“Impact Loading” + “Shock Loading” = 「衝撃」[†]

川合 伸明*

“Impact Loading” + “Shock Loading” = 「SHOUGEKI」

by

Nobuaki KAWAI*

この度、衝撃部門委員会の担当回として会員便りを執筆させていただくことになりました。私は、大学生時代の卒業研究から現在に至るまで、多少の紆余曲折はありましたが、「凝集媒体における衝撃科学」に関する研究をかれこれ20年弱続けております。しかしながら、材料学会の衝撃部門委員会と密接な関わりを持ち始めたのは、ここ3年程度ではないかと思えます。衝撃を対象とした研究に関わりながら、なぜそのような状況であったのかを考えると、理工学分野における「衝撃」という日本語が意味する幅の広さに原因があったのではと感じております。衝撃荷重とは何かと説明するときには、「瞬間的に作用する荷重」と表現することが一般的ではないかと思えます。しかし、この「瞬間的」をどの程度の時間スケールで考えているかにより、「衝撃」という言葉に付随する背景が異なってくるように感じます。

私が専門とする「衝撃」は、英語では“Shock Loading”や“Shock Compression”などと表現され、対象とする物質中に衝撃波が伝播するような荷重条件を対象としています。気体中の衝撃波であれば容易に想像ができるかと思いますが、凝集媒体中の衝撃波も本質的には同じで、「媒質の音速を超える速度で伝播する切り立った波面を有する応力波」と考えていただければ良いかと思えます。このような衝撃荷重は、物体の超高速衝突（専門家の間では衝突速度がkm/sのオーダーとなるものを超高速衝突Hypervelocity Impactと呼ぶ傾向があります。）、爆薬の爆豪波、ハイパワーパルスレーザーの集光照射によるレーザーアブレーションなどにより生じます。このような衝撃負荷手法から類推できるように、“Shock Loading”が関係する現象は、惑星科学、宇宙工学、高エネルギー速度加工、レーザー核融合、などとの関連から研究が進められています。海外での状況に目を向けると、関連分野としてNational Securityの問題が加わり、特に米国ではエネルギー省管轄の国立研究所を中心に精力的に研究が推進されています。そのような背景から、“Shock Loading”, “Shock Compression”をメイントピックとした世界最大の国際会議は、American Physical SocietyのTopical Group Conferenceとして開催されるものとなっています。

一方、衝撃部門委員会での主たる「衝撃」は、英語では“Impact Loading”や“High-Strain-Rate Deformation”と表現される事象ではないかと感じております。“Shock Loading”との大きな違いは、材料中を伝播する応力波が衝撃波ではなく、材料の応力-ひずみ関係に則った弾性波および塑性波であるという点になるかと思いま

す。ひずみ速度という観点で比較してみますと、“Shock Loading”では $10^5\sim10^9\text{ s}^{-1}$ 程度であるのに対して、“Impact Loading”では $10^1\sim10^4\text{ s}^{-1}$ 程度の領域となり、同じ「衝撃」であっても対象としている「瞬間的」が異なることがご理解いただけるかと思えます。この“Impact Loading”が対象となる実現象は、輸送機器の衝突や、落石・噴石と構造物との衝突など、より実社会と関係した衝撃現象であり、「衝撃工学」の主となっているのは“Impact Loading”だと言えるでしょう。事実、上述のような衝撃工学は、英語では“Impact Engineering”と表現されているように思います。続いて“Impact Loading”をメイントピックとした国際会議の状況を見てみますと、欧州で開催されるDYMATおよび、日本を発祥の地として世界各国で開催されているInternational Symposium on Impact Engineering (ISIE)が数十年以上の開催歴史を持つ会議として挙げられます。ISIEに関して言えば、現在もその運営に衝撃部門委員会が深く関わっていることを知り、“Impact Engineering”の発展に日本の研究者コミュニティが主導的な役割を果たしてきたという事実に強い感銘を受けています。一方、米国では、Society for Experimental MechanicsやTMSのAnnual Meetingにおけるシンポジウムの1つとして開催されることはあっても、“Impact Loading”に特化した国際的な会議が見受けられないことは“Shock Loading”の場合とは異なり興味深く感じます。

さて、ここまで「衝撃」と日本語で表現されるものであっても“Shock Loading”と“Impact Loading”では異なる背景を有しているということを述べてきました。私自身、頭のどこかで“Shock Loading”と“Impact Loading”は似て非なるものの意識があったことが、長きに渡り衝撃部門委員会と関係を持ってこなかったことと無関係ではないと思っております。しかしながら、縁あって衝撃部門委員会に入会し、交流を進めていくなかで、今では“Shock Loading”と“Impact Loading”を内包する「衝撃」という言葉の価値を強く感じています。いずれも応力波の伝播に伴う動的な諸現象を扱うものであることに違いはなく、あえて切り分けて考えることの方が、むしろ不自然と捉えられるようになりました。“Shock”でも“Impact”でもない、英語では上手く表現できない「衝撃」は、曖昧な表現を得意とする日本語を操る我々だからこそ持ち得る概念なのかもしれません。衝撃部門委員会の活動を通して、この良い意味で曖昧な「衝撃」の概念を多くの研究者と共有し、新たな衝撃理工学を開拓していく力に変えていくことができればと、今は考えております。

[†] 原稿受理 令和元年12月16日 Received Dec. 16, 2019 ©2020 The Society of Materials Science, Japan

* 正 会 員 熊本大学パルスパワー科学研究所 〒860-8555 熊本市中央区黒髪, IPPS, Kumamoto Univ., Chuo-ku, Kumamoto, 860-8555