

設問1 (配点20)	設問2 (配点10)	設問3 (配点10)	設問4 (配点30)	設問5 (配点30)	合計 (80点)
------------	------------	------------	------------	------------	----------

## 法工学 定期試験

2018年1月19日, 9時15分～10時30分, 10時55分～12時10分

学籍番号	氏名
------	----

### 設問2 (配点10点)

人が関連した事故等について, その機序と原因を調べる「法医学」について説明し, 類似の概念として「法工学」を導入した.

(1) 法工学について知るところを記せ.

設問3 (配点10点)

法工学解析フレームワークについて

(1) 解析の手順を示すフレームワークについて知るところを述べよ

設問4 (配点30点)

2017年, 日本の製造業企業において偽装問題が指摘された. 参考資料等を読み, その原因を法工学的に解析せよ.

設問5 (配点30点)

新幹線の台車が破損した。参考資料等を読み、その原因を法工学的に解析せよ。

資料1

# 素材メーカー 改ざんの衝撃

神戸製鋼所、三菱マテリアル、東レといずれも日本を代表する素材メーカーや、その子会社で立て続けに発覚した検査データの改ざん問題は、産業界に大きな衝撃を与えた。素材に対する信頼が揺らげば、最終製品の信頼性も損なわれる。素材各社の不正行為は、日本のモノづくり全体の危機を意味する。不正はなぜ起きたのか、不正の根絶に向けて日本企業はどう取り組むべきかを検証する。

**わずかな差**  
製品の性能を損ねることとはなく、文句を言わせる心配もないとの判断だ。自動車タイヤの規格や仕様との差が、補強材を製造する東レとわずかならば、最終の子会社では、タイヤ

## なぜ起きたのか

# 収益優先問題生む温床に

メーカーが定めた規格値と検査値の差が1%にも満たないため、性能面で実質的な違いはないと自主判断し、品質保証担当者が検査値を書き換えていた。

最終製品メーカーは通常、安全性などの性能に一定幅の余裕を持たせて設計し、部品などの仕様を決める。部品メーカーも念には念を入れ、余裕度を積み増して部材や素材のメーカーに発注する。結果として素材や部材に必要十分条件をはるかに上回る性能が求められる。こうした場合、わずかな誤差なら黙って納入して、問題ないと判断し、日本の素材産業は、現

- データ改ざん・なつ造の主な事案**
- 神鋼グループ
    - 神鋼真岡製造所 (アルミニウム板)
    - 同大安製造所 (アルミ鋳鍛造品)
    - 同長府製造所 (銅板条、アルミ押し出し品)
    - コベルコマテリアル銅管 (銅管)
    - 神鋼鋼線ステンレス (ステンレス鋼線)
    - 日本高周波鋼業 (特殊鋼)
  - 三菱マテリアルグループ
    - 三菱電線工業 (平角マグネットワイヤ、シール材)
    - 三菱伸銅 (黄銅条・銅条製品)
    - 三菱アルミニウム (アルミ板)
  - 東レグループ
    - 東レハイブリッドコード (自動車タイヤ用などの補強材)

場力を鍛えることで工程能力を高め、歩留まり率を引き上げて品質やコスト、納期などの厳しい要求に添えてきた。

### 納期の重圧

神鋼も今回と同様な改ざん問題が2016年に発覚したのを受け、工程能力を高める取り組みに力を入れた。業務手順や工程の改善で「品質のばらつきがなくなれば、不正に手を染める必然性がなくなる」(梅原尚人副社長 からだ。

### 経営者に変化

品質に対する経営者の意識も変わった。神鋼グループや三菱マテリアルの労働組合が加盟する基幹労連の弥久末頭事務局長は「従来、日本の製造業は品質の高さに重きを置いてきたが、経営者の間でこうした意識が徐々に薄れ、効率を優先するようになったのではなか」と指摘する。日本能率協会(東京都港区)が10月に公表した意識調査の集計速報によると、企業経営者の7割強が今の主要事業について、5年後に通用するかどうかは見通せないとの認識を示した。先行き不透明感が強まる中で、モノづくりのノウハウを地道に蓄えて品質や生産性を高める取り組みより、目先の収益確保に走る傾向が強まった可能性がある。それが改ざん問題を生む温床になったともいえる。(編集委員・宇田川智大)

資料1  
12/26

〒110-0003 東京都港区西新橋二丁目5番1号  
平野技術士事務所 代表 平野輝美  
TEL 03-3504-2600 携帯電話 050-8654-7561  
http://www.cc-hirano.com

## 新幹線「重大インシデント」はなぜ起きたのか

台車に亀裂発見、考えられる原因は？

冷泉 彰彦：作家

2017年12月14日



今回トラブルを起こしたN700系のJR西日本所属編成（K5編成）（写真：tackune / PIXTA）

12月11日、博多発東京行き「のぞみ34号」で異音や焦げ臭い異臭などが発生、名古屋駅で運転打ち切りとなる事態が発生した。その後の調査で、13号車の台車にあるモーターの回転を車輪に伝達するための継手に変色するとともに、ギアボックスに油が付着していることが確認され、さらに台車枠に亀裂が入っていることが判明した。

これを受けて運輸安全委員会は12日、今回のトラブルを新幹線としては初めてとなる「重大インシデント」に認定した。山陽新幹線では最高時速300km、東海道新幹線でも一部の区間を時速285kmで走る車両の台車に亀裂が入ったというのは深刻であり、一歩間違えば高速走行中の脱線という最悪の事態を引き起こしかねない。「重大インシデント」認定は当然の判断といえよう。

### いったい何が起きたのか

トラブルが発生した車両は、JR西日本が保有するN700系（N700Aタイプ）の「K5編成」（博多総合車両所所属）。同社の発表によれば、小倉駅発車時に7・8号車付近で焦げたような「異臭」がしたほか、岡山駅より東の区間で13・14号車間で「うなり音」を確認。その後、新大阪でJR東海の乗務員と交代の後、京都駅付近にて車掌が異臭を確認。名古屋駅停車時に車両床下の点検を実施したところ、台車のギアボックス付近に油漏れを認め、走行が不可能と判断されたという。JR西日本は発表で、継手の変色が「異臭（焦げたようなにおい）」の原因と考えられるとしている。

現時点では詳しい調査を待たなくてはならないが、原因としてどのような可能性が考えられるかを考えてみた。あくまで推測に基づく仮説であるが、現時点で判明している情報からは以下のストーリーが考えられる。

- (1) 金属疲労などのため台車枠に亀裂が入り、これが原因で油漏れなどが発生した
- (2) ギアボックス内の破損が原因となり台車枠に亀裂が入るまでに至った
- (3) 異物がギアボックスと台車に当たって双方を損傷した

という3つだ。

まず(1)は、台車枠のひび割れが発端で、ギアボックスからのオイル漏洩などが起きたという可能性である。仮に台車が金属疲労などで割れたのなら極めて深刻な事態だ。ちょうど神戸製鋼などのデータ偽装が社会問題化している中で、こういった問題と今回の事故を結びつけるような議論も目にしたが、そのような疑念が出てくるのもタイミング的には仕方ないかもしれない。

台車枠に何らかの理由でひびが入って歪みなどが生じ、その影響でモーターの回転を車軸に伝えるための継手に力がかかって焦げ付き、ギアボックスまで損傷するという可能性は考えられるが、直前の検査では台車枠に異常は見つからなかったと報じられており、現状では詳細は不明だ。

一方、台車枠にひび割れが生じた際の「衝撃」が車軸に伝わって継手を損傷し、ギアボックスのオイル漏れを起こすという可能性は、よほどの大きな力が働かない限りは考えにくそうだ。鉄道車両の台車は一般的に、車軸を受ける「軸箱」と台車枠の間にバネを介している。車軸の振動がそのまま台車に伝わらないようにするためだが、反対に台車側に何らかのショックが発生した場合も、そ

## 資料2

の衝撃は車軸にダイレクトには伝わらないといえる。

また、そのように大きなショックなどが発生した場合、N700Aや今回のようにN700Aタイプに改造した車両には「台車振動検知装置」が装備されており、異常な振動などがあれば運転台に表示されるようになっているため、運転士が気づくであろう。

### 煙が充満した過去のトラブルでは…

一方、(2)については、過去に発生した2つのトラブルとの比較で考えてみたい。まず、2010年3月に姫路―新神戸間を走行中のN700系(N2編成)12号車の車内で焦げ臭いにおいが発生し、さらに白煙が充満するというトラブルがあった。この時は、12号車に2つある台車のうち1つの台車にあるギアボックスが破損し、漏出した油が煙として車内に流入した。原因としては、ギアボックス内部のベアリングが割れてギアボックスを損傷したと発表されている。

このトラブルを起こした「N2編成」のNはJR西日本所属を意味し、N2はその2番目の編成ということを示すが、「N編成」はその後、N700Aタイプへの改造工事を施されて「K編成」に変わっている。ということは、この「N2編成」は現在は「K2編成」となっており、今回問題の発生した「K5編成」も2013年に改造される前は「N5編成」だった。製造は同時期で、恐らく使用部品も重なっていると考えられる。

そう考えると、今回の故障もこの2010年3月の問題と同じように、ギアボックス内の故障が原因であり、そこからオイルの漏洩、車軸の異常、そして台車の亀裂という順番で問題が発生していったという仮説を立てることができる。

だが、仮にそうであれば、2010年のトラブルのように潤滑油が焼けてもっと白煙が出た可能性が高く、台車の亀裂発生などという異常な力が働く前に車輪の固着などが起きていたはずだ。そうなれば、台車とモーターの異常として検知され、運転台や運転指令にはもっと早く異常が伝わっていたに違いない。

一方、2013年には旧型の700系(C50編成)10号車のギアボックス内の軸受けが損傷し、「コロ」が脱落して歯車やギアボックスを破壊、ギアがむき出しになるといって発生している。

こうした場合も、ショックで台車枠に亀裂が入るといった可能性は少ない。車軸に異常が起きても、台車との間にはバネを介しているからだ。だが、仮にギアボックスの一部など、鋼鉄製の質量の大きな部品が「飛んで」台車に当たり、その衝撃で台車に亀裂を生じたとしたらどうだろう。つまり、2013年の700系の故障のようなギアボックス外部に至る破壊が発生して、壊れた部分が当たって台車枠を損傷したという可能性だ。

だが今回は、13号車のギアボックスに関しては油漏れはあるが、外側に大きな破片を飛ばすような損傷はないようだ。当初は7・8号車で異臭がしたということから、そちらのギアボックスなどが壊れて飛散したことも考えられそうだが、東京行きの「のぞみ34号」は16号車が先頭なので、7・8号車の壊れた部品が13号車の台車に当たるといった可能性はない。

### 異物との衝突はありうるか

そこで考えられるのが(3)である。台車とギアボックスの双方に異常が発生したということは、その箇所に質量の大きな異物が衝突して、台車とギアボックスを同時に損傷したという可能性だ。

しかし、バラスト(線路の敷石)が衝突したぐらいで台車が壊れることは通常はなく、鋼鉄製などの異物が当たったとか、あるいは車両の床下機器の一部が落下して台車とギアボックスを損傷したという可能性を考えなくてはならない。可能性としては低そうだが、まったくゼロではない。13・14号車における「うなり音」については、ギアボックス内の潤滑油が漏れて減ることで、内部抵抗が増加した音ということかもしれない。

いずれにしても、一夜明けた12日から東海道・山陽新幹線は平常ダイヤで運転されている。故障した編成についての検証や原因究明は今後進展するだろう。台車枠に亀裂が入るといった事態は深刻であり、徹底的な原因究明と情報公開を望みたい。