

昨日・今日・明日

関西大学 社会安全学部 小澤 守

以前のこのコラムで新幹線台車の亀裂についての私見を述べたが、今度は南海のラピートや地下鉄車両の台車に亀裂が見つかった。それも会社ごと複数の台車で見つかったことから、大きな問題として報じられた。改めて金属疲労の問題について考えてみたい。

一般に、金属の疲労は、ある程度の強さの力が周期的に働いていると、1~10億回程度の繰り返しの途中で蓄積し、破壊を招く。1億と10億では大変な違いがあると思われるが、金属疲労寿命にはこの程度のばらつきはおかしくない。人の寿命もかなりのばらつきがあり、平均すると81、87歳ということになるのと同じで、平均よりも短い場合も長い場合も当然存在する。

重いモータを支える鉄道車両の台車などでは、走行に伴う振動などで繰り返し荷重がかかることになり、想定を超える過剰な負荷がかかると早く亀裂が入ることになる。設計段階での荷重の想定が適切であっても、形状に問題があったり、溶接不良や溶接部の肉盛りが不十分などの欠陥があったりすると応力集中が起こり、早く亀裂が入る。

従来の電車に比べて、ラピートやJRの新快速の走行速度は速く、120km/s程度である。高速であることは台車にかかる振動の周波数が高い、つまり早く限界に達することになる。従来の低速運行時に決定した間隔での検査では不十分で、新たに適切な間隔での検査、あるいは検査方法も含めて改善が必要である。

かつて鉄道技術研究所で新幹線の車軸について研究開発に携わっておられた中村宏氏は、のぞみが出現したころ、ひかりには乗るが、のぞみには乗らんとおっしゃっていた。出現早々で、まだ十分な実績、つまりは安全な運行の実績、検査の実績、車軸交換の実績などが積まれていない状況は危険だと言われたのである。

周期的に変動荷重がかかる金属疲労に回数の限界があるということは、金属の弾性範囲ではあるものの、各種の要因によって毎回少しずつ、極く微量とはいえ金属内部の組織が破壊しているからにはほかならず、我々人の場合の「疲れがたまる」と同様な事態と考えてよいのだろう。疲労骨折などという言葉はまさしく金属の疲労破壊に相当する。疲れがたまるということは、体の状態が昨日今日明日でまったく同じでないことを意味している。優秀な野球選手が肩を壊したという話をよく耳にするが、それも過度な負担がかかるからである。野球に限らず、ランニングでも何でも、適度な負担は体を鍛えるが、過度な負担や間違った体の使い方は故障の原因になる。

そういえば、鉄道は台車だけでなく、線路、車輪にも高速運転の負担がかかる。いずれの要素も万が一破壊などした場合には、大事故に発展するのは避けられない。日本の新幹線の車輪は一体型であるが、ドイツの新幹線車輪は当初車輪本体とレールに接するタイヤ部分の間にゴム製の振動減衰部品が挿入されていた。Eschedeでは金属タイヤ部分の疲労破壊が原因で脱線転覆が起こり、福知山線事故と同程度の乗客の命がそこなわれた。高速走行する

ということは、それだけ大きなエネルギーが投入されていることで、一旦事故になると、そのエネルギーが乗客に牙をむいてくるのである。新幹線は16両，新快速は12両。我々は高速大量輸送の利便性を享受しているが、その一方で、非常に大きなリスクを背負っていることを忘れてはいけない。ちなみに体重60 kg人が時速120 km/h，即ち33.3 m/sで大きな壁に衝突したとして，その経過時間が0.05 sであったとすると， $60 \times 33.3 / 0.05 = 39,960 \text{ N}$ の力がかかることになる。もう少しわかりやすく言えば，約4トンの質量の物体が体に一気に（0.05 s間かかって）乗ってきたことに相当する。

人や動物には寿命があり，正当に健康管理を行ってもその心拍数の限界はおおよそ20億回であることは，本川達雄著『ゾウの時間 ネズミの時間』に明確に記されている。我々の日常生活同様，金属疲労など工業製品についても，寿命があること，昨日今日明日で状態は異なっていることをくれぐれも忘れてはいけない。なおアフリカゾウのオスの体重は6トンもあるそうだ。

