

電車を停める

資料提供のご協力: 三菱重工業(株)交通・輸送ドメイン
作成: 長井史夫

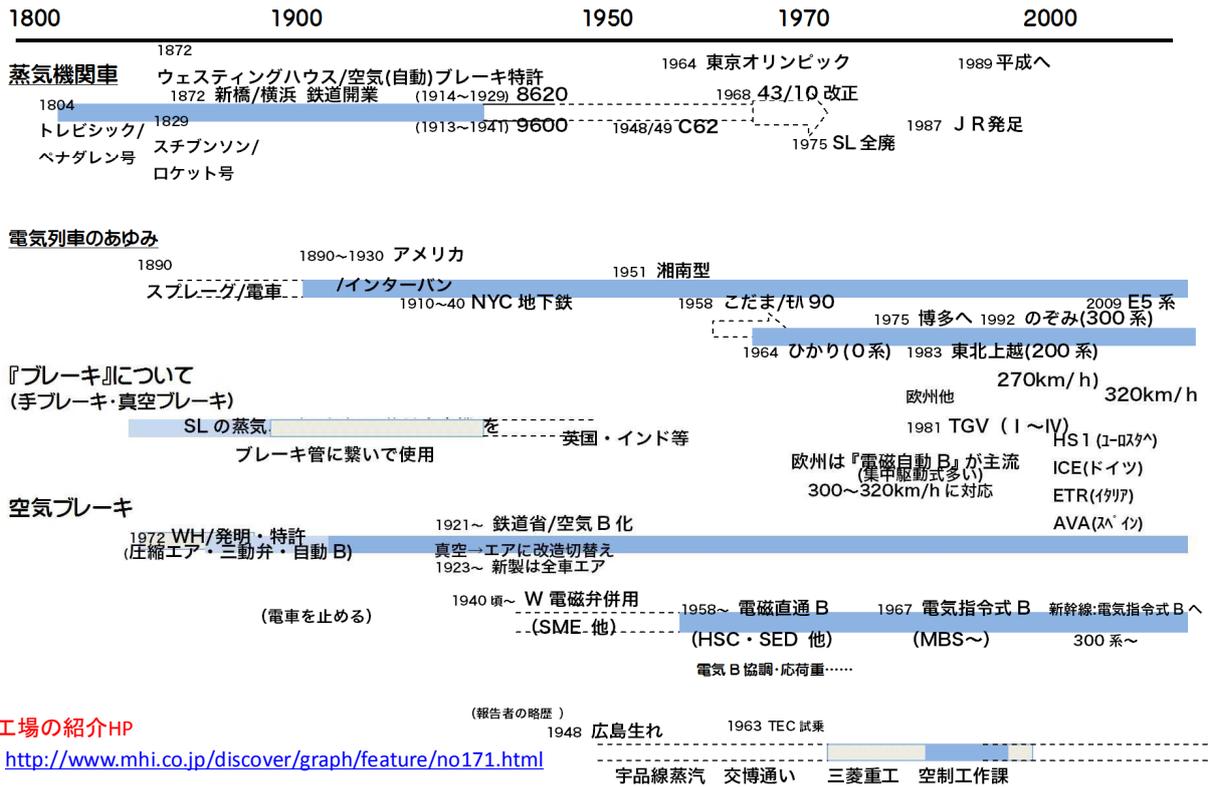
704th 関西蔵前午餐会「電車を停める」

概要

1. 歴史・基本
年表から、「止める」機能、鉄道用ブレーキの特徴
 2. 初歩物理
 - (1) 「停める」現象の考察/トライボロジ・エネルギー
 - (2) 減速エネルギー(+法律的(省令・運転規則)な制約条件)
 - (3) 「非常停止」について
 3. 運転・操作...
運転の実際(ランカーブ・ハンドル操作)...「電車運転士の操作.ppt」
SELD・MBS・電空協調・保守
 4. 事故に学ぶ
 5. 最近のトピック...
新幹線とユレダス・新幹線の320km/h運転に対して...P17
鉄道(軽量化)の省エネと回生制動・遅れ込め
 6. まとめ...ブレーキの基本機能・Task
- その他 <3-2ブレーキのあれこれ(用語集)><ブレーキをとりまく企業Map><参考文献・引用資料リスト>

電車・鉄道とそのブレーキ 概史

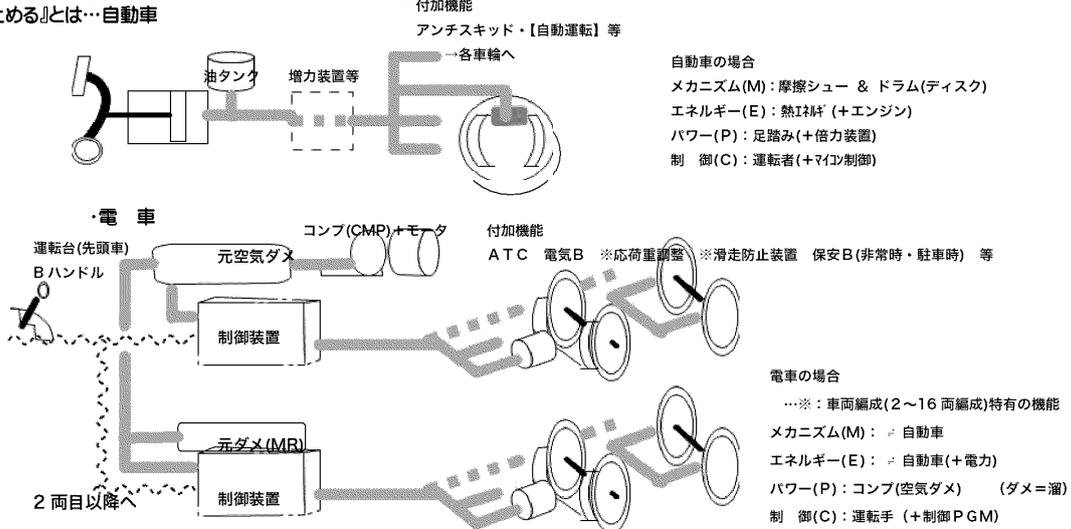
1. 電車・鉄道の概史



『止める』ことについて.....(1)

2. 機能と原理 (自動車・トラックとの対比を含めて) 『止める』ことについて

・『止める』とは...自動車



空気ブレーキのはたらき

常用B: 運転手(B力) ----> 制御装置 ----> エアシリンダ (制御弁・1台/両) 摩擦力
 ↑ 電力B力 <----> 車輪/レール → ブレーキ(止める)

非常時(典型例)
 運転手-非常操作--> (制御)装置--> (急)エアシリンダ--> 車輪/レール → 急ブレーキ(止める)

『停める』ことについて.....(2)

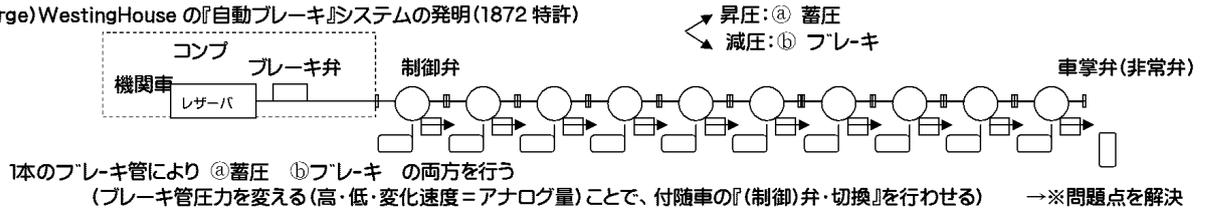
3.鉄道用ブレーキの構造、分類、歴史

ブレーキの基本機能

...信号システム・運航規則(法律)に適合

- ①指示(操作)により車(輪)を拘束する。
- ②フェールセーフ停止。分離・故障したら即STOP。
- ③減速力を適切に調節。(乗り心地他)
- ④保守容易でコスト小さい(+省エネ性) ...信号システム・運航規則(法律)に適合

自動ブレーキ(SLが牽引する列車をベース)の概要
(George) WestingHouse の『自動ブレーキ』システムの発明(1872 特許)



それ以前 一般的に



※問題点: ・失効(モレ)起きたときの対応策 ・力は充分か(過ぎないか)

車輪 ← シュー 押付け(加圧)して止める
加圧力=人力(レバ・チェン)・真空力・(圧縮)空気圧 (油圧)

『停める』ことについて.....(3)

機関車(新幹線)は左側



電車 等は右側にあるハンドル



ブレーキ弁の作用(ハンドル操作とその働き)

ブレーキ弁	ブレーキ管	制御弁	供給ダメ(S/R)	B/C
① 込め	加 圧	BP 圧→S/P へ	加 圧	----
② ブレーキ (step1~7)	減 圧	切換・ブレーキ	→B/C へ供給	ブレーキ作動
③ 保ち	----	----	----	加圧保持(ブレーキ)
④ 非常	急減圧(解放)	急切換	急切換 (B/C へ急供給)	急ブレーキ作動
(⑤ 抜き)	----	----	----	----

大阪市交 20 系ツーハン運転台

阪急-9300 モノハン運転台

N700 系運転席_左ブレーキ

N700A 運転席



右側=Bハンドル

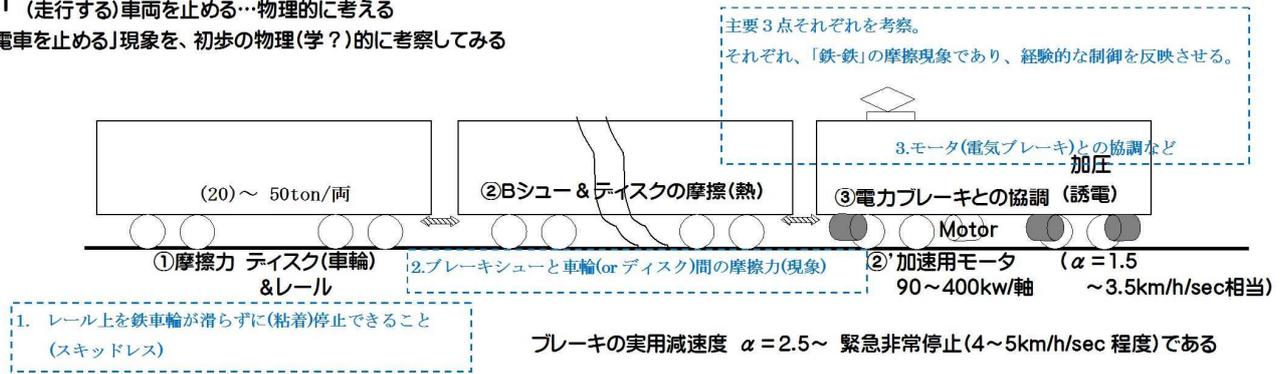


手前に引く=ブレーキ

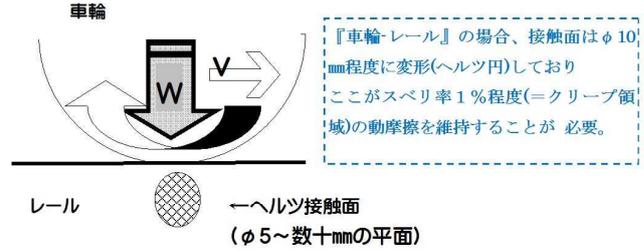
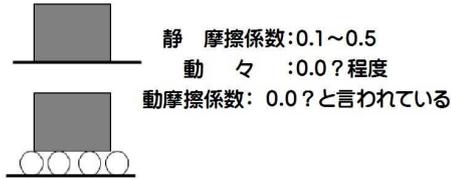


2. 初歩物理で『走る・止める』について

2-1 (走行する)車両を止める…物理的に考える
「電車を止める」現象を、初歩の物理(学?)的に考察してみる



① 「レール-車輪」のトライボロジー考察
マサツの基礎



経験的に (動)摩擦係数 = 0.0X ←このXは 小さい整数(3~5~7)
このとき すべり率 = 1% 程度(といわれている)
(粘着力 Max のとき=微小すべり(クリープ)領域)
この領域を上回ると、タイヤ固着(スキッド)・空転発生する。
⇒(タイヤフラット損傷を生じる…一旦ブレーキ解放して、再粘着するしかない)

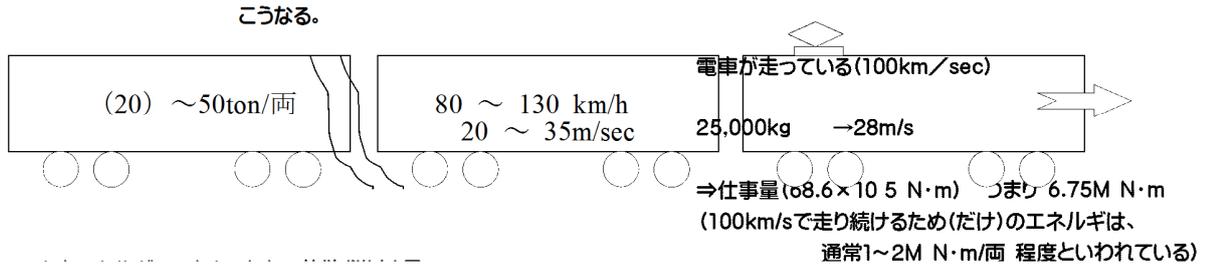
鉄輪(車輪)-レール の場合
ヘルツ応力からφ10 mm程度の接触(弾性変形)とみられる[車輪φ860 5ton 加重程度の場合]
面圧 $P_s \approx 1\text{GPa}$ ($100\text{kg}/\text{mm}^2$)

②「減速に必要なエネルギー」(=ブレーキシューとディスクの摩擦で消費するエネルギー)
25トンの電車が、 $V=100\text{km}/\text{sec}$ で走っているとき
仕事量は 約6.7M Nm/両 これを(全て)、摩擦力(電気ブレーキ力)で、吸収・消費(回生)する。

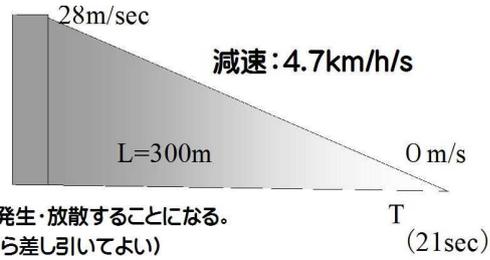
日本国内の基準(日本国有鉄道運転規定(1947)⇒非常ブレーキ<600m =※:次ページ参考あり)から
空走距離(1sec で 28m←100km/h のとき)等を除き、500~550m以内で止められるブレーキ性能が必要である。
(滑走・ばらつき・下り坂の場合等を含めて)
さて、運転時間・速度性能等のバランスも考えて
もし、100km/h から 所要距離 300m程度で停車させる(試算ベース)には
減速度 $4.7\text{ km/h} / \text{sec}$ ($28\text{m}/\text{sec} \rightarrow 0\text{m}/\text{sec} \Rightarrow 1.3\text{m}/\text{sec}\cdot\text{sec}$)
↑ これをエネルギー率に換算すると ↑ = 0.12 G:レール上摩擦の限界に近い
約 300KW に相当する

鉄道に関する法律は、歴史と環境により、様々である。
日本では、1947 国鉄規定(最高速で<600m以内)に全停止※)がベース。
但し、※ 例外あり。→新幹線は別途規定。完全な立体交差路線等(湖西線・北越 T 等)では 800m許容⇒160km/h 走行 OK

実際例を図示すると、



減速エネルギー量：非常ブレーキで止まるときの放散(消失)量
 $V=28\text{m/s}$ 所要時間=T (21sec)
 (法律上※は空走含めて 600m以下)
 空走等を除く、実停止距離L:300mとして、減速度 = 4.7km/h/sec
 エネルギー(率) = 約 300KW/両 に相当する
 1両に、走行車輪(またはブレーキディスク)が8枚あるとして
 このように停車するとき、(車輪)ディスク1枚は、40KW 程度の熱負荷が発生・放散することになる。
 (常用ブレーキでの場合は、電気ブレーキ作用分をこの放散エネルギー量から差し引いてよい)



このように、ブレーキ発熱は決して小さくない。
 下りの連続勾配線では、車輪(タイヤ輪)の水冷による
 弛み防止なども行われる。(実例=箱根登山鉄道 他)

普通の運転走行からみると、駅に停車する(回生協調の常用 B)ときは

(80~)70km/h から、200~300m位かけて停車する(減速度 3km/h/sec 程度である)

なお JR 西日本 新快速は非常停止の場合、130km/h(12両)から、約 20sec 強で停止している(空走 0.5~1 秒を含まず)

一方、電車の加速(走行)用モータは 100~200KW/個 程度(通常 走行台車軸の 30~70% に装備している)。

JR東海-N700 系は AC 誘導モータ=305KW/個(14/16両) 公称加速度 2.6km/h/sec 公称(非常)減速度 3.64km/h/sec である

※:新幹線は「特例法」で適用外(0系当初は 目安距離 = 2500m。現在は各鉄道・路線単位に規定?)

なお外国の例(法令?)は ドイツ=700~1000m、中国=800~1400m、英・仏は明文なし...

- ③ 電気ブレーキで車軸に働くブレーキ力(減速エネルギー)に相当する摩擦力を
 ブレーキ制御装置内で演算して、シュー加圧力(BC 圧力)から差し引く。
 (これがスムーズでないと、スキッドしたり、車両ガタ付きを生じる)

この電気ブレーキ力の演算と、その結果を BC 圧力に反映することは
 ブレーキ装置設計の、空圧演算・制御系設計の双方にて重要なノウハウ。
 また、通常の常用ブレーキでは、この減速エネルギーをさらに架線に回生し、
 他電車の加速動力に利用する。これは、省エネ・省電力の有効手段である。
 そのために、常用は電気(回生)ブレーキを、目一杯働かせ、
 その不足分だけを『T 車遅れ込め』するブレーキ制御も、多数使われている。
 そして、電気ブレーキは、シュー・車輪等の保守簡素化にも大切な対策。
 ただ、非常停止(一般に非常ブレーキ)では、全空気ブレーキとしている。

ただ、非常ブレーキは、全空気ブレーキである。

(電気ブレーキは、原則として非常時には使わない)

3.1 電車運転士の仕事ぶり

西阿知-倉敷Map



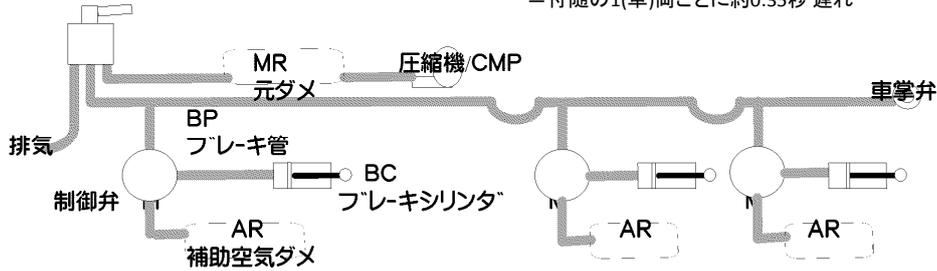
このあとの倉敷駅停車まで、運転操作を見る

(具体的操作は、別添の「補足資料」参照のこと)

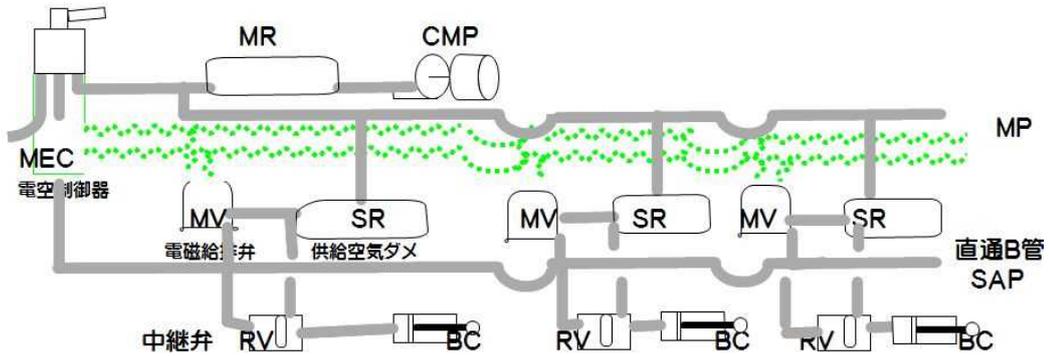
3. 2 電車(編成列車)を停めるブレーキのしくみとは (A)自動(空気)ブレーキ/(B)(電磁)直通ブレーキ

• (A)自動(空気)ブレーキ

自動ブレーキ→BP管減圧により減速
=付随の1(車)両ごとに約0.35秒 遅れ



• (B)(電磁)直通ブレーキ



11

電車のブレーキは こうなっている

ブレーキ弁の作用 (ハンドル操作とその働き)

ブレーキ弁	ブレーキ管	制御弁	供給ダマ(S/R)	B/C
① 込め	加 圧	BP 圧→S/R へ	加 圧	--(弛めのまま)--
②ブレーキ (step1~7)	減 圧	切換・ブレーキ	→B/C へ供給	ブレーキ作動
③ 保ち	----	----	----	加圧保持(ブレーキ)
④ 非常 (⑤抜き)	急減圧(解放)	急切換	急切換 (B/C へ急供給)	急ブレーキ作動
	----	----	----	----

運転台の(ブレーキ)ハンドル操作とその働き一覧表。

(普通の)電車では右手でブレーキ操作(旧タイプ~最近まで)。
いまはワンハンドルが多く、
手前に引くとブレーキがかかる。

新幹線(0系から)は、右手で加速、左手でブレーキ。
N700Aも同様(継承している)。

(長時間 操作する)マスコンハンドルが右手操作。

機関車は左手ブレーキ



電車 等は右側にある
ブレーキハンドル



大阪市交 20 系ツーハンドル運転台



右側=B ハンドル

阪急-9300 モノハンドル運転台



手前に引く=ブレーキ

N700 系運転席_左手ブレーキ



N700A 運転席(左と同様)



12

アナログ制御する空気(ブレーキ)弁

Blue Signal | パンタグラフ 電報

JR

JR西日本-2009/1のP
R誌 記事から

https://www.westjr.co.jp/company/info/issue/bsignal/09_vol_122/rail.htm

吹田工場の熟練作業者を紹介

組合せて電車の床下へ→
○部がA制御弁



A制御弁のピストン部。この金属面をど
れだけ、どのように削るかで、摺り合
わせの精度が決まる。



A制御弁の内部。ここにできた摺り合
わせの痕跡を見ながら、金属面を削っ
ていく。

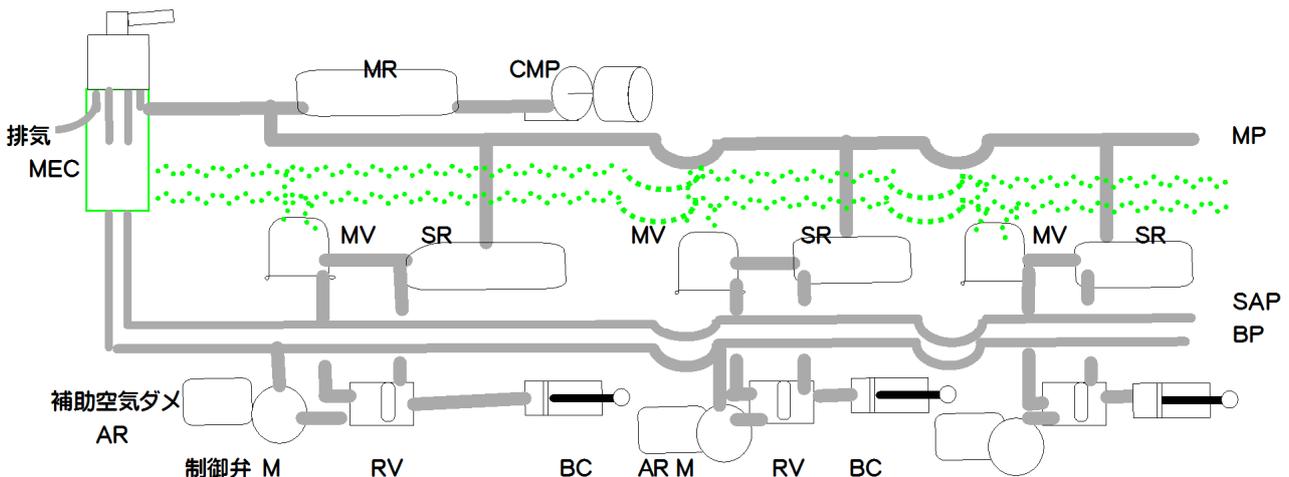
摺合せ、滑らかなスライドにより
アナログ制御する



13

(C) 電磁直通ブレーキの実例 (SED装置の概要)

応答性だけでなく、B力の安定・非常ブレーキなど諸機能が必要

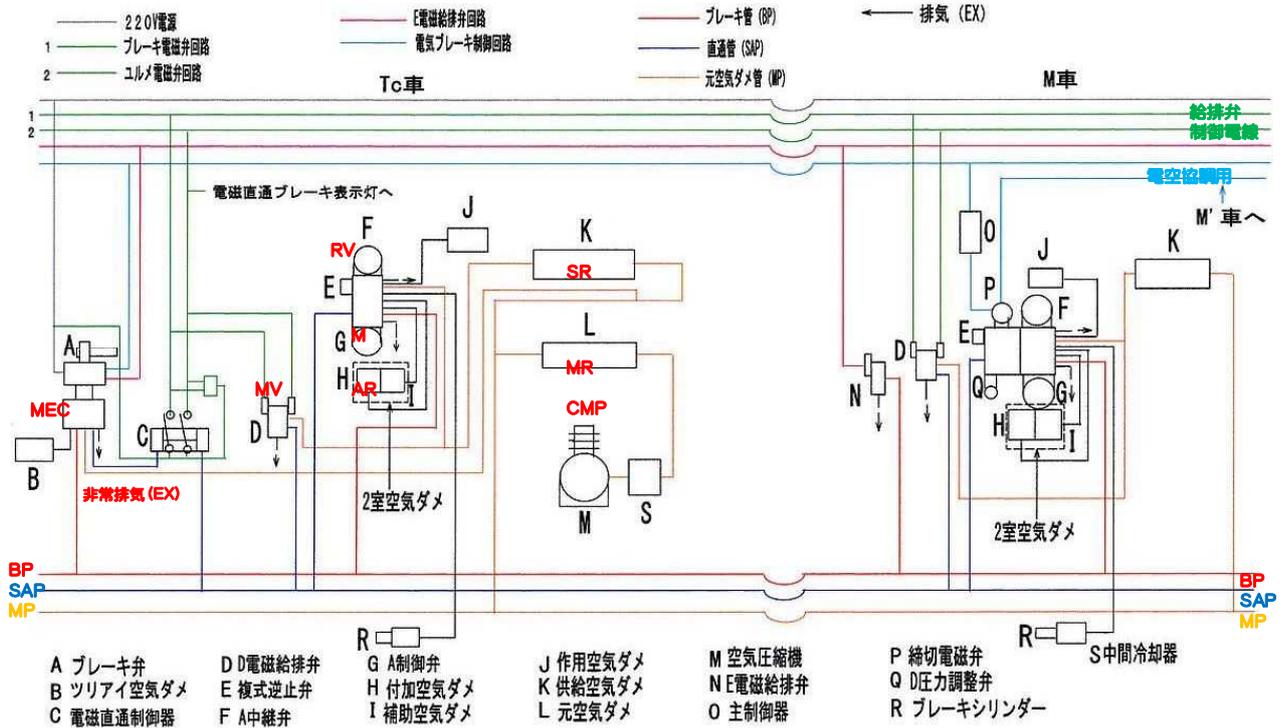


さらに 応荷重装置...⇒ SELD装置 = 1960~1985 頃までの標準タイプ
電制協調ユニット(含電力回生ブレーキ、制御協調)
(滑走防止(再粘着)装置) 等などが補足されている

米国内(WABCO)や、日本のブレーキメーカー・鉄道会社で改良をかさね
SMEE HSC SED・SELD など、各ニーズに応じた開発が続いた

14

(C) ‘電磁直通ブレーキの実際例
 ...国鉄 SED (103系・O系新幹線) のモデル図



電車の床下機器 配置例

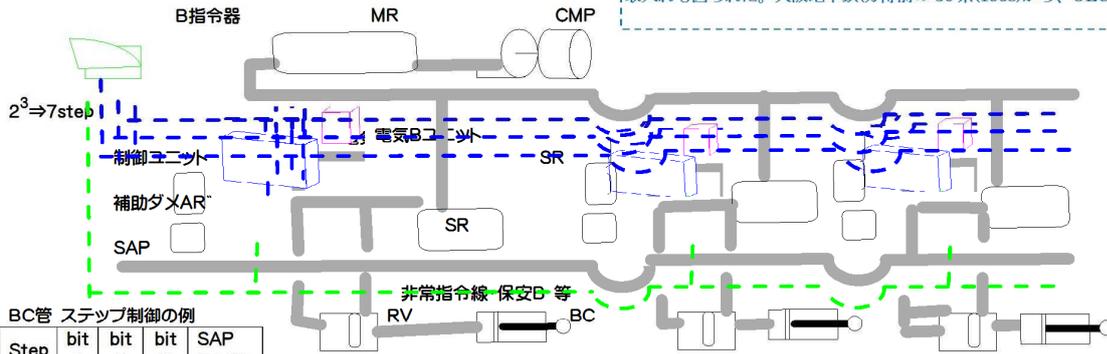


システム機能を電気制御に移し替えて...

(D) 電気指令ブレーキ(MBSタイプ)

直通管と電磁弁のブレーキ指示を、電線(3本)の on-off 組合せに置換え。

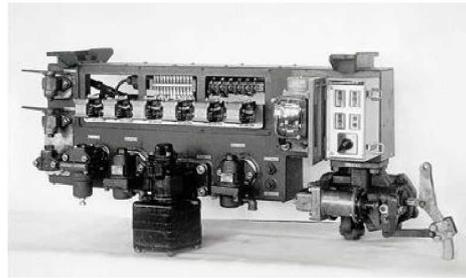
空気圧(+電線組合せ)主体で、複雑に多種機能に対応していたが、電気制御の取入れも図られた。大阪地下鉄(万博前の30系(1968)から、OEC 1として実用化)



BC管 ステップ制御の例

Step	bit 1	bit 2	bit 3	SAP 圧力(例)
0	×	×	×	0
1	×	×	○	1.0
2	×	○	×	2.0
3	×	○	○	3.0
4	○	×	×	4.0
5	○	×	○	5.0
6	○	○	×	6.0
7	○	○	○	7.0
EM	(×)	(×)	(×)	8.0
MP	/	/	/	8.5
保安	/	/	/	5.0

実用ブレーキは7段階制御が一般的だったので、3本電線オンオフによる7ステップ制御を行っている。その他も、電磁直通ブレーキのノウハウを折り込んでいる。

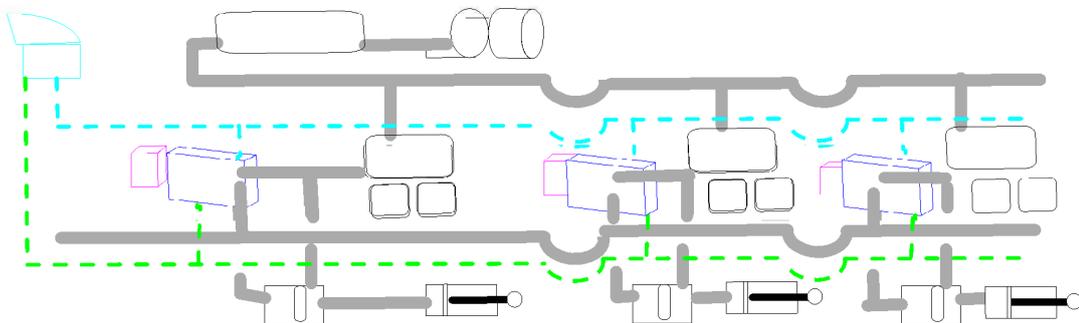


新幹線を含めて、最近の電車はこうです

(D) 電気指令ブレーキ(MBSAタイプ)

ブレーキ指示値を、アナログ量(1本電線)とするタイプ

(1本線)アナログ値による電気指令式も一般化されている。
(新幹線も、200系・100系・300系と順次電気指令式に変わっている)



(ブレーキあれこれ)...

閑話休題

その他、ブレーキに関する各種の用語を、末尾 P25/25 に表示しています。

ブレーキ力(動体を止める)あれこれ

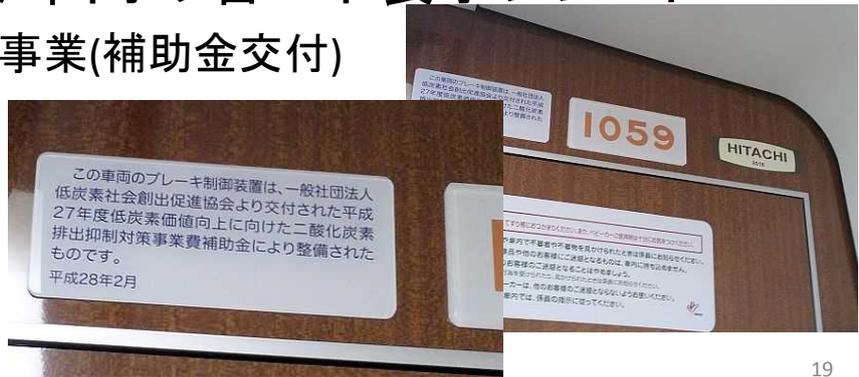
- ・動力(利用)ブレーキ: 電気(電力回生)・エンジンシリンダ ...『回生ブレーキ』は、省エネに欠かせないが、『回生負荷』が課題
- ・電磁力(摩擦の代わりに): 渦(誘導)電流・トラック(台車)コイル (100系新幹線に使われた)
- ・空力(空気抵抗): フィンを立て...200~300km/hでは有効 (→リニア新幹線?)
- ・カーリターダ(キャッチャー): レール側に摩擦力かける装置を置く (かつては、貨車ヤード(ハンプ)の必需品だった)
- ・油圧ブレーキ: 応答性(加・減圧とも)良い。得失両面がある。空気Bと併用(新幹線・名古屋市交他)されている。

最近の事例

- 阪神電鉄-5700系 運転台
停止の直前まで、常用電気(回生)
ブレーキが... (BC圧=ゼロ、電流アリ)
各社(様子はそれぞれ)とも、
コンソールモニタの
表示が興味深い



- 阪急-1000系 車内の省エネ表示プレート
環境省主宰の支援事業(補助金交付)
として、ブレーキ
制御装置を新車
に取付ている



19

3-3. ブレーキの寿命・耐久性・保守(メンテナンス)

鉄道(車両)の保守周期(詳細は、個々に規定されている)

仕業点検	月検(交検)	重検・全検	(車両)更新(修繕)	より長寿命
↓ (目視) byオペレータ	↓ (個々確認) by保守員	↓ (分解・消耗交換) by検修工場	↓ (機器交換・変更設計) byメーカー等	40~60年 程度
		内部検査・機能点検 消耗品交換		-----> 詳細検討
要求: レベル	基本的に トラブルゼロ	繰り返し	新車(時)と同等	別途
周期: 毎日	100日(3月)	1,000日(3年)	10,000日(約30年)	

課題(Task)

- ・基本的に「使用中のトラブルはゼロ」
万一の場合も、安全側に機能すること(今は、これも中々許されない)
(フェールセーフ)
- ・(数年間の使用)摩耗・消耗・劣化によるトラブルなし
(オーバーホールにより、100%の機能回復)
- ・(車両の)製品寿命を上回る耐久性をもつ
- ・(ユーザ内各部門の)能力に対応した、保守ができること
- ☆・実績・歴史の蓄積を踏まえた、機能・製品であること
(トラブル事例含め) ⇒どのような工業製品でも、同様ではあるが
「止める」機能の製品ゆえ、殊更 重要である

【(仮)結論】 (各々の)鉄道に必要な「止める」ことを、車両が(存在するかぎり)実績を持つやり方で必ず実行続けること。0

4. 主なブレーキ(が関係する)事故とその対策

- かつては、暴走・逸走多数で、原因不明も多い。側線誘導・(登り)停止分岐など、施設面の対策多数アリ
- 近年は(当然であるが)、ここ事故の原因に対して、個々の具体的な措置・対策が執られている。

No.	年月	表題	事故の概要	再防対策
1	(1889)	北アイルランド、アーマー鉄道事故	勾配途中で事情により分離・分割した列車の後半部分が逸走した	かつては、暴走・逸走多数で、原因不明も多い。側線誘導・(登り)停止分岐など、施設面の対策多数アリ
2	(1926)	箱根登山 暴走・転落事故	急勾配でブレーキが故障(詳細理由未詳し)、暴走・転落	箱根登山(スイス等には多い)のトラックブレーキ、神戸電鉄の3重系ブレーキなどが対応策(継続中))
3	1948	近鉄奈良線生駒トンネル事故	生駒トンネル内で走行中にブレーキ故障。下り坂を暴走し、追・衝突	戦後の混乱期特有の保守・不具合に起因する
4	1971	富士急行列車暴走事故	踏切衝突事故で、トラックが(新製直後の電車)ブレーキエア系を破壊した。全くのノーブレーキ状態になり、勾配線を逸(暴)走・転倒転落した	保安(直予備)ブレーキの(法律)義務化。
5	1971	近鉄大阪線青山事故	(ATC関係のトラブルで)原因不明停止した電車のブレーキ管コックを誤って解放。その後の(誤?)操作で、勾配線でノーブレーキになり青山トンネル内を暴走して、対向電車に衝突。	前項目と 同対策 (他、多くの措置)
6	1986	西武新宿線田無事故	降雪が制輪子-車輪間に詰まり、ブレーキ不能となって追突。	耐雪ブレーキ機器取付(使用)を厳しく管理
7	1992	関東鉄道常総線列車衝突事故	ディーゼル車のブレーキトラブルに対して、不適切なコック操作で全ての(保安B含め)ブレーキ不能のまま発車。次(終端)駅でノーブレーキ暴走、駅ビルに突込み大破した。	種々対策。
8	1993	ニュートラム住之江公園駅事故	終端駅手前で、継電器トラブルで常用B効かずに、車止めに衝突。接続不良の再現できず、真因未詳といえる。	全車両の電気系設計改良・施工で、運行を再開した。
9	2000	京福電鉄永平寺線事故	(旧型電車の)ブレーキ(元)ロッドが、保守改造不適切で走行中に折損。ノーブレーキ状態で暴走・衝突	旧型車両の保守・管理について法制化。
10	2014	東急東横線元住吉事故	降雪天候のなかで、ATSIによるブレーキ・非常制動ともが効かずに、前方駅停車中の車両に追突。	(積雪をフランジが巻上げ、踏面汚れと複合して摩擦力が低下と思われる)H27/5運輸安全委員会説明資料: Pdf (http://www.mit.go.jp/tsb/railway/p-pdf/RA2015-3-3-p.pdf)

H29/6 No10-運輸安全委員会報告書を反映

21

5. 最近のトピックス(マスコミ報道から)

4-1. (走行する)車両を止める...(新幹線ユレダスの例)

地震発生時、大きな揺れが来る前に新幹線にブレーキをかける仕組みが「早期地震検知システム」である(図2)。地震の初期微動を検知し、架線への送電を停止することによって列車を停止させる。東日本旅客鉄道(JR東日本)の場合、初期微動を検知してから止めるべきかどうかの判断に要する時間は2秒。これをさらに、0.5秒へと短縮する研究が進んでいる。

高架橋の補強、脱線時にレールから車両が逸脱しない仕組みの整備などと合わせて、地震への対策は着実に進歩している。新幹



図2 新幹線早期地震検知システムの地震計

4-2. ディスクの改良 週刊誌の紹介記事（週刊現代- H26-5-10/17 号から）

新連載 50年の安全と技術

第1回 新幹線の使命を担う新ブレーキ

日本の大動脈を支えるために、東海道新幹線は、進化を続けてきた。開業して30年が経過し、一歩の歩みを進めている。今回は、その歩みについて、9回に分けて取り上げる。

【車体傾斜システム】

カーブ通過時の速度向上と乗り心地を両立させた。新幹線としては初のシステム。東京-新大塚間の所要時間が短縮された。

【定速走行装置】

ダイヤが乱れた場合に遅れを速やかに回復し、安定した定速走行を実現。

【中央連結ブレーキディスク】

安全性の向上のため、「平く止まること」を求め、改良開発された。ブレーキ動作時に車輪とブレーキディスクとの間に発生する摩擦熱によるディスクの変形量を抑制。ブレーキ性能が向上した。

より強く、安定したブレーキを実現

今年、開業から30年を迎える東海道新幹線。開業から30年経ち、進化を続けてきた。開業して30年が経過し、一歩の歩みを進めている。今回は、その歩みについて、9回に分けて取り上げる。

23

5. 最近のトピックス(マスコミ報道から)

4-1. (走行する)車両を止める...(新幹線ユレダスの例) 4-2. ディスクの改良 日経-電子版 新幹線ユレダス解説記事 曙ブレーキ-HP

● 開発・設計段階での取り組み

環境に優しいブレーキの開発をさまざまな用途で拡大しています

環境負荷物質を使用しない製品づくりを推進

akebonoは国内・海外法規よりさらに厳しいakebono独自の自主ガイドラインを定め、開発・設計段階から、より環境負荷物質の少ない製品づくりを推進しています。PRTR法やREACHなどの環境負荷物質に該当する原材料は極力使用を避けるほか、人や環境への影響が大きいと判断した場合は代替材料に換えるなど、環境負荷物質の使用を削減しています。また、近年の環境負荷物質に対する規制強化に伴って、新規に採用する原材料については作業安全性、環境安全性について厳しくチェックし、環境負荷物質について懸念的な含有がある場合は数量でも含有量を確認して、より環境負荷物質の少ない原材料を選定するよう取り組んでいます。将来規制の対象になる可能性のある原材料は、代替材料を先行開発し、使用しないことで規制強化に備えています。また、環境対応として製品の原料による粉塵を少なくする技術開発も進めています。

開発リードタイム短縮による省エネルギー・省資源への貢献

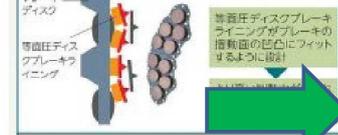
akebonoの製品開発では法的基準に沿った安全性や、お客様の要求スペックとの適合を確認するため、試作品を製作・評価・確認しています。この開発段階でのリードタイム短縮を目的として、FEMなどの数値解析の導入や設計の標準化を進めることで、評価サイクル数を減少させています。これは試作品製作や試験機運轉稼働などの開発における付帯電力のエネルギー削減と試

作品のブレーキ機構部品や摩擦材などの使用削減となり省資源にも貢献しています。akebonoは設計業務の詳細な分析と解析で開発リードタイムを短縮し、効率的で環境に優しい製品開発システムを構築しています。

TOPICS 第41回日本産業技術大賞(文部科学大臣賞)受賞

東北新幹線E5系「はやぶさ」の開発に携わったakebonoを含む計10社が共同受賞しました。この新幹線に装着されている新しいタイプの等面圧ディスクブレーキライニングは、ブレーキディスクにライニングを均一な力で押しつけることができ、時速300kmを超える高速列車の安全な運行、安定した制動力に貢献します。ライニングには環境負荷の少ない原材料を用いており、akebonoの同製品における開発・量産化の実績が認められ、今度の受賞となりました。

等面圧ディスクブレーキライニングの仕組み



鉄道車両用製品

- 新幹線用ディスクブレーキ
- 新幹線用ディスクブレーキライニング
- 鉄道車両用制輪子
- リニアモーターカー用ブレーキ など



24

地震等の場合の緊急停止(減速)について

- JR東日本の新型E5系 の場合、最高速度(Max 320km/h)から50秒程度での停止を設定している(ようです)
- これを、試算すると
 $V = 89\text{m/s}$ $T = 50\text{s}$ (程度)
⇒最大 6km/h/sec 程度になる
- これは、限界に近い(クリープ・摩擦熱の両方で)と言える。
- 「ユレダス(地震計に連動した緊急対応システム)」の改良など、さらに高性能化進めておられる。
- 今のクリティカル条件は、地震の「P波(速いタテ波)ーS波(ひどいヨコ波)」伝達時間Gapの間に、(最高)運転速度から比較的安全と思われる速度(100キロ以下)まで落とすことが、タスクと考えられる。

さらに、「熊本地震」の脱線事故もあり直下型地震への対応も課題。

25

5-2. 鉄道の省エネについて(概論)

省エネルギー(鉄道全般)について、簡単に記す

・画期的なこと...

(1) 車両の軽量化が進む

- 新幹線 0系 約970トン/16両(平均60トン/両)
300系 平均 44トン/両 = $\Delta 27\%$
- 在来車両(20m電車)の場合 平成の標準値 S40頃 (トン/両)

M車	30	40
T車	$20 + \alpha$	$30 - \beta$

(2) ACモータ化・AC制御(インバータ・コンバータ)化(抵抗制御⇒チョツパ制御を経て粘着(限界トルク・空転)特性が良いので、必要モータ数も減っている)

(3) (電力)回生ブレーキの拡大...

但し 負荷電源(近隣に加速中の他編成等)が必要(路線毎に条件違う)

以上から 約50年で 運送単位あたり

$\Delta 50 \sim 70\%$ の省エネ進化と言われている

26

6. まとめ

「電車を止めるブレーキ」の使命を、再度整理とりまとめる。

1. 安全確保の最終手段である

社会システム(インフラ)としての鉄道輸送のなかで、通常運転の一要素として「止める」ことも 大切・重要であるが、あわせて『いつ・いかなるとき(まさに非常の状態・条件下)でも、止める』ことができる装置・システムであること

- ・システム(機器)として、安全・確実に止める機能を果たす。
- ・いかなる条件(ex. 停電・地震・非常事態...)でも止める。
- ・(システムとして)多重性・冗長性・補完性・安全性などの成熟度が高いこと。

2. 環境・エネルギー管理への貢献・責務

- ・地球上の基本的な社会インフラ施設として、大切な資質の1つである。
 - ・(エネルギー消費の)環境影響・エネルギー管理に、充分・適切な役割と改善を果す(続ける)
 - ・様々の技術革新(材料・エレクトロニクス・制御技術等)のおかげで、近年(30~40間)に鉄道が使用・消費する『電力エネルギー率』は、約40%(半減以上に改善)になったと言われている。車両の軽量化、電力回生生活用、駆動システム改良(DC→AC転換とその特性活用)etcなど、多項目に亘る。
- 今後も着実に工夫・改善続けることを望むところである

現在は、運転(操業)エネルギーの低減改善に加えて、車両の一生(製作~使用~廃棄)にわたる『総エネルギー』を最小化するLCA(Life Cycle Energy Analysis)管理が取り組まれている。その見地にて、『止める機能』に関わる、一層の工夫改善が期待される。

終わり

27

- ・ Q-1：鉄道車両やその機器の、老朽更新・再利用(転活用)、特にJR各社について知りたい？
A n s： 在来線では、JR東・JR西 等各社それぞれで繰り返し再利用 あるいは 転用を行っている
(例) 大阪地区の電車⇒地方線区で再使用 (一部の改造含めて)
ディーゼルカー⇒永年使用の後、東南アジア各国へ
新幹線では、規格相違から転用困難であって、(所定)経年後に解体・廃棄する
 - ・ Q-2：電力回生ブレーキの効用・制約について
A n s：ブレーキ力(エネルギー)⇒電力にして架線に戻し、付近電車の加速電源として使用する。
効率良く効果大きい、(加速中の)電車が必要。それが不在の時は、熱として放散するしかない。
 - ・ Q-3：(「福道山事故」などに鑑み)数秒・数mという、電車を急停止させることができないか？
A n s：走っている車両の運動エネルギーは膨大量で、これを吸収・解消させるには相応の時間(距離)が必要である。
急停止の研究は進んでいるが、「瞬時に止める」ことは、すなわち「激突」になってしまう。
残念ながら、瞬時の停車は非常に難しく、不可能といえる。
- 以上

平成 29 年 6 月 6 日(火) 12 時~14 時 大阪中央電気倶楽部 317 会議室

講師：長井 史夫 氏 (S45 生機) _、元三菱重工

演題：「電車を止める」

要旨・補足：

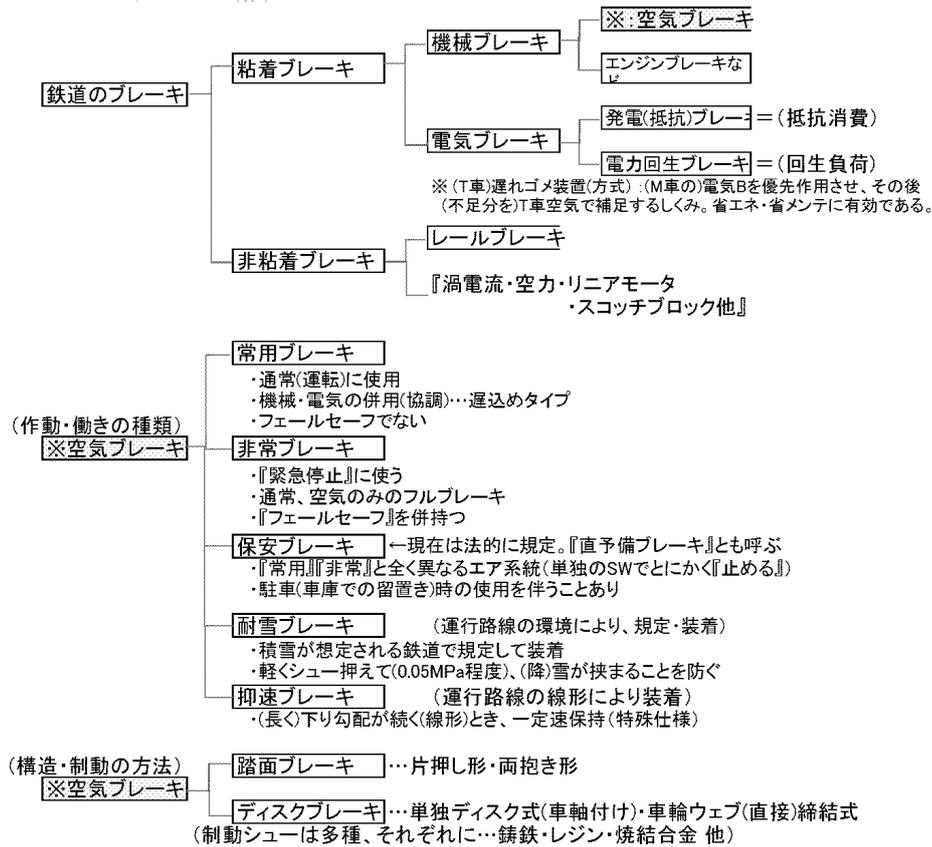
東海道新幹線(1964 開業)を嚆矢に、高速鉄道の充実が各国に広まっている。

このとき、特に電車を中心として走ることと同様に停車する技術(機能)が必要である。

運転手の操作(十信号で行く)により、車輪(等)に力を加えて、安全・確実に停止させねばならない。

その根幹である空圧制御(ブレーキ)とそれに協調作用する電気ブレーキについて、物理的・システムの・社会的側面から解説した

3-2 ブレーキのあれこれ(用語集)



29

参考資料

鉄道-車両-ブレーキ メーカーのマーケットMap

区分	米国	欧州	アジア各国	日本
車両メーカー	B社(加)	A社(仏) ABB(瑞)	中国北方… (CNR 協業?) 韓国 数社	Ka社・H社・Ki社… JR各関連社。NT社…
鉄道会社 (+運行会社)	各 民鉄社 (Amtrak) 都市交通各社	各国々鉄 運行会社 (自治体交通)	各国々鉄 (自治体交通)	JR各社 民鉄各社 (自治体交通)
ブレーキメーカー	WABTEC NY Air Brake	KNORR (英)W.B.S Faiveley Transport	CNR関連 (韓)Yujin Mcry.	ナブテスコ 三菱電機 (三菱重工)

30

D70606 電車を停める_PP報告-参考資料List

- 宮本昌幸編著 図解『電車のメカニズム』BlueBacks (株)講談社
- 宮本昌幸著 ここまで来た『鉄道車両-しくみと働き』オーム社
- 岡田鉄之助他 鉄道車両ブレーキの課題と開発 三菱重工技報 vol.33(1995-7)
- 宇田賢吉著 「電車の運転」運転士が語る鉄道のシクミ 中公新書
- 福原俊一著「鉄道そもそも話」これだけは知っておきたい基礎知識 交通新聞社叢書
- (蒸気機関車の基礎講座 清水昭一著 『日本の蒸気機関車』(株)ネコパブリッシング)
- (国鉄蒸機発達史 高木宏之著 々上)
- 週刊現代 2014-5-10号 「新幹線の現場探報」記事
- 曙ブレーキ(株) 技術資料紹介のHP
http://www.akebono-brake.com/docs/e_catalog2012/index.html#page=17
- Wikipedia 『電磁直通ブレーキ』『電気指令式ブレーキ』他
- 々 『日本の鉄道事故』(各年代編)
- インターネット 『運転台画像集(私鉄編)』他
- 最近の資料:
- http://www.mhi.co.jp/discover/graph/feature/no171.html (MHI-HP 重エグラフ URL版)
- http://www.youtube.com/watch?v=JVv_zoyC8ck (省略...CS1500のTV-CM 30sec)
- http://www.mhi.co.jp/discover/graph/feature/no171.html からLink動画
(MHI-HP 重エグラフURL版)...U/B等の動画あり
- http://www.mhi.co.jp/discover/mhi_file/index.html#file_03 ...総合説明の動画(4min)...西村Bを紹介

31

適切な常用ブレーキノッチが必要

減速度の影響試算

通常のブレーキ操作		停止距離	減速度	減速所要sec	
初速A	90 30 km/h		2.5	400 m	24
初速B	30 0	463	2	63 m	15
非常ブレーキ	0	296	3.8	296 m	24
	130 0	559	4.2	559 m	31
非常ブレーキ(新幹線車両)					
	270 0	2,664	3.8	2,664 m	71
	240 0	2,105	3.8	2,105 m	63
	270 100	1,747	5	1,747 m	34

No.	初速A	(秒速)	時間差	距離差	減速度	累計距離	減速所要sec
1	90	25	-6	-75	3	375	30
2	90	25	0	0	2.5	450	36
3	90	25	9	113	2	563	45
4	90	25	24	300	1.5	750	60
5	90	25	54	675	1	1,125	90
11	30	8.3	-5	-21	3	42	10
12	30	8.3	-3	-13	2.5	50	12
13	30	8.3	0	0	2	63	15
14	30	8.3	5	21	1.5	83	20
15	30	8.3	15	63	1	125	30

低速域(30km/h)で、トトロブレーキはタイムロスが大きい

32

直下型地震への対策案

トップ 社会 エンタメ 国際 政治 経済 スポーツ 技術 ブログ 特集

社会 東海道新幹線全線「脱線防止ガード」設置へ

東海道新幹線全線「脱線防止ガード」設置へ

ツイートする シェアする

2017年2月23日 22:37



要約

JR東海は大地震が起きた際になどに車両の脱線を防ぐ設備「脱線防止ガード」を設置する工事を進めているが、さらに約470キロの区間にも設置すると発表。東海道新幹線の東京～新大阪の全区間で脱線対策が取られることに。2028年ごろの工事完了を目指す。

平成28年(2016年)熊本地震による事故[編集]

2016年(平成28年)4月14日21時26分頃(九州新幹線)(平成28年(2016年)熊本地震(前震))JR九州、九州新幹線の熊本駅の下り方2km近く先で熊本総合車両所に向かっていた回送列車(800系U005編成)が、この日発生した平成28年(2016年)熊本地震の前震により6両全車両が脱線した^[198]。この影響等で博多-鹿児島中央間で運行不能が続いていたが、4月20日から新水俣-鹿児島中央間で、4月23日には博多-熊本間も、4月27日には全線で運転を再開した^[199]。

