

鉄道事故の原因究明とその対策のあり方 — 中国高速列車衝突事故をケーススタディとして —

The way of cause investigation and measures of the railway accident
— Case study on China high-speed train collision accident —

林 拓哉

名古屋工業大学大学院工学研究科
社会工学専攻マネジメント分野博士前期課程

Takuya HAYASHI
Nagoya Institute of Technology
Department of Management

【Key words】

1. 原因究明 (Cause Investigation)
2. 対策 (Measures)
3. 運輸安全委員会 (Japan Transport Safety Board)
4. 工学倫理 (Engineering Ethics)
5. 中国高速列車 (China high-speed train)

1. はじめに

鉄道は自動車に比べて事故の頻度は少ない。しかし、一度事故が発生するとその被害は自動車事故とは比較にならないほど大きい。2005年に発生したJR福知山線脱線事故では、死者107名、負傷者562名の被害が発生した¹⁾。社会的インパクトが大きく、世の中に鉄道に対しての安全性への不信感や不安を与えた。

事故を起こした事業者は、そのような社会的な不安を取り除く責任があると考えられる。従って事故が起こった経緯や詳細な原因を明確にすることが必要になり、原因究明を行った結果にも基づいて、安全対策や再発防止策につなげるべきである。安全性が担保されているからこそ公共交通機関としての役わりが果たされる。

本論では、鉄道事故の原因究明のあり方やその後の対策について、2011年に発生した中国高速列車衝突事故を事例として考察をする。

2. 中国高速列車衝突事故

2-1 事故概要

2011年7月23日午後8時34分、浙江省温州市の甬台温線で杭州駅発福州南駅行き的高速鉄道D3115列車16両編成が落雷を受け動力を失い高架橋上のトンネル手前で停止していたところ、北方向から走行してきた北京南駅発福州駅行きのD301列車（後続車）16両編成が後方から追突した。D3115列車は後方2両が、D301列車は先頭4両が脱線した。死者40人、負傷者192人を出す大惨事となった²⁾。

事故当時は激しい雷雨であり、視界が良くなく後続のD301列車の運転士が前方に列車がいるのを発見してから非常ブレーキを作動させたが間に合わず、高速で前方いたD3115列車に衝突した³⁾⁴⁾。

2-2 事故の経過

事故当時の経過について述べる⁵⁾⁶⁾。先ほども述べたように、事故当時は激しい雷雨が発生していたため、落雷により信号機や列車の位置を知らせる軌道装置類に異常や故障が発生した。すべての列車の運行を管理する運転司令室の運行指令担当者は信号機の故障を把握した。それによりD3115列車（追突された列車）には次のように指令した。「もし赤信号にあった場合は目視による運転に切り替え、速度20km/h以下に保つこと」。

その後、D3115列車は故障した赤信号により停止した。運転士は運転指令室からの指示通り、ATP（自動列車保安装置）を無効にして目視による運転を試みた。ATPとは運転士のヒューマンエラーから列車を保護し、事故を

回避するシステムである。赤信号を超えて列車が侵入した場合、運転士に光や音で警告し応答しない場合には、自動的に列車が停止または減速する。ATPを切った際に、運転司令室と無線連絡はとれなかった。

またD3115列車は軌道回路の故障により列車の位置が検出されず、管制室のディスプレイには同区間には列車が存在しないと誤って表示された。それにより、運転指令担当者は当該区間に列車が存在しないと判断し、後続列車であるD301列車を進行させた。

一方、先ほど赤信号で停止していたD3115列車は、停止から7分後、再び列車を進行させることができた。列車は次の軌道回路区間に進入し、それによってD3115列車は再び管制室のディスプレイに現れた。

運転指令担当者は、D3115列車とD301列車の接近に気づき、D301列車の運転士に無線連絡を取ろうとしたが、落雷の影響により取れなかった。その後、1分もたたずに列車は衝突した。

2-3 事故原因

列車衝突に至った原因は次のようである⁷⁾。

(1) 直接的な原因

I. 落雷による軌道設備の故障

事故概要でも述べたように、事故当時は激しい雷雨であった。落雷により電気回路が異常な状態となり、信号機や列車を検出する軌道回路が故障したことが直接的な原因であると考えられる。これにより、列車運行する上で基本となる“閉塞”が守れなかった。閉塞とは、線路を一定区間ごとに区切り、1つの区間には同時に2つ以上の列車が入らないようにすることで安全を確保する、鉄道運行の基本システムである。鉄道は自動車に比べてブレーキの制動距離が長く、目視により前方に列車を発見してからブレーキをかけても衝突を防ぎきれないことから、閉塞のしきみが導入されている。

平常時であれば、事故発生の路線では列車の位置検出に軌道回路を使用し、列車と地上の通信は軌道上に設置された地上子で行われていた。しかし、落雷に軌道回路が異常になり、列車の位置検出が困難になった。管制室の軌道ディスプレイではD3115列車の存在が確認できず、実際はD3115列車が停滞していた区間に後続車であるD301列車が、誤ってその区間に列車が存在し

ていないものとして、誤進入する結果となった。（この時点で閉塞が守られていなかった。）

II. ヒューマンエラー

運行指令担当者はD3115列車に対して赤信号で停止した場合には、手動による運転に切り替えることを指令している。落雷により軌道設備や無線連絡に支障が出ている状況での、この指令は適切でないといえる。またD3115列車が軌道回路の故障で列車が検出できず、軌道ディスプレイから一度消えた所を見逃している。見逃していなければ、後続のD301列車を進行させる判断は行われなかったことが想定でき、おそらく衝突には至らなかったであろう。

（2）間接的な要因

間接的な要因はいくつかある。

I. 不十分な技術審査

中国鉄道部は、列車コントロールシステム「LKD2-T1」の導入に際し、十分な技術審査をしていなかった。後の調査で列車運行管理センターにあるデータ収集装置のソフトウェアに欠陥があったことが分かっている。また事故当時、D3115列車が先行しており、D301列車が後続車であったが、本来のダイヤでは列車の順序が逆であった。このことから、列車コントロールシステムに何らかの不備や欠陥があったことが考察される。

II. 鉄道技術の寄せ集め

中国の新幹線は様々な国の技術を導入している⁸⁾。今回の事故で追突されたD3115列車はカナダの技術であり、追突したD301列車は日本の東北新幹線の技術を使用している。カナダや日本以外にもフランスやドイツなどの欧州の技術を導入している。また軌道回路などの保安設備は中国国産の技術が導入されている。これら各国の技術の互換性や整合性をとることは難しく、列車運行システムに脆弱な部分があったことが想定される。

III. 急速な高速鉄道網の発展と高速化の追求

中国の高速鉄道の歴史は浅く、2007年から整備が始まった⁹⁾。現在(2014年)では、総延長が8000マイル(12800km)まで達し、これは欧州と日本の高速鉄道網を足して2倍した距離に匹敵する。わずか7年ほどで急成長を遂げた中国の高速鉄道網は、日本や諸外国に比べて高速列車の運用経験が浅く、保安設備の整備も不十分であることから、事故が起きやすい環境やそれを解消する力がなかったことが考えられる。このことは、先に述べた鉄道技術の寄せ集めの点からも、自国に鉄道のノウハウが十分備わっていない点からもいえる。

また中国は最高速度で世界1位を目指す姿勢がある。最高速250km/hの路線を開業して、わずか1年後に最高速度350km/hの路線を開業した。最高速度を引き上げるには本来は慎重な議論や検証を必要とする。

日本では2014年2月にJR東海が2015年春から東海道新幹線の最高速度を現行の270km/hから15km/h引き上げ285km/hにすると発表した¹⁰⁾。最高速度引き上げは1992年以来23年ぶりである。速度引き上げに際し、試験車両を用いて確認試験を繰り返し行った。車両や設備の安全性、騒音などの沿線環境への影響、乗り心地などの面でデータを収集・分析をした。

このように最高速度を引き上げる際には、多くの時間と手間がかかる。しかし、中国はわずか1年で最高速度を100km/hも上げた。これほど速度を上げると列車の安全性や周辺環境への影響などが大きく変化するので、JR東海のケースよりも慎重な議論や多くのデータ収集・分析を要すると考えられる。したがって、1年という短い時間では、十分な安全性を確保できないだろう。ここに、中国は安全性よりも世界1位の称号を優先する姿勢が垣間見える。

2-4 事故後にとられた改善策と対応

事故後にとられた改善策と対応は主に次の3点である¹¹⁾。

I. 最高速度の引き下げ

高速鉄道では設計速度350km/hの路線では最高速度を300km/h、設計速度250km/hの路線では最高速度を200km/hへ、在来線では最高速度200km/hを160km/hへそれぞれ引き下げを行った。

II. 車両の回収

ドイツ・シーメンス社の技術をベースに作られた CRH380BL 新幹線を回収し故障等の原因を究明した。その結果、パンタグラフの誤作動や車両温度センサーの不具合や供給部品の品質に問題があることが発覚した。

III. 運賃の値引き

中国の全路線で運賃を 5% 値引きした。

3. 事故の調査とその対策のあり方

中国の高速列車事故について、日本の事故調査と対策を参照しながらそのあり方について考察を行う。

3-1 運輸安全委員会の事故・インシデントに関する規定

日本では、事故調査にあたる機関として国土交通省の外局機関である運輸安全委員会がある。従前の航空・鉄道事故調査委員会と海難審判庁を改編し独立行政委員会として 2008 年 10 月 1 日に設置された¹²⁾。運輸安全委員会の目的は「適確な事故調査により事故及びその被害の原因究明を徹底して行い、勧告や意見の発出、事実情報の提供などの情報発信を通じて必要な施策又は措置の実施を求めることにより、運輸の安全に対する社会の認識を深めつつ事故の防止及び被害の軽減に寄与し、運輸の安全性を向上させ、人々の生命と暮らしを守る」と規定されている¹³⁾。

調査対象は衝突・脱線・損傷また事故が発生するおそれがあると認められ事態（重大インシデント）である。今回の中国の高速列車衝突事故について、運輸安全委員会の鉄道に関するインシデントの事例¹⁴⁾を参照すると「1 閉そくの取扱いを完了しないうちに、当該閉そく区間を運転する目的で列車が走行した事態」、 「2 列車の進路に支障があるにもかかわらず、当該列車に進行を指示する信号が現示された事態又は列車に進行を指示する信号を現示中に当該列車の進路が支障された事態」、 「7 鉄道線路、運転保安設備等に列車の運転の安全に支障を及ぼす故障、損傷、破損等が生じた事態」に該当する。

3-2 事故調査のあり方

自動車の事故とは異なり、鉄道での事故は原因究明の段階で多くのステークホルダーがかかわり調査が複雑である。日本の運輸安全委員会では次のような手順で一般的に調査が進められる¹⁵⁾。

1.事故等の通報

鉄道事業者・軌道経営者→地方運輸局→国土交通大臣→運輸安全委員会の通報体系をとる。

2.事故等の調査の開始

主管調査官・調査官の氏名，警察等関係機関との調整等

3.事実調査等

乗務員・乗客・目撃者等の口述，気象情報等の関係情報の入手
事故関係物件の収集及び鉄道施設，車両の損傷状況の調査
試験研究（分解，調査，実験），分析

4.委員会（部会）審議

必要に応じて，意見聴取会開催（関係者又は学識経験者）

5.原因関係者からの意見聴取

6.委員会（部会）審議・議決

7.国土交通大臣へ報告書提出，公表

必要に応じて国土交通大臣又は原因関係者への勧告，関係行政機関への意見陳述

運輸安全委員会での調査の特徴は，事故原因を明確にするために関係機関に聞き取りを行ったり，必要に応じて実験や検証を行う。調査の目的を事故の原因究明にのみにおいているため，警察等が行う責任の所在を明確にする調査と全く異なる調査である。

他方，中国では中国国務院の鉄道調査班が事故調査を行う¹⁶⁾。事故調査での使命は次の4点である。

1.事故発生の経緯，原因，死傷者の状況および直接の経済損失を確実に明確にする。

2.事故の性格と責任を厳粛かつ真剣に科学的に責任をもって認定する。

3.法律・規則に従い、事故責任者の処分を提案する

4.規定の期限内に事故調査報告を提出し、手続きに従い、国務院に報告し、審査・了承を受ける。

中国の調査は日本の運輸安全委員会と比較して大きく異なる点がある。事故の経過や原因を明確にし、報告を行い再発防止に努める点に関しては日本と同じであるが、一方で中国では事故による経済損失や責任者の責任追及も調査対象にされている。これは日本の運輸安全委員会にはない調査対象である。事故原因の究明と直接関係のない経済的損失や責任者の責任追及が調査に含まれると、調査の長期化、事故の明確な因果関係がはっきりしない、関係者の証言を得られにくくなるといった弊害が起きると考えられる。

中国当局は事故発生直後に事故車両を地中に埋めるという証拠隠ぺい行為を行い、世界中を驚かした。(批判の高まりを受け、埋められた車両は数日後に掘り出された。) こうした行為は、以前から行われていたと関係者の匿名の証言によって明らかになっている¹⁷⁾。事故調査に責任者の責任追及が含まれているため、関係者は責任追及を恐れ、隠ぺい行為を行ったと考えられる。

ハイリッヒの法則にあるように、重大事故の背後にはいくつかの軽微な事故やヒヤリハットが存在する。そうした背後要因を工学的な見地から明確にするためにも、ある一定期間は現場や事故発生車両を保存し、現状を分析する又はデータにする必要がある。その点で、中国当局の行った車両を埋める行為は、事故の発生原因を特定する証拠が含まれているしれない手がかりを捨ててしまったことになる。それにより、事故原因の特定が難しくなり、今後の再発防止に活かせなくなる。

こうした状況を回避するためにも、事故や重大インシデントの調査の際には、事故の主原因や間接的な原因を特定する工学的な調査と、関係者への責任追及を明らかにする刑事的な調査は別に行うべきである。

3-3 事故の対策

事故の調査により事故原因やインシデントが明確になったら、あとはそれらに対して改善やリスク低減の対策を行う必要がある。対策を講じるのはあ

くまでも事故原因やそれに関する事項がはっきりしてから行うべきである。事故原因の調査中において、同時進行的に対策を講じても、それは真の事故対策とはなり得ない。原因の根本から今後事故が起きないように対策する必要がある。

中国の事故では、事故原因が調査中でありながら事故対策が講じられている。講じられた主な対策は①最高速度の引き下げ、②車両の回収である。事故原因が雷に起因する列車運行システムの不具合であることから、これらの対策は表面的な対策であり、根本的な解決にはなっていない。列車運行システム入れ替えや海外から寄せ集めている列車技術の整合性を調整しない限り、事故の根本的な対策とはなりえない。

一方、日本では安全対策において力を入れている。JR 東日本では¹⁸⁾、長期経営構想（グループ経営ビジョン 2020 - 挑む -）では、「安全」を「ゆるがぬ決意」と位置づけ、究極の安全を目指して、①安全設備重点整備計画を引き続き進め、安全上の弱点を補強し、リスクを低減する、②安全に対する教育・訓練の充実を図るとともに、発生した事故・事象を正しく把握・分析し、事故を未然に防止することとしている。鉄道経営において安全が重要であると強調されている。

安全を重視する姿勢を運転士や運行指令担当者に根付かせることは大切なことである。そうした列車運行に携わる人々の意識改革を行うのも、事故を起こさないための安全対策の1つの方法であると考えられる。事故対策というと車両や運行設備の改善や強化といったハード面の対策が思い浮かぶが、一方で安全教育などの鉄道運行者の意識を変えろといったソフト面の対策にも目を向ける必要がある。

また福田（2000）¹⁹⁾は、鉄道事業者に向上を求める安全確保や安全管理のための取組みを次のようにまとめている。

A) 工学的安全性評価

輸送システムの安全性、信頼性を定量的に評価するための手法の導入と確立。

B) 安全対策のコスト・ベネフィット評価

要求される／目標とする安全性のレベルとそれに応じたコストの評価。

C) 安全対策の合理化

安全対策の優先順位付けと監視・検査方法の高効率化等.

D) 安全対策の事後評価

安全対策の有効性を定期的および事故・故障の収束後に評価.

E) 緊急時対策, 応急活動のマニュアル化・基準策定

事故・故障は起こりうるものとの前提に立った緊急時対策・応急活動の検討.

F) 情報提供, リスクコミュニケーションの推進

鉄道運行にかかわる主体間相互の情報提供, 運行側と利用者間のリスクコミュニケーション.

安全性を工学的に評価する方法の確立や, 安全対策へのコスト評価等についての取組みを強化する必要があると述べられる. 特にコスト評価に関しては鉄道事業者の経営と関わるため, 重要であると考えられる. 資金が潤沢にある大手鉄道会社などは最新設備などで事故防止対策をすることができ一方, 資金の乏しい地方鉄道会社などでは, 安全確保のために回せる資金に限りがあり会社経営に大きく関わるになる. コスト・ベネフィット評価をすることは合理的な経営と安全確保を同時に実現するために必要なことである.

JR北海道では²⁰⁾, 近年, 鉄道に関する事故が頻発しており安全対策を行う必要に迫られている.

そのため予定していた新型車両の開発を中止し, 安全対策に資金や人員を回す経営判断した. 時として, 安全対策のために新規計画を中止せざるを得ない場合もあることを示す事例である.

安全対策は決して怠ってはいけない. しかし限られた経営資源の中ではとれる対策にも限りがある. そうした中でいかに効果の高い対策を打ち出せるかを事故の原因に基づいて議論する必要がある. 安全対策にかかる費用を削減し, 表面的な対策のみ実施するのは, 根本的な安全対策にはならず, 結果として事故の再発につながる可能性がある. 根本的な対策を考えるためにもしっかりとステークホルダーの間で議論すべきである.

4. おわりに

今回の事故は、急速な高速鉄道の発展を遂げる中国の技術面や運用面での脆弱性を露呈させた。自国独自では高速鉄道を急速に発展させることは不可能であったと考えられる。その結果、各国に技術を頼る形で鉄道の発展を遂げてきた。しかし、様々な国の技術を取り入れることで、その技術面での整合性や互換性を持たせることが難しくなったと考えられる。列車運行においてそのような技術面での不安は、安全性を損なうことに直結する。今回の事故で原因の1つが落雷であるとされているが、避雷設備の設置が不十分であったことは、急速に鉄道網を発展させた中国が安全面や保安面を軽視しているように思われる。

鉄道の高速化は必要十分の安全が確保されていて、初めてなしえることができる。中国は高速化や世界1位の速さを目標に掲げており、安全はそのあとで考えられている。日本の鉄道と発展のさせ方が逆である。

中国の高速鉄道の今後も起こらないとは言い切れない状況である。速度へのこだわりを捨て、鉄道に関係する人すべてが安全を重視する姿勢や意識を持たない限り、事故はなくなるまいだろう。

中国鉄道部は2014年4月に、試験段階で瞬間最高速度605kmに達したと発表した²⁾。残念なことに、最高速度へのこだわりをまだ捨てられていない。衝突事故からその姿勢は変わっていない。中国では早く鉄道品質で世界1位を目指す姿勢に切り替えてほしいものである。

【参考文献】

- 1.運輸安全委員会 JR西日本福知山線列車脱線事故：事故報告書 pp1
<http://jtsb.mlit.go.jp/jtsb/railway/report/RA07-3-1-1.pdf>
- 2.サーチナ記事 2011/07/29付 “中国・高速鉄道：事故現場写真（1） 2両が転落、1両は宙ぶり”
http://news.searchina.ne.jp/disp.cgi?y=2011&d=0724&f=national_0724_015.shtml
- 3.レコードチャイナ記事 2011/07/24付 “死傷者223人の大惨事に＝なお多数が車内に＝中国の高速鉄道事故” <http://www.recordchina.co.jp/a53010.html>

- 4.サーチナ記事 2011/07/25 付 “中国の高速鉄道事故、死亡した運転手は最後まで緊急ブレーキ”
http://news.searchina.ne.jp/disp.cgi?y=2011&d=0725&f=national_0725_002.shtml
- 5.RailPlanet.net 記事 “中国高速鉄道事故から1年、改めて原因を振り返る”
2012/07/29 <http://www.railplanet.net/archives/1232>
- 6.RailwayGazette 記事 2012/01/09 付 “Design flaws and poor management caused Wenzhou collision, report confirms”
<http://www.railwaygazette.com/news/policy/single-view/view/design-flaws-and-poor-management-caused-wenzhou-collision-report-confirms.htm>
- 7.サーチナ記事 2011/12/29 付 “中国高速鉄道の追突事故、4つの原因による業務上過失と認定”
http://news.searchina.ne.jp/disp.cgi?y=2011&d=1229&f=national_1229_148.shtml
- 8.特集1：アジア経済戦争 中国の高速鉄道 複数国から技術導入の謎
<http://www2.fis.takushoku-u.ac.jp/research/sekai/sekai15/ou.html>
- 9.チャイナネット記事 2014/01/15 付 “高速鉄道の総延長が倍増、鉄道革命が中国の発展をけん引”
http://japanese.china.org.cn/business/txt/2014-01/15/content_31194848.htm
- 10.エキサイトニュース記事 2014/02/28 付 “東海道新幹線時速285キロに引き上げも東京―新大阪の短縮は2～3分”
http://www.excite.co.jp/News/market/20140228/Fisco_00093300_20140228_015.html
- 11.CRIonline 記事 2011/08/17 付 “<高速鉄道事故>中国当局、一連の安全強化対策を発表” <http://japanese.cri.cn/918/2011/08/17/161s179258.htm>
- 12.運輸安全委員会リーフレット “事故調査の沿革”
<http://www.mlit.go.jp/jtsb/leaflet.pdf>
- 13.運輸安全委員会リーフレット “運輸安全委員会のミッション”
<http://www.mlit.go.jp/jtsb/leaflet.pdf>
- 14.運輸安全委員会 “調査対象のインシデントに関する事例（鉄道）”
<http://www.mlit.go.jp/jtsb/example.pdf>
- 15.運輸安全委員会 “調査の流れ（鉄道）”
<http://www.mlit.go.jp/jtsb/jikorail.html>
- 16.新華社通信記事 2011/07/29 付 “高速列車衝突事故の国务院事故調査班名簿発表” http://jp.xinhuanet.com/2011-07/29/c_131016925_2.htm
- 17.日本経済新聞記事 2011/08/01 付 “車両埋める行為「以前から」 中国の駅責任者が証言” http://www.nikkei.com/article/DGXNASGM01028_R00C11A8EB1000/
- 18.JR 東日本 CSR の取り組み－究極の安全を目指して－ <http://www.jreast.co.jp/safe/>

- 19.鉄道交通システムのリスク管理を考える 福田久治 日本信頼性学会誌：信頼性
Vol.22.No.7,pp616-623,2000
- 20.JR 北海道新型特急車両の開発中止について
<https://www.jrhokkaido.co.jp/press/2014/140910-1.pdf>
- 21.サーチナ記事 2014/04/27 付 “「時速 605km」記録の中国高速鉄道車両，試験走行を初めて実施 “ <http://biz.searchina.net/id/1530933>

*URL の確認は 2014 年 09 月 29 日

