附近の熱風の当る部分の配線は極力さけ、やむをえないものは金属防護をするほか、床下の塩化ビニル製電線管の使用は極力さけるものとし、防熱板は必要としない。

2～12「耐熱性の被覆」とは、ポリクロロプレン、ポリフレックス、シリコン等比較約熱に強いものをいい、塩化ビニルは含まないものとする。
2～13 電線の金属防護をする場合、既存車であって塩化ビニル製電線管を使用しているものは、その上に更に金属管又は密閉ダクトで覆う方法でよいが、更新ｉ時には塩化ビニル製電線管を除き、金属管又は密閉ダクトのみで防護する方法に改めること。
2～14 防熱板の形状については、別紙 3 の実験車の例を参考として床下機器の配置に応じて考慮すべきである。
2～15「予備灯」は、1 車両につき 10 ワット×4 個相当のものが、扉は片側開放、誘導無線は受信状態としたまま、少なくとも 30 分程度の連続点灯ができることが望ましい。
2～16「非常措置の標示」は、その位置、大きさ、色等について、満員状態においても、その周辺の相当数の旅客の目に付きやすいよう考慮すること。
2～17～1「消火栓」は、乗務員室及 び客室外に設けるものは、一塩化一臭化メタンのものでもよいが、その取扱いについては乗務員に十分教育してお くこと。
2～17～2 客室内に設けるものは、粉末、 強化液等無害のものとし、四塩化炭素 、一塩化一臭化メタン、二臭化四弗化エタンのものはさけること。
2～17～3 消火能力の小さいものを複数で設けてもよい。

３ 「Ａ基準」関係
3～1 「屋根」については 2～1 によること。
3～2「露出金具」については 2～2 によること。
3～3「外板、天井及び内張り」の「金属等不燃性のもの」については 2～3 によること。
3～4「外板、天井及び内張り」の要領中「ただし書」 は、ＦＲＰ等の妻外板への使用を認めたものである。この場合、妻外板と一体となったものは、屋根の一部にまで及んでもよい。
3～5 床下面の金属板は、床下面に密着していなくてもよいが、床下の熱風が床下面に影響を与えないよう、金属板の位置、取付方法に留意すること。
3～6「座席」については 2～5 によること。なお、「つとめて難燃性としたのは、可燃性のものでもよい意味ではなく、燃焼性試験の結果、極く僅かな差で難燃性に適合しないものがあるので、これを考慮したものである。
3～7「貫通路」については 2～6 及 び 2～7 によること。
3～8「主回路抵抗器」については、 2～9、2～10、2～11 及び 2～13 によること。
3～9「防熱板」の形状については 2～14 によること。
3～10「予備灯」については 2～15 によること。
3～11「非常装置の標示」については 2～16 によること。
3～12「消火器」については 2～17 によること。

４　「Ｂ基準」関係

4～1「天井及び外板」については 2～3 及び 3～4 によること。

4～2 床下面の金属板等については 3～5 によること。

4～3「貫通路」については 2～6 によるほか、幌を設けていない貫通路には、非常の場合には通行してもよい旨を標示し、かつ、旅客が容易に開くことができる状態で貫通路扉は閉じておくこと。

4～4「主回路抵抗器」については 2～9、2～10 及び 2～11 によること。

4～5「非常措置の標示」については 2～16 によること。

4～6「消火器」については 2～17～1 及び 2～17～3 によること。ただし、客室内に設けるものは四塩化炭素のものをさけること。

別紙１

	品名＼項目	材料名	厚　　さ	燃焼性規格	試験番号	備　　考
屋根	屋根基板					
	屋根絶縁					
	露出金具等屋根上機器名					
	絶縁方法					
	材料名					
	燃焼性規格					
	試験番号					
	備考					

	品名＼項目	基　　板		表面塗装等			
		材料名	厚　　さ	材料名	塗装積層の別	燃焼性規格	試験番号
外板天井内装	外　　板						
	天　　井						
	内　　張						
	備　　考						

床	品名＼項目	材料名	厚　　さ	燃焼性規格	試験番号	断面略図
	床					１　キーストンプレートの形状等必要寸法記入
	上敷物					
	詰　　物					２　電線立上り部の略図
	床下面塗装					
	備　　考					

断熱材防音材	部位＼項目	材料名	燃焼性規格	試験番号	備　　考
	天井部				
	腰板部				
	戸袋部				
	その他				

座席日除け幌	品名＼項目	材料名	燃焼性規格	試験番号	備　　考
	表　　地				
	詰　　物				
	詰物包				
	日除け				
	幌				

貫通路	部位＼項目	有効寸法（幅×高さ）	貫通路の防護	扉の形状	扉開放保持装置の有無	扉と客室との仕切の有無
	前端					
	中間					
	前端貫通口からの脱出装置					

主回路及び電弧電熱発生機器の防護等	ヒューズの取付位置		閉回路防止装置		備考
	車両床下断面略図（電線、電線管、密閉ダクト、防熱板、抵抗器等の位置の関係寸法、防熱板の大きさ、リード線の熱的防護方法について記載すること）				
	品名＼項目	防熱版	密閉ダクト	電線管	電線被覆

			の防護		リード線	配線電線
	材料名					
	電弧電熱発生機器名					
	機器箱材料名					
	焦損防止材料名					
	備考					
	客室電熱器防護板取付断面略図（防熱版寸法及び取付寸法記入）					

予備灯等	予備灯能力	停電時使用の可否			備考
	（ワット数×個数）	自動扉の開	放送装置	通話装置	

非常措置の標示	項目＼項目	非常停止装置	非常通報装置	乗客への誘導案内	扉開放コック
	位置				
	大きさ				
	備考				

消火器	設置場所	１両当たりの個数	種類	能力単位の数値	１個の重量
	備考				

注　1　記載は本様式によるのを原則とし、構造の相違等により適宜記入欄を変更又は備考欄を利用して記載すること。

2　試験番号とは鉄道車両用材料燃焼性試験成績書番号をいう。

3　昭和 44 年 5 月以前に鉄道車両用材料燃焼性試験をうけ、燃焼性規格に適合した材料については試験番号の記載を省略できる。

ただし、この場合、製造者名及び難燃処理法を備考欄に記載すること。

（別紙２）

鉄道車両用材料の燃焼性判定試験依頼等の手続要領

鉄道車両用材料の燃焼性の判定は昭和 44 年５月 15 日鉄運第 81 号「電車の火災事故対策に ついて」の記第５項によるものとし、その判定のための試験依頼手続等はこの要領の定めるところによる。

１　鉄道車両用材料の判定をうけようとするものは、運輸省研究機関受託試験規則（以下試験規則という。）第３条に定める試験研究依頼書１通及び試験片（大きさ B5 版 182㎜×257㎜）３点を交通安全公害研究所長に提出するものとする。

２　試験依頼書は試験片の品名、商品名、材質、難燃処理法、厚さ等試験実施上必要な事項を記載したものを試験研究依頼書添付するものとする。

３　試験に要する費用は試験規則第９条及び第 10 条に定めるところによるものとする。

４　燃焼性の判定を行なう材料は次のものとし、試験は原則として単一の材料の状態で行うものとする。

（１）外板、天井・内張、床（表面塗装を含む。）

（２）床上敷物及び床詰物

（３）断熱材及び防音材（ガラス繊維、石綿を除く。）並びに防熱版

（４）座席表地、座席詰物及び座席詰物包

（５）日除け及び幌

（６）電線被覆、電線管、絶縁材（特に屋根）及び床下機器箱材料

（７）その他燃焼性の判定を必要と認める材料

５　交通安全公害研究所長は別紙様式の試験成績書を試験規則６条に定めるところにより試験依頼者に交付するものとする。

６　交通安全公害研究所長は、試験結果を適宜運転車両課長に通報するものとする。

様式１

鉄道車両用材料燃焼試験成績書

試験番号＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

依頼者名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

製造者名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

品　　名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

商品名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

難燃処理法＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

厚　　さ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

試験実施年月日＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿昭和＿＿＿年＿＿＿月＿＿＿日＿＿＿

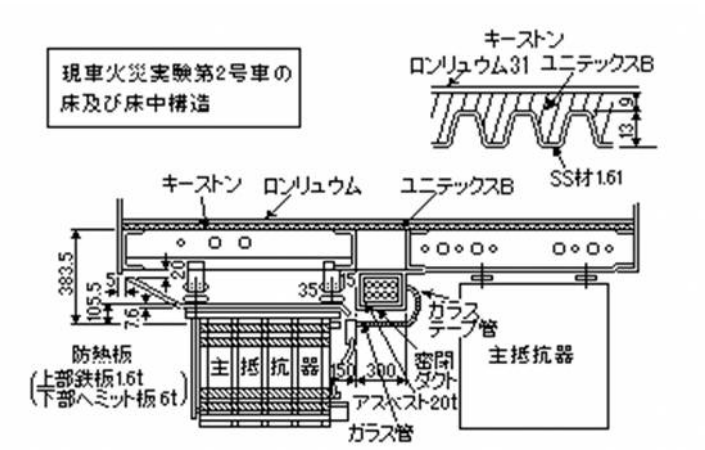
試験成績

温度　℃　　湿度　％　　アルコール燃焼時間

アルコール燃焼中	アルコール燃焼後
着　　火	残　　火
着　　煙	残じん
煙	炭　　化
火　　勢	変　　形
備　考	

判定

（別紙３）



鉄運第 245 号

昭和 48 年 10 月 11 日

陸運局長殿

鉄道監督局長

電車の火災事故対策の一部改正について

電車の火災事故対策については、昭和 44 年５月 15 日付け鉄運第 81 号「電車の火災事故対策について」により通達したところであるが、国鉄北陸トンネル事故等の火災事故例にかんがみ同通達を下記のとおり改正するので、今後はこれにより管下事業者を指導されたい。

記

１. 本文記第２項を次のように改める。

長いトンネルのある区間を運転する車両は、別表２の「A 基準」によるものとし、その他のトンネル（短いトンネルを除く。）のある区間を運転する車両についても、つとめて別表２の「Ａ基準」によることとする。

なお、長いトンネルのある区間を運転する車両で今後新造されるものは、つとめて別表１の「Ａ－Ａ基準」によるものとし、また既存のものについては、別表２の「A 基準」のうち貫通路については適用しない。

２．本文記第３項中「つとめて」を削除する。

３．別表１から３までの「消火器」の項中「２以上」を「３以上」に改める。

４別表２の「車体構造」の項中

座　席	表地は、つとめて難燃化するものとすること。

を

座　席	表地は、つとめて難燃化するものとすること。
日除け	難燃性のもとすること。

に改める。

鉄総第 49 号の 2

昭和 50 年 1 月 30 日

陸運局長殿

鉄道監督局長

地下鉄道の火災対策の基準について

地下鉄道の火災対策の基準について、別紙のとおり定めたので、下記の事項に留意の上、管下地方鉄道事業者を指導されたい。

記

1. この基準は、地下駅及び当該地下駅に接続するトンネルに対し適用する。

2. 地下鉄道を新設する場合には、この基準に従つて整備することとし、既設の地下鉄道についても、早期にこの基準に適合するよう改善することとする。

別紙

地下鉄道の火災対策の基準

1. 建造物の不燃化

地下にある建造物は、原則として、不燃化すること。

2. 防災管理室の整備

駅には、情報の収集、連絡及び命令の伝達、旅客への案内放送並びに防火シャッター等の監視及び制御を行う係員が常時勤務する防災管理室を設けること。

3. 警報設備、通報設備、避難誘導設備等の整備

(1) 警報設備

駅には、自動火災報知設備を設け、防災管理室にその受信機を設けること。

(2) 通報設備

（ア）駅には、次の設備を設けること。

(a) 防災管理室と消防、警察、運転指令所、電力指令所、駅内各所及び関係隣接建築物との間で連絡できる通信設備

(b) 防災管理室で統轄できる放送設備

(c) 防災管理室と地上とを連絡するための無線用補助アンテナ。また、地下において乗換えを行う駅及び地下街と接続する駅の構内には、防災管理室及び地上と無線通話ができるための伝送路

（イ）駅間には、列車及びトンネルから運転指令所に連絡できる通信設備を設けること。

(3) 避難誘導設備

（ア）駅には、次の設備を設けること。

(a) 乗降場から地上までの異なる2以上の避難通路
(b) 常用する電源が停止した場合、非常電源により即時に自動的に点燈し、床面において1ルックス以上の照度を確保することができる照明設備
(c)避難口誘導燈及び通路誘導燈
（イ）駅間には、次の設備を設けること。
(a) 常用する電源が停止した場合非常電源によりすみやかに点燈し、避難の際通路になる部分の路面において1ルックス以上の照度を確保することができる照明設備。
(b)　非常電源による照明設備に近接した位置に、駅又はトンネル口までの距離及び方向を示す標識
(4) 排煙設備
（ア）駅及び駅間には、排煙を有効に行える設備を設けること。ただし、既設の地下鉄道においては、可能な限り設けること。
（イ）駅には、乗降場と線路との間、階段、エスカレーター等の部分に、必要に応じて垂れ壁等の煙の流動を妨げるものを設けること。
(5) 防火戸
　駅と他線の駅（同一の乗降場を使用するものを除く。）、地下街等との地下における連絡箇所には、防火戸を設けること。
(6)その他
(ｱ)　駅には、空気呼吸器を常設すること。
(ｲ)　変電所には、原則として、専用の換気設備を設けること。
4　消火設備の整備
（ア）駅には、次の設備を設けること。
(a) 消火器
(b) 屋内消火栓設備
(c) 連結散水設備又は送水口を附置したスプリンクラー設備
(d) 連結送水管
(ｲ) 駅間には、駅間が長い場合は連結送水管を設けること。
5. 防災管理体制の整備
防災に関する諸規程を整備するとともに、消防等防災関係機関との連絡等の緊急処理体制を整備すること。

鉄土第 9 号
昭和 50 年 2 月 14 日

陸運局鉄道部長殿

鉄道監督局民営鉄道部土木電気課長

地下鉄道の火災対策の基準の取扱いについて

地下鉄道の火災対策の基準については、昭和 50 年 1 月 30 日付け鉄総第 49 号の 2 により通達されたが、その取扱い及び解釈については下記の事項に留意のうえ、別紙によることとされたい。

記

1. 「地下鉄道の新設」には、既に地上で営業している鉄道を今後地下に移す場合も含むものとする。
2. 別紙 6（3）において猶予されている 2 以上の避難通路は、乗降場を延伸又は拡幅する場合や他地下鉄道の新設により他地下鉄道の駅と当該駅と地下において連絡する場合などトンネルの大規模な改良を行う際には設けるものとする。

別紙

地下鉄道の火災対策の基準の取扱い

1. 適用等について
(1) 「地下駅」とは、乗降場が地下にある停留場及び停車場（山岳地帯に設けられるものを除く。）をいう。
(2) 「既設」とは、昭和 50 年 2 月 14 日までに工事施行認可申請書を受理されたものをいう。
　但し、排煙設備についての「地下鉄道の排煙対策の基準」の適用については、昭和 57 年 4 月 15 日までに工事施行認可申請書を受理されたものは既設とみなす。
2. 第 1 項について
(1) 内装は、下地を含めて不燃材料を使用するものとする。ただし、運転指令所、電力指令所、信号取扱所、防災管理室等の居室の床及び壁（床面からの高さが 1.2 メートル以下の仕上げの部分に限る。）の内装は、できる限り不燃化すればよいものとする。
(2) 不燃材料は、建築基準法第 2 条第 9 号に規定するものとする。
(3) 机、ロッカー等の調度品には、可燃性のものは努めて使用しないものとする。

(4) 変電所、電気室、機械室は、他の部分と耐火構造の床、壁又は防火戸で区画するものとする。
(5) (4)の防火戸は、建築基準法施行令第110条第1項に規定する甲種防火戸とし、ドアクローザ（JIS A 5544）等の自動閉鎖装置を有するものとする。
3. 第2項について
(1) 防災管理室は、駅務室に併設することが望ましい。
(2) 防災管理室には、常用する電源が停止した場合、非常電源により点燈する照明設備を設けるものとする。
(3) 非常電源は、蓄電池設備又は自家発電設備とする。ただし、既設の地下鉄道にあつては、2回線受電設備も非常電源にあたるものとして、当分の間認めることとする。以下の非常電源についても同様とする。
4. 第3項(1)について
(1) 自動火災報知設備の感知器の設置箇所は、乗降場、コンコース、通路（階段及び傾斜路を含む。）及び売店（移動可能なものに限る。）以外の箇所とする。
(2) 自動火災報知設備には、非常電源を附置するものとする。
5. 第3項(2)について
(1) 駅内各所とは、居室、乗降場両端部及び駅が管理する区域内で連絡上主要な場所とする。
(2) 防災管理室から放送可能な範囲は、乗降場、コンコース、通路等駅が管理する区域とする。
(3) トンネルから運転指令所に連絡できる通信設備は、トンネル内に250メートル以内の間隔で設けるものとする。
(4) 通信設備及び放送設備には、非常電源を附置するものとする。
6. 第3項（3）について
(1) 異なる避難通路とは、1の避難通路の歩行経路のすべてにおいて他の避難通路と重複しないものをいう。
(2) 避難通路（階段は、回り階段ではない構造のものに限る。）は、旅客が地上に安全に避難できるものとし、かつ、地上までの延長をできる限り短くするものとし、かつ、原則として乗降場から上ることのみにより地上に到達できるものとする。
(3) 既設の地下鉄道において異なる2以上の避難通路を早期に設けることが困難な場合は、できるかぎりすみやかに設けるものとする。
(4) 乗降場においては、（1）の異なる2以上の避難通路への出入口のうち、1の避難通路への出入口は乗降場の1未満から50メートル以内に、その他の避難通路のうちの1の避難通路への出入口は乗降場の他末端から50メートル以内に設けるものとする。
(5) 居室の各部分から避難口までの距離は100メートル以下とする。

(6) 「床面又は路面において1ルックス以上の照度を確保する」とは、床面又は路面のそれぞれの主要部分における照度が1ルックス以上であることをいうものとする。
(7) 避難口誘導燈及び通路誘導燈に関する技術上の基準は、消防法施行令第26条第2項の規定によるものとする。
(8) 駅間において避難の際通路となる部分は、避難に支障のない構造とするものとする。
(9) 標識は、避難の際通路になる部分の路面から高さが1.5メートル以下の位置に、間隔100メートル以内ごとに、識別が十分可能なように設けるものとする。
7. 第3項（4）について
(1) 排煙設備は、当面次により設けるものとする。
(ｱ) 排煙設備は、機械換気設備を兼用してもよい。
(ｲ) トンネルの縦断線形によっては自然換気口によってもトンネルの排煙効果が十分期待できる場合は、排煙機を設けなくてもよい。
(ｳ) 電源を必要とする排煙設備には、非常電源を附置するものとする。
(ｴ) 排煙を有効に行える設備とは、別紙「地下鉄道の排煙対策の基準」に規定するものをいう。
(2) 煙の流動を妨げるものとは、天井面から50センチメートル以上下方に突出した垂れ壁その他これと同等以上に煙の流動を妨げる効力のあるもの（感知器との連動により作動し、かつ、防災管理室からの遠隔操作によつても作動できるものを含む。）で、 不燃材料で造られ又はおおわれたものとする。なお、乗降場上の天井と線路上の天井との高さの差が50センチメートル以上ある天井も、煙の流動を妨げるものとみなすものとする。
8. 第3項（5）について
(1) 防火戸は、建築基準法施行令第110条第1項に規定する甲種防火戸とする。
(2) 防火戸には、開き戸又は引き戸を使用するものとする。ただし、これらを設ける余地が無い場合には、シャッター（上下動するものに限る。）を用いてもよい。
(3) シャッターは、床面からの高さ 2メートルまでは、感知器との連動により降下し、かつ、防災管理室からの遠隔操作によつても降下できるものとし、さらに当該シャッターの設けられている場所で係員の操作により閉鎖する二段落しの構造とする。なお、シャッターの降下及び閉鎖の確認は、防災管理室で行えるものとする。
9. 第3項（6）について
(1) 空気呼吸器は、JIS T8155、JIS T8156またはJIS M7601のものとし、旅客の救助、消火及び消防関係職員の案内等の作業に携わる係員数以上の数を常備するものとする。
(2) 既設の変電所で、専用の換気設備を設けることが困難な場合は、換気口に防火ダンパーを設けるものとする。
10. 第4項について
(1) 消火器は、駅のうち消火活動上必要と認められる箇所に消防法施行令第10条第2項及び第3項の規定により設けるものとする。

(2) 屋内消火栓設備は、駅のうち消火活動上必要と認められる箇所に消防法施行令第 11 条第 3 項及び第 4 項の規定により設けるものとし、非常電源を附置するものとする。
(3) 連結散水設備又は送水口を附置したスプリンクラー設備は、乗降場、コンコース、通路（階段及び傾斜路を含む。）、居室（運転保安に関するものに限る。）、売店（移動可能なものに限る。）、 変電所、電気室及び機械室以外の箇所に消防法施行令第 12 条第 2 項及び第 3 項並びに第 28 条の 2 第 2 項及び第 3 項の規定により設けるものとする。
(4) 駅の連結送水管の放水口は、乗降場、コンコース及び通路で消火活動上必要と認められる箇所に設けるものとする。なお、連結送水管は消防法施行令第 29 条第 2 項の規定により設けるものとする。ただし、送水口を附置した屋内消火栓設備が設けられ、消火活動上有効であると認められる場合は、この限りでない。
(5) 駅間距離が長い場合とは、隣接する駅の乗降場に設けられた連結送水管の放水口相互間の距離が 500 メートルをこえる場合をいう。
(6) 駅間の連結送水管の放水口は、500 メートル以下の間隔で設けるものとする。
なお、連結送水管は消防法施行令第 29 条第 2 項の規定により設けるものとする。
11. 第 5 項について
　防災に関する諸規程とは、建造物の防災に関する設計基準及び整備基準、防災関係機器等の設計基準、整備基準及び取扱基準、防災に従事する係員の駅務規程等をいう。

（別　紙）

地下鉄道の排煙対策の基準

地下鉄道を設計する場合の排煙対策を次のように定める。

1. 用語の定義

(1) 火点ブロック

列車火災が発生した場合に、乗降場において煙が拡散する空間のうち、煙濃度が最も濃いと推定される一定の空間をいう。

火点ブロックの設定は、次による。

ア　線路直角方向の断面は、図のとおりとし、図に示す以外の形式の駅構造については、図に示す考え方に準じたものとする。

イ　断面積は、煙の拡散する範囲の断面積から車両断面積（床下部分を含む。）を減じたもので、図の斜線の部分とする。

ウ　線路方向長さは、20m とする。

エ　火点ブロックの容積は、次式により計算する。

$V = (Ao - Av) \times 20$　　$Ao = (Va - Vm) / L$

V：　火点ブロック容積（m^3）

Ao：　線路直角方向断面積（m^2）

Av：　車両断面積（床下部分を含む。）（m^2）

Va：　乗降場部の火点ブロック設定断面で、ホーム有効長部分の全容積（m^3）

Vm：　Va 内の柱、階段部等煙の拡散しない部分の容積（m^3）

L：　ホーム有効長（m）

(2) 煙拡散容積

コンコース階部において火災が発生した場合、煙が拡散する空間のうち、煙が滞留すると推定される空間の容積をいう。

煙拡散容積の設定は、次による。

ア　高さは、コンコースの天井高さから 2m 減じたものとする。

イ　床面積は、柱等の煙の拡散しない部分の面積を減じたものとし、排煙設備が設置されている場合は、10 分間の累積換気量を天井高さで除したものを床面積に加えるものとする。

ウ　煙拡散容積は、次式により計算する。

$Vo = (Af - At + Vs / H) \times (H - 2)$

Vo：　煙拡散容積（m^3）

Af：　コンコース階部床面積（m^2）

At：　コンコース階部の柱等の煙の拡散しない部分の面積（m^2）

Vs：　排煙設備の 10 分間の累積換気量（m^3）

H：　コンコース階部の天井高さ（m）

2. 乗降場階部の排煙対策

(1) 排煙設備の必要換気能力

乗降場に対する排煙設備の換気能力は、原則として、火点ブロック容積の大きさごとに、別表に規定する換気回数を確保するものとする。

(2) 排煙方式

排煙方式は、第1の避難場所となるコンコース階部に連絡する階段等には、下降気流が流れる等、コンコース階部に煙が拡散するのを抑制できる方式とするものとする。

3. コンコース階部の煙対策

(1) 必要煙拡散容積

コンコース階部は、原則として1,050m^3以上の煙拡散容積を確保するものとする。

(2) 駅設備の構造等

コンコース階部の火災発生時には、乗降場階部への煙の拡散を抑制できる構造とするものとする。

(3) 乗換等大規模駅

コンコース階部の煙対策は、駅と他線の駅（同一の乗降場を使用するものを除く。）との区画ごとに、上記の基準を満足するものとする。

4. 居室の排煙設備

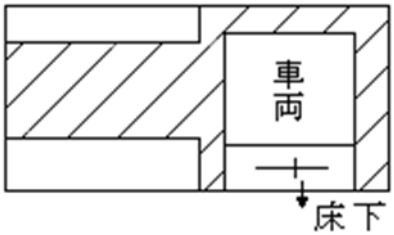
居室には、排煙機を設けるものとする。排煙機は、排煙口の開放に伴い自動的に作動し、かつ、1分間に、120m^3以上で、かつ、防煙区画部分の床面積1m^2につき1m^3（2以上の防煙区画部分に係る排煙機にあっては、当該防煙区画部分のうち床面積の最大のものの床面積1m^2につき2m^3）以上の空気を排出する能力を有するものとする。その他構造等については、建築基準法施行令第126条の3の規定に準じるものとする。

5. 駅務員の対応等

火災発生時の駅務員等が、煙対策設備を適確に操作できるようにするとともに、旅客の避難誘導を適切に行うことができるよう教育・訓練の実施等、緊急時の体制を整備するものとする。

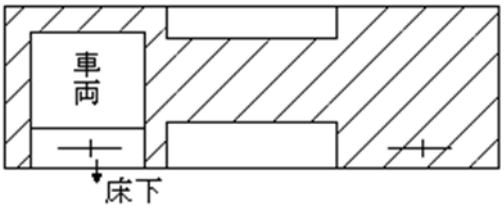
図　火点ブロック設定のための線路直角方向断面の範囲

(A) 1 線ホーム



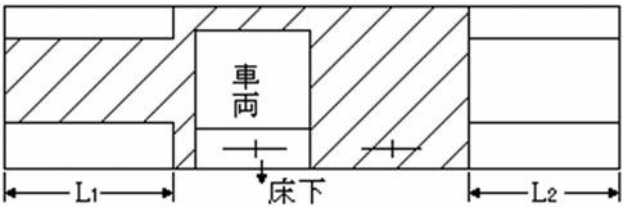
（考え方）　煙は、全断面に拡散するものとする。

(B) 2 線島式ホーム



（考え方）　煙は、熱による上昇気流により隣接ホーム上及び反対側軌道部に拡散するものとする。

(C) 2 線相対式ホーム



（考え方）　火災列車と反対側のホームは、軌道部分より天井が低いため煙は拡散せず、隣接ホーム上及び軌道部にのみ拡散するものとし、入線する火災列車により設定される断面のうち小なる断面とする。

（例：図において、ホーム幅が L1≦L2 の場合、斜線の部分を設定範囲とする。）

（注）煙は、斜線部分に拡散するものとする。

別　表

火点ブロック容積による必要換気回数

火点ブロック容積 ㎥	1時間当り 必要換気回数	火点ブロック容積 ㎥	1時間当り 必要換気回数
255 以下	50	446 ～ 460	27
256 ～ 260	49	461 ～ 476	26
261 ～ 266	48	477 ～ 492	25
267 ～ 271	47	493 ～ 509	24
272 ～ 277	46	510 ～ 528	23
278 ～ 283	45	529 ～ 547	22
284 ～ 290	44	548 ～ 568	21
291 ～ 296	43	569 ～ 590	20
297 ～ 303	42	591 ～ 613	19
304 ～ 311	41	614 ～ 638	18
312 ～ 318	40	639 ～ 665	17
319 ～ 326	39	666 ～ 693	16
327 ～ 335	38	694 ～ 723	15
336 ～ 343	37	724 ～ 756	14
344 ～ 353	36	757 ～ 790	13
354 ～ 362	35	791 ～ 827	12
363 ～ 372	34	828 ～ 868	11
373 ～ 383	33	869 ～ 909	10
384 ～ 394	32	910 ～ 955	9
395 ～ 406	31	956 ～ 1005	8
407 ～ 418	30	1006 ～ 1056	7
419 ～ 432	29	1057 ～ 1113	6
433 ～ 445	28	1114 以上	5

（注）端数は切上げる。