

高速列車 ICE の脱線転覆

【1998 年 6 月 3 日、ドイツ ニューザクセン州 エシェデ村】

中尾政之（東京大学大学院 工学系研究科 総合研究機構）

ドイツ鉄道の超高速列車「インターシティ・エクスプレス（ICE）」が脱線転覆、一部が道路橋脚に激突。死者 101 名、負傷者 200 名に及んだ。二重構造の車輪の外輪が金属疲労で破損したことが直接の原因であった。（写真は、<http://nedies.jrc.it/index.asp?ID=216> を参照）

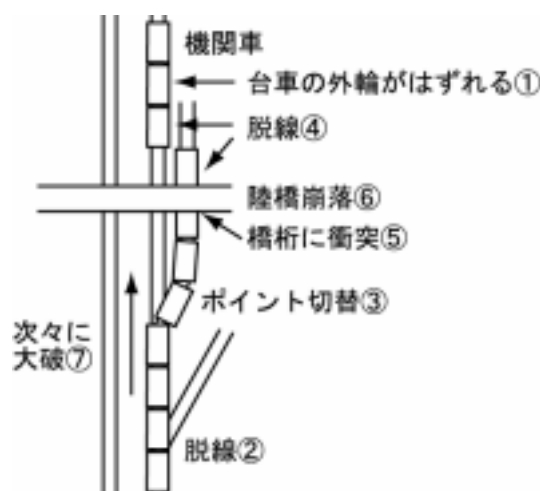


図 1 高速列車 ICE の脱線転覆 [4]

1. 事象

ドイツ鉄道の超高速列車「インターシティ・エクスプレス（ICE）」の特急 884 号（ミュンヘン発ハンブルグ行き、乗客約 300 人）がドイツ北部エシェデ付近（図 2）で脱線転覆、一部が道路橋脚に激突。死者 101 名、負傷者 200 名に達した。

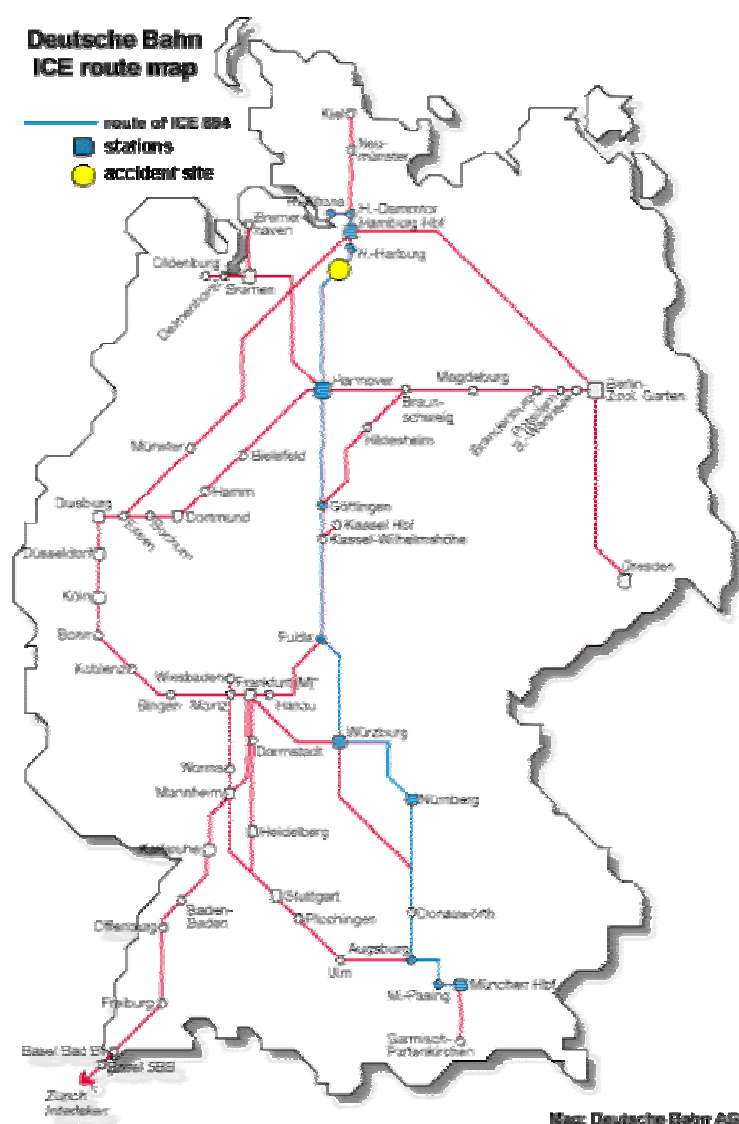


図 2 事故発生地点 [3]

2. 経過

9:00 頃、ドイツ北部 ニューザクセン州 エシェデ付近で、ハノーバ駅を出発した ICE 特急 884 号（ミュンヘン発ハンブルグ行き、先頭と最後尾に機関車連結の 14 両編成、乗客約 300 人）が走行中、運転士が異常を感じて緊急停車し点検したが、異常を発見できなかった。

10:58、時速 200km で進行中、陸橋手前約 6km で、先頭から 2 両目の 1 号客車車輪の 1 つの外輪が、車輪から外れ、レールに何回かぶつかった後、台車に引っ掛かった。（この数分間にガラガラと響く騒音が聞こえた、事故の後に複数の生存者が語っている。）陸橋手前約 200m の切替えポイントに差し掛かったとき、1 号客車の破損した外輪がポイントにぶつかり、衝撃で台車が回転し脱線した。

さらに 120m 先のもう 1 ヶ所の切替えポイントで、脱線していた 1 号客車の台車の衝撃でポイントが切り替わり、その衝撃で連結器が外れ、1 号客車は先頭の機関車から切り離された。

2号、3号客車も脱線。しかし、列車は走り続け線路右側に大きくはみ出して行った。

1、2号客車は陸橋を通過したが、3号客車後部が陸橋の橋脚に激突。全車両に緊急ブレーキが作動した。

先頭の機関車は脱線せず、客車の分離で感応した自動停止システムによって作動した緊急ブレーキで約2km先に停止した。機関士は、このときになって初めて、列車が連結していないことに気付いた。

1～3号客車は脱線したまま陸橋から数百m過ぎて停止。4号客車は陸橋通過後、線路盛土の右側に横転。陸橋は衝突の衝撃で崩落。

5号客車の後ろ半分と6号客車は崩落した陸橋の下敷きになり、後続の車輛も折り重なるようにぶつかり合い大破。陸橋の上に駐車していた自動車も転落し、事故現場に飛び込んだ。

3. 原因

(1) 先頭客車の車輪外側の外輪が破損した(直接原因)

車輪は、乗り心地改善やコスト軽減のため、車輪本体の外側に薄いゴムクッションを介して鋼製タイヤ(外輪)を貼り付ける二重構造が採用されていたが、この外輪が金属疲労で破損してしまった。(図1)

ICE884号は旧型の第一世代車両60台のうちの1つで、二重構造の車輪のままであった。

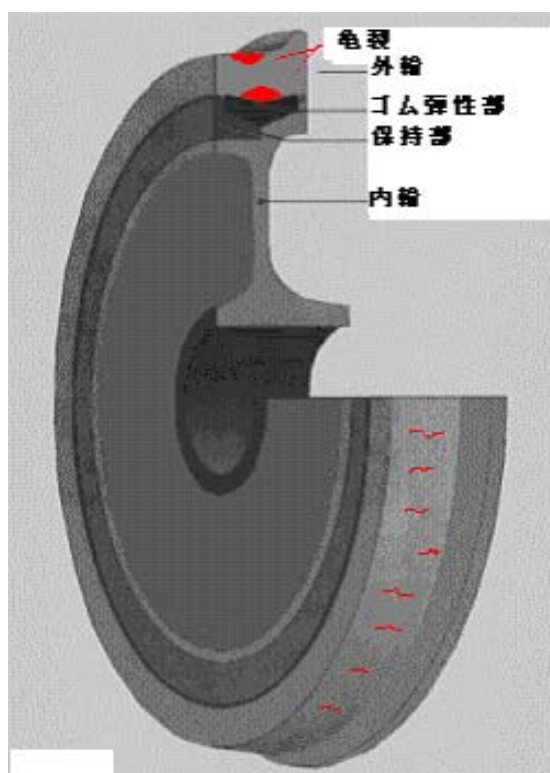


図1 車輪構造と不具合 [2]を翻訳

(2) メンテナンスでのミスジャッジ……ルール無視

ニュースマガジンの“デルシュピーゲル”誌によると、脱線した列車は事故の前夜、

定期メンテナンスとしてコンピュータによる点検を受けていた。ミュンヘン検定センターでは、音響センサーにより、各車輪の外径とスリーブの厚さを計測している。許容誤差は 0.6mm であったが、脱線車両の一つの車輪の誤差は、1.1mm だったという。しかし、安全技師たちは、この誤差はいくらか振動が発生するが乗り心地に少し影響があるだけと考え、交換や修理をしなかったとのことであった。

(3) 不具合検出システムの不備

ICE には、個々の車輪破損を検知し警報を出したり緊急停止させるシステムは設置されていなかった。日本の新幹線では、走行中に車輪の変形や欠損が生じて回転異常を起こすと、信号が点灯して運転士が非常ブレーキをかけたり、車軸が損傷するなどしてずれた場合には、摩擦熱による温度センサーが捉え 140 以上になると、自動停止する仕組みになっている。

4 . 対処

ドイツ連邦鉄道局は、事故直後、原因解明のための調査をスタートした。事故後、同じ構造の 59 両すべてを回収して、総点検を実施した。

5 . 対策

1998 年 6 月末までに、第 1 世代の ICE 列車 59 両の車輪は全て交換された。新品の鋼製タイヤが第 2 世代 ICE に使用されているものと同じ一体式車輪に交換された。

6 . 総括

ICE は、「自動車の 2 倍の速さ、飛行機の半分の速さ」これがドイツ国有鉄道の宣伝文句の一つだったという。1991 年以降、1 億 2000 万人を超える旅客が ICE を利用した。1997 年には、ICE の旅客数は約 2,700 万人で、長距離旅客輸送の 30%弱を占めていた。この事故が起こるまで、ドイツ国有鉄道は ICE に十分な安全策を講じていると信じられてきた。しかし、実績のある一体型の車輪から、二重構造の車輪へと変わっていた。この変化に起因する事故だったといえる。

7 . 知識化

(1) 製品の変更は事故発生危険性を持つ。

製品の改良のためには、設計や製造はもちろん検査方法などの変更が伴う。その際に変更による改良点のみに着目しがちである（改悪点を忘れることが多い）。

その変更によって、発生しうる問題点の明確化と対応を十分検討することが大切である。万一検討が不十分または困難な場合は、「技術の封印」をすることが必要である。特に実績のあるものについての変更は、慎重に行なう。実績は、実際の様々な使用条件における品質確認済の保証を与えているからである。

(2) ルール・検査基準は容易に曲げられる。

(3) 人間の感知が及ばないところは、センサーシステムが有効である。

8 . 背景

1991 年、ドイツ鉄道の超高速列車 ICE の開業当初、第一世代の列車 40 台には安全な高速走行に適しているといわれる一体型車輪が使われていた。しかし、この一体型車輪は振動が伝わりやすく騒音が生じやすい構造だった上、車輪が楕円形に変形するという現象も発生しており、これらのことが ICE の乗り心地を悪くしていた。

ドイツ鉄道では、騒音や振動を減らして乗り心地をよくするため、二重構造の車輪（VSC 製「Bochum84」型）の導入を決定。二重構造の車輪は、時速 284km に耐えられるように設計。内輪とレールに接する外輪の 2 つの部分からできている。車輪の直径は 91cm、厚さ 13cm。内輪と外輪の間にゴムの緩衝材が挟まっている。摩耗や破損した場合、外輪だけを交換すればよく、一体型より経済的でもあった。

1992 年、ICE 用に新たに設計された二重構造の車輪の生産を開始。一体型の車輪は次々に二重構造に交換。この結果、乗り心地は大幅に改善され乗客の数も年々増え続け、1997 年までの 5 年間で凡そ 3 倍になった。

1997 年、空気圧を使った新型のスプリングが開発され一体型の車輪でも振動や騒音の問題を解決できる目途がたったため、ICE に再び一体型の車輪を導入するという方針転換を行った。新しく生産される第 2 世代の車両から切替えが行われ、1998 年に 44 台の車輪が一体型に替わっていた。

9 . 四方山話

ゴムクッション入りの車輪のオリジンは、低速で走行する市内電車用で、簡単な構造ながら防振性・騒音性に優れている。しかし、本来の領域を超えて高速用に拡張使用されたため、潜在的に持っていたゴムタイヤの欠点が顕在化したものとの見方もできる。

<引用文献>

- [1] 日経メカニカルオンライン： <http://nmc.nikkeibp.co.jp/kiji/t536.html>
- [2] ICE Train Accident in Eschede： <http://www.ndt.net/news/2000/eschedec.htm>
- [3] Danger Ahead! Feature： <http://danger-ahead.railfan.net/features/eschede.htm#top>
- [4] 中尾政之著、失敗百選、森北出版（2005）