

安全な国産グリーン社会

コラム S D G S Safety Domestic Green Society

第③回

連載・特集

安全率と信頼性について

—安全性 vs 破壊、その原因

一般社団法人 洗楓座 代表理事 佐藤建吉

▼信頼性と安全率

機械などの設計では、前回の述べたように安全率(平均安全率)が従来から用いられる。それは、平均安全率=平均材料強度/平均応力である。例えば、平均応力=200MPa、平均材料強度=600MPaの場合、安全率は3となる。600という数値は、200よりも3倍であり、安全のように思える。

十分に安全であるといえる。前回の述べたS・D・Sモデルで信頼性をExcise 1で計算した結果を、表1に示す。

前項の信頼性は、静的な荷重が作用した場合の破壊を前提であるかもしれない。しかし、現実はどうだろうか? たとえば、鉄道の車軸などを考える

ある時間経過後に破壊する現象は、「疲労(ひろ)や疲れ」と呼ばれる。人間と同様に、材料も負荷により疲れるのである。人間と同じく休止すると、回復するという現象もある。

また次のような話題もある。日本テレビ系の長寿番組に「所さんの目がテン!」がある。これは科学番組で日常の事象を科学する。「生卵を上手に割る方法」というテーマで、その解説と指南をしたことがある(2016年3月20日放送)。卵を割るときにはテーブルの角に当てたりする。すると激しい応力集中で、殻が細かく割れてしまうことがある。このためクッキングスクールでは、テーブルの平ら面に当てるように教えている。この場合には割れが分散する。そこで筆者は、上手に割るために、ワインボトルに当てて、ワインボトルの接点理論を引用して解説した。番組では、ワインボトルに替えてステンレス製の専用ツールを作成し、スタジオで所さんが実演した。これも応力集中の大きさが、卵の短径方向に沿って高くなりヒビがこの方向に優先的に進むので、両手でも片手でも綺麗に割れるのである。このように、破壊は制御することが出来る。

▼疲労破壊への検討

平均安全率は、その名前のように平均値を基準としての概念である。前回述べたように材料強度も負荷応力も、ばらつき(ばらつきを大きくしたと)場合による、信頼性

移動する(輸送する)ので、車軸には繰返し応力が負荷される。駅では、乗客が乗降するので、次の駅までは負荷の大きさが変わる。つまり、負荷が、ばらつき(ばらつき)になる。乗客がたたく瞬間に車軸が壊れるなどの静的な破壊は、論外の事象である。重要で基本的な課題は、繰返し負荷が作用する「疲労」に対する破壊に対する如何に信頼性を与えるかである。この現象は、航空機の機体や翼(つばき)、そして

繰返し応力が作用してある時間経過後に破壊する現象は、「疲労(ひろ)や疲れ」と呼ばれる。人間と同様に、材料も負荷により疲れるのである。人間と同じく休止すると、回復するという現象もある。

その原因となるのが、「切欠き部」「接触箇所」「摩耗発生部」「腐食発生部」「材料欠陥部」などである。それらにおいて、しばしば共通する現象である。

また次のような話題もある。日本テレビ系の長寿番組に「所さんの目がテン!」がある。これは科学番組で日常の事象を科学する。「生卵を上手に割る方法」というテーマで、その解説と指南をしたことがある(2016年3月20日放送)。卵を割るときにはテーブルの角に当てたりする。すると激しい応力集中で、殻が細かく割れてしまうことがある。このためクッキングスクールでは、テーブルの平ら面に当てるように教えている。この場合には割れが分散する。そこで筆者は、上手に割るために、ワインボトルに当てて、ワインボトルの接点理論を引用して解説した。番組では、ワインボトルに替えてステンレス製の専用ツールを作成し、スタジオで所さんが実演した。これも応力集中の大きさが、卵の短径方向に沿って高くなりヒビがこの方向に優先的に進むので、両手でも片手でも綺麗に割れるのである。このように、破壊は制御することが出来る。

▼まとめ

安全であることは安心を導く初動の活動と対策である。従来から標語にある「安全第一」は、それぞれシヨブで重要である。その実行に当たっては、見えるところばかりでなく潜在的な原因についても対策すべきである。これはFEMに基づく強度設計でも同様である。(続く)

	安全率	平均強度 MPa	標準偏差 MPa	平均負荷 MPa	標準偏差 MPa	信頼性 %
(1)	3	600	50	200	67	99.9999
(2)	3	600	30	200	78	99.9999
(3)	2.5	600	20	240	78	99.9996
(4)	2	600	20	300	78	99.9903
(5)	3	600	50	200	100	99.9827
(6)	3	600	50	200	110	99.9534
(7)	3	600	50	200	120	99.8954
(8)	3	600	50	200	130	99.7960
(9)	3	600	50	200	140	99.6435
(10)	3	600	50	200	150	99.4294
(11)	3	600	50	200	160	99.1488
(12)	2	400	50	200	100	96.3181
(13)	2	400	50	200	110	95.1059
(14)	2	400	50	200	120	93.8032
(15)	2	400	50	200	130	92.4487
(16)	2	400	50	200	140	91.0743
(17)	2	400	50	200	150	89.7048

乗客が乗降するので、次の駅までは負荷の大きさが変わる。つまり、負荷が、ばらつき(ばらつき)になる。乗客がたたく瞬間に車軸が壊れるなどの静的な破壊は、論外の事象である。重要で基本的な課題は、繰返し負荷が作用する「疲労」に対する破壊に対する如何に信頼性を与えるかである。この現象は、航空機の機体や翼(つばき)、そして

繰返し応力が作用してある時間経過後に破壊する現象は、「疲労(ひろ)や疲れ」と呼ばれる。人間と同様に、材料も負荷により疲れるのである。人間と同じく休止すると、回復するという現象もある。

その原因となるのが、「切欠き部」「接触箇所」「摩耗発生部」「腐食発生部」「材料欠陥部」などである。それらにおいて、しばしば共通する現象である。

▼応力集中の重要性

本題の疲労における応力集中の話題に入る前に、暮らしや日常における応力集中について述べたい。